

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ  
**4**  
1984

# RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES  
BULLETIN DES MINES  
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ  
BERGBAUZEITSCHRIFT

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

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ  
**4**  
1984

# 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 ODBORA**

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, 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 mr. 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  
STOJKOVIĆ 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

Mr inž. DRAGOLJUB ĆIRIĆ

Snimanje i analiza vremenskih i kapacitativnih parametara rada BTO sistema kao osnova za njihovo racionalno koriš-

ćenje .....	5
Summary .....	18
Zusammenfassung .....	18
Rezjume .....	18

### Priprema mineralnih sirovina

Dr inž. DRAGAN PETKOVIĆ – dipl.inž. MIRA MITROVIĆ

Metodologija laboratorijskih ispitivanja sušenja uglja u atmosferi zasićene vodenim pare .....	19
Summary .....	27
Zusammenfassung .....	27
Rezjume .....	28

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

Priprema i prerada uglja SR Srbije van pokrajina .....	29
Summary .....	35
Zusammenfassung .....	35
Rezjume .....	35

### Ventilacija i tehnička zaštita

Mr inž. VASO ELEZOVIĆ – dipl.inž. VLADIMIR BIJELIĆ – dipl.inž. SAKIB SLIJEPČEVIĆ

Sanacija požara na širokom čelu broj 67 u Staroj jami RMU Zenica .....	36
Summary .....	42
Zusammenfassung .....	42
Rezjume .....	42

### Termotehnika

Dr inž. BORISLAV PERKOVIĆ

Promene temperaturnih razlika u regenerativnim zagrejačima i mogućnost određivanja tih promena u uslovima eksplotacije parnog bloka .....	43
Summary .....	49
Zusammenfassung .....	49
Rezjume .....	49

### Projektovanje i konstruisanje

Dipl.inž. SLOBODAN STUPAR – dipl.inž. KOSTANTIN STEFANOVIĆ

Konstrukcija rezervoara za skladištenje tečne elektrodne smole u KHK „Boris Kidrić“, Lukavac .....	50
Summary .....	55
Zusammenfassung .....	55
Rezjume .....	55

Nova oprema i nova tehnička dostignuća .....	56
Iz rudarske prakse	
Dipl.inž. LJUBOMIR BLAŽEVIĆ – dipl.inž. VELIBOR KAČUNKOVIĆ	
Informacija o izradi potkopa Belo Brdo .....	60
Prof. inž. GOJKO HOVANEC	
Razdvajanje sulfida bakra–olova i cinka postupkom flotacije .....	64
Bibliografija .....	69

## SNIMANJE I ANALIZA VREMENSKIH I KAPACITATIVNIH PARAMETARA RADA BTO SISTEMA KAO OSNOVA ZA NJIHOVO RACIONALNO KORIŠĆENJE

(sa 1 slikom)

Mr inž. D r a g o l j u b Ć i r ić

*Cilj je da se ukaže na važnost praćenja rada i analize ostvarenih parametara rada BTO sistema u određenim vremenskim intervalima, kao i da se prikaže način snimanja i analize vremenskih i kapacitativnih parametara obrađen na konkretnom slučaju.*

### Uvod

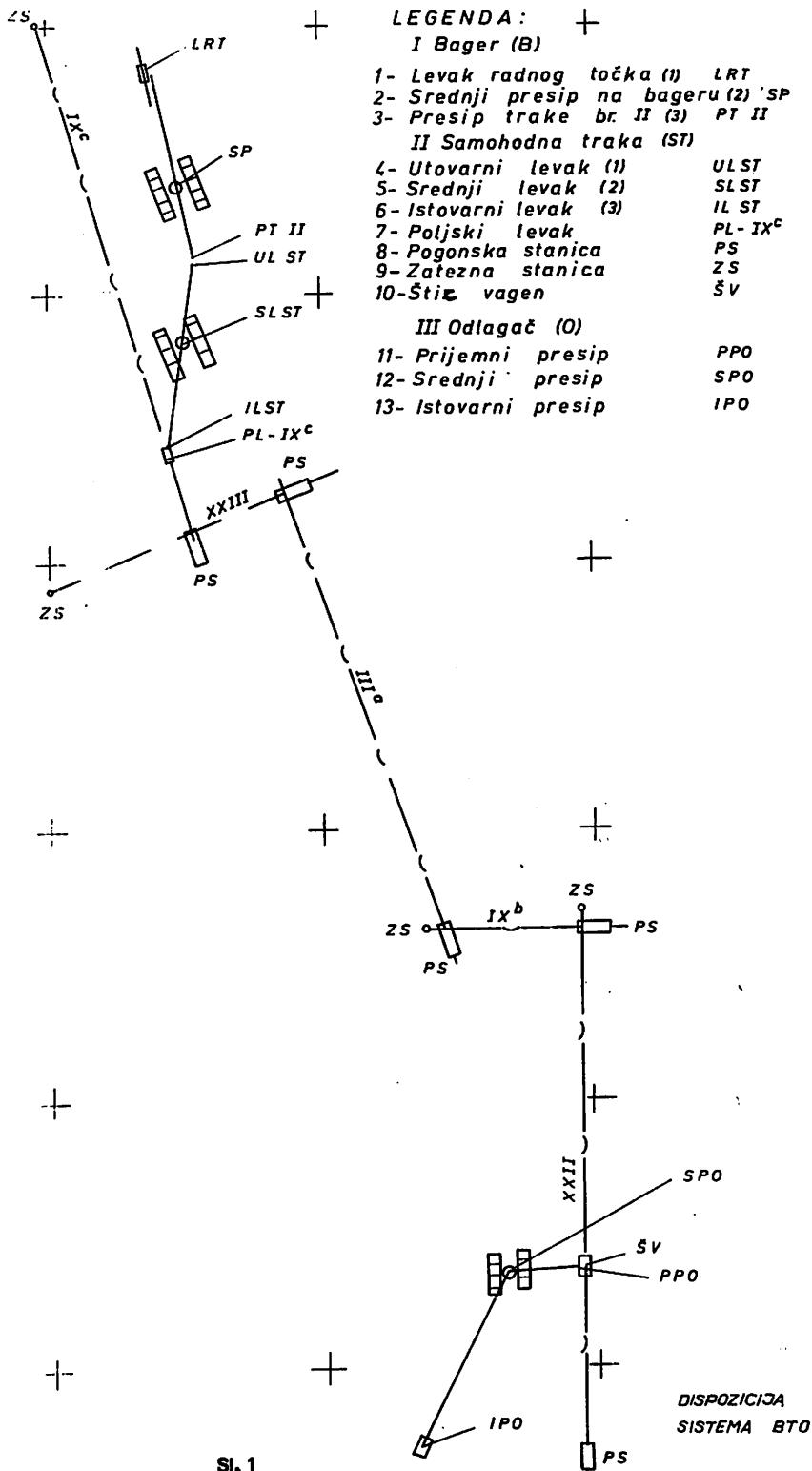
S obzirom da se u našoj zemlji nalazi u radu preko dvadeset BTO sistema, različitog sastava i strukture, lako je shvatiti potrebu da se oni što racionalnije iskoriste. Da bi se moglo utvrditi šta se ostvaruje i šta je moguće ostvariti sa već odabranim BTO sistemom za konkretnе uslove neophodno je, u određenim vremenskim intervalima, kao i kod promene uslova rada, vršiti snimanje i analizu vremenskih i kapacitativnih parametara rada BTO sistema. Važnost snimanja i analize ovih parametara može se sagledati, šta znači, kada se utvrde uzroci lošeg korišćenja sistema te na osnovu toga daju predlozi i rešenja, da se vremensko i kapacitativno iskorišćenje sistema BTO na kome su vršena istraživanja poveća makar za 5% u odnosu na ostvarene rezultate. Šema sistema na kome su vršena snimanja prikazana je na slici 1. Teorijski časovni kapaciteti elemenata sistema su iznosili: bagera  $1690 \text{ m}^3 \text{ r.m/h}$ , transportnih traka  $2300 \text{ m}^3 \text{ r.m/h}$  i odlagača  $2500 \text{ m}^3 \text{ r.m/h}$ . Materijal koji je otkopavan izrazito je glinovit i sklon komadaju, a vrednost specifičnog otpora kopanja se kretala od  $600\text{--}1100 \text{ N/cm}^2$ . Makrotehnološki parametri su određeni u tehničkom projektu otkopavanja otkrivke, dok su mikrotehnološke određi-

vali rukovaoci bagera prema svom nahođenju. Snimanje je vršeno neprekidno u trajanju 55 kalendarskih dana, a u periodu od oktobra do decembra. Snimanje je organizovao Rudarski institut – Beograd, kao i sačinio elaborat o snimanju i analizi vremenskih i kapacitativnih parametara sistema BTO na kome su vršena istraživanja. Ovde će se dati skraćeno program po kome su vršena snimanja i analize, ostvareni rezultati, analiza ostvarenih rezultata, kao i predlog mera i rešenja za racionalno korišćenje BTO sistema na kome su vršena istraživanja.

### Opis programa

Program po kome su vršena snimanja i analiza vremenskih i kapacitativnih parametara sastoje se iz sledećih delova:

- I – uslovi rada u kojima je postavljen BTO sistem
- II – stanje u kome se nalazi BTO sistem
- III – opažanja i merenja
- IV – pregled ostvarenih rezultata
- V – analiza dobijenih rezultata
- VI – predlozi mera i rešenja za racionalno korišćenje BTO sistema



U pojedinim delovima programa obrađivano je sledeće:

#### Prvi deo

- Interpretacija rudarsko-geoloških uslova
- Obrada i provera geotehničkih i geomehaničkih parametara
- Prikaz makrotehnologije
- Prikaz mikrotehnologije

#### Drugi deo

- Prikaz konfiguracije BTO sistema
- Prikaz stanja u kome se nalaze elementi sistema
- Obrada tehnoloških modela pojedinih elemenata sistema
- Provera vitalnih tehničkih i konstruktivnih parametara elemenata sistema

#### Treći deo

- Registrovanje svih događaja u toku snimanja
- Opažanje linije toka materijala
- Merenje količina protoka materijala
- Opažanje kinematskih i konstruktivnih osobina
- Praćenje organizacionih i ljudskih faktora

#### Četvrti deo

- Raspored kalendarskog fonda vremena
- Pregled javljanja, ukupne dužine trajanja i broja zastoja za svaki element sistema i ceo sistem
- Pregled javljanja ukupnog broja zastoja, ukupnog vremena pogona i ukupnih vremena za otklanjanje zastoja zbog kvarova po elementima sistema i za ceo sistem
- Pregled stajanja osnovnih elemenata sistema BTO prouzrokovanih jedan od drugog
- Ostvareni nivo pouzdanosti elemenata sistema BTO i celog sistema
- Prikaz ostvarenih kapacitativnih parametara

#### Peti deo

- Analiza ostvarenih vremenskih parametara
- Analiza ostvarenih kapacitativnih parametara

#### Šesti deo

- Utvrđivanje grupe zastoja
- Grupa mera za održavanje i podešavanje opreme
- Grupa tehnoloških mera
- Grupa organizacionih mera

Pored opisanog programa, u fazi pripreme za snimanje i analizu vremenskih i kapacitativnih parametara BTO sistema sačinjeni su plan i organizacija snimanja i izvršena je obuka ljudstva.

#### Ostvareni rezultati

##### Raspored kalendarskog fonda vremena

###### Kalendarski fond vremena

###### Ukupno vreme bagerovanja ( $t_B$ )

- čisto vreme bagerovanja
- vreme izrade planuma bagerom
- vreme transporta u bloku

78720'	= 1312h	100%
28774'	= 479,56h	36,5%
23915'	= 398,58h	30,3%
4099'	= 68,31h	5,2%
760'	= 12,66h	0,96%

###### Puštanje u rad sistema ( $t_H$ )

###### Tehnološki zastoji ( $t_T$ )

- čišćenje
- transport na etaži
- uklapanje bagera sa samohodnom trakom
- uklapanje sam. trake sa pokretnim kolicima
- premeštanje kabla
- izrada planuma buldozerom

77'	= 1,16h	0,09%
2602'	= 43,36h	3,3%
278'	= 4,63h	0,35%
135'	= 2,25h	0,17%
264'	= 4,4h	0,33%
416'	= 6,93h	0,52%
117'	= 1,95h	0,14%
283'	= 4,71h	0,35%

— transport samohodne trake      1032' = 17,20h      1,31%  
 — transport pokretnih kolica      77' = 1,28h      0,09%

*Planirani servisi i pregledi ( $t_p^S$ )*      960' = 16h      ,21%

*Otklanjanje zastoja zbog  
smetnji ( $t_{od}^Z$ )*      34797' = 579,95h      44,2%  
 — zaglave zbog komada      2304' = 38,40h      2,9%  
 — bežanje trake      493' = 8,21h      0,62%  
 — elektro kvar      7542' = 125,7h      9,58%  
 — mašinski kvar      3124' = 52,06h      3,96%  
 — havarija      16995' = 283,25h      21,58%  
 — opravke      368' = 6,13h      0,46%  
 — ispadanje kozliča      752' = 12,53h      0,95%  
 — regulisanje trake      1132' = 18,86h      1,43%  
 — vulkanizacija      1674' = 27,90h      2,12%  
 — podmazivanje      205' = 3,41h      0,26%  
 — proklizavanje      197' = 3,28h      0,25%  
 — kidanje trake      11' = 0,18h      0,01%

*Organizacioni i ostali  
zastoji ( $t_{or}$ )*      11510' = 191,8 h      14,62%  
 — zastoji zbog dolaska i  
odlaska na posao ( $t_{do}^P$ )      6448' = 107,46h      8,19%  
 -- zastoji zbog klimatskih  
uslova ( $t_{zk}$ )      3037' = 50,61h      3,85%  
 — prekidi zbog električne  
energije      2025' = 33,75h      2,57%

*Pregled javljanja zastoja, ukupne dužine trajanja  
zastoja i broja javljanja zastoja za svaki element  
sistema i ceo sistem*

Ovaj pregled je prikazan u tablici 1.

Tablica 1

Red. broj	Naziv elementa sistema	Vrsta zastoja	Broj jav- ljanja (N)	Ukupna dužina traj. (min)	Maksim. vred- nost (min)	Minim. vred- nost (min)	Srednja vrednost (min)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Bager	Čišćenje Zaglave:	9	278	80	10	30,8
		— levak 1	4	47	27	5	11,7
		— levak 2	61	494	55	1	8,0
		— levak 3	2	28	20	8	14
		Bežanje trake	6	92			
		Transport bagera u bloku	160	760	40	1	4,75
		Transport bagera na etaži	1	135	135	135	135
		Uklepanje sa samoh. trakom	15	264	45	7	17,6
		Premeštanje kabla	2	92	52	40	46
		Elektro kvar	59	3494	480	1	59,2
		Mašinski kvar	21	866	125	1	41,2
		Opravka (bez servisa)	7	368	105	30	52,5
		Podmazivanje	5	185	95	12	37
		Havarije	28	10,060	4495	35	359,2
		Izrada planuma buldozerom	7	283	63	25	40,4
		Servis	2	960	480	480	480

1	2	3	4	5	6	7	8	
2.	Samohodna traka	Zaglave: — levak 1 — levak 2 — levak 3 Bežanje trake Transport Uklapanje sa bagerom i pretovar kolima Premeštanje kabla Elektro kvar Mašinski kvar Havarije i opravka		2 7 2 41 6	16 90 39 355 1032	14 35 31 40 480	2 5 8 1 2 172	8 12,8 19,5 8,6 34,6 12,5 49,5 209,8 320
3.	Pretovarna kolica	Zaglave Transport Elektro kvar Mašinski kvar	17 6 9 4	247 77 212 456	40 30 30 165	2 5 10 42	14,5 12,8 23,5 114	
4.	Traka IXc	Zaglave Regulisanje trake Ispadanje kozliča Vulkanizacija Elektro kvar Mašinski kvar	19 35 26 4 34 4	584 497 621 1255 1823 223	115 55 170 420 240 100	2 2 5 160 5 30	30,7 14,2 23,8 313,7 53,6 55,7	
5.	Traka XXIII	Zaglava Kidanje trake Regulisanje trake Ispadanje kozliča Vulkanizacija Elektro kvar	7 1 6 3 2 12	58 11 487 50 419 654	93 11 325 25 340 420	2 11 2 5 79 2	22,5 11 81,1 16,6 209,5 54,6	
6.	Traka IIIa	Zaglava Ispadanje kozliča	2 4	33 7	28	5	16,5 17,5	
7.	Traka IXb	Zaglava Regulisanje trake	17 6	515 75	65 25	5 5	30,2 12,5	
8.	Traka XXII	Regulisanje trake Ispadanje kozliča Elektro kvar Proklizavanje trake Podmazivanje Sušenje trake	5 2 3 8 1 2	73 11 60 197 20 87	30 6 25 60 20 55	5 5 15 4 20 30	14,6 5,5 20 24,6 20 43,6	
9.	Odlagač	Zaglava Regulisanje trake Elektro kvar Mašinski kvar	3 4 1 1	53 46 10 110	43 16 10 110	5 5 10 110	17,6 11,5 10 110	
		Za sistem						
		Prekid el. energije Zastoj zbog nevremena	64 18	2025 2852	308 480	2 15	31,6 164	

Pregled javljanja ukupnog broja zastoja, ukupnog vremena pogona i ukupnih vremena za otklanjanje zastoja zbog kvarova po elementima sistema i za ceo sistem

Naziv elemenata	Broj zastoja	Ukupno vreme pogona		Ukupno vreme zastoja		Srednje vreme rada		Srednje vreme stajanja	
		Minuti	Časovi	Minuti	Časovi	Minuti	Časovi	Minuti	Časovi
Bager	389	31.453	524,2	15,634	260,5	80,85	1,34	40,1	0,669
Samohodna traka	120	31.453	524,2	10,193	169,8	262,1	4,36	84,9	1,415
Pretovarna kolica	36	31.453	524,2	992	16,5	873,6	14,56	27,5	0,459
Traka IX <sup>c</sup>	122	31.453	524,2	5,003	83,3	257,8	4,29	41,0	0,682
Traka XXIII	31	31.453	524,2	1,779	29,6	1.014,6	16,91	57,3	0,956
Traka III <sup>a</sup>	6	31.453	524,2	103	1,71	5.242,1	87,36	17,1	0,285
Traka IX <sup>b</sup>	23	31.453	524,2	590	9,8	1.367,5	22,79	25,6	0,426
Traka XXII	21	31.453	524,2	361	6,01	1.497,7	24,96	17,1	0,286
Odlagač	9	31.453	524,2	219	3,6	3.494,7	58,24	24,3	0,405
Sistem	757	31.453	524,1	34.797	579,9	41,5	0,692	45,9	0,776

NAPOMENA: UKUPNO VREME POGONA (t<sub>ukp</sub>) SASTOJI SE OD:

Vremena puštanja sistema u rad	+	Ukupno vreme bagerovanja	+	Tehnološki zastoji
		– Čisto vreme bagerovanja		– Transport na etaži
		– Vreme transporta u bloku		– Uklapanje opreme
		– Vreme izrade planuma bagerom		– Premeštanje kabla
				– Izrada trase

Pregled stajanja osnovnih elemenata sistema BTO prouzrokovanih jedan od drugog

- koeficijent opsluživanja sistema
- koeficijent organizacionog iskorišćenja.

Kako se vidi iz tablice 1 zastoji po elementima sistema iznose:

bager	18123'	46,66%
sam. traka	11666'	30,00%
pretovarna kolica	9921'	2,55%
traka IXc	5003'	12,88%
traka XXIII	1779'	4,58%
traka III <sup>a</sup>	103'	0,26%
traka IX <sup>b</sup>	590'	1,51%
traka XXII	361'	0,92%
odlagač	219'	0,56%
Ukupno:	38836'	

Ostvareni nivo pouzdanosti elemenata sistema i celog sistema

Da bi se utvrdio nivo pouzdanosti treba obraditi osnovne pokazatelje pouzdanosti, tj:

- koeficijent spremnosti elemenata sistema i celog sistema
- koeficijent tehnološkog iskorišćenja

Na osnovu vrednosti datih u Pregledu javljanja ukupnog broja zastoja, ukupnog vremena pogona i ukupnih vremena za otklanjanje zastoja zbog kvarova po elementima sistema i za ceo sistem sračunati su koeficijenti spremnosti po elementima sistema i za ceo sistem, i to:

1. bager	0,667
2. sam. traka	0,755
3. pretovarna kolica	0,971
4. etažna traka IXc	0,862
5. sabirna traka XXIII	0,946
6. usponska traka III <sup>a</sup>	0,996
7. vezna traka IX <sup>b</sup>	0,981
8. odlagališna traka XXII	0,988
9. odlagač	0,993

Koeficijent spremnosti sistema:

$$K_{ss} = \frac{t_{ukp}}{t_{ukp} + t_{od}} = \frac{31453}{31453 + 34797} = 0,474$$

Koeficijent tehnološkog iskorišćenja sistema:

$$K_{t \text{ isk.}} = \frac{t_b}{t_{ukp} - t_R^s} = \frac{28744}{31453 - 77} = 0,916$$

Koeficijent opsluživanja sistema:

$$K_{t \text{ ob}} = \frac{t_k - t_p^s}{t_k} = \frac{78720 - 960}{78720} = 0,987$$

Koeficijent organizacionog iskorišćenja:

$$K_{or} = \frac{t_k - t_{or}}{t_k} = \frac{78720 - 11510}{78720} = 0,853$$

Ako se uzme da godišnji kalendarski fond časova iznosi 8544h, to bi sistem, na osnovu sadašnjeg nivoa pouzdanosti, mogao ostvariti sledeći fond časova rada:

$$\begin{aligned} t_r &= t_k \cdot K_{t \text{ isk.}} \cdot K_{ss} (K_{t \text{ ob}} + K_{or} - 1) = \\ &= 8544 \cdot 0,916 \cdot 0,474 (0,987 + 0,853 - 1) \end{aligned}$$

$$t_r = 3116,7$$

#### Pregled ostvarenih kapacitativnih parametara

Ostvareni kapacitativni parametri BTO sistema biće prikazani preko ostvarenih mikrotehnoloških parametara bagera i kapacitativnog iskorišćenja teoretskog časovnog kapaciteta bagera. Pošto sistem ima oblik uravnoveženog monobloka, srednji ostvareni časovni kapacitet bagera je jednak časovnom kapacitetu sistema za razmatrani period.

#### Ostvareni mikrotehnološki parametri:

— visina bloka (m)	5 – 20
— širina bloka (m)	14 – 50
— dubina bloka (m)	1,0 – 3,5
— nagib bočnih kosina (°)	50 – 80
— debljina reza (m)	0,110 – 0,208
— širina reza (m)	0,150 – 0,205
— visina reza (m)	1,0 – 3,5

Ostvareno kapacitativno iskorišćenje teoretskog časovnog kapaciteta bagera — za period u kome su vršena snimanja otkopano je 168.797 m<sup>3</sup>čm i ostvareno ukupno vreme bagerovanja od 479,6 časova, što znači da je ostvaren srednji časovni kapacitet bagera u bloku:

$$\frac{168.797 \text{ m}^3 \text{ čm}}{479,6 \text{ čas}} = 352 \text{ m}^3 \text{ čm/h}$$

a za teoretski časovni kapacitet bagera od 1690 m<sup>3</sup>rm/h i koeficijent rastresitosti 1,4 ostvareni koeficijent kapacitativnog iskorišćenja iznosi:

$$\frac{352}{1207} = 0,2916 (29,16\%)$$

#### Analiza dobijenih rezultata

Na osnovu dobijenih rezultata biće posebno izvršena analiza vremenskih, a posebno kapacitativnih parametara.

#### Analiza vremenskih parametara

Ovde će biti izvršena analiza kalendarskog fonda vremena dužine trajanja, broja javljanja i mesta nastajanja zastoja po elementima sistema, kao i analiza ostvarenog nivoa pouzdanosti elemenata sistema i celog sistema.

#### Analiza kalendarskog fonda vremena

Na osnovu prikazanih ostvarenih vrednosti u analizi kalendarskog fonda vremena i analizi zastoja po dužini trajanja, broju javljanja zastoja i mestu nastajanja po elementima sistema i poglaviju „Ostvareni rezultati“ proizilazi sledeće:

- Ukupno vreme pogona t<sub>ukp</sub>, koje se sastoji iz vremena puštanja sistema u rad (t<sub>p</sub>), ukupnog vremena bagerovanja (t<sub>b</sub>) i tehnološkog vremena zastoja (t<sub>T</sub>) iznosi 39,95% od ostvarenog kalendarskog fonda.
  - Ukupno vreme za otklanjanje zastoja zbog smetnji iznosi 44,20% u odnosu na kalendarski fond. Vreme za otklanjanje zastoja po elementima sistema u odnosu na kalendarski fond iznosi u %:
- |                |       |
|----------------|-------|
| — bager        | 19,86 |
| — sam. traka   | 12,94 |
| — pret. kolica | 1,16  |
| — traka IXc    | 6,35  |
| — traka XXIII  | 2,26  |
| — traka IIIa   | 0,14  |
| — traka IXb    | 0,75  |
| — traka XXII   | 0,45  |
| — odlagač      | 0,28  |

$$\Sigma 44,20$$

- c) Vreme za planske servise i pregledе 1,21% od kalendarskog fonda
- d) Ukupno vreme organizacionih i ostalih zastoja ( $t_{or}$ ) koje sadrži zastoje zbog dolaska i odlaska sa posla ( $t_{do}^p$ ), zastoje zbog klimatskih uslova ( $t_{zk}$ ) i prekide električne energije ( $t_{ze}$ ) iznosi 14,62%.

U ukupnom vremenu bagerovanja, koje iznosi 36,55% od kalendarskog fonda, čisto vreme bagerovanja učestvuje sa 30,37%, vreme izrade planuma bagerom 5,20% i vreme za transport u bloku 0,96%. Analizirajući to vidi se, da vreme za izradu planuma bagerom u odnosu na čisto vreme bagerovanja iznosi 17,13%, što je vrlo visoko. Posledica ovoga su, pored opadanja vremenskog korišćenja, i kapacitativna iskorišćenja. Isto tako, vreme transporta u bloku, u odnosu na čisto vreme bagerovanja, iznosi 3,17%, što je mnogo.

Kod tehnoloških zastoja najviše vremena je utrošeno za transport samohodne trake i to 1,31% od kalendarskog fonda vremena, uklapanje sam. trake 0,52%, uklapanje bagera sa sam. trakom 0,33%. Razlog za ovo je što se samohodna traka stalno koristi, i u slučaju kada se otvara prvi blok pored etažne trake i u svim godišnjim dobima.

Kod otklanjanja zastoja zbog smetnji najviše vremena je utrošeno za havarije i to 21,58%, elektro kvarove 9,58%, mašinske kvarove 3,96%, zaglavu zbog komada 2,92%, vulkanizaciju 2,12%, regulisanje trake 1,43%, ispadanje kozlića 0,91% i bežanje trake 0,62%, od kalendarskog fonda vremena. Razlozi za ovo su složeni i mnogobrojni i za sada se mogu svrstati u sledeće:

- stanje opreme u pogledu ispravnosti, dotrajalosti i nedostatka potrebnih sredstava za stalno održavanje u ispravnom stanju
- nepodešenost pojedinih elemenata na opremi kao što su radni točak, kozlići i presipna mesta uslovima u kojima radi
- nedovoljna opremljenost i organizovanost da bi se vreme za otklanjanje zastoja svelo na minimum.

Vreme utrošeno za planske servise i pregledе iznosi svega 1,21% od kalendarskog fonda. U toku snimanja bilo je slučajeva da se za vreme zastoja na jednom elementu sistema vrše servisi na drugim elementima. Međutim, ako se to i uzme u obzir, ovo vreme je vrlo malo, a zbog toga je stepen ispravnosti opreme loš. Poznata je činjenica, da za mnoge slučajeve vreme za planske servise i pregle-

de iznosi i preko 15% od kalendarskog fonda vremena.

Kod organizacionih i ostalih zastoja najveće učešće imaju zastoji zbog dolaska i odlaska na posao 8,19%, zbog klimatskih uslova 3,85% i prekida električne energije 2,57%. Razlog za ovako visoko učešće zastoja zbog dolaska i odlaska na posao vezano je za nedostatak komunikacija u kopu.

Analizirajući faktore koji utiču na iskorišćenje kalendarskog fonda vremena proizlazi sledeće:

- najveći uticaj ima vreme za otklanjanje zastoja na opremi
- od elemenata sistema bager i samohodna traka imaju najveći uticaj
- po vrsti kvarova najuticajnije su havarije, elektro i mašinski kvarovi.

#### *Analiza zastoja po dužini trajanja, broju javljanja zastoja i mestu nastajanja po elementima sistema*

U tablici 2 dat je pregled zastoja.

Analizirajući pregled zastoja po grupama i redosledu nastajanja, datih u tablici 2, vidi se da je najveće učešće sa intenzitetom trajanja od 0–5 minuta, što znači da bi se veliki broj ovih kratkih zastoja mogao eliminisati da je na elementima sistema postojala redovna prevencija.

#### *Analiza ostvarenog nivoa pouzdanosti*

Analizirajući dobijene pokazatelje pouzdanosti u tački „Ostvareni nivo pouzdanosti elemenata sistema i celog sistema“ u poglavlju „Ostvareni rezultati“ proizlazi sledeće:

- 1—koeficijent spremnosti sistema je vrlo nizak, jer je utrošeno vreme za opravke i otklanjanje zastoja veće nego ukupno vreme pogona i to za 10,6%
- 2—koeficijent tehnološkog iskorišćenja je dobar, što znači da vreme utrošeno na tehnološke zastoje nije veliko
- 3—koeficijent opsluživanja sistema je vrlo visok, jer je vreme, utrošeno za planske opravke i servise, nesrazmerno malo
- 4—koeficijent organizacionog iskorišćenja je nizak, što znači da je vreme vezano za organizacione zastoje veliko.

Tablica 2

Zastoj	Bager	Samohodna traka	Pretovarna kolica	Traka IXc
Po dužini trajanja (min)	Havarije Elektr.kvarovi	10060 3494	Havarije Maš.kvarovi	6935 1469
Maš.kvarovi Transport bagera u bloku Zaglava zbog komada	El.kvarovi	866	Zaglava zbog komada El.kvar	1289
Uklapanje sa bagrom i prevarnim kolicima Bezanje trake	Transport	760	Transport	1032
Bežanje trake	Uklapanje sa bagrom i prevarnim kolicima Bezanje trake	569	416 355	77
Transport bagera u bloku Zaglava zbog komada El. kvar Havarije Uklapanje sa sam.trakom	Bežanje trake	160	Zaglava zbog komada	41
Guseničasto postolje (lom papuča) Kružno kretanje (elektro organi) Presipi (lom limova)	Uklapanje trake sa bagrom Zaglava zbog komada	65 59 28 15	El. kvarovi Transport Maš.kvarovi	26 15 12 11
Postolje za transport	Uklapanje sa sam.trakom	15	Vulkanizacija komada	4
Usmereni limovi (ispadanje limova) Na trakama (bezanje traka)	Na srednjem delu trake		Regulisanje trake Maš. kvarovi	497 223
Na pogonskoj stanicici			Regulisanje trake	35
Postolje za transport			El. kvar Ispadanje kolica Zaglava zbog komada Vulkanizacija Maš. kvar	34 26 19 4

	Traka XXIII	Traka IIIa	Traka IXb	Traka XIX	Traka XXII	Odlagač
El. kvar	654	Ispadanje kolica	70	Zaglava zbog komada Regulisanje trake	515	Proklizavanje trake
Regulisanje trake	487	Zaglava zbog komada	33		75	Sušenje trake
Vulkanizacija	419					Regulisanje trake
Zaglava zbog komada	158					Podmazzivanje trake
Ispadanje kozlića	50					Ispadanje kozlića
El. kvar	12	Ispadanje kozlića	4	Zaglava zbog komada Regulisanje trake	17	Proklizavanje trake
Zaglava zbog komada	7	Zaglava zbog komada	2		6	Regulisanje trake
Regulisanje trake						El. kvar
Ispadanje kozlića	6					Ispadanje kozlića
Pogonska stanica						Pogonska stanica
Osovina trase						Osovina trase
						Utvorna traka Istovarna traka (uređaj za zatezanje)

### Analiza kapacitativnih parametara

Ova analiza će se izvršiti na osnovu upoređenja sračunatih racionalnih i ostvarenih mikrotehnoloških parametara bloka i kapacitativnog iskorišćenja bagera, za postojeće uslove, sa ostvarenim vrednostima prikazanim u tački „Pregled ostvarenih kapacitativnih parametara“ u poglavlju „Ostvreni rezultati“.

U tablici 3 prikazane su vrednosti sračunatih i ostvarenih mikrotehnoloških parametara bloka.

Tablica 3

Mikrotehnološki parametri bloka	Sračunati	Ostvareni
Visina bloka (m)	15	5 – 20
Širina bloka (m)	26,7	14 – 50
Dubina bloka (m)	6,0	1,0 – 3,5
Nagib bočnih kosina (°)	60	50 – 80
Visina reza (m)		
prva podetaža	4,65	
druga	3,45	1,0 – 3,5
treća	3,45	
četvrta	3,45	
Debljina reza (m)		
prva podetaža	0,232	
druga	0,280	0,110 – 0,208
treća	0,280	
četvrta	0,280	
Širina reza (m)		
prva podetaža	0,172	
druga	0,193	0,150 – 0,205
treća	0,193	
četvrta	0,193	

Za sračunate mikrotehnološke parametre, prikazane u tablici 3, računsko-konstruktivni časovni kapacitet bagera u bloku iznosi  $539 \text{ m}^3 \text{ cm/h}$ . Ako se uzme da uticaj rukovaoca bagera, s obzirom na stepen obučenosti, iznosi 0,90, to bi prognozni ostvarljivi časovni kapacitet u bloku iznosio  $539 \cdot 0,90 = 485 \text{ m}^3 \text{ cm/h}$ , a koeficijent kapacitativnog iskorišćenja teoretskog časovnog kapaciteta bagera u bloku  $485 : 1207 = 0,40$  (40%).

Upoređivanjem sračunatih mikrotehnoloških parametara i koeficijenta kapacitativnog iskorišćenja bagera sa ostvarenim vrednostima vidi se da su ostvarene vrednosti daleko niže od realnih ostvarljivih vrednosti. Osnovni razlog za to je što rukovaoci bagera nisu imali unapred određenu

mikrotehnologiju, već su radili prema svojim nalogenjima, tj. morali su sami da odrede mikrotehnološke parametre, da ih postave i realizuju.

### Predlog mera i rešenja za racionalno korišćenje BTO sistema

Na osnovu dobijenih rezultata i analize tih rezultata, a prema opisanom programu, sačinjeni su predlozi mera i rešenja po grupama i to:

- utvrđivanje grupe zastoja
- grupa mera za održavanje i podešavanje opreme
- grupa tehničkih mera
- grupa organizacionih mera.

#### Utvrđivanje grupe zastoja

Svi opisani zastoji na elementima sistema su svrstani u dve grupe i to:

- zastoji koji su zakoniti i mogu se otkloniti pošto se uzrok može utvrditi i više se ne ponavljaju
- zastoji slučajni, gde spadaju svi zastoji koji nisu u prethodnoj grupi i obično su prouzrokovani nedostacima u konstrukciji i montaži.

Razvrstavanjem ovih zastoja po elementima sistema u grupe (a na osnovu vođene evidencije) sačinjena je tablica 4.

Kako se vidi iz tablice 4, zakoniti zastoji koji se mogu otkloniti za ceo sistem iznose 20.309 minuta, što znači da se time koeficijent spremnosti sistema može povećati sa 0,474 na 0,684, odnosno oko 30%.

#### Grupa mera za održavanje i podešavanje opreme

Kako je već prikazano, vidi se da je najveći fond časova utrošen na otklanjanje zastoja na mehaničkim i elektro organima na opremi. Razlozi za ovo proizlaze iz sledećih činjenica:

- a) stepen dotrajalosti opreme
- b) stepen podešenosti opreme za uslove u kojima radi
- c) opremljenost i spremnost za preventivno i planško održavanje opreme i rukovanje opremom

Tablica 4

Naziv elemenata sistema	Zakoniti zastoji (koji se mogu otkloniti), minuti	Slučajni zastoji (koji se ne mogu otkloniti), minuti	Prognozirano vreme zastojja, minuti	Koeficijent spremnosti
Bager	10.065	15.634	5.569	0,849
Sam. traka	8.325	10.193	1.868	0,943
Pretovarna kolica	992	992	992	0,971
Traka IXa	1.773	5.003	3.230	0,906
Traka XXIII	146	1.779	1.630	0,950
Traka IIIa	103	103	103	0,996
Traka IXb	590	590	590	0,981
Traka XXII	361	361	361	0,988
Odlagač	219	219	219	0,993
Ceo sistem	20.309	34.797	14.488	0,684

Na osnovu tih činjenica potrebno je sprovesti sledeće mере:

- na svakom elementu sistema snimiti do detalja stanje u kome se nalazi, a na osnovu toga sačiniti plan i redosled zamene ili rekonstrukcije delova, sklopova i uređaja;
- izvršiti verifikaciju sistema u pogledu snabdevanja električnom energijom i razvoda u kopu, a u cilju smanjenja prekida u snabdevanju energijom;
- podesiti srednji presip (levak 2) na bageru tako da odgovara paraboli toka materijala kada je radni točak u krajnjem gornjem položaju i na radnom planumu

#### Grupa tehnoloških mera

Makrotehnološke parametre treba izvoditi prema datom rudarsko-tehnološkom projektu, odnosno tehnološkom ciklusu koji je definisan kroz:

- početak i kraj ciklusa
- opis svih faza i operacija
- vertikalnu šemu
- horizontalnu šemu

Oni moraju biti u potpunosti realizovani.

Mikrotehnološki parametri sa kojima se radi u bloku su sledeći:

visina bloka (m)	15,0
Širina bloka (m)	26,7
dubina bloka (m)	6,0
nagib čeonе kosine ( $^{\circ}$ )	60
nagib bočne kosine ( $^{\circ}$ )	56
rastojanje ose trase bagera (m)	16,2
broj podetaže	1      2      3      4
visina podetaže (m)	4,66      3,45      3,45      3,45
debljinu reza (m)	0,232      0,280      0,280      0,280
širina reza (m)	0,172      0,193      0,193      0,193
brzina kružnog kretanja (m/min)	10,3      11,6      11,6      11,6
vreme otkopavanja jednog srpa (min)	3,2      2,7      2,7      2,2
broj srpova	26      21      21      21

- na svim presipnim mestima podesiti limove i zaprtenost, a posebno na „poljskom“ levku i pogonskoj stanicici trake IXc
- uformiti dežurnu ekipu koja mora biti sposobljena i opremljena za intervencije
- sačiniti plan preventivnog održavanja i bezuslovno se pridržavati tog plana

Ovim mikrotehnološkim parametrima se, za postojeće uslove u kojima su vršena istraživanja, sa velikom verovatnoćom može ostvariti prognozni časovni kapacitet bagera u bloku od  $485 \text{ m}^3/\text{cm/h}$ , što je u odnosu na ostvareni ( $352 \text{ m}^3/\text{cm/h}$ ) više za 27,4%.

### Grupa organizacionih mera

S obzirom na velike zastoje zbog dolaska i odlaska na posao, kao i zastoje kod intervencije i opravki, moraju se unutar kopa što pre izgraditi komunikacije.

Pored ovih mera treba preduzeti i sledeće:

- da se primopredaja smene vrši na licu mesta
- smene se popunjavaju stručnim osobljem za intervencije i predviđa se zamena tom osoblju u slučaju odstupovanja
- permanentno se vrši doškolovanje rukovalaca opreme, a posebno za izradu bočnih kosina
- organizaciju vođenja zastoja treba sačiniti tako da se kvarovi upisuju tačno po mestu nastajanja (detalji), zatim navodi vreme kada je kvar nastao, kada je počelo otklanjanje kvara i kada je završen.

Uz uslov da se realizuju iznete mera, kao i koriguju koeficijenti opsluživanja i organizacije može se odrediti prognozni godišnji fond časova rada razmatranog BTO sistema, a na osnovu ostvarljivog godišnjeg fonda časova rada i prognozne časovne kapacitete bagera u bloku može se odrediti prognozni ostvarljivi godišnji kapacitet BTO sistema.

Ostvareni koeficijent opsluživanja treba korigovati na vrednost koja je, kako iskustveno tako i statistički, utvrđena za više pov. kopova to jest na 0,85.

Koeficijent organizacionog iskorišćenja treba povećati od 0,850 na 0,900, to jest vreme zakašnjavanja zbog dolaska i odlaska sa posla smanjiti za 3,5%, a zbog prekida snabdevanja el. energijom 1,2% u odnosu na kalendarski fond vremena.

Na osnovu toga prognozni godišnji fond časova rada bi iznosio:

$$\begin{aligned} t_k^{pr} &= t_k \cdot K_{tisk} \cdot K_{ss} (K_{ob} + K_{or} - 1) = \\ &= 8544 \cdot 0,916 \cdot 0,684 (0,850 + 0,900 - 1) \\ &= 4014 \text{ čas} \end{aligned}$$

Što je više za 22,3% u odnosu na prognozni ostvarljivi godišnji fond časova rada dobijen na osnovu ostvarenog nivoa pouzdanosti (3116,7 čas).

Za prognozni ostvarljivi godišnji fond časova rada (4014) i prognozni časovni kapacitet bagera u bloku ( $485 \text{ m}^3 \text{ čm/h}$ ) prognozni godišnji kapacitet sistema bi iznosio:

$$4084 \cdot 485 = 1.946.790 \text{ m}^3 \text{ čm/h}$$

### Zaključak

Na osnovu izvršenih istraživanja na konkretnom BTO sistemu, prikazanom na slici 1, nedvosmisleno proizlazi potreba za snimanjem i analizom vremenskih i kapacitativnih parametara svakog BTO sistema u određenim intervalima. Rezultati koji se mogu dobiti snimanjem i analizom vremenskih i kapacitativnih parametara lako su uočljivi na obradenom primeru. Isto tako, lako je shvatiti šta znači, ako se časovni kapacitet u bloku može povećati za 27,4% i godišnji fond časova rada za 22,3% u odnosu na ostvarene vrednosti.

Nema pravila za određivanje perioda posle kojeg treba vršiti snimanja i analizu vremenskih i kapacitativnih parametara BTO sistema, kao i dužine perioda snimanja, jer to zavisi od uslova rada. Međutim, snimanja i analiza rada BTO sistema su neminovni kod svake promene uslova rada. Na nekim kopovima u SSSR-u ovakva snimanja se vrše svake godine. Kod nas su ovakva snimanja i analize BTO sistema, na nekim kopovima, vršena posle 18 meseci, a u trajanju 45–60 dana.

## SUMMARY

### Recording and Analysis of Time and Capacity Parameters of Excavator – Conveyor – Stacker Systems Operation as a Basis for Rational Utilization of the Systems

The paper indicates the importance of monitoring and analysis of achieved parameters of excavator – conveyor – stacker systems operation over specific time intervals, and presents the method of recording and analysis on actual cases.

There is no rule for determining the period after which recording and analysis should be made, nor for defining the period of recording, this being dependent of operating conditions. They are unavoidable at every change of operation.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Aufnahme und Analyse von Zeit- und Kapazitätsparametern im Betrieb des Bagger-Transport-Ablagerungs-Systems als Grundlage für eine rationale Nutzung dieser Systeme

In der Arbeit wird auf die Wichtigkeit einer ständigen Beobachtung und Analyse der erzielten Parameter des BTA-Betriebssystems in bestimmten Zeitintervallen und Analyse in konkreten Fällen hingewiesen.

Es gibt keine Regel zur Bestimmung der Zeitdauer, nach welcher Aufnahmen und Analyse sowie die Bestimmung der Analysendauer durchgeführt werden soll, weil das von Betriebsbedingung abhängig ist—Diese Aufnahmen sind bei jeder Änderung der Betriebsbedingungen unbedingt erforderlich.

## РЕЗЮМЕ

### Снятие и анализ временных и напацитетных параметров работы системы БТО в качестве основы для рационального использования тех систем

Статья указывает на важность наблюдения за работой и анализ достигнутых параметров труда системы БТО в определенных интервалах времени и показывает способ снятия и анализ конкретных случаев.

Не существует правила для определения периода, после которого необходимо производить снятие и анализ как и определение продолжительности снятия, поскольку это зависит от условий труда. Она является неизбежной при каждом изменении способа работы.

## Literatura

1. Šenderov A. I., Emeljanikov O. A., Odjim J. M., 1976: Sigurnost i kapacitet rudarsko-transportne opreme. — „Nedra”, Moskva.
2. Elaborat o snimanju vremenskih i kapacitativnih parametara bagera SRs 470, RI Beograd 1979.

Autor: mr inž. Dragoljub Ćirić, saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

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

Članak primljen 14.11.1984, prihvaćen 26. 12. 1984.

UDK 622.33 : 622.794.001.5  
Naučno—istraživački rad

## METODOLOGIJA LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA SUŠENJA UGLJA U ATMOSFERI ZASIĆENE VODENE PARE

(sa 4 slike)

Dr inž. D r a g a n P e t k o v ić – dipl.inž. M i r a M i t r o v ić

### Uvod

Postupak sušenja mlađih ugljeva „Fleissner“ se odlikuje nižim utrošcima energije po jedinici mase odstranjene vlage i manjim stepenom raspadanja sušenih krupnih klasa ( $-130 + 30$  mm) u odnosu na klasične termičke sušare. Usled zagrevanja zasićenom vodenom parom pod pritiskom ugljena materija se ravnomerno zagreva i ravnomerno kontrahuje po celoj masi, pa nakon sušenja ne dolazi do značajnijeg usitnjavanja. Po ovom postupku se deo vode istiskuje iz uglja, tj. ne isparava i to daje izvesnu uštedu energije. I pored značajnih investicionih ulaganja, navedene činjenice čine postupak sušenja vodenom parom atraktivnim u slučajevima, kada postoji zahtev za dobijanje krupnog sušenog uglja.

Primenljivost i rentabilnost ovog postupka, međutim, u prvom redu zavisi od specifičnih svojstava samog uglja.

Od laboratorijskih opita sušenja se obično očekuje da odrede sve važne parametre sušenja, tj. radni pritisak pare, krajnju vlažnost uglja, vremenske i termičke parametre procesa.

Iako su neke aparature za laboratorijsko ispitivanje sušenja parom više po konceptu slične industrijskom postrojenju od drugih (1, 2), vrlo se mali broj parametara, koji se dobijaju u laboratoriji, direktno može primeniti u industrijskim uslovima. Međutim, ovakvi laboratorijski opiti mogu

da posluže za sagledavanje značaja uticaja pojedinih ispitivanih veličina na proces sušenja, kao i relativno ponašanje novoispitivanog uglja u odnosu na ugalj kod koga su ispitivanja obavljena u laboratoriji i industriji.

U članku je prikazana metodologija ispitivanja i rezultati laboratorijskih eksperimenata sušenja jednog uglja iz Jugoslavije u atmosferi zasićene vodene pare.

Svrha ovih ispitivanja je utvrđivanje uticaja granulometrijskog sastava i temperature zasićene pare na izlaznu vlažnost uglja koji sadrži proslojke mineralnih materija.

### Opiti sušenja

Kod određivanja uticaja granulometrijskog sastava na izlaznu vlažnost uglja obavljeni su opiti na klasama  $-100 + 80$  mm i  $-60 + 30$  mm, a kod određivanja bolje reproduktivnih uslova rada i veće razlike između uzoraka, ove klase su razdvojene na frakcije lakše i teže od  $1,3 \text{ kg/dm}^3$ .

Da bi se odredio uticaj trajanja opita sušenja posle dostizanja uslova u autoklavu, ispitivanja su vršena na 30 i 60 min.

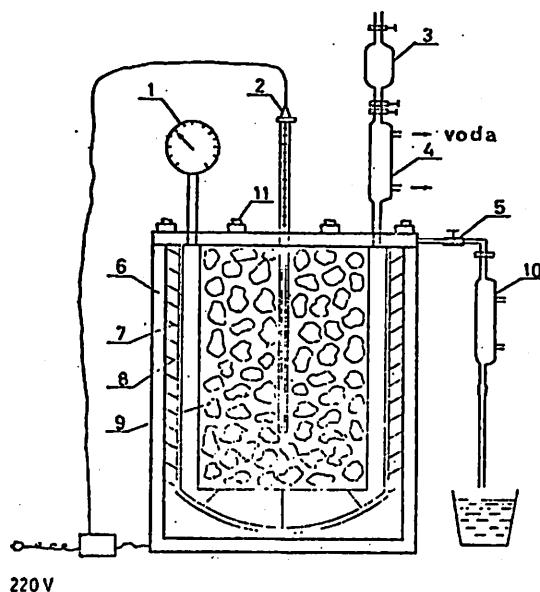
Kod određivanja koeficijenta redukcije mase ( $R_1$ ) merena je masa uzorka pre sušenja i masa

uzorka odmah posle sušenja, a sadržaj vlage, masa uzorka 1 h posle sušenja kod određivanja koeficijenta redukcije mase  $R_2$ .

### Aparatura

Optici sušenja su izvedeni u autoklavu Krupp-Duisburg 20 l sa maksimalnim pritiskom 100 bara, koji je adaptiran za mogućnost hvatanja gasovitih uzoraka, kao i kondenzata. Masa uzorka za sušenje u jednom ponavljanju je iznosila  $6.5 \text{ kg} \pm 20 \text{ g}$ . Sušenje se obavlja u atmosferi približno zasićene pare. Temperatura u autoklavu je održavana konstantnom kontaktnim termometrom klase 1.

Aparatura za sušenje je prikazana na slici 1.



Sl. 1 – Aparatura za sušenje uglja

1 – manometar; 2 – kontaktni termometar; 3 – boca za gas; 4 – hladnjak za gas; 5 – ventil; 6 – izolacija; 7 – grejači; 8 – zid autoklava; 9 – ugalj; 10 – hladnjak za vodu; 11 – zavrtnji poklopac autoklava.

### Postupak sušenja

- Uzorak uglja ili jalovine se meri u iznosu neto  $6500 (\pm 20) \text{ g}$  (četiri ponavljanja).
- Uzorak se slaže u posudu za autoklav.
- U autoklav se sipa 1 l vode i stavlja posuda za autoklav sa ugljem.

- Autoklav se zatvara, podešava na zadate uslove i uključuje i registruje se vreme uključivanja.
- Nakon dostizanja zadatih uslova (proces se vodi na konstantnoj temperaturi za dato vreme) registruje se vreme dostignutih uslova.
- Posle završetka tretiranja uglja u zadatim uslovima otvara se ventil za ispuštanje pare i smanjuje pritisak u autoklavu.
- Kada pritisak opadne, odvrću se zavrtnji, vadi uzorak, presipa u posudu za merenje, a u posudu za autoklav se stavlja prethodno izmeren uzorak i proces se nastavlja od tačke „c“. Treba voditi računa da se **zatvoriti ventil za ispuštanje pare**.
- Masa uzorka sušenog uglja se registruje posle vađenja i zatim ponovo 1 h kasnije. Izmereni uzorak se usitnjava posle stajanja od 1 h i analizira na sadržaj vlage, pepela i dr.

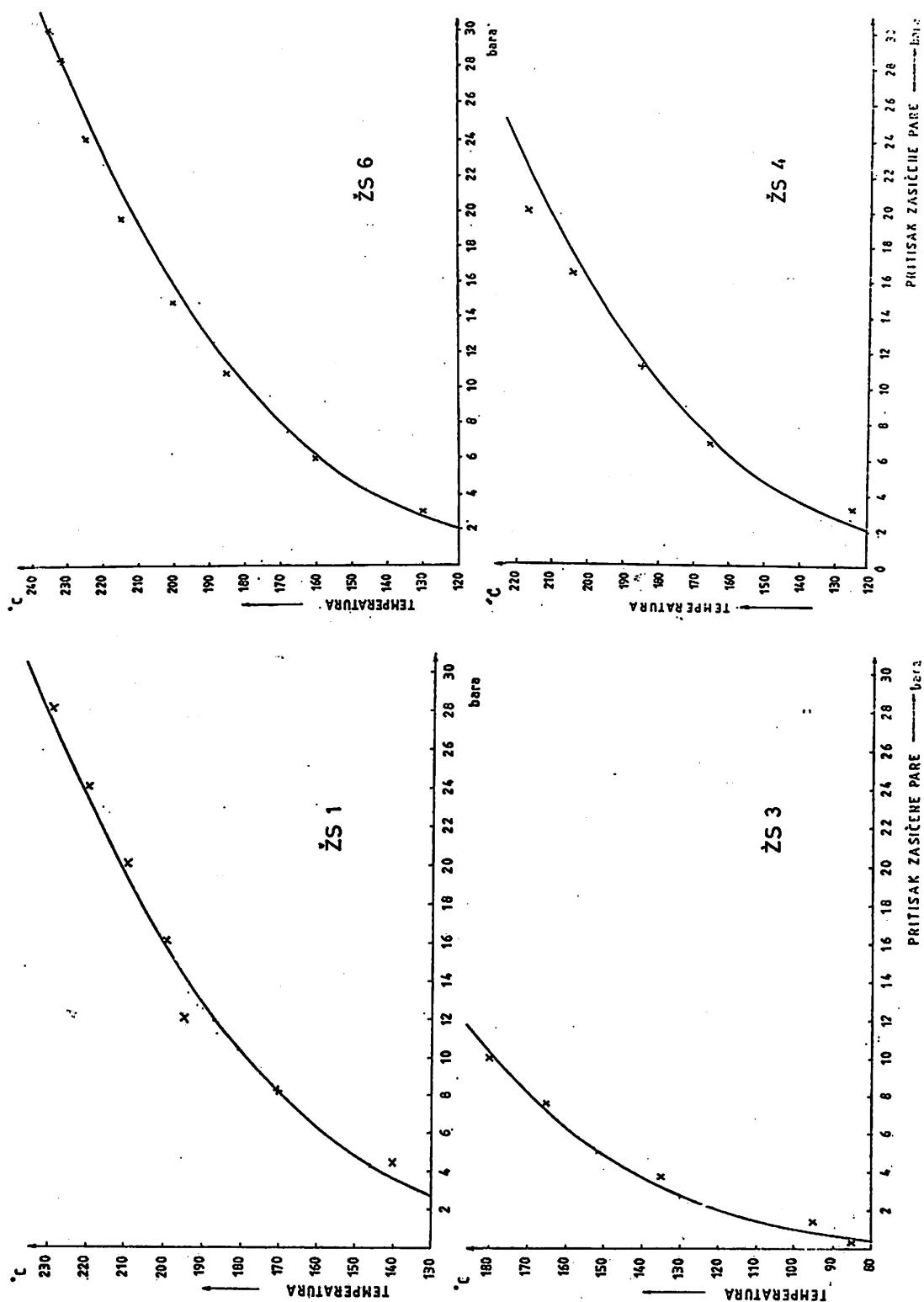
### Uticaj parametara sušenja na vlagu i koeficijente $R_1$ i $R_2$

Provera uslova za stvaranje zasićene vodene pare u autoklavu se obavlja u više navrata. Dobijene zavisnosti temperature i pritiska, u odnosu na uslove zasićene vodene pare, prikazane su na slici 2. Ova merenja su pokazala da je dobijena prihvatljiva saglasnost sa teorijskim uslovima. (Oznaka ŽS 1–3 samo voda u autoklavu, ŽS 4–6 sa ispitivanjem ugljem.)

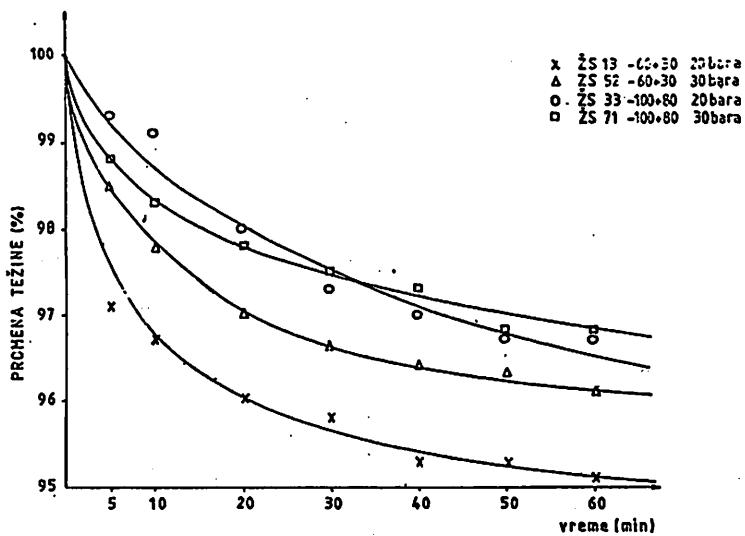
Eksperimenti za registrovanje uzorka u zavisnosti od vremena posle vađenja iz autoklava su pokazali (sl. 3 i 4) da je promena mase posle 1 h zanemarljiva. Istovremeno se i uzorak ohlađi na sobnu temperaturu. Stoga su ovi uslovi odabrani kao uslovi za kraj sušenja. Uslovi za merenje i dobijeni rezultati dati su u tablici 1.

### Analiza rezultata

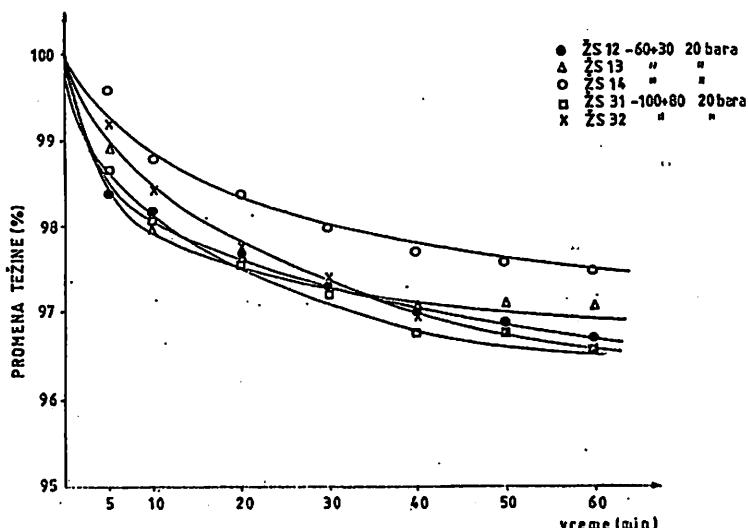
**Vreme tretiranja.** — Uslovi za stvaranje atmosfera zasićene pare u autoklavu su diktirali sporo zagrevanje laboratorijskog autoklava. U autoklavu je vreme za dostizanje temperature od  $211^\circ$  bilo oko 2 h i 15 min, a za dostizanje  $235^\circ\text{C}$  oko 3,15 h. Ovako sporo zagrevanje je omogućavalo zagrevanje uzorka po celoj masi, tako da nisu uočene značajne razlike ispitivanih veličina u funkciji dužine boravka (30 ili 60 min) na zadatim uslovima (tablica 2). Zbog toga su optici sušenja jalovine vršeni samo na 30 min.



SL. 2 — Zavisnost pritiska i temperature u autoklavu.



Sl. 3 — Promena težine s vremenom ŽsČu



Sl. 4 — Promena težine s vremenom ŽSJ

Da bi se utvrdio značaj preostalih faktora izvršena je koračajuća linearna regresiona analiza posebno samo za čist ugalj i posebno za sve podatke dobijene ovim opitima koji su poslužili za predviđanje parametara za nečišćeni ugalj.

#### a) Sadržaj vlage u uzorku posle sušenja

Sadržaj vlage posle sušenja u čišćenom ugalju je određivan samo u funkciji od pritiska. Verovatnoća utvrđene zavisnosti je veća od 99,9%.

Rezultati sušenja uzorka lignita

Tablica 1

Ugalj klasa mm	Pepeo 105°C %	Vreme (min)	Pritisak bar	Temperatura	Vлага %	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
1. – 60+30 (ČU)	13,9±9	30	20,0	211	22,0±0,8	0,656±0,012	0,630±0,010
2. – 60+30 (ČU)	13,0±1,4	60	20,0	211	23,5±2,9	0,663±0,021	0,643±0,018
3. – 100+80 (ČU)	13,1±2,0	30	20,0	211	22,8±1,0	0,682±0,004	0,655±0,005
4. – 100+80 (ČU)	11,6±0,7	60	20,0	211	22,8±1,0	0,672±0,008	0,649±0,007
5. – 60+30 (ČU)	14,8±0,7	30	30,0	235	16,3±1,1	0,607±0,011	0,583±0,001
6. – 60+30 (ČU)	14,4±1,6	60	30,0	235	15,2±1,1	0,593±0,126	0,571±0,012
7. – 100+80 (ČU)	13,2±1,8	30	30,0	235	16,2±1,9	0,605±0,019	0,591±0,012
8. – 100+80 (ČU)	11,6±0,7	60	30,0	235	17,3±0,6	0,613±0,008	0,598±0,009
1. – 60+30 (J)	75,6±1,0	30	20,0	211	18,2±0,9	0,864±0,008	0,843±0,016
2. – 100+80 (J)	68,0±0,8	30	20,0	211	19,5±0,1	0,821±0,010	0,793±0,008
3. – 60+30 (J)	78,0±3,5	30	30,0	235	15,1±0,2	0,803±0,020	0,786±0,009
4. – 100+80 (J)	63,7±1,6	30	30,0	235	16,0±0,1	0,786±0,010	0,768±0,011

ČU = čist ugalj

J = jalovina

Karakteristike nečišćenog sušenog uglja

Tablica 2

Vu = 47%

K <sub>50</sub> mm	a(105°) %	V <sub>1</sub> ± 1,5%	V <sub>2</sub> ± 1,5%	R <sub>1</sub> ± 0,016	R <sub>2</sub> ± 0,014	DTV KJ/kg
<b>P = 20 bara</b>						
90	21,08	25,78	23,14	0,6912	0,6750	14690
70	22,39	25,71	23,08	0,6952	0,6714	14450
45	30,11	26,34	22,78	0,7186	0,6855	12950
<b>P = 25 bara</b>						
90	21,08	22,04	20,46	0,6606	0,6475	15280
70	22,39	22,88	20,41	0,6645	0,6439	15070
45	30,11	23,57	20,10	0,6879	0,6580	13550
<b>P = 30 bara</b>						
90	21,08	19,07	17,79	0,6299	0,6201	15870
70	22,39	19,98	17,73	0,6338	0,6165	15610
45	30,11	20,77	17,43	0,6572	0,63066	14080

$$V_2 = 35,75 - 0,65 p$$

gde je:

p = pritisak (bar)

V<sub>2</sub> = sadržaj vlage (%)

(1) sadržaja vlage u osušenom uzorku imaju uticaj pritisak i sadržaj pepela. Verovatnoća utvrđene zavisnosti je veća od 99,9%.

$$V_2 = 34,68 - 0,535 p - 0,04 \cdot a \quad (2)$$

Greška određivanja „V<sub>2</sub>“ je 1,49%, a greška proračuna nagiba ove zavisnosti ± 0,05.

gde je:

V<sub>2</sub> = sadržaj vlage nakon sušenja (%)

p = pritisak (bar)

a = sadržaj pepela (%)

Regresionom analizom rezultata izvršenih opita za nečišćeni ugalj je utvrđeno da na vrednost

Greška određivanja koeficijenta uz „p“ iznosi 0,05, a uz „a“ 0,01, dok je greška određivanja  $R_2 = 1,50\%$ .

U okviru tačnosti rada nije dobijen značajan uticaj granulometrijskog sastava na vlažnost sušenih uzorka.

b)  $R_1$  — odnos mase uzorka odmah posle vađenja iz autoklava i ulazne mase

Vrednost  $R_1$  za čišćen ugalj funkcionalno zavisi od pritiska u autoklavu i granulometrijskog sastava. Verovatnoća utvrđene zavisnosti je veća od 99,9%.

$$R_1 = 0,7762 - 0,639 p/100 + 0,298 \cdot K/1000 \quad (3)$$

gde je:

p = pritisak (bar)

K = srednji prečnik klase (mm) —  $K_{50}$

Greška koeficijenta uz pritisak iznosi 0,470/1000, greška koeficijenta uz srednji prečnik klase 0,104/1000, a greška određivanja  $R_1 = 0,013$ .

Razlike sadržaja pepela u ispitivanim uzorcima čistog uglja nisu uzrokovale značajnu promenu  $R_1$  u okviru tačnosti određivanja.

Za nečišćeni ugalj regresionom analizom utvrđena je sledeća zavisnost:

$$R_1 = 0,7502 + 0,303 a/100 - 0,614 p/100 \quad (4)$$

gde je:

a = sadržaj pepela (%)

p = pritisak (bar)

Greška određivanja koeficijenta uz „a“ je 0,108/1000, uz „p“ je 0,506/1000, a greška određivanja  $R_1 = 0,016$ .

U okviru tačnosti rada nije utvrđen uticaj granulometrijskog sastava na  $R_1$  nečišćenog uglja.

c)  $R_2$  — odnos mase sušenog uzorka 1 h nakon vađenja iz autoklava i ulazne mase

Regresionom analizom je utvrđeno za čišćeni ugalj da  $R_2$  funkcionalno zavisi od pritiska i

granulometrijskog sastava uzorka. Verovatnoća utvrđene zavisnosti je veća od 99,9%.

$$R_2 = 0,7370 - 0,587 p/100 + 0,369 \cdot K/1000 \quad (5)$$

gde je:

p = pritisak (bar)

K = srednji prečnik klase (mm) —  $K_{50}$

Greška određivanja koeficijenta iznosi uz  $p = 0,384/1000$ , uz  $K = 0,854/10000$ , a greška određivanja  $R_2 = 0,011$ .

Razlike sadržaja pepela u ispitivanim uzorcima čistog uglja nisu uzrokovale značajnu promenu  $R_2$  u okviru tačnosti rada.

Regresionom analizom za nečišćeni ugalj je utvrđen značajan uticaj sadržaja pepela, pritiska i granulometrije na vrednost  $R_2$ . Verovatnoća utvrđene zavisnosti je veća od 99,9%.

$$R_2 = 0,6864 + 0,305 a/100 - 0,549 p/100 + 0,379 k/1000 \quad (6)$$

gde je:

a = sadržaj pepela (%)

p = pritisak (bar)

k = srednji prečnik klase uzorka —  $K_{50}$

Greška određivanja koeficijenta uz „a“ = 0,910/10000, uz „p“ = 0,426/1000 i uz „k“ = 0,948/10000, dok je greška određivanja  $R_2 = 0,014$ .

d) Međuzavisnost parametara

Od utvrđenih međuzavisnosti (3) treba da se pomene

zavisnost  $R_1 - R_2$  za nečišćeni ugalj:

$$R_1 = 0,01242 + 1,0141 R_2 \quad (7)$$

Greška koeficijenta uz „ $R_2$ “ = 0,0135, a ocenjivana „ $R_1$ “ = 0,0066

*Izbor tehnoloških parametara za sušenje po procesu „Fleissner“*

Na osnovu obavljenih ispitivanja mogu se predvideti karakteristike sušenog, čišćenog i nečišćenog ugalja.

čenog uglja. Sadržaj vlage ( $V_1$  i  $V_2$ )  $R_1$ ,  $R_2$  i DTV za nečišćeni ugalj dati su u tablici 2.

U proračunima je korišćen neprani ugalj sa sledećim karakteristikama:

K <sub>50</sub> mm	Klasa mm	Udeo %	Pepeo 105° %
90	—100 + 80	38,59	21,08
70	— 80 + 60	30,68	22,39
45	— 60 + 30	30,63	30,11
	—100 + 30	100,00	24,35

Ulažna vlažnost nečišćenog uglja je 47%, a čišćenog 49%.

Tehnička i elementarna analiza sušenog i nesušenog, čišćenog (na gustini 1,3 kg/dm<sup>3</sup>) i nečišćenog uglja prikazane su u tablici 3.

Analiza gasova iz procesa laboratorijskog sušenja data je u tablici 4.

Analiza otpadnih voda iz procesa sušenja u laboratoriji data je u tablici 5.

Analiza rezultata, prikazanih u tablici 2, pokazuje da povišenje pritiska od 20 na 30 bara dovodi do povećanja donje toplote sagorevanja sušenog uglja za oko 1000 kJ/kg (oko 240 kcal/kg).

Povećani sadržaj pepela izaziva smanjenje ulazne vlažnosti uglja i neznatno smanjenje vlažnosti sušenog uglja, kao i povećanje faktora  $R_1$  i  $R_2$  za oko 0,02.

Izlazna vlažnost uglja ( $V_1$ ) iz autoklava je viša od krajnje vlažnosti ( $V_2$ ) za oko 2,5% do oko 3%. Dosušivanje je veće kod sitnijih klasa nego kod krupnijih.

Analiza donje toplote sagorevanja čišćenog uglja (tablica 3) ukazuje da se sušenjem na 20 bara može povisiti donja toplota sagorevanja sa oko 10320 na oko 16820 kJ/kg (oko 1550 kcal/kg).

Kod nečišćenog uglja, sušenjem na 20 bara, povišava se donja toplota sagorevanja sa oko 8990 na 14105 kJ/kg (oko 1220 kcal/kg).

Analiza otpadnih gasova iz procesa laboratorijskog sušenja uglja ukazuje na znatnu količinu oslobođenog CO<sub>2</sub> tokom sušenja (tablica 4).

Tehnička i elementarna analiza čišćenog i nečišćenog uglja, sušenog po postupku „Fleissner“

Tablica 3

	Čišćeni ugalj			Nečišćeni ugalj		
	sušen na 20 bara	sušen na 30 bara	nesušen ČU	sušen na 20 bara	sušen na 30 bara	nesušen RU
Vlaga, %	22,75	16,25	49,00	23,01	17,66	47,0
Pepeo, %	10,20	11,05	6,73	18,78	19,97	12,85
Sumpor ukupni, %	1,60	1,70	1,04	1,72	1,84	1,19
Sumpor u pepelu, %	0,43	0,44	0,27	0,35	0,38	0,24
Sumpor sagorljiv, %	1,17	1,26	0,77	1,37	1,46	0,95
Koks, %	38,18	41,37	25,19	42,51	45,35	29,18
C-fix, %	27,98	30,32	18,46	23,73	25,38	16,33
Isparljivo, %	39,09	42,38	25,81	34,59	37,00	23,81
Sagorljivo, %	67,05	72,70	44,27	58,21	62,37	40,15
Toplotna sag. goriva:						
gornja, kJ/kg	18195	19725	12010	15370	16440	10584
donja, kJ/kg	16820	18420	10320	14105	15245	8990
(gornja kcal/kg)	4345	4710	2870	3675	3929	2530
(donja kcal/kg)	4020	4400	2465	3370	3640	2150
$R_1$	0,6693	0,6054		0,7008	0,6394	
$R_2$	0,6455	0,5868		0,6771	0,6220	
Elementarna analiza:						
Ugljenik ukupni, %	44,13	47,85	29,14	38,00	40,65	26,17
Vodonik, %	4,12	4,46	2,72	3,62	3,87	2,49
Sumpor sagorljiv, %	1,17	1,24	0,77	1,37	1,47	0,94
Azot+kiseonik, %	17,64	19,12	11,64	15,32	16,39	10,55

**Analiza otpadnih gasova iz procesa laboratorijskog sušenja uglja**

Tablica 4

Uzorak uglja — prani, klasa — 100 + 80 mm		
Komponenta	Pritisak 20 bara	Pritisak 30 bara
Metan	—	0,411
propan	0,171	
azot	3,700	11,531
CO <sub>2</sub>	96,198	88,051
	ppm zap.	ppm zap.
H <sub>2</sub> S	0,42 0,168 0,210	18
Metilmerkaptan	103	221
Etilmerkaptan	3496	2193
	3352	1111
Dietilmekaptan	682	

**Analiza otpadne vode iz laboratorijskog sušenja uglja**

Tablica 5

Uzorak uglja, čišćeni, klasa — 100 + 80 mm		
Sadržaj/uzorak	20 bara	30 bara
Isophoren	7,68	5,65
Napthalen	—	3,25
2-chloronaphtalen	5,074	4,04
Phenantren+antranacen	2,71	0,94
Di-n-butyl phtalat	0,93	0,47
Benzidin	1,48	0,55
Butyl benzil phtalat	0,25	1,58
Neidentifikovani	15,64	8,49
Identifikovani	18,12	16,48
Ukupni	33,76	24,97
<b>b) Sadržaj fenola, mg/l</b>		
Phenol/uzorak	20 bara	30 bara
O-Chlorophenol	0,20	0,06
2-Nitrophenol	0,16	0,24
Phenol	21,56	18,84
2,4. Dimethylphenol	3,17	0,98
2,4. Dichlorephenol	0,94	2,22
2,4,6. Trichlorophenol	2,59	1,93
4. Chloro — m — cresol	—	—
4,4. Dinitrophenol	—	—
4,6. Dinitro — o — cresol	2,3	1,92
Pentachlorophenol	—	—
4. Nitrophenol	—	—
Sadržaj identifikovanih	30,92	21,19
Neidentifikovano ukupno	45,32	35,62
Ukupni sadržaj	76,26	62,81

Istovremeno rezultati ukazuju i na mogućnost znatnog zagađivanja okoline pri „Fleissner“ sušenju. Kao glavni zagađivač se pojavljuje etilmekaptan. Jedino raspoloživa i primenjena metodologija uzorkovanja gasa je mogla uzrokovati određivanje nižih koncentracija H<sub>2</sub>S od stvarnih.

Izvesne razlike između uzorka gasa dobijenih na 20 i 30 bara se ne mogu pripisati samo uticaju pritiska na sastav gasa nego i ostalim faktorima. Tačan uticaj pritiska se može utvrditi samo posebnom studijom.

Na osnovu urađenih analiza otpadne vode može se ukazati na njihovu vrlo veliku složenost što može uzrokovati veće probleme u procesu čišćenja.

Primer za proizvodnju sušenog uglja iz čišćenog uglja:

**Ulaz — 120 + 30 mm**

Čišćeni ugalj	1057000 t/god.
Ulagana vлага	49%
Pepeo (105°C)	14,05%
DTV	10200 kJ/kg

**Izlaz:**

Sušeni ugalj —100 + 6 mm	610500 ± 13700 t/g
vлага %	22,75 ± 1,5
DTV oko	16625 kJ/kg
Pepeo (105°C) oko	13,0
Sušeni ugalj —6 + 0 mm	44500 ± 13700
vлага, %	22,75 ± 1,5
DTV oko	14200
Pepeo (105°C), oko	22

Ovaj primer ukazuje pored ostalog i na određenu količinu sušenog uglja klase —6 + 0 mm relativno visoke topotne vrednosti za koju bi trebalo naći adekvatnu primenu.

**Zaključni osvrt**

Tretirani ugalj se, na osnovu svih obavljenih ispitivanja, može svrstati u ugljeve sa vrlo povoljnim svojstvima za sušenje po „Fleissner“ postupku. Ova ocena se može doneti na osnovu:

- sadržaja ukupne vлаге (49%)
- relativno niskog sadržaja vлаге u uzorcima suše-

nim sa zasićenom parom pod pritiskom od 20 bara  
— rezultata opita sušenja, izvršenih u laboratorijskom obimu.

Laboratorijska ispitivanja mogućnosti sušenja čišćenog uglja, klase —100+30 mm su pokazala da se iz ovoga lignita delovanjem zasićene pare koja ima pritisak 20 bara i temperaturu 211°C može dobiti sušeni ugalj sa sadržajem vlage od  $22,75 \pm 1,5\%$ .

Gasni i tečni otpadni tokovi pri sušenju uglja po postupku „Fleissner“ su zagađivači okoline i to treba imati u vidu kod koncipiranja izgradnje ovakvog postrojenja.

Laboratorijske rezultate opita sušenja treba obavezno proveriti u industrijskim uslovima pre početka projektovanja i izbora uređaja za izgradnju postrojenja za sušenje po postupku „Fleissner“ a sa ciljem da se potvrde i izaberu optimalni radni uslovi (ciklus sušenja) odnosno ostvare što bolji ekonomski efekti.

U industrijskom obimu bi se, dakle, proverilo vreme potrebnog delovanja na određenu krupnoću

lignite zasićenom parom, temperature 211°C i pritiska od 20 bara da bi se dobio sušeni proizvod traženog kvaliteta. Pri tome bi se utvrdili i svi drugi neophodno potrebni tehnički parametri.

Odluka o sušenju čišćenog ili nečišćenog uglja, kao i o radnom pritisku zasićene pare, se može doneti u zavisnosti od namene sušenog uglja i željenog stepena sigurnosti dostizanja zahtevanih kvaliteta sušenog uglja.

Treba očekivati nešto veći sadržaj vlage u rovnom uglju u zimskom periodu pri površinskoj eksploataciji uglja (54,5%).

Gornju graničnu krupnoću sušenog uglja usloviće potrošači ovog proizvoda, a to će onda zahtevati i sušenje određene krupnoće rovnog lignita.

Ne treba očekivati da će udeo od oko 16% klase —120 +100 mm u sirovom lignitu (koji ide u proces sušenja) znatno uticati na povišenje sadržaja vlage u osušenom uglju. To znači da se može sušiti i klase — 120 + 30 mm ukoliko to bude uslovljeno. Međutim, biće povoljnije sušenje sitnijih klasa kao, na primer, —60 +30 mm i —80 +20 mm.

## SUMMARY

### Methodology for Laboratory Testing of Coal Drying in Saturated Steam Atmosphere

The paper presents the methodology for testing and results of laboratory experiments of drying a Yugoslav coal in a saturated steam atmosphere.

The objective of this testing is to determine the effect of size consist and saturated steam temperature on outlet moisture content of the coal containing mineral material partings.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Methodik von Laboruntersuchungen der Kohlentrocknung in der Atmosphäre des gesättigten Wasserdampfs

In dem Artikel ist die Methodik der Untersuchungen und die Ergebnisse von Laborexperimenten der Trocknung einer Kohle aus Jugosslawien in der Atmosphäre von Sattdampf, dargestellt. Das Ziel dieser Untersuchungen ist Bestimmung des Einflusses der granulometrischen Zusammensetzung und Sattdampftemperatur auf die Kohlenaustrittsfeuchtigkeit, die Zwischenmittel von mineralischen Stoffen enthält.

## РЕЗЮМЕ

### Методология лабораторных исследований сушки угля в атмосфере насыщенного водяного пара

В статье показана методология исследования и результаты лабораторных экспериментов сушки одного из видов угля из Югославии в атмосфере насыщенного водяного пара.

Целью этого исследования является определение влияния гранулометрического состава и температуры насыщенного пара на выходную влажность угля, содержащего прослойки минеральных материалов.

## Literatura

1. F o h l, J., 1981: Technologie der Fleissner — Trocknung im Lichte der neuesten Erkenntnisse, Symp. „Kohlentrocknungsanlagen — System Fleissner”, Linz.
2. B a i n b r i d g e J. R., S a t s h w e l K.: Experiments in Fleissner Drying Victorian Brown Coal, Fuel in Sci. and Practice, Vol. XXVI, No. 2, J. 28—38.
3. Izveštaj o ispitivanju osobina uglja Živojno, Rudarski institut, Beograd, 1984.
4. T e r r e s E., 1952: Über die Entwässerung und Vereidlung von Rohtorf und Braunkohle, Brennstoff-Chemie, Bd. 33, Heft 1/2.
5. R a m m l e r E., A l b e r t i H. J., 1962: Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung, VEB, D.V. für Grundstoffindustrie, Leipzig.
6. J a n u s h A., K a u f m a n n W., 1967: Fortschritte in der Technik der Braunkohlen-trocknung nach der Methode „Fleissner”, Internationaler Bergbaukongress, Österreich.
7. E v a n s G. D. and others, 1970: Dewatering of brown coal before combustion. — Journal of the Institute of Coal, 413 X.

Autori: dr inž. Dragan Petković i dipl.inž. Mira Mitrović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom Institutu u Beogradu

Recenzent: dr inž. S. Tomasić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen: 18.9.1984, prihvaćen 26.12.1984.

## PRIPREMA I PRERADA UGLJA SR SRBIJE VAN POKRAJINA

UDK 622.33 : 662.7 (497.11)

Stručni rad

Dr inž. Stjepan Tomašić — dipl.inž. Slavoljub Bratuljević  
— dipl.inž. Mihajlo Canić

### Uvod

Potrošnja ugalja na području SR Srbije van pokrajina, kako pre narodnooslobodilačkog rata, tako i posle oslobođenja, diktirala je njegovu pripremu i preradu za finalnu upotrebu.

Dok je ugalj u vremenu pred rat korišćen kao glavna energetska sirovina za proizvodnju topotne energije u domaćinstvima, transportu (železnice) i industriji (para i električna energija), posle rata pojavljuju se tendencije korišćenja ugalja i u druge svrhe, npr. za dobijanje polukoksa, koksa i gasa. U tom cilju razvijale su se i tehnologije za pripremu i preradu ugalja. Tako su u pripremi ugalja, pre rata, zadovoljavale tehnologije:

- ručno odabiranje komada jalovine
- drobljenje, klasiranje
- pranje u vodenoj sredini
- briketiranje.

Posle rata, kada su zahtevi naglog rasta industrijske proizvodnje tražili sve veće količine kvalitetnog ugalja, uvođene su, krajem 50-ih i početkom 60-ih godina, nove tehnologije za pripremu, u prvom redu pripremu u teškoj sredini. Kao teška sredina korišćena je suspenzija fino mlevenog magnetita i vode, ali i suspenzija peska (sa autohtonog ležišta) i vode.

Pri tom se koriste kombinacije:

- teška sredina za krupnu i sitnu klasu
- teška sredina za krupnu klasu i čišćenje u mašini taložnici za sitnu klasu
- teška sredina za krupnu klasu, dok se sitna klasa ne čisti.

Najsitnija klasa, pretežno ispod 0,5 mm, se ne čisti. Jedino tretiranje pri tom je odvodnjavanje.

U to vreme izgrađena je sušara Kolubara kao nastavak pripreme krupnog ugalja u teškoj sredini.

Kriza u proizvodnji, koja se je većim ili manjim intenzitetom osećala tokom šezdesetih i sedamdesetih godina u celoj zemlji, potpuno je zakočila dalji razvoj pripreme ugalja u SR Srbiji. Tada je korišćenje postojećih modernih tehnologija za pripremu ugalja uveliko pomoglo rudnicima ugalja s podzemnom eksploatacijom (Bogovina, Ibar, Rembas) da savladaju teškoće i nastave danas normalnu proizvodnju.

### Stanje postojećih postrojenja

Pored postrojenja za suvo sortiranje i klasiranje ugalja, ostalih na našim pogonima pre narodnooslobodilačkog rata, postoji još jedno pralište ugalja u vodi kao medijumu pranja:

### **RMU ALEKSI/NAC**

Pralište koristi sistem RHEO—LAVEUR, nekada vrlo popularan u Belgiji i Francuskoj.

Izgradila ga je, 1927. godine, firma RHEO FRANCE, Liege, Belgija

Rovni ugalj se rešeta pri otvoru čija je veličina 60 mm. Iz rovnog uglja klase iznad 60 mm ručno se izdvajaju jalovina i gasni ugalj.

Klasa rovnog uglja ispod 60 mm klasira se na veličinu zrna 15 do 60 mm — krupni ugalj, i 0 do 15 mm, — sitni ugalj. Te dve klase peru se, svaka za sebe, u koritima u struji vode, „rheolaveur”-ima, kapaciteta:

- 60 t/h za krupnu klasu
- 45 t/h za sitnu klasu.

Izdvojeni mulj, posle pranja sitne klase, sabira se u taložnicima i odvodnjava na sitima.

Kvalitet rovnog uglja i pranih proizvoda dat je, za pojedinačne sortimane, u približnim vrednostima u tablici 1.

**RMU Aleksinac (približne vrednosti)**

**Tablica 1**

	Rovni ugalj	Čisti ugalj			Međuproizvod	Jalovina
		komad	kocka	sitni		
Vлага	%	12,6	9,6	6,7	10,0	14,0
Pepeo	% (105°)	36,7	16,9	25,7	15,5	32,0
S-uk.	%	5,6	4,8	5,6	5,0	4,5
DTE	kJ/kg	14500	21000	18600	20000	15200

Odnos pranog uglja prema jalovini kreće se približno u granicama:

prani ugalj	75—80%
jalovina	22—20%

Pralište, iako staro, radi srazmerno dobrom oštrinom odvajanja.

Tokom rada, od izgradnjé pa do danas, na pralištu su izvršene brojne rekonstrukcije i poboljšanja, naročito u efikasnosti prosejavanja rovnog uglja i gotovih proizvoda.

Samo pralište je dotrajalo, kako u mašinskom tako i građevinskom pogledu, a potpuna rekonstrukcija, odnosno izgradnja novog nameće se imperativno.

### **IBARSKI RUDNICI KAMENOG UGLJA**

Staro postrojenje za klasiranje kamenog uglja jamskih pogona Jarando i Ušće, zamjenjeno je krajem 1963. godine modernim postrojenjem za pripremu uglja u teškoj sredini sa kapacitetom 90 t/h. Pralište je izgradila firma PIC, Fonteneblau, Francuska, uz saradnju preduzeća Strojna tovarna Trbovlje (STT).

Ugalj se čisti u teškoj sredini, suspenziji magnetita u vodi, u dva sistema pranja:

- DREW—BOY, za krupnu klasu uglja,
  - 150 + 10 mm
- TURPINSON, za sitnu klasu uglja,
  - 10 + 0,5 mm

Tehnološki proces čišćenja odvija se prema šemi: rovni ugalj, dopremljen žičarama iz jamskih pogona drobi se na ggk 150 mm. Zatim se mokro prosejava na krupnu klasu iznad 10 mm i sitnu

klasu — 10 + 0,5 mm. Krupna klasa rovnog uglja se u aparatu DREW—BOY odvaja na čisti ugalj, koji se potom klasira u prodajne sortimane, međuproizvod i jalovinu.

Sitna klasa — 10 + 0,5 mm, koja se čisti u tri aparat „Turpinson“ (sistem posebne vrste ciklona). Odvodnjavanje se vrši centrifugama.

Mulj, ggk 0,5 mm, odvodi se u basene za taloženje van postrojenja.

Kvaliteti proizvoda, koji se pri tom postižu, dati su na tablici 2.

Ibarski rudnici (približne vrednosti)

Tablica 2

	Rovni ugalj	Čisti ugalj		Prah	Kot-lovski	Jalo-vina
		krupni	sitni			
Vлага	%	6,5	6,0	14,0	24,0	16,0
Pepeo	% (105°)	29,5	22,5	15,0	36,0	43,3
DTE	kJ/kg	14000	21800	23200	14000	13800

### RESAVSKO-MORAVSKI UGLJENI BASEN – RESAVICA

Rovni ugalj basena Resavica (REMBAS) čisti se u postrojenju za pripremu u Resavici u dva sistema pranja:

- u teškoj sredini, bubenjastim separatorom sistema WEMCO, za ugalj krupnoće – 150 + 6 mm,
- u mašini taložnici L & K—BAUM, za sitni ugalj – 6 + 0,5 mm.

Postrojenje je izgradilo preduzeće „14. oktobar“, Kruševac, u zajednici sa firmom WEMCO, L & K Saarbrücken, SR Nemačka, a pušteno je u rad 1963. godine.

Projektovani kapacitet postrojenja je bio 300 t/h.

Tehnološki proces čišćenja uglja odvija se prema šemi: rovni ugalj ggk 400–500 mm iz jamskih pogona istresa se na sito s valjcima čiji su otvori 150 mm. Iz prelaza preko sita ručno se izdvaja drvo, gvožđe i veći komadi jalovine. Ugalj se drobi na ggk 150 mm i meša se sa prosevom. Celokupni rovni ugalj ggk 150 mm prosejava se na klasu –150 +6 mm koja se razdvaja u teškoj sredini, u aparatu WEMCO — bubanj na tri proizvoda: čisti ugalj, međuproizvod i jalovinu. Čisti ugalj se zatim klasiра na sortimene: komad, kocka, orah i grah i odlaze u bunkere za utovar u železničke vagone. Međuproizvod se delimično meša sa čistim ugljem, a ostatak odlazi sa jalovinom na jalovište. Rovni ugalj ggk 6 mm oslobađa se čestica mulja ggk 0,5 mm u hidrauličnom odmulinivaču i čisti u mašini taložnici L & K Baum i odlaze u bunkere za otpremu, dok se jalovina otprema na jalovnik.

Mulj se iz postrojenja izbacuje u basene na taloženje. Preliv basena otiče u reku Resavicu, dok se grubi, istaloženi mulj koristi.

Šema tehnološkog procesa bila je izmenjena već pri uhodavanju postrojenja. Naime, predviđeno suvo prosejavanje na otvoru 6 mm, zamjenjeno je mokrim zbog velikog sadržaja jamske vlage rovnog uglja. Time su bili izbačeni iz upotrebe ugrađeni aparati za vazdušno izdvajanje zrna ggk 0,5 mm iz sitnog uglja pre njegovog čišćenja u mašini taložnici. Čišćenje u mašini taložnici bilo je predviđeno, takođe, na proizvode: čisti ugalj, međuproizvod, jalovina. Međutim, rovni ugalj ne sadrži izrazite količine međuproizvoda, pa se, u stvari, izdvajaju svega dva proizvoda — čisti ugalj i jalovina. Danas je ova van normalnog funkcionsanja.

U toku rada postrojenje je bilo podvrgavano rekonstrukcijama i prepravkama, posebno u delu za tretiranje sitnih klasa uglja i mulja. Naročito linija obrade mulja nije davala pozitivne rezultate, pa je zbog toga dolazilo do zagađivanja reke Resavice. Dosadašnji pokušaji rešavanja tog problema (uz pomoć mađarskih i drugih firmi) ostali su bez vidnih rezultata.

Sada su u toku pregovori sa firmom HUMBOLDT—WEDAG o izgradnji novog sistema za prečišćavanje otpadnih muljnih voda, uz primenu specijalnih centrifuga za odvodnjavanje mulja, pri čemu se koristi postojeći zgušnjivač i drugi objekti iz sistema cirkulacije muljnih voda.

Do danas separacija je postigla najviši kapacitet od 210 t/h rovnog uglja.

Kvalitet rovnog uglja i pranih proizvoda dat je, za pojedinačne sortimane, u približnim vrednostima u tablici 3.

**REMBAS (pričižne vrednosti)**

Tablica 3

	Rovni ugalj	Čisti ugalj	Međuproizvod	Jalovina
Vlaga	%	19—21	20—22	—
Pepo	% (105°C)	30—40	10—15	—
S-uk		1	—	cca 70
DTE	kJ/kg	13000	18000	—

Primedba: Učešće klasa u rovnom uglju kreće se:

- 150 + 6 mm cca 55—60%
- 6 mm 40—45%

**RUDNIK MRKOG UGLJA BOGOVINA**

Rovni ugalj rudnika mrkog uglja Bogovina čisti se u postrojenju za pripremu u teškoj sredini — suspenziji magnetita.

Postrojenje je izgradila firma NORTONS — TVIDALE, Ltd., Tipton, Engleska, a kooperant iz Jugoslavije bio je FOID, Bor. Postrojenje je pušteno u pogon 1966. godine.

Projektovani kapacitet postrojenja je 200 t/h rovnog uglja ggk 150 mm.

Tehnološki proces čišćenja uglja odvija se prema šemi: rovni ugalj ggk 150 mm prosejava se na situ sa otvorom 60 mm. Na izbirnoj traci ručno se odabira jalovina i bentonit. Prosev sita, ggk 60 mm, oko 170 t/h, odsejava se na situ sa otvorom 10 mm, odmuljuje i čisti u separatoru NORWALT. Sredina čišćenja je suspenzija magnetita u vodi. Čist ugalj se klasira na klase 30—60 mm i 10—30 mm. Sitan ugalj, ggk 10 mm, se ne čisti. Čišćenje otpadnih voda rešeno je donekle naknadnom izgradnjom zgušnjivača.

**Bogovina (pričižne vrednosti)**

**REIK KOLUBARA**

Priprema lignita u basenu REIK Kolubara vrši se u dva pravca diktirana njegovim, u prvom redu, korišćenjem u proizvodnji električne energije, dok se manjim delom, kao sušeni lignit, koristi za industrijske potrebe i široku potrošnju.

Najveći deo rovnog lignita, proizveden na površinskim otkopima basena, tretira se (usitnjava i klasira) na postrojenjima suvih separacija izgrađivanih u 3 faze.

Kapacitet prve faze, izgrađene paralelno sa pralištem lignita u teškoj sredini, 1956. godine, iznosi prosečno 700 t/h (nominalno 500 t/h) radi veće sigurnosti rada pogona, a zbog neravnometnosti prijema i utovara uglja, kvaliteta, granulometrijskog sastava i dr.

Drugom fazom povećan je kapacitet postrojenja za daljih 1300 t/h.

Zadatak obeju faza suve separacije je priprema uglja za termoelektrane, tj. svođenje rovnog uglja sa krupnoće 400 mm na ggk 30 mm. Druga faza separacije puštena je u rad 1972. god. Obe faze suve separacije izgradila je firma COPEX — Separator, Katowice, Poljska.

Treća faza, posebna suva separacija, izgrađena je 1976. god. Izradila ju je firma KRUPP, Oberhausen, SR Nemačka. Ova separacija izgrađena je, uglavnom, za snabdevanje ugljem TE Nikola Tesla u Obrenovcu. Kapacitet separacije je 2000 t/h.

Ekonomski nije bilo opravdano da se sušeni lignit dobija direktno iz klasiranog rovnog lignita, zbog visokog sadržaja balasta — jalovine, pa je zbog toga trebalo da se podvrne pripremi, tj. odbacivanju jalovih primesa. U kolubarskom basenu je, radi toga, izgrađeno postrojenje za pripremu krupnih klasa uglja u teškoj sredini, suspenziji peska u vodi.

Tablica 4

	Rovni	Čisti ugalj			
		komed	kocka	grah	sitni
Vlaga	%	19,0	17,0	18,0	19,0
Pepo	% (105°C)	29,1	9,3	7,6	9,5
DTE	kJ/kg	12100	20260	21000	18150
					13000

Tehnološki proces pripreme — prerade — nastavljen je u postrojenju za sušenje lignita.

Postrojenje za pripremu uglja sa kapacitetom 450 t/h izgradila je i pustila u pogon 1956. godine firma PIC, Fontenebleau, Francuska. Danas se ostvaruje kapacitet ulaza od 520 t/h.

Tehnološki proces odvija se u teškoj sredini, aparatima DREW—BOY, prema šemi procesa: lignit, sa površinskog kopa, krupnoće ggk 1000—2000 mm, odsejava se na otvoru sita 400 mm. Klasa iznad 400 mm drobi se na ggk 400 mm, meša sa prosevom i ponovo prosejava pri otvoru sita 120 mm (ili 150 mm). Iz klase veličine komada iznad 120 mm (150 mm) ručno se odvaja jalovina, predmeti od metala, drvo i ksilit, te se potom drobi na ggk 120 mm (150 mm). Tako izdrobljeni lignit spaja se sa preostalim klasama ggk 120 mm, i šalje u pralište, gde se odsejava frakcija ggk 30 m (sitni) i 120 (150) + 30 mm (krupni lignit). Frakcija krupnog lignita, iznad 30 mm, čisti se u teškoj sredini, suspenziji kvarcнog peska u vodi na čisti ugalj i jalovinu. Čisti ugalj šalje se u proces sušenja. Iz rovnog uglja pri čišćenju izdvaja

se oko 23% jalovine. Frakcija ispod 30 mm otprema se na termoelektranu.

Kvalitet lignita dat je u tablici 5.

Basen Kolubara (pričvršćene vrednosti)

Tablica 5

	Rovni lignit		Prani	
	p	v	p	v
%	15	51	6—7	56—58
DTE kJ/kg	7000		8000	

Prvo postrojenje za sušenje lignita, modifikovanim postupkom Fleissner, u Jugoslaviji, kao nastavak poboljšanju kvaliteta lignita, izgradila je, u sklopu celokupne prerade lignita na REIK Kolubara, francuska firma PIC. Cilj sušenja je bio da se opranom lignitu oduzme značajan sadržaj vlage, a da pri tom lignit sačuva svoj komadni oblik i čvrstoću, te da se postigne viša topotna vrednost. Tim postupkom lignit poprima kvalitete inače svojstvene mrkom uglju.

Sušenje postupkom Fleissner odvija se sukcesivno u tri različite faze. Prvo se deo koloid-

Pregled postrojenja za pripremu uglja u SR Srbiji

Tablica 6

Rudnik	Vrsta uglja	Sredina pripreme	Primenjeni uređaji	Kapacitet t/h	Godina izgradnje
Ibarski rudnici	kameni	TSM	Drew-boy, Turpinson	90	1963.
Aleksinac	mrki	voda	Rheolaveur	105	1927.
REMBAS	mrki	TSM	WEMCO-bubanj L&K-BAUM taložnica	300*	1963.
		voda			
Bogovina	mrki	TSM	Norton	100	1966.
Kolubara	lignite	TSP PP K	Drew-boy Fleissner sita	450** 125 4000	1956. 1957. 1967. 1972. 1977.

Primedba:

TSM — teška sredina, magnetit  
TSP — teška sredina, pesak  
PP — pregrejana para

K

\*

\*\*

— klasiranje

— maksimalno ostvareni kapacitet 210 t/h

— propusna moć separacije iznosi 520 t/h,  
računato na rovni lignit

ne vode istiskuje zasićenom parom pod pritiskom, zatim se pod nižim pritiskom vrši odvodnjavanje nastajanjem pare i konačno otparavanje hlađenjem uglja u bunkerima nakon ispuštanja iz aparata za sušenje — autoklava.

Prema parametrima projekta, sušeni ugalj je trebalo da sadrži 18% vlage, dok mu je toplotna vrednost trebalo da bude oko 16.700 kJ/kg.

Sušara je puštena u pogon 1967. godine i trebalo je da proizvodi 730.800 t/god. sušenog lignita u 32 autoklava.

Proizvodnja sušare je stalno varirala i uvek je bila ispod nominalnog i projektovanog kapaciteta, što je uslovljeno nedovoljnim kapacitetom proizvodnje procesne pare.

Kvalitet sušenog uglja kreće se oko vrednosti:

— pepela	8% – 9%
— vlage	29%–32%
— DTE	15400 kJ/kg

U radu su pretežno bila 24 autoklava, redovne proizvodnje na nivou do 600.000 t/god.

U okvirima basena Kolubara predviđa se izgradnja značajnih kapaciteta prerade lignita: sušenje, polukoksovanje, briketiranje. Zbog toga je

neophodno da se izvrše određene rekonstrukcije na postojećim postrojenjima za pripremu uglja, kao i izgradnja novih (teška sredina). Programi za ovu su dovršeni, a neki se već i izvode.

#### OSTALI RUDNICI U SR SRBIJI

Radi se pretežno o rudnicima lignita koji poseduju, uglavnom, stara postrojenja za drobljenje i odsejavanje manjih kapaciteta uključujući tu i Kostolac.

#### Zaključak

Sem separacije na RMU Aleksinac, sve ostale u našoj zemlji izgrađene su krajem pedesetih i šezdesetih godina. Odabrane tehnologije su čišćenje u teškim sredinama suspenzije sitno mlevenog magnetita u vodi, dok jedino separacija u Kolubari koristi suspenziju peska, iz vlastitog ležišta, i vode. Oprema, mada još uvek pretežno upotrebljiva, je stara, te se očekuju rekonstrukcije i obnova (vidi tabl. 6 i tabl. 7).

#### Izvori podataka

Svi podaci navedeni u članku uzeti su iz brojnih studija i projekata urađenih u Rudarskom institutu.

Pregled pogonsko-tehničkih parametara postrojenja za pripremu uglja u SR Srbiji

Tablica 7

	Instalisana snaga kW	Potrošnja el. energije kWh/t*	Potrošnja vode m <sup>3</sup> /h
Ibarski	700	8,0	120,0
Aleksinac	500	4,0	120,0
Rembas **	1800	8,5	180,0
Bogovina	350	3,1	50,0
 Kolubara:			
— separacija Vreoci	1800	2,70	120,0
— suva separacija I/II	4100	1,30	—
— suva separacija III	3200	1,10	—
— sušara Fleissner ***	600	4,10	100,0

\*računato na komercijalni ugalj

\*\*bez filtra za otpadni mulj

\*\*\*sušara troši i 70,0 t/h tehničke pare

#### SUMMARY

#### Dressing and Processing of Coal in SR Serbia without Socialist Autonomous Provinces

The paper outlines the state of existing facilities for coal dressing and processing in coal basins Aleksinac, Ibarski rudnici, REMBAS, Bogovina and Kolubara. In addition to values of feedstock, obtained products grades, operating parameters and other important plant data are also outlined.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Kohlenaufbereitung und – verarbeitung in SR Serbien ausserhalb der autonomen Gebiete

Im Artikel wird der Stand der bestehenden Anlagen für die Kohlenaufbereitung und – verarbeitung in den Revieren von Aleksinac, Ibarski rudnici, REMBAS, Bogovina und Kolubara, angezeigt. Neben Qualitätswerten der Eingangsrohstoffe, der Qualität der erhaltenen Produkte, werden auch Betriebsparameter und andere für die Anlagen wichtige Daten, aufgeführt.

#### РЕЗЮМЕ

#### Подготовна и переработка угля непосредственно в СР Сербии (без областей)

В статье показывается состояние существующих сооружений для подготовки и переработки угля в бассейнах Алексинца, Ибарских шахт, РЕМБС-а Боговины и Колубары. В соответствии со значениями качества исходного сырья, качеством полученных продуктов, приводятся производственные параметры и другие данные, являющиеся важными для этих установок.

Autori: dr inž. Stjepan Tomašić, Poslovница RI i dipl.inž. Slavoljub Bratuljević, dipl.inž. Mihajlo Canić, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: dipl.inž. M. Mitrović, Rudarski institut, Beograd  
Članak primljen 18.9.1984, prihvaćen 26.12.1984.

# Ventilacija i tehnička zaštita

UDK 622.82

Primenjeno—razvojni rad

## SANACIJA POŽARA NA ŠIROKOM ČELU BROJ 67 U STAROJ JAMI RMU ZENICA

(sa 3 slike)

Mr inž. V a s o E l e z o v ić – dipl.inž. V l a d i m i r B i j e l ić  
– dipl.inž. S a k i b S l i j e p č e v ić

Dato je rešenje sanacije požara „ventilacionom metodom”, odnosno izdvajanjem širokog čela iz glavnog ventilacionog sistema Jame i saniranje požara u kombinaciji ventilacione metode i direktnog gašenja.

### Uvod

Otkopavanje uglja u Staroj jami rudnika Zenica vrši se širokočelnom otkopnom metodom sa obaranjem krovnog uglja. Čelo je mehanizovano, sa SHP podgradom i dužinom 100 metara. Potkopna visina iznosi 3,0 m, a natkopni deo koji se obrušavao iznosi oko 6,0 m. Širokim čelom br. 67 otkopavalo se direktno ispod starog rada. Prethodno je krovinski deo sloja otkopan primenom iste tehnologije, kao i višeleteći pojas podinskog dela sloja.

Posle premeštanja širokog čela iz otkopnog polja GPP-II u otkopno polje GPP-III, 23.11.1983. god. izvršena je izolacija severne ventilacione veze zidovima broj 20a i 116a (sl. 1). Neposredno po izvršenoj izolaciji, istog dana, došlo je do pojave ugljen-monoksida u ventilacionom kanalu širokog čela br. 67. Da bi se sprečilo izdvajanje CO gasa, ventilacioni kanal od širokog čela do uskopa izolovan je mineralnom vunom i plastičnom folijom. Međutim, nakon završetka ove izolacije, dana 28.09.1983. godine, došlo je do ponovne pojave CO gasa u vrhu širokog čela. I pored preduzetih mera, pojave ugljen-monoksida su bile sve intenzivnije, tako da se on pojavljivao

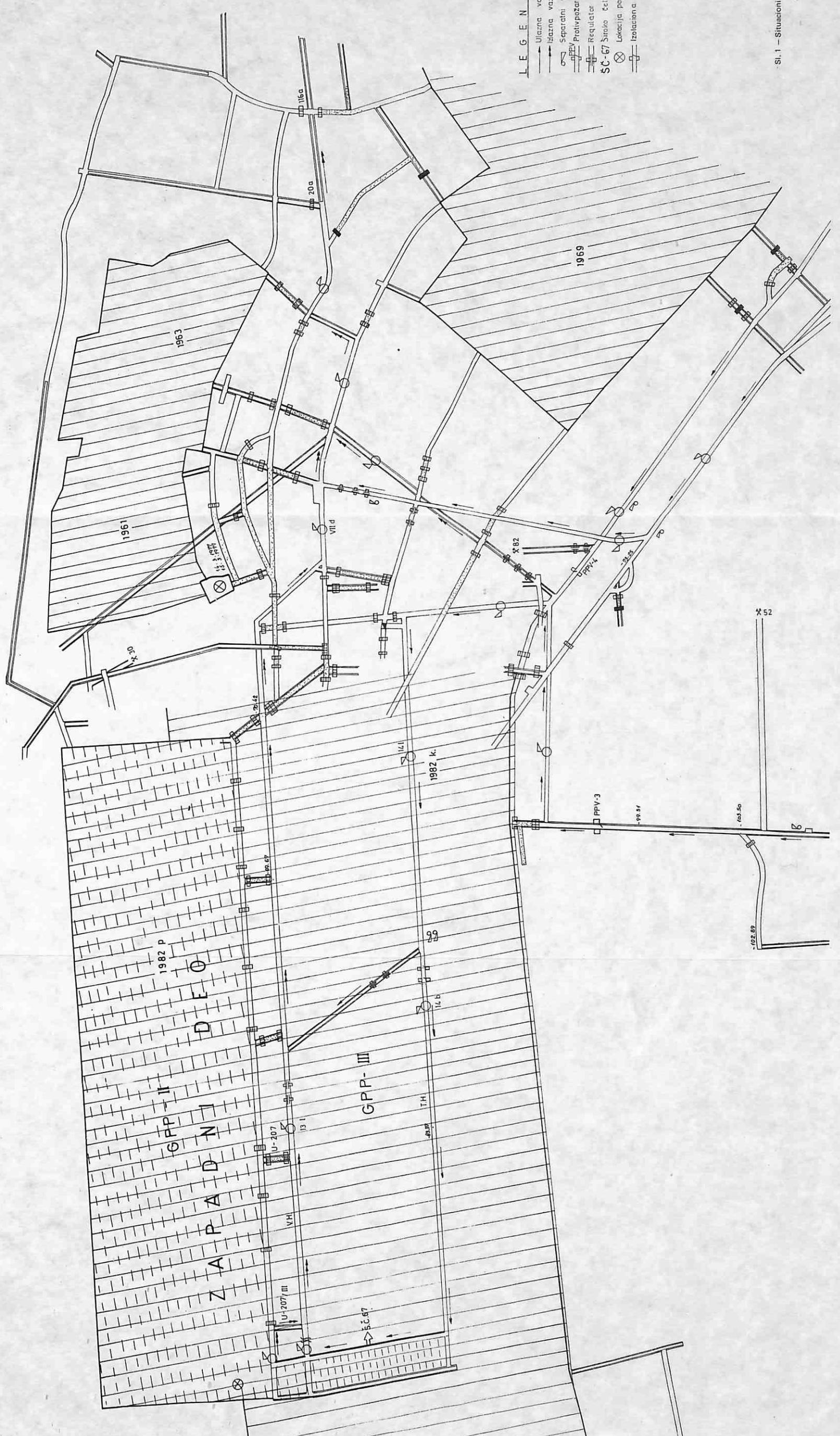
od vrha širokog čela do srednjeg ventilacionog hodnika – sekcija broj 62.

I pored redovne kontrole gasnog stanja duž ugroženog dela širokog čela, 3.12.1983. godine u 1 smeni, pri premeštanju sekacija, došlo je do nagle pojave CO gasa u većim koncentracijama, usled čega je trovanjem povređeno 17 radnika.

S obzirom da su koncentracije ugljen-monoksida u radnom prostoru bile veće od 0,02%, na ovom delu širokog čela dozvoljen je rad samo članovima čete uz primenu izolacionih aparata. U cilju što bržeg napredovanja otkopnog fronta, odlučeno je da se na ovom delu vrši otkopavanje bez natkopnog dobijanja uglja.

Na osnovu izvršenih merenja 5.12.1983. godine ventilacioni i gasni parametri širokog čela bili su sledeći:

- široko čelo se provetrava količinom vazduha  $Q = 495 \text{ m}^3/\text{min}$ , od čega se vrh čela provetrava sa  $Q = 125 \text{ m}^3/\text{min}$  vazduha
- gasno stanje na širokom čelu od transportnog do vetrenog hodnika (sekcija broj 62) je –  $\text{O}_2 =$



### - Sl. 1 – Situacioni plan zapadnog

- 20,60%,  $\text{CO}_2$  = 0,20%,  $\text{CH}_4$  = 0,10% i  $\text{CO}$  = 0,000%
- vrh širokog čela  $\text{O}_2$  = 20,00%,  $\text{CO}_2$  = 0,75%,  $\text{CH}_4$  = 0,15% i  $\text{CO}$  više od 0,02%
  - spoj vrha čela i ventilacionog kanala  $\text{O}_2$  = 19,60%,  $\text{CO}_2$  = 0,90%,  $\text{CH}_4$  = 0,25% i  $\text{CO}$  veći od 0,02%
  - ventilacioni kanal (13 m od širokog čela)  $\text{O}_2$  = 17,00%,  $\text{CO}_2$  = 4,5%,  $\text{CH}_4$  = 0,35% i  $\text{CO}$  preko 0,02%
  - ventilacioni uskop  $\text{O}_2$  = 19,40%,  $\text{CO}_2$  = 1,10%,  $\text{CH}_4$  = 0,40% i  $\text{CO}$  preko 0,02%
  - ventilacioni hodnik, vetrena stanica VS—13 i  $\text{O}_2$  = 19,90%,  $\text{CO}_2$  = 0,90%,  $\text{CH}_4$  = 0,70% i  $\text{CO}$  = 0,0112%.
  - ventilacioni hodnik, vetrena stanica VS—VIId,  $\text{O}_2$  = 20,30%,  $\text{CO}_2$  = 0,45%,  $\text{CH}_4$  = 0,35% i  $\text{CO}$  = 0,0102%

Temperatura vazduha na širokom čelu kod sekcije 62 je  $ts = 27,4$  i  $tv = 26,2^\circ\text{C}$ , a na vrhu čela  $ts = 28,2$  i  $tv = 27,0^\circ\text{C}$ .

Na spoju ventilacionog kanala i ventilacionog hodnika  $ts = 27,8$  i  $tv = 26,8^\circ\text{C}$ .

U ovim uslovima provetrvanja utrošak depresije u otkopnom polju GPP—III je iznosio 250 Pa.

#### Plan sanacije požara

Na osnovu vršenih merenja i pojave ugljen-monoksida na delu čela iznad ventilacionog hodnika i duž ventilacionog kanala, zaključeno je da je pojava požara u starom radu otkopnog polja GPP—II na liniji likvidacije širokog čela ili u njenoj neposrednoj blizini.

S obzirom na ovu činjenicu i prisustvo višeletežeg starog rada i mogućnost ostvarivanja najminimalnijeg prostrujavanja vazduha preko severne ventilacione veze, sanacija požara izvršena je u dve faze.

**P r v a f a z a s a n a c i j e** obuhvata privremeno otvaranje severne ventilacione veze otvaranjem izolacionih zidova br. 20a i 116a. Uspostavljanje ove veze izvršeno je sa ciljem da se smanje koncentracije CO gasa na ugroženom delu čela i u ventilacionom hodniku, kako bi se mogli izvesti svi potrebnii radovi za drugu fazu, a i za što lakši rad na širokom čelu s obzirom na veliki značaj napredovanja otkopnog fronta.

U ovim uslovima provetrvanja, koncentracije CO gasa na vrhu širokog čela i duž ventilacionog kanala bile su ispod propisima dozvoljenih vrednosti.

Posle postignutih ovih rezultata 8.12.1983. počela je druga faza sanacije, odnosno sprovođenje „ventilacione metode sanacije požara“.

#### Postupak ventilacione metode sanacije požara

Osnovni princip „ventilacione metode“ je izdvajanje širokog čela iz protočnog ventilacionog sistema jame, odnosno uticaja depresije glavnog ventilatora i prelazak na kompresiono provetrvanje kako širokog čela tako i delova transportnog i ventilacionog hodnika pomoću cevnih ventilatora.

Ova metoda sanacije, u odnosu na druge metode, ima niz prednosti kao što su:

- obezbeđuje kontinuirani proces proizvodnje i napredovanja otkopnog fronta širokog čela;
- spašava skupocenu opremu na ugroženom delu čela iznad ventilacionog hodnika, s obzirom da je razmatrana i varijanta da se široko čelo skrati za ovu deonicu sa ostavljanjem stuba uglja prema starom radu. Za slučaj kad je primenjena varijanta skraćenja čela, postavlja se pitanja da li bi se ubrzanim napredovanjem širokog čela bez direktnog zahvata uspeo sanirati požar, jer je postojala mogućnost pojave novih požara u ostavljenom stubu uglja kao što je to bio slučaj koji se dogodio 26.1.1984. god. U ovim uslovima došlo bi u pitanje dalje otkopavanje otkopnog polja GPP—III;
- rad članova čete na ugroženom delu sveden je na najmanju meru i
- onemogućene su pojave dima i povećanih koncentracija metana u radnom prostoru i vrhu širokog čela.

Kompresionim provetrvanjem širokog čela stari rad je u natpritisku i usled toga je iznošenje (ispiranje) gasova iz starog rada svedeno na najmanju meru, odnosno povećava se inertnost gasne smeše u njemu, što je osnovni uslov za uspešnu sanaciju požara ovom metodom.

Kad se široko čelo provetruva kompresiono, pored cevnih ventilatora ugrađuju se regulatori protoka vazduha u ventilacionom hodniku. Pomoću njih je regulisana količina vazduha, tako da u

ventilacionom hodniku — izlazu bude manja za  $10-20 \text{ m}^3/\text{min}$  vazduha od količine u transportnom hodniku — ulazu.

S obzirom na potrebnu količinu vazduha kojom se široko čelo provetralo pre pojave požara, za kompresiono provetranje ugrađena su dva cevna ventilatora sa ukupnim kapacitetom  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{min}$ . Ovi ventilatori ugrađeni su u transportnom hodniku na 5 m ispred dijagonalnog uskopa kako je to prikazano na sl. 1. Iza ovog uskopa ugrađene su dve pregrade sa vratima na rastojanju od 7 m. Od cevnih ventilatora kroz pregrade postavljene su ventilacione cevi  $\phi 800 \text{ mm}$ .

U ventilacionom hodniku, na 90 m od širokog čela, ugrađena su dva regulatora protoka vazduha sa otvorom u početnoj fazi od  $0,30 \text{ m}^2$ .

Posle ugradnje ovih objekata, 8.12.1983. godine u prvoj smeni počelo je kompresiono provetranje širokog čela.

Pri zavođenju ovog režima provetranja znalo se da se u samom početku neće postići željeni rezultati u odnosu na koncentracije ugljen-monoksida. Zbog toga su zidovi broj 20a i 116a ostali otvoreni do 10.12.1983. godine.

U ovim uslovima široko čelo se provetralo količinom vazduha  $Q = 490 \text{ m}^3/\text{min}$  mereno u ulazu, odnosno  $Q = 475 \text{ m}^3/\text{min}$  mereno u ventilacionom hodniku. Pri tome je regulacija vazduha vršena sve do momenta dok nije postignuta stagnacija, odnosno primećena recirkulacija vazduha između pregrada u transportnom hodniku.

Dispozicija širokog čela i lokacije objekata u otkopnom polju GPP—III date su na slići 1.

Posle zavođenja kompresionog provetranja, gasno stanje na širokom čelu postepeno se poboljšavalо, tako da je od 15.12. čelo normalno radilo uz podoštenu kontrolu gasnog stanja. Prema vršenim analizama sastava jamskog vazduha koncentracije gasova na vrhu širokog čela i duž plinskog kanala kretale su se u sledećim granicama —  $\text{CO} = 0,0005 - 0,001\%$ ,  $\text{CH}_4 = 0,15 - 0,50\%$  i  $\text{CO}_2 = 0,40 - 0,65\%$  pri čemu je sadržaj kiseonika prosečno iznosio 20,20%.

Ovakvo stanje bilo je sve do uspostavljanja nove ventilacione veze preko uskopa U—207, pri čemu je široko čelo napredovalo za oko 90 m.

### Pojava drugog požara

Posle uspostavljanja veze uskopom U—207, 26.1.1984. godine, između prve i druge smene došlo je do pojave otvorenog požara u ventilacionom kanalu na 40 m ispred širokog čela. Požar se pojavio u starom radu pored rasedne zone u gornjem boku kanala. Do ove pojave došlo je usled reaktiviranja starog požara koji se pojavio pri otkopavanju polja GPP—II, gde su ostale veće količine zdrobljenog i zagrejanog uglja.

Deo situacionog plana otkopnog polja u vreme pojave požara dat je na slici 2.

Odmah nakon pojave požara počelo je gašenje polivanjem vodom. S obzirom na nastalu situaciju 27.1. obustavljen je rad na širokom čelu.

Hemiske analize sastava jamskog vazduha u ugroženom delu jame, koji je kontrolisan posle obustavljanja radova, date su u tablici 1.

U ovom periodu široko čelo se i dalje provetralo kompresiono količinom vazduha od  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{min}$ , pri čemu je po ventilacionom kanalu vođeno  $Q = 145 \text{ m}^3/\text{min}$ , a po srednjem ventilacionom hodniku  $Q = 350 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Da bi gašenje požara bilo efikasno preuzete su sledeće mere:

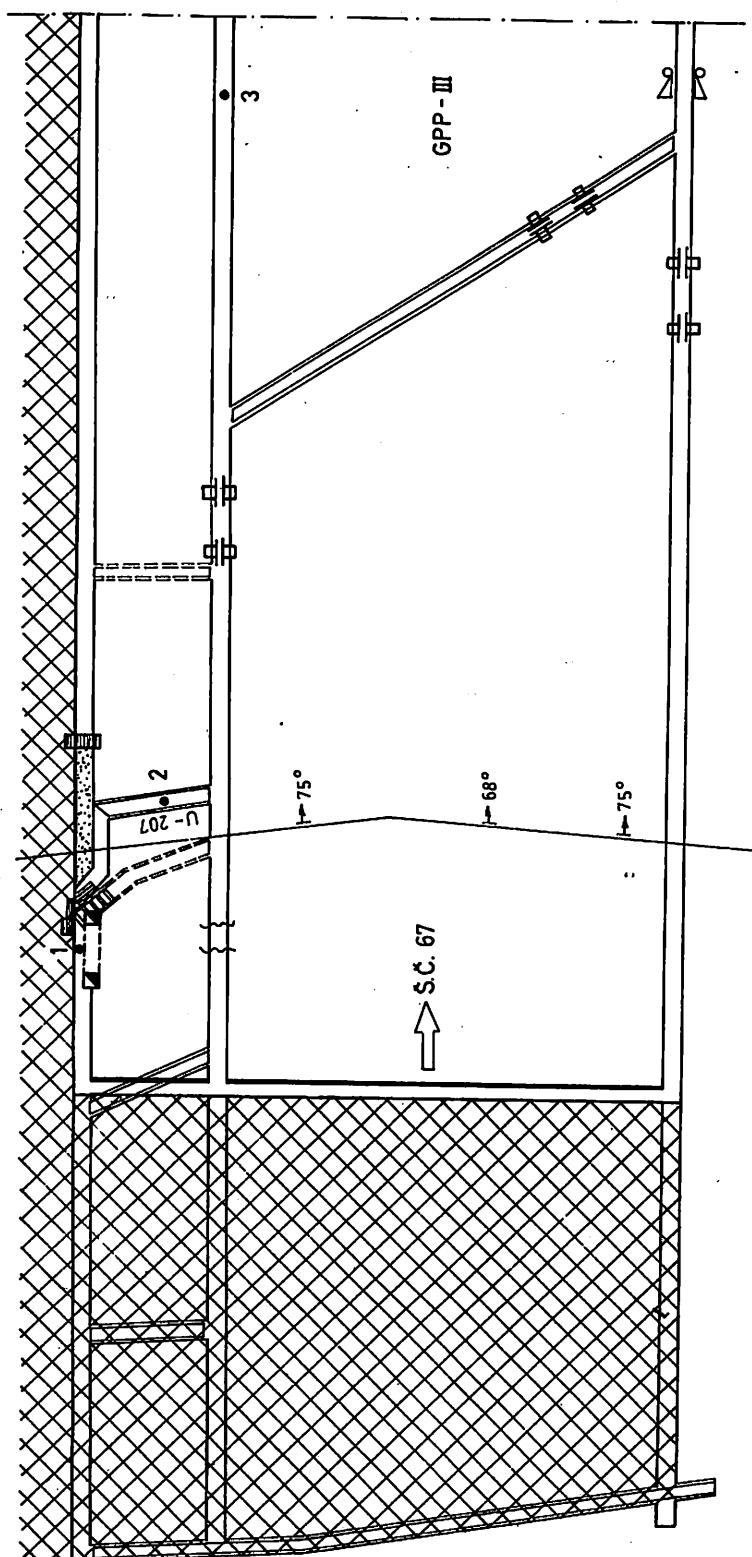
- smanjena je količina vazduha u ventilacionom kanalu
- osposobljen je cevovod za vodu kroz široko čelo
- ugrađen je transporter u ventilacionom kanalu i
- vršena je stalna kontrola gasnog stanja.

### Sanacija drugog požara

U početnoj fazi sanacije požara, na samom mestu pojave, urađen je prečni hodnik prema starom radu sa ciljem da se ispuste žar i zagrejani materijal, preseče širenje požara u pravcu širokog čela i utvrdi dokle je požar zahvatio višeleteći stari rad.

Ovim zahvatom i kompresionim provetranjem gasno stanje se postepeno poboljšavalo (tablica 1) tako da je 7.2.1984. godine široko čelo počelo normalno da radi.

U ovoj fazi sanacije konstatovano je da se požar nalazi visoko iznad ventilacionog kanala, čak



SI. 2 – Položaj širokog čela pri pojavu požara 26.1.1984. godine.

Tablica 1

Datum	Tačka 1				Tačka 2				Tačka 3				Srednji niskop			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	
28.I	1,20	0,28	19,10	0,02	0,60	0,22	20,20	0,0018	0,40	0,18	20,40	0,0005	—	—	—	—
29.I	0,70	0,25	20,00	0,018	1,00	0,30	19,60	0,02	0,50	0,17	20,30	0,007	0,55	0,35	20,20	0,0008
30.I	0,80	0,34	20,00	0,0010	1,60	0,35	19,00	0,0019	0,60	0,12	20,20	0,03	0,70	0,30	20,10	0,001
31.I	1,40	0,23	19,40	0,005	3,90	0,50	18,00	0,016	1,10	0,25	19,70	0,0038	—	—	—	—
1.II	1,20	0,35	19,30	0,005	1,50	0,40	19,20	0,008	0,80	0,30	20,00	0,002	0,70	0,30	20,10	0,000
2.II	1,20	0,30	19,60	0,0016	1,50	0,25	19,00	0,004	0,70	0,15	20,10	0,0006	0,80	0,35	20,00	0,000
3.II	1,70	0,30	19,20	0,005	0,90	0,20	19,90	0,0004	0,70	0,20	20,10	0,0002	0,70	0,25	20,10	0,000
4.II	0,90	0,30	19,90	0,004	0,70	0,25	20,10	0,0017	0,60	0,20	20,20	0,0007	0,80	0,25	20,00	0,000
5.II	1,10	0,35	19,70	0,0005	1,40	19,40	0,40	0,009	0,70	0,30	20,10	0,0015	—	—	—	—
6.II	1,70	0,90	19,10	0,0025	1,40	0,40	19,40	0,002	0,70	0,25	20,10	0,00	—	—	—	—
7.II	2,10	0,87	18,50	0,0015	1,75	0,57	19,05	0,004	0,70	0,50	19,90	0,0005	0,70	0,30	20,10	0,00
8.II	0,55	0,08	20,25	0,0003	0,20	0,10	20,60	0,000	0,40	0,15	20,40	0,000	0,70	0,26	20,10	0,00

do starog rada krovne partije, i da se ne može sanirati točenjem žara i zagrejanog materijala.

S obzirom na ove činjenice, a u cilju uspešne sanacije požara, izrađen je uskop iz srednjeg ventilacionog hodnika i kratki hodnici iznad ventilacionog kanala ispod samog požarnog područja. Pored ovih radova predviđena je i izrada novog veznog ventilacionog uskopa na 45 m od uskopa U—207, kako bi se čelo pri prelazu požarnog područja i dalje protočno provetralo.

Dispozicija ovih prostorija data je na sl. 2 i 3.

Na kraju uskopa i početnom delu hodnika prema širokom čelu prvo je izvršeno ispuštanje žara i zagrejanog materijala, a zatim kroz bušotine vršeno polivanje požarnog područja. Da bi se definitivno preseklo širenje požara prema širokom čelu duž istog hodnika izbušeno je više bušotina kroz koje je ubacivana voda. Nakon toga je nastavljeno ispuštanje zagrejanog materijala i polivanje vodom požarnog područja iz vrha uskopa i dva kratka hodnika u desnom boku uskopa.

Sve ove radove izvodili su članovi čete. Međutim, s obzirom na primjenjeni način provetranja, u toku izvođenja ovih radova nije bilo pojave dimova u radnom prostoru, a koncentracije ugljen—monoksida su samo povremeno bile veće od propisima dozvoljenih vrednosti, tako da su članovi čete uglavnom radili bez upotrebe izolacionih aparata.

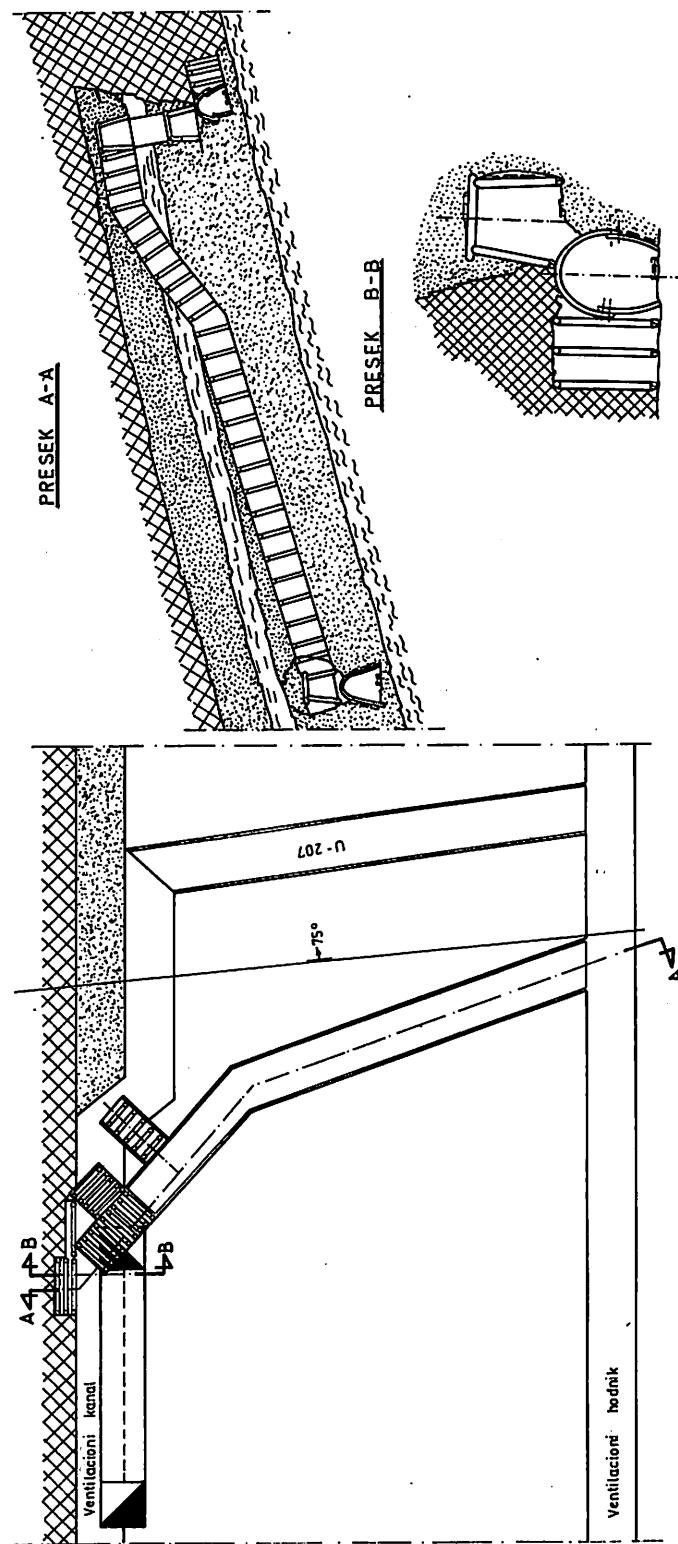
Ovim postupkom požar je blagovremeno saniran i široko čelo je u martu 1984. godine uspešno prešlo požarno područje nastavljajući normalan rad, pri čemu je i dalje zadržano kompresiono provetranje.

Posle prelaska širokog čela preko požarnog područja i napredovanja otkopnog fronta oko 20—25 m od uskopa U—207 u prvoj polovini aprila obustavljeno je kompresiono provetranje i čelo je uključeno u protočni sistem provetranja jame.

#### Zaključak

Postupak sanacije požara „ventilacionom metodom“ na širokom čelu Stare jame RMU — Zenica u potpunosti je dao željene rezultate.

Prednost ovog postupka, u odnosu na ma koju drugu metodu, je ta što se paralelno sa sanacijom



Sl. 3

vršio i normalan rad na širokom čelu uz stalnu kontrolu gasnog stanja. Pored toga uspelo se sa napredovanjem cele dužine širokog čela bez ostavljanja skupocene opreme. U toku sanacije oba požara nije dolazilo do pojave dimova u radnom prostoru i ventilacionim prostorijama, izuzev kod pojave 26.I 1984. godine. Isto tako koncentracije ugljen-monoksida su samo povremeno prelazile

dozvoljenu vrednost pri čemu je bio znatno olakšan rad članovima čete.

Drugi požar se nije mogao sanirati nekom drugom metodom bez primene kompresionog načina provetrvanja širokog čela, a samim tim je obezbeđen nastavak otkopavanja otkopnog polja GPP-III.

#### SUMMARY

#### Fire Fighting at Longwall Face 67 in Stara jama of Browncoal Mine Zenica

The paper presents the solution for fire fighting by the „ventilation method”, i.e. isolation of the longwall face from mine main ventilation system and fire fighting with a combination of ventilation method and direct extinguishing.

The fire fighting procedure yielded fully desired results. The advantage of the procedure, compared with any other, is that together with fire fighting normal operation developed on the longwall face with constant control of gas content.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Brandsanierung am Streb Nr. 67 in der Alten Grube SMU Zenica

Im Artikel wird Brandsanationslösung durch „Bewetterungsmethode“ bzw. durch Aussonderung des Strebs aus dem Wetterführungssystem und Brandsanierung im Kombination mit der Wetterführungsmethode und direkter Löschung gegeben.

Das Brandsanierungsverfahren hat vollkommen gewünschte Ergebnisse geliefert. Der Vorteil der Verfahrens, bezogen ganz gleich auf welche Methode ist, weil parallel mit der Sanierung normal am Streb unter ständiger Kontrolle des Gaszustandes gearbeitet wird.

#### РЕЗЮМЕ

#### Санация пожара в лаве номер 67 Старой шахты РМУ Зеница

В статье дается решение санации пожара „вентиляционным методом“, посредством исключения лавы из главной вентиляционной системы и санирование пожара в комбинации вентиляционного метода с непосредственным гашением.

Метод санации пожара дал полностью желаемые результаты. Преимущества метода по сравнению с некоторыми другими методами состоят в том, что параллельно с санацией осуществлялась нормальная работа в лаве при постоянном контроле газового состояния.

Autori: Mr inž. Vaso Elezović, Zavod za ventilaciju i tehn. zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd i dipl.inž. Vladimir Bijelić i dipl.inž. Šakib Bljepečević, RMU Zenica, OOUR Stara jama  
Recenzent: dr inž. A. Čurčić, Rudarski institut, Beograd  
Članak primljen 4.12.1984, prihvaćen 26.12.1984.

UDK 621.311.22.001.42  
Naučno—istraživački rad

## PROMENE TEMPERATURSKIH RAZLIKA U REGENERATIVnim ZAGREJAĆIMA I MOGUĆNOST ODREĐIVANJA TIH PROMENA U USLOVIMA EKSPLOATACIJE PARNOG BLOKA

(sa 3 slike)

Dr inž. Borislav Perković

### Uvod

O uticaju sistema za regenerativno zagrevanje napojne vode na poboljšanje stepena korisnosti termodinamičkog ciklusa po kome rade parni blokovi u termoelektranama je već bilo reči [3], [5].

Ovde treba napomenuti da regenerativno zagrevanje napojne vode deluje na stepen korisnosti bloka različito i to:

- na stepen korisnosti procesa podizanjem srednje temperature dovođenja toplote
- na stepen korisnosti turbine, jer se pri istoj snazi povećava količina pare koja prolazi kroz deo turbine sa visokim pritiskom
- na dimenzije kondenzatora i postrojenja za snabdevanje rashladnom vodom, jer se poboljšanjem stepena korisnosti procesa smanjuje količina pare koja ide u kondenzator i potrebna količina rashladne vode i
- na stepen korisnosti kotlovskega postrojenja, njegov kapacitet i veličinu njegovih grejnih površina.

Kao što je poznato, postrojenje za regenerativno zagrevanje napojne vode jednog parnog turbo-

postrojenja je sastavljeno iz niza razmenjivača toplote. Ovde spadaju regenerativni zagrejači visokog i niskog pritiska, isparivači, hladnjaci pare i kondenzata, hladnjaci ulja, vodonika, ejektorske pare i sl. I povećanje entalpije napojne vode u napojnim pumpama može se smatrati kao dodatni izvor toplote u sistemu regenerativnog zagrevanja.

U zavisnosti od opterećenja bloka, tj. osnovnih agregata u bloku, svi ovi razmenjivači toplote rade u različitim režimima, u kojima se njihovo topotno opterećenje i parametri razlikuju od nominalnih proračunskih veličina. Pri radu razmenjivača topline u promenljivim režimima menjaju se njihova opterećenja i parametri pare i vode, a posebno temperaturska razlika između temperature zasićenja pare i vode na izlazu iz zagrejača, tj. krajnja temperaturska razlika.

Rešavanje problema proračuna razmenjivača topline pri promenljivim opterećenjima, na osnovu jednačina koje definišu proces razmene topline, je složen zadatak i može se izvršiti samo metodom približavanja. Ovaj problem se mnogo jednostavnije može rešiti na osnovu radnih karakteristika, tj. jednačina koje daju vezu između topotnog opterećenja razmenjivača i parametara nosilaca topline na ulazu u njega.

### Mogućnosti određivanja promena temperaturskih razlika

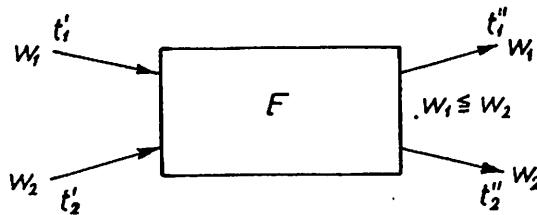
Pod pojmom radnih karakteristika ovde se podrazumevaju međusobne veze opterećenja, toplotnih parametara, krajnje temperaturske razlike i površina za razmenu topline u razmenjivaču.

Polazeći od jednačina toplotnog bilansa zagrejača i jednačina prolaza topline, ako se zanemari količina topline koja se odaje od zagrejača okolini, dobija se eksponencijalna karakteristika koja definiše krajnju temperatursku razliku u funkciji razmenjene topline, protoka i fizičkih osobina fluida, kao i geometrije zagrejača.

Čitav proračun razmenjivača topline, kao i izrada njihovih radnih karakteristika, može se izvršiti i bez upotrebe srednje logaritamske razlike temperature. Taj postupak je objašnjen i razrađen u literaturi [2] i ovde se neće ponavljati. Radi lakšeg praćenja izlaganja, napominje se da su sa  $W_1$  i  $W_2$  označene vodene vrednosti, tj. topotni kapaciteti fluida koji struje kroz razmenjivač. Usvojeno je, da je uvek  $W_1 \leq W_2$  i pri tome je svejedno koji je fluid topliji, a koji hladniji.

Pri proračunu je izvršena pretpostavka da je za dato opterećenje zagrejača koeficijent prolaza topline konstantan za čitavu površinu zagrejača. Konstantnost ovog koeficijenta podrazumeva i konstantnost brzina strujanja, kao i ostalih fizičkih veličina  $\lambda, c, \nu, \rho$ , što – strogo uzevši – nije tačno, jer se temperature fluida menjaju duž zagrejača, a s njom i ostale fizičke veličine. No, detaljnije analize su pokazale da ova pretpostavka zadovoljava, posebno kada se navedene veličine uvrste u račun sa vrednostima koje odgovaraju srednjoj temperaturi između ulaznog i izlaznog stanja fluida o kome je reč.

Šematski prikaz razmenjivača topline, sa navedenim oznakama, dat je na slici 1.



Slika 1

Tok temperatura u razmenjivaču zavisi od veličina  $W_1, W_2, k$  i  $F$ . Od ovih veličina se mogu definisati dve bezdimenzione značice koje su međusobno nezavisne, npr.  $W_1/W_2$  i  $kF/W_1$ . U literaturi [1] je pokazano da tok temepratura zavisi samo od ove dve značice i to u obliku neke funkcije  $\phi (kF/W_1, W_1/W_2)$ . Oblik ove funkcije zavisi od tipa razmenjivača topline, tj. da li je strujanje fluida u njima istosmerno, protivsmerno ili unakrsno.

U svakom od navedenih slučajeva se polazi od diferencijalnih jednačina za razmenu topline. Rešavanjem ovih jednačina i uz početne i granične uslove za dati tip razmenjivača se dobija zavisnost izlaznih temperatura  $t'_1$  i  $t'_2$  od površine razmenjivača i razlike ulaznih temperatura ( $t_1' - t_2'$ ). Jedan primer funkcije  $\phi_p$  za protivsmerno strujanje, odnosno tok funkcije  $\phi_p(W_1/W_2, kF/W_1)$ , koji je izračunat iz tako postavljenih jednačina, dat je na slici 2.

Na osnovu ovde izloženog i prema literaturi [1] i [2] zaključuje se da je za sve tri šeme strujanja:

$$\frac{t'_1 - t''_1}{t'_1 - t'_2} = \phi \quad (1)$$

$$\frac{t''_2 - t'_2}{t'_1 - t'_2} = \frac{W_1}{W_2} \cdot \phi \quad (2)$$

Količina razmenjene topline se može izračunati:

$$\begin{aligned} Q &= W_1 (t'_1 - t''_1) = W_2 (t''_2 - t'_2) = \\ &= W_1 (t'_1 - t'_2) \cdot \phi \end{aligned} \quad (3)$$

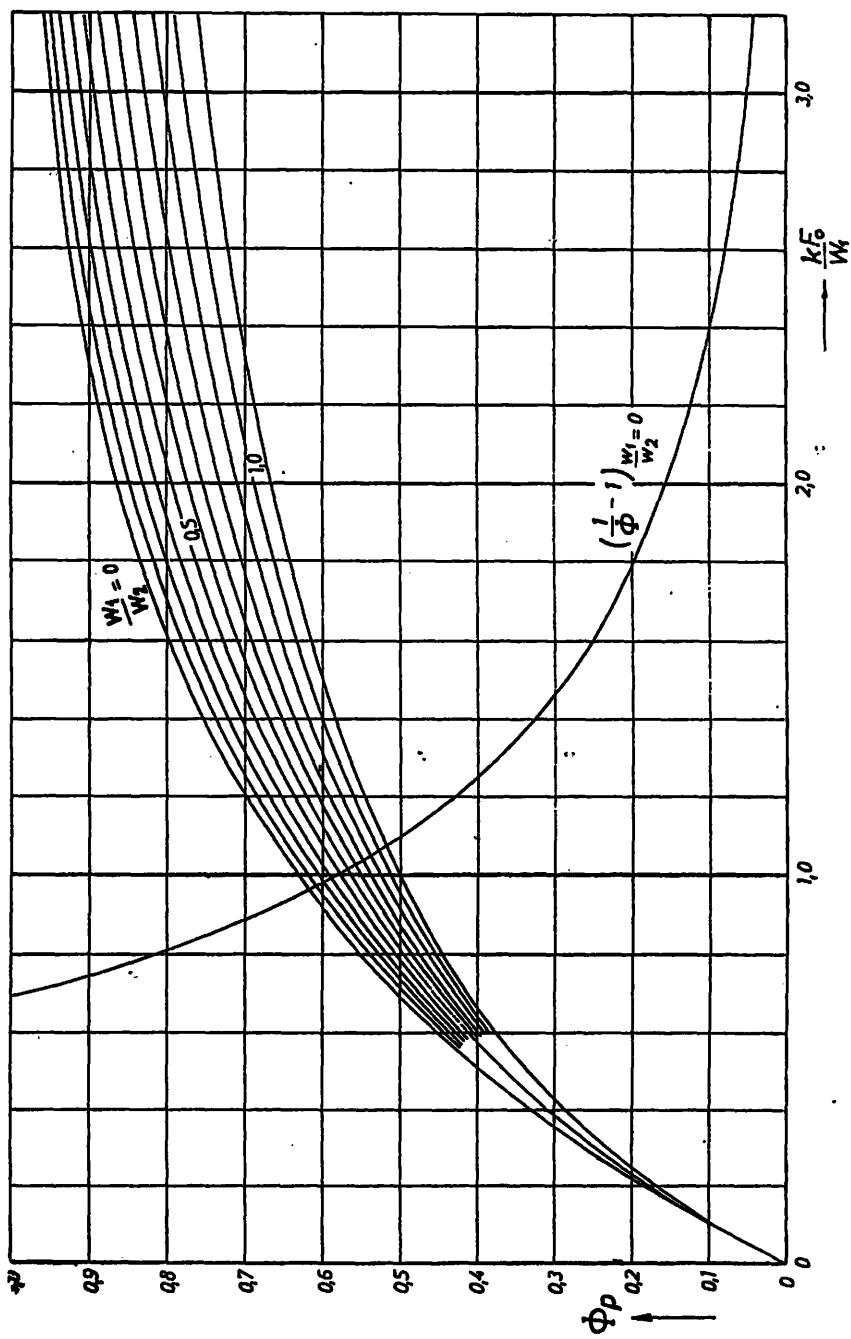
Temperature fluida na izlazu iz razmenjivača su:

$$t''_1 = t'_1 - (t'_1 - t'_2) \cdot \phi \quad (4)$$

$$t''_2 = t'_2 + (t'_1 - t'_2) \cdot \frac{W_1}{W_2} \cdot \phi \quad (5)$$

i mogu se izračunati kada je poznato  $\phi$ .

Isto tako mogu se izračunati sledeće razlike temperature:



Slika 2

$$\frac{t_1'' - t_2''}{t_1' - t_2'} = 1 - \left(1 + \frac{W_1}{W_2}\right) \cdot \phi \quad (6)$$

$$\frac{t_1'' - t_2'}{t_1' - t_2'} = 1 - \phi \quad (7)$$

$$\frac{t_1' - t_2''}{t_1' - t_2'} = 1 - \frac{W_1}{W_2} \phi \quad (8)$$

Navedenim izrazima su obuhvaćene sve temperature, odnosno njihove razlike, u zavisnosti od ulaznih temperatura i funkcije  $\phi$ .

Za neke tipove razmenjivača toplote neće biti ispunjene pretpostavke da su veličine  $W_1, W_2$  i k konstantne duž celog razmenjivača. U takvim slučajevima računske operacije treba raščlaniti na područja u kojima se može računati sa približno jednakim vrednostima za  $W$  i k.

Takav karakterističan primer su zagrejači za regenerativno zagrevanje napojne vode, koji se obično sastoje iz tri dela i to: hladnjaka pare, zagrejača vode i hladnjaka kondenzata.

Pri analizi rada zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode veliku primenu mogu naći  $\phi$  — dijagrami. S obzirom na relativno malu količinu toplote, koja se razmenjuje u hladnjacima pare i hladnjacima kondenzata (u odnosu na količinu toplote koja se razmenjuje u samom zagrejaču pri promeni faze), može se sa dovoljnom tačnošću smatrati da se ceo proces predaje toplote od pare odvija na temperaturi zasićenja pri datom pritisku oduzimanja. Kao ilustracija može da posluži topotna šema turbopostrojenja sa turbinom tipa K-300-240 u kome se napojnoj vodi, u sistemu za regenerativno zagrevanje, dovodi količina toplote od 1050 kJ/kg, od čega se u hladnjacima pare predaje ukupno 67 kJ/kg, a u hladnjacima kondenzata 68 kJ/kg [2].

Ranije je (prema [2] i [3]) napomenuto, da  $\phi$ -dijagrami mogu naći vrlo korisnu i relativno jednostavnu primenu pri analizi rada zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode. Kako je pri promeni faze specifična toplota  $c_p = \infty$ , to je odnos  $W_1/W_2 = 0$ , pa se svi ranije izvedeni izrazi za određivanje funkcija znatno uproščavaju.

Sva tri tipa razmenjivača se tada ponašaju na isti način i imaju isti stepen iskorišćenja toplote.

Izraz za funkciju  $\phi$  ima tada isti oblik za razmatrane razmenjivače i glasi:

$$\phi = 1 - e^{-\frac{kF}{W_1}} = \frac{t_{v2} - t_{v1}}{t_z - t_{v1}} \quad (9)$$

a pojedine karakteristične temperature su:

$$t_{v2} = t_{v1} + (t_z - t_{v1}) \cdot \phi \quad (10)$$

odnosno:

$$\frac{t_z - t_{v2}}{t_z - t_{v1}} = 1 - \phi \quad (11)$$

Način primene funkcija  $\phi$  na razmatranje karakteristika zagrejača je takođe objašnjen u literaturi [3]. Tamo je prikazan i konkretan primer određivanja karakteristika zagrejača br. 2 i 4 na bloku snage 210 MW u termoelektrani „Nikola Tesla“ u Obrenovcu.

Ovde treba još napomenuti da navedeni postupak omogućava praćenje pravilnosti rada kako pojedinih zagrejača, tako i celog sistema za regenerativno zagrevanje, odnosno grupe zagrejača.

Funkcija  $\phi$  sistema više zagrejača zavisi od smera strujanja fluida u njima, kao i od pojedinačnih karakteristika  $\varphi_i$  svakog od „n“ zagrejača u navedenom sistemu. Način izračunavanja funkcija  $\phi$  sistema zagrejača, kako u opštem slučaju, tako i u slučaju zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode (kada je  $W_1/W_2 = 0$ ), objašnjen je u literaturi [2] i ovde se neće ponavljati.

Treba samo još jedanput naglasiti da je jedan od osnovnih pokazatelja efikasnosti rada zagrejača u eksploataciji krajnja temperaturska razlika, tj. razlika između temperature zasićenja na pritisku oduzimanja i temperaturu napojne vode na izlazu iz datog zagrejača. Od krajnje temperaturske razlike zavise troškovi postrojenja za regenerativno zagrevanje napojne vode i potrošnja goriva. U fazi projektovanja i izrade ovog postrojenja treba posebnu pažnju posvetiti izboru optimalne krajnje temperaturske razlike, a ona zavisi od cene goriva i materijala za izradu zagrejača, kao i od uloge datog bloka u elektroenergetskom sistemu u kome će raditi.

Pri radu zagrejača napojne vode u promenljivim režimima menjaju se njihova opterećenja i parametri vode i pare, a posebno krajnja temperaturska razlika. S druge strane, pri promeni opterećenja dolazi do promene radnih karakteristika i ostalih delova postrojenja, pa je na taj način temperatura napojne vode iz pojedinih zagrejača definisana protočnom karakteristikom turbine i radnim karakteristikama zagrejača [5]. I jedna i druga karakteristika mogu se sa dovoljno tačnosti odrediti na osnovu merenja na postrojenju u eksploataciji i iz poznavanja geometrije protočnog dela turbine i zagrejača.

Pri isključivanju pojedinih regenerativnih zagrejača u toku eksploatacije menja se pritisak pare u turbini. Ako protok sveže pare tom prilikom ostane nepromenjen, pri isključivanju nekog zagrejača dolazi do povećanja protoka kroz turbinske stupnjeve koji se nalaze iza datog oduzimanja.

Isključivanje bilo kojeg zagrejača napojne vode izaziva ne samo preraspodelu pritisaka u turbinским stupnjevima nego i promenu količine pare koja ide u oduzimanje koje prethodi isključenom zagrejaču. Temperatura napojne vode na izlazu iz zagrejača zavisi od temeprature zasićenja oduzete pare, pa da bi se postigla ista temepratura vode na izlazu iz zagrejača pri sniženju temperature vode na ulazu u dati zagrejač, potrebna je veća količina pare koja se oduzima. Pri tome se iz zakona konusa potrošnje pare mogu odrediti sve karakteristične zavisnosti pritisaka pare i protoka u svim karakterističnim slučajevima.

Za već izvedena postrojenja, koja se duže vremena nalaze u eksploataciji, efikasnost rada, odnosno specifična potrošnja toplote, u najvećoj meri zavise od stanja protočnog dela turbine i čistoće i zaptivenosti razmenjivača toplote u sklopu datog turbopostrojenja.

Kao što je već napomenuto, promene unutrašnjeg stepena korisnosti turbine se mogu odrediti na osnovu preciznih merenja dve osnovne veličine stanja, tj. pritiska i temperature na karakterističnim mestima u turbopostrojenju. Naravno, ovo uz uslov da vodena para u tačkama u kojima se vrši merenje bude pregrijana, što znači da na ovaj način nije moguće odrediti stepen korisnosti za deo turbine koji radi u oblasti vlažne pare.

Stanje čistoće i zaptivenosti površina za razmenu toplote u svim regenerativnim zagrejačima

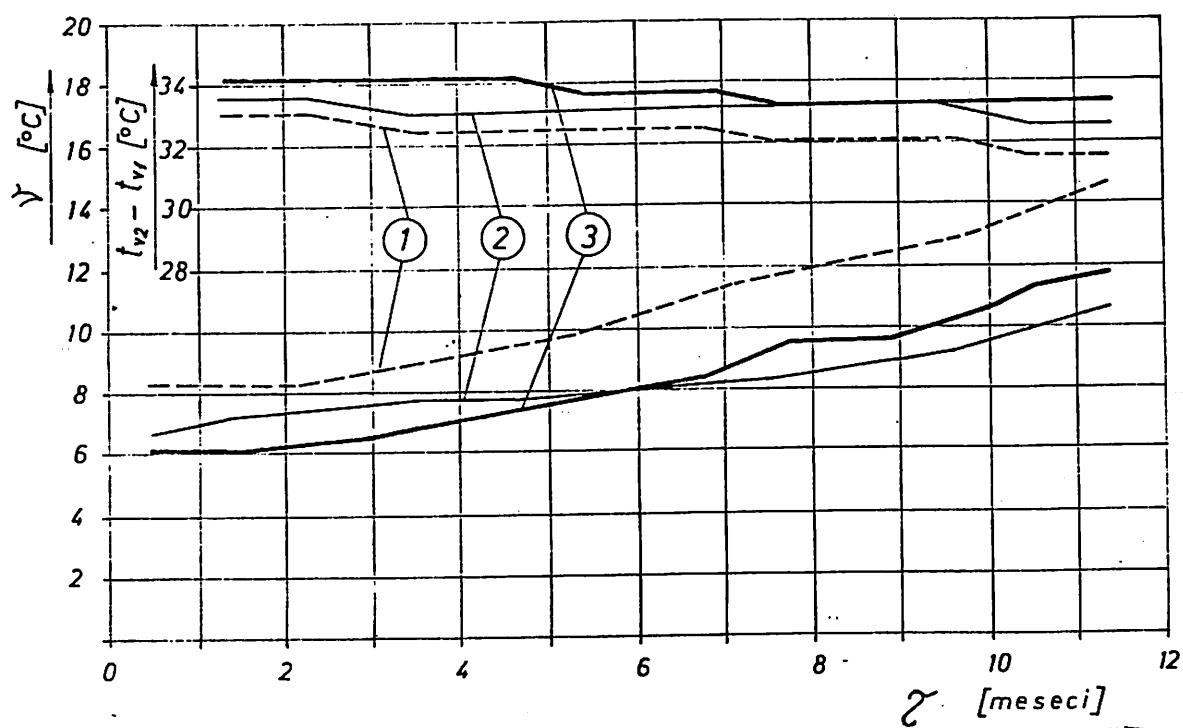
može se kontrolisati iz radnih karakteristika zagrejača, koje je relativno jednostavno i dovoljno tačno moguće određivati merenjima u karakterističnim uslovima eksploatacije.

Ukoliko se želi praćenje karakteristika rada turbopostrojenja u toku eksploatacije, treba da se na novom postrojenju (ili u nekom drugom repernom stanju) izvrše što je moguće preciznija merenja, da bi se odredile radne karakteristike turbine i sistema zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode. Nakon toga se u svim fazama eksploatacije mogu, iz radnih karakteristika turbine i sistema zagrejača, otkrivati nepravilnosti u radu postrojenja. Promene pritisaka pare na mestima oduzimanja, kao i krajnje temperaturske razlike na izlazu iz pojedinih zagrejača, ukazuju na promene unutrašnjeg stanja turbine, odnosno zagrejača. Na strani zagrejača često dolazi do pogoršanja rada zbog zaprljanosti i nezaptivenosti površina za razmenu toplote, zbog nedovoljno otvorenih ili zatvorenih ventila za dovod pare, odnosno obilaznih ventila, zbog neodgovarajućeg nivoa kondenzata u sливницима i sl.

U najvećem broju slučajeva se te promene ne primeta odmah u eksploataciji, jer je proces njihovog nastajanja relativno dugotrajan.

Jedan ilustrativan primer promene temperaturе napojne vode u zagrejačima, kao i krajnje temperaturske razlike u njima, prikazan je na slici 3. Na slici se vide promene temperatura koje su nastale za 3 zagrejača visokog pritiska u periodu od jedne godine.

U sklopu navedenog postupka određivanja radnih karakteristika regenerativnih zagrejača, ranije je naveden primer određivanja karakteristika zagrejača br. 2 i 4 na bloku snage 210 MW u TE „Nikola Tesla“. U literaturi [3] je u najkraćim crtama opisan postupak ispitivanja, način određivanja krajnjih temperaturskih ispitivanja, način određivanja krajnjih temperaturskih razlika i ostalih karakteristika. Ukupno je izvršeno 8 ispitivanja pri različitim opterećenjima bloka. Tom prilikom su merene, između ostalog, temeprature kondenzata, odnosno napojne vode ispred i iza svakog zagrejača, kao i pritisak pare na ulazu u pojedine zagrejače. Na osnovu tih vrednosti određene su veličine koje karakterišu rad sistema za zagrevanje napojne vode pri promeni snage turbine.



Sl. 3 – (prema literaturi [4])

Legenda: 1 – zagrejač br. 3; 2 – zagrejač br. 5; 3 – zagrejač br. 4

Sem ranije navedenih rezultata ovih ispitivanja, ovde se, ilustracije radi, daju vrednosti krajnjih

temperaturnih razlika i temperature napojne vode na izlazu iz zagrejača br. 6 i 7.

Rezultati su prikazani u sledećoj tablici:

Protok sveže pare (kg/s)	zagrejač 7		zagrejač 6	
	v (°C)	t <sub>v2</sub> /°C/	v (°C)	t <sub>v2</sub> (°C)
178	9,1	237,2	10,1	213,3
177	9,4	236,9	10,1	213,3
173	9,3	234,8	8,9	212,3
170	8,8	234,4	9,3	211,3
148	6,7	228,3	7,1	206,0
147	5,3	229,8	7,1	206,1
112	3,1	216,0	4,6	193,9
109	2,7	217,4	4,4	195,4

Kao što se vidi iz ovog i ranije objavljenih radova iz ove oblasti, krajnje temperaturne razlike i ostale radne karakteristike regenerativnih zagrejača za zagrevanje napojne vode u postrojenjima parnih turbina se mogu kontrolisati jednostavnim merenjima temperatura i pritisaka u određenim vremenskim razmacima. Upoređivanjem sa poznatim stanjem na novom postrojenju mogu se sa znatno većom pouzdanošću uočiti nedostaci u radu, preduzeti mere da se oni otklone i prikupiti pogonski podaci za pravilniji izbor novih postrojenja.

## SUMMARY

### Temperature Variations in Regenerative Heaters and Possibility of Determining the Variations Under the Conditions of Steam Unit Operation

Emphasized is the importance and possibility of investigation of operating systems for regenerative heating of feed water in operating power generating plants. The work is a continuation of past investigations in this area, and particularly indicates the possibility of calculating all characteristic heater parameters, the so called operating properties in line with a procedure much simpler compared with classical calculation, but still sufficiently accurate for engineering practice. The specific importance of the so called final temperature difference is noted, i.e. of the difference between the saturation temperature at removal pressure and feed water temperature at the outlet of given heater. This magnitude is the basic indicator of heater operating efficiency, and the paper presents an example of determination of this magnitude for heaters of a 210 MW unit.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Aenderung von Temperaturunterschieden in Regenerationserhitzern und Bestimmungsmöglichkeit für diese Veränderungen unter Bedingungen des Dampfblockbetriebs

Es wird auf die Bedeutung und Untersuchungsmöglichkeiten von Speisewassererhitzung in Wärmekraftwerken unter Betriebsbedingungen hingewiesen. Die Arbeit stellt Fortsetzung früherer Untersuchungen auf diesem Gebiet dar und weist auf Berechnungsmöglichkeit aller charakteristischen Erhitzergrößen hin, bzw. Betriebsscharakteristiken, nach dem Verfahren, das bedeutend einfacher von klassischen Rechnung ist, und genügend genau für die Ingenieurpraxis ist. Besonders wurde die Bedeutung des sogenannten Temperaturunterschieds, d.h. des Unterschieds zwischen Sättigungstemperatur beim Abnahmedruck und Speisewassertemperatur beim Austritt aus dem Ueberhitzer. Diese Grösse ist Grundkennziffer der Leistungsfähigkeit des Erhitzerbetriebs. In der Arbeit ist ein Beispiel zur bestimmung dieser Grösse an den Ueberhitzern eines Blocks von 210 MW Leistung aufgeführt.

## РЕЗЮМЕ

### Изменения разницы температур в регенеративных нагревателях и возможность определения этих изменений в условиях эксплуатации парового блока

Указывается на значение и возможность исследования рабочих характеристик системы регенеративного нагревания питательной воды в теплоэлектростанциях в условиях эксплуатации. Работа является продолжением ранних исследований в этой области и особо указывает на возможность расчета всех характерных величин нагревателя, так называемых рабочих характеристик, методом, который является значительно более простым, по сравнению с классическим расчетом и достаточно точным для инженерной практики. Особо подчеркнуто значение так называемой температурной разницы, т.е. разницы между температуры насыщения на дозлении отбиания и температуры питательной воды на выходе из данного нагревателя. Эта величина является основным показателем эффективности работы нагревателя. В работе приведен пример определения этой величины на нагревателях одного блока мощностью 210 МВт.

## Literatura

1. Bošnjaković, F., 1962: Nauka o topolini, dio prvi, Zagreb.
2. Perković, B., 1976: Promene temperature napojne vode sa promenom opterećenja kod parnog bloka sa regenerativnim zagrevanjem napojne vode, — Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd.
3. Perković, B., 1978: Radne karakteristike zagrebača za regenerativno zagrevanje napojne vode za termo-
4. elektrane. — Rudarski glasnik, Vol. 17 (1978) Nr. 1, Beograd.
4. Modern Power Station Practice, Volume 7, Operation and Efficiency, CEGB, Pergamon Press, 1971.
5. Perković, B., 1984: Promene parametara pare u turbinskim oduzimanjima i njihov uticaj na promenu temperature napojne vode. — Rudarski glasnik, Vol. 23(1984), Nr. 1, Beograd.

Autor: dr inž. Borislav Perković, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: dr N. Ćuk, Mašinski fakultet, Beograd  
Članak primljen 14.11.1984, prihvaćen 26. 12. 1984.

UDK 624.953.001.12 „B. Kidrič“ — Lukavac  
Stručni rad

## KONSTRUKCIJA REZERVOARA ZA SKLADIŠTENJE TEČNE ELEKTRODNE SMOLE U KHK „BORIS KIDRIČ“ – L U K A V A C

(sa 5 slika)

Dipl.inž. Slobodan Stupar – dipl.inž. Kostantin Stefanović

Postrojenje za proizvodnju granulisane elektrodne smole KHK „Boris Kidrič“ – Lukavac projektovano je u Zavodu za projektovanje i konstruisanje Rudarskog instituta – Beograd i izgrađeno je 1984. godine na osnovu tehnologije francuske firme PROABD–BEFS ENGINEERING, 68100 Mulhouse, Francuska. Danas se nalazi u proizvodnji i radi projektovanim kapacitetom.

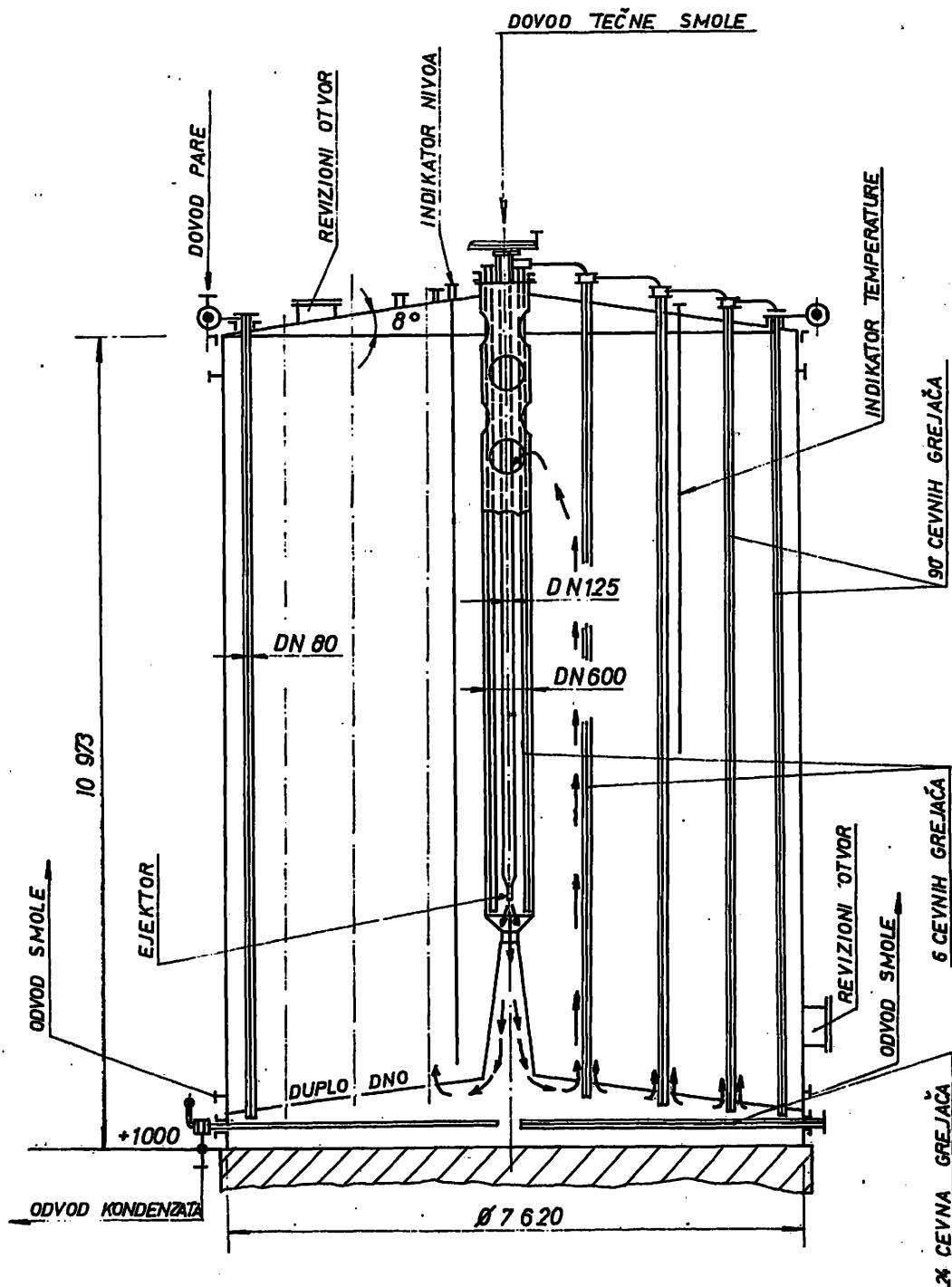
U okviru ovoga objekta projektovan je i konstruisan rezervoar za skladištenje tečne smole sa kapacitetom  $500 \text{ m}^3$  (vidi dispoziciju na sl. 1).

Tečna smola ( $P = 1 \text{ bar}$ ,  $T = 170^\circ\text{C}$ ) se dovodi iz procesa u rezervoar u centralnu cev nazivnog prečnika DN 125. Na završetku cevi urađen je raspršivač ejektorskog tipa (slika 2). Centralna cev je postavljena u centru cevi nazivnog prečnika DN 600. Grejanje smole omogućava 6 cevnih grejača kroz koje prolazi para ( $P = 12 \text{ bara}$ ). Ovi cevni grejači su postavljeni u zvezdastom rasporedu u odnosu na centralnu ejektorsku cev (sl. 2). Centralna cev DN 600 je potpuno perforirana, po svojoj dužini, i to omogućava kružno kretanje tečne smole, tj. stalno mešanje smole. Kruženje tečne smole je prikazano šematski na sl. 1. Uz pomoć grejača koji su postavljeni horizontalno u duplom dnu rezervoara (24 kom.) i grejača, postavljenih vertikalno po celoj visini rezervoara, tečna smola se u rezervoaru održava na temperaturi potreboj za otpremu. U slučaju zastoja sistema grejanja se može isključiti, tako da se smola u rezervoaru potpuno stvrdne.

Kod ponovne otpreme tečne smole uključuje se grejanje i smola se zagreva na potrebnu temperaturu.

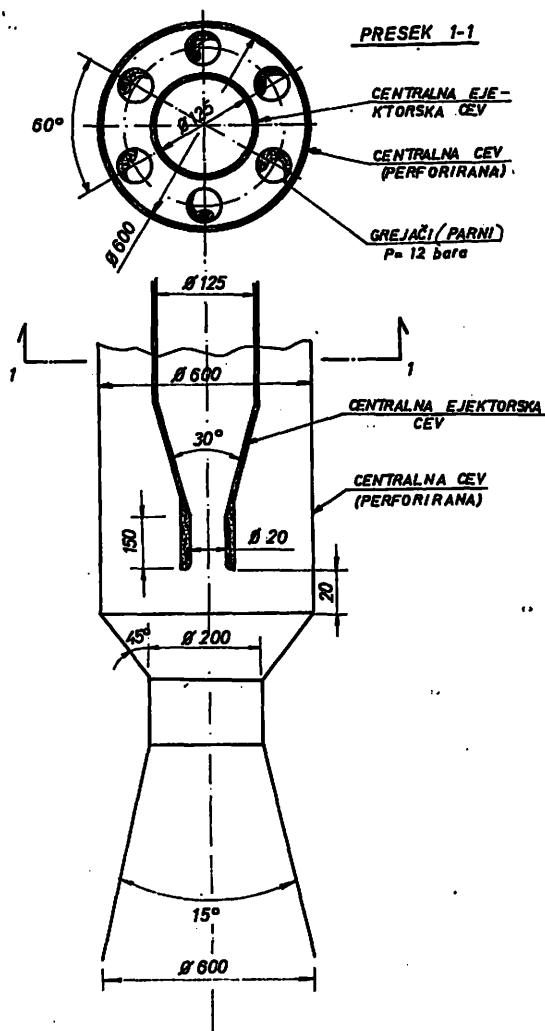
Na krovu i duplom dnu rezervoara izbušeno je (u 4 koncentrična kruga) 90 otvora DN 125 kroz koje se provlači 90 vertikalnih cevnih grejača DN 80. Raspored otvora na krovu i duplom dnu rezervoara dat je na sl. 3. Iz slike 3 se vidi da je na radijusu od  $R = 1050 \text{ mm}$  postavljeno 6 grejača sa centralnim uglom od  $60^\circ$ , na radijusu od  $R = 2050 \text{ mm}$  je postavljeno 12 grejača sa centralnim uglom od  $30^\circ$ , na radijusu od  $R = 2950 \text{ mm}$  su postavljena 24 grejača sa centralnim uglom od  $15^\circ$  i na radijusu od  $R = 3560 \text{ mm}$  je postavljeno 48 grejača sa centralnim uglom od  $7,5^\circ$ . Svi grejači su okačeni o krov rezervoara i slobodno vise u rezervoaru i svi su iste dužine od  $l = 10500 \text{ mm}$ . Raspored cevnih horizontalnih grejača je dat, takođe, na slici 3. Horizontalni grejači (24 kom.) su postavljeni na držače, zbog održavanja horizontalnog položaja, sa međusobnim centralnim uglom od  $15^\circ$ . Dužina horizontalnih grejača iznosi  $l' = 3580 \text{ mm}$ .

Svi vertikalni grejači su međusobno povezani, tako da se svi napajaju parom (12 bara i  $T = 190^\circ\text{C}$ ) iz jednog glavnog dovoda pare iz procesa. U gornjem „prstenu“ (na krovu rezervoara), koji povezuje sve vertikalne grejače, se prikuplja kondenzat pare iz vertikalnih grejača i dilatacionim cevovodom, po obodu rezervoara, se dovodi u donji „prsten“ (na dnu rezervoara). Odavde se napajaju kondenzatom pare svi horizontalni grejači



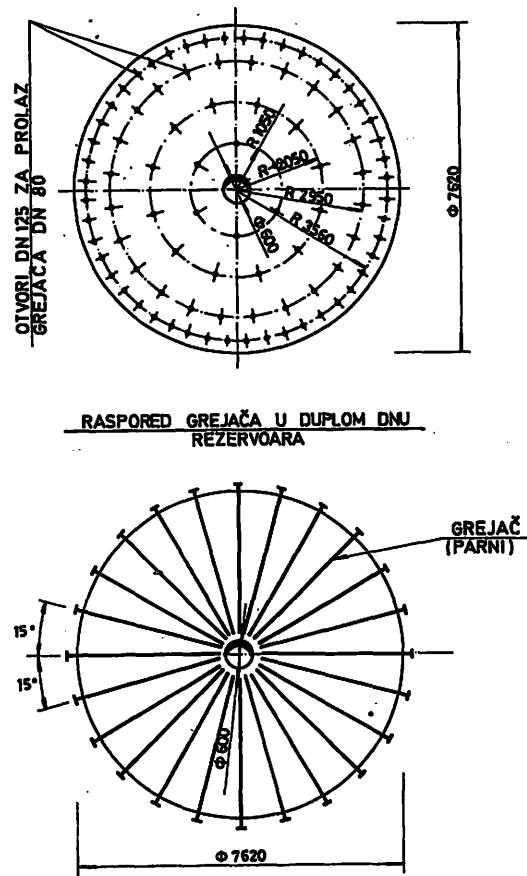
Sl. 1 — Dispozicija rezervoara za skladištenje tečne elektrodne smole.

u duplom dnu. Krajnji kondenzat se, takođe, skuplja u jedan „prsten”, koji povezuje sve horizontalne grejače u duplom dnu i iz ovoga se samo jednim glavnim odvodom, odstranjuje iz procesa. Detalj konstrukcije grejača i šematski prikaz kretanja pare dat je na sl. 4.



Sl. 2 – Raspršivač smole.

Na krovu rezervoara predviđeno je još nekoliko priključaka (otvora) za postavljanje indikatora temperature, indikatora nivoa tečnosti u rezervoaru i revizioni otvor za ulazak ljudi u unutrašnjost rezervoara u slučaju potrebe. Takav otvor postoji i na plaštu rezervoara, pri njegovom dnu.

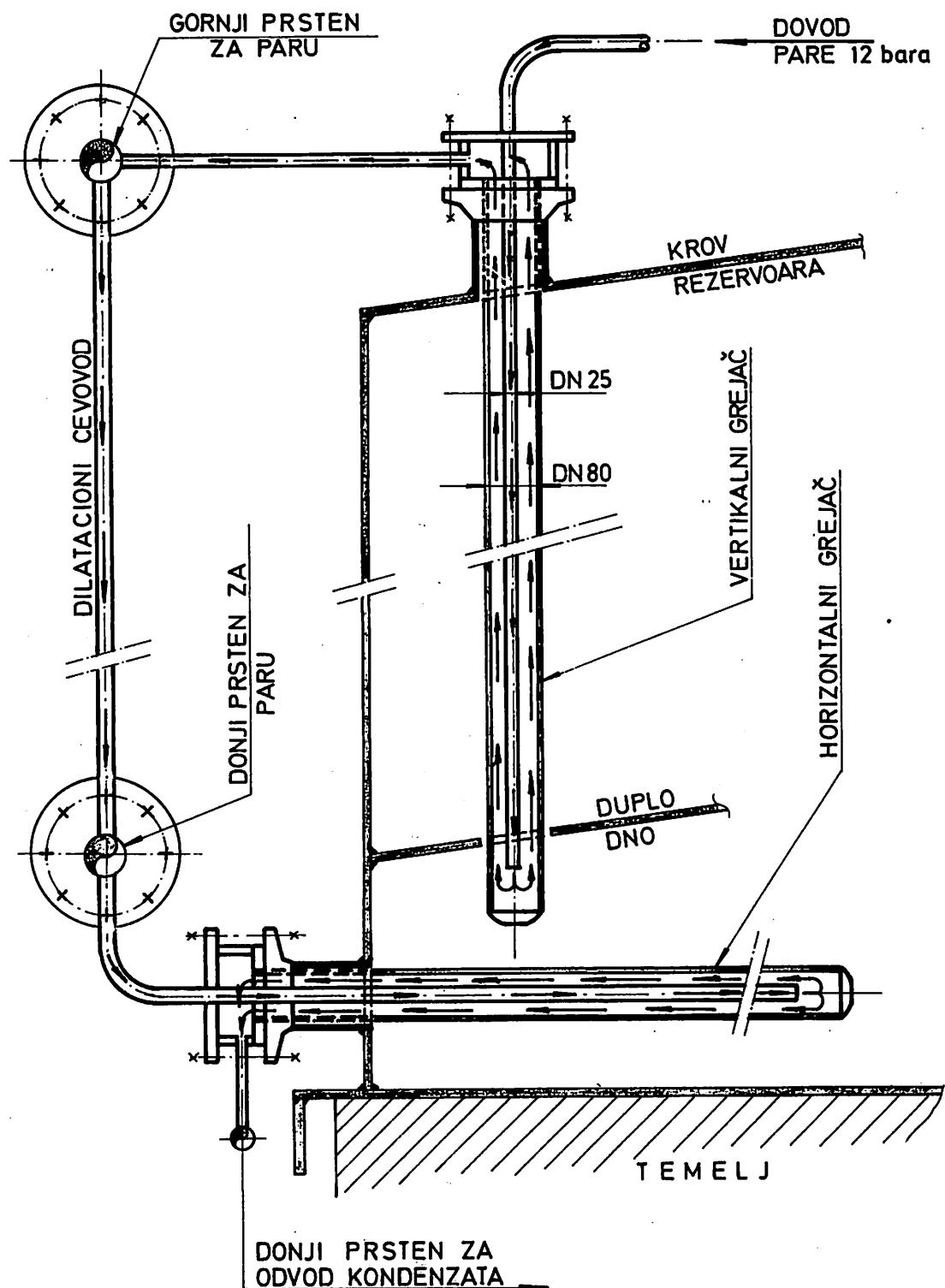


Sl. 3 – Raspored grejača (otvora) na krovu i duplom dnu rezervoara.

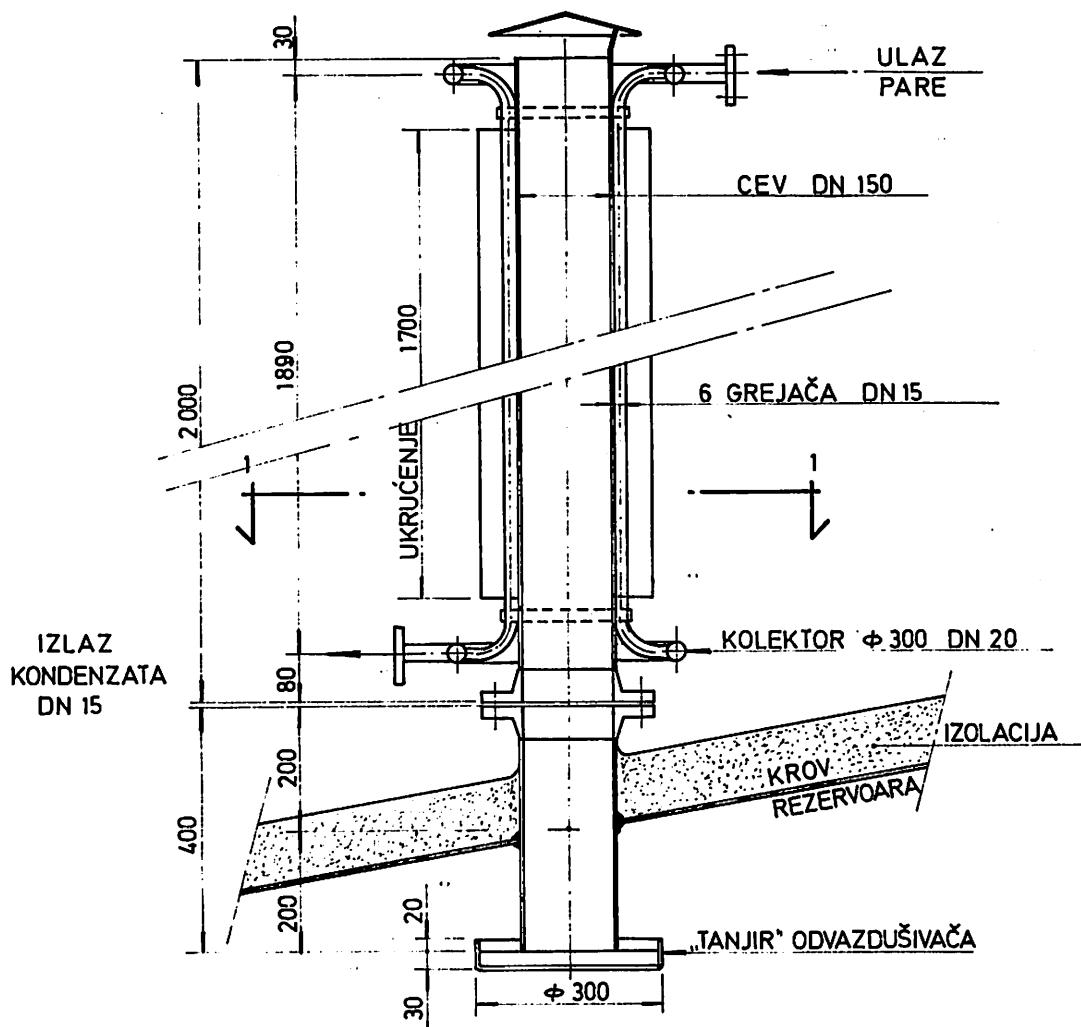
Iz procesa se posebnim vodom u rezervoar dovodi azot pod pritiskom 5 bara sa zadatkom da u rezervoaru stvara i održava inertnu atmosferu, tj. umiruje katanske pare koje se oslobođaju iz smole na temperaturi 170°C. Za zaštitu rezervoara od eksplozije, koja se može dogoditi u dva slučaja i to:

- usled rasta nivoa tečne smole u rezervoaru i pojava velikog pritiska para zbog sabijanja i
- usled konstantne otpreme (bez dopreme) smole kada se javlja potpritisak koji može potpuno da deformeši (slepi) bočne strane rezervoara

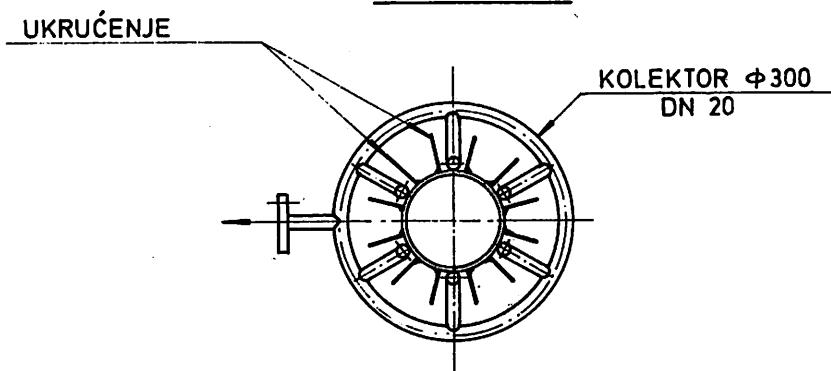
konstruisan je i izrađen „odvazdušivač“ – uređaj za odvazdušenje rezervoara. Uređaj je postavljen na krovu rezervoara. Ovaj „odvazdušivač“ poseduje u donjem delu, koji se nalazi u rezervoaru, najobičniji tanjur napunjen slojem tečne smole. Kod porasta



Sl. 4 – Detalj konstrukcije grejača i šematski prikaz kretanja pare.



PРЕСЕК 1-1



SI. 5 — „Odvazdušivač“

nivoa smole i porasta pritiska u rezervoaru, tečna smola u tanjiru odvazdušivača se penje uz njegove zidove, počinje da „kuva” i propušta mehure iz rezervoara u atmosferu. Kod pojave potpritiska tj. depresije u rezervoaru tečna smola u odvazdušivaču se spušta u „tanjur” odvazdušivača i pored nje i vazduh iz atmosfere ulazi u rezervoar. Na taj način se, u svim ekstremnim situacijama pritiska, u rezervoaru ostvaruje atmosferski pritisak, štiti konstrukcija samog rezervoara i potpuno eliminiše mogućnost eksplozije rezervoara. Konstrukcija odvazdušivača data je na sl. 5.

Rezervoar za skladištenje tečne smole ima prečnik  $\phi$  7620 mm i visinu 10973 mm što omogućava zapreminu od  $500 \text{ m}^3$ . Krov rezervoara

ra, duplo dno i dno rezervoara su napravljeni od Č.0361, debljine  $\delta = 8 \text{ mm}$ , a bočne strane rezervoara su od istog materijala, debljine  $\delta_1 = 6 \text{ mm}$ . Debljine limova za konstrukciju rezervoara su proračunate prema unutrašnjem pritisku u rezervoaru od  $50 \text{ g/cm}^2$  i uz dodatak na koroziju od 1 mm.

Prikazana konstrukcija rezervoara omogućava bezbedno i sigurno skladištenje oko 600 t smole u čvrstom stanju. Ugrađenim sistemom grejanja, smola se može dovesti do transportne temperature, odnosno održavati na potrebnoj temperaturi. Ovakav način skladištenja smole predstavlja doprinos naporima koji se čine za zaštitu čoveka i čovekove okoline od tehnoloških procesa za konverziju uglja.

#### SUMMARY

#### Construction of the Storage Tank for Liquid Electrode Resin in Coking and Chemical Combine „Boris Kidrič” – Lukavac

The paper presents the construction concept of the storage tank for liquid electrode resin erected in 1984 at the Plant for production of granulated resin in the Coking and Chemical Combine – Lukavac, SR Bosnia and Herzegovina.

The tank capacity is  $500 \text{ m}^3$ . It was constructed on the basis of data supplied by the French firm Proabd – Befs Engineering. The tank has been put into operation at its full capacity.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Behälterkonstruktion zur Lagerung des flüssigen Elektrodenpechs in KHK „Boris Kidrič“ in Lukavac

Es wurde die Behälterkonstruktion zur Lagerung von flüssigem Elektrodenpech, welches 1984 gebaut wurde in der Anlage zur Erzeugung von Elektrodenpech im Koksochemischen Kombinat „Boris Kidrič“ – Lukavac, SR BH, dargestellt.

Der Behälter hat eine Kapazität von  $500 \text{ m}^3$ . Er wurde auf Grund von Daten, die von der französischen Firma Proabd – Befs Engineering erhalten wurden, gebaut. Der Behälter ist in Betrieb genommen und arbeitet mit voller Leistung.

#### РЕЗЮМЕ

Конструкция резервуара для хранения жидкой электродной смолы в НХК „Борис Кидрич”, Лукавац

Дается концепция резервуара для хранения жидкой электродной смолы, который построен в 1984 году на Установке для производства гранулированной электродной смолы конс.-химического комбината „Борис Кидрич“ — Лукавац, СР Босния и Герцеговина.

Емкость резервуара  $500 \text{ m}^3$ . Резервуар построен на основе данных французской фирмы. Резервуар вступил в строй и работает на полную емкость.

Autori: dipl.inž. Slobodan Stuper – dipl.inž. Kostantin Stefanović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: dipl.inž. M.Mitrović, Rudarski institut, Beograd  
Članak primljen: 15.11.1984, prihvacen 26.12.1984.



# MANNESMANN DEMAG

### DEMAG BAGER GLODAR H 41 RADI VEĆ VIŠE OD 10 GODINA

DEMAG bager glodar konstruisan je tokom 1971., 1973. i 1974. godine za preduzeće Beton— und Monierbau GmbH, Innsbruk. Posle 15000 radnih časova to je još uvek neophodna mašina za izradu prostorija na raznim gradilištima.

Demagovi bageri glodari sastoje se iz hidrauličkog bagera H 41, kao osnovnog oruđa, i konzole za podsecanje, koja je smeštena na osnovnom oruđu. Tokom godina ove mašine su se pokazale kod mnogih izrada tunela kao sigurne i ekonomične u radu. Svojim širokim poljem rada i pokretljivošću, one se koriste i za izradu prostorija i predstavljaju univerzalna oruđa za izradu tunela i drugih predstavljačkih objekata. Naročita prednost je što se mogu koristiti i za normalne bagerske radove.

Prvi bager za podsecanje, koji se još i danas koristi, imao je kao pogonski motor hidraulički motor od 100 KS, koji pokreće centrala osnovnog oruđa bagera.

Na osnovu iskustava, stečenih posle prvih korišćenja, svi sledeći bageri opremljeni su električno pokretanim konzolama za podsecanje. U odnosu na hidraulički motor, elektromotor ima veću vučnu snagu, tako da se oruđa mogu koristiti i u stenama veće čvrstoće.

Pogonski motor glave za podsecanje ima snagu od 160 kW i hlađi se vodom, pri čemu se voda za hlađenje ili voda iz postrojenja za obaranje prašine prsa pomoću venca brizgalica, a kod stena, osetljivih na vlagu, u posebnom postrojenju za hlađenje u zatvorenom kružnom procesu.

Svi bageri za podsecanje imaju u osnovnom oruđu ugrađenu dizel hidrauliku, koja električno pokreće dopunsku hidrauliku od koje polaze svi pokreti dizanja, zakretanja i vožnje za vreme podsecanja. To je neobično korisno kod provetrvanja dužih tunela.

Ovi bageri se mogu koristiti u stenama sa tvrdoćom cca 1000 kp/cm<sup>2</sup>, a pod povoljnijim uslovima mogu podsecati i stene veće čvrstoće. Dosad su bili ekstremno teški uslovi u Bohumu. Tu su mašine morale da rade u stenama sa čvrstoćom od 1200 kp/cm<sup>2</sup>.

Dalja prednost bagera je veliko radno područje u odnosu na visinu, dubinu i širinu. Kod izrade prostorija u obliku kalote, naročito je povoljno teleskopiranje konzole za 1 m. Kod stena sa teškim uslovima rada može se, zbog velike pokretljivosti oruđa i dobre pristupačnosti izrađenog dela prostorije, posle podsecanja izraditi prethodno podgrađivanje, npr. prskanje betonom.

U preduzeću Beton— und Monierbau oruđa se nazi-vaju „dizel ili električna glodala“ u zavisnosti od vrste pogona. Prvo isporučeno osnovno oruđe bilo je, između ostalog, u radu na radilištima tunela za metro Bohum A 2 i sekciiju A 3/A. To je bila izrada celog profila tunela glodanjem.

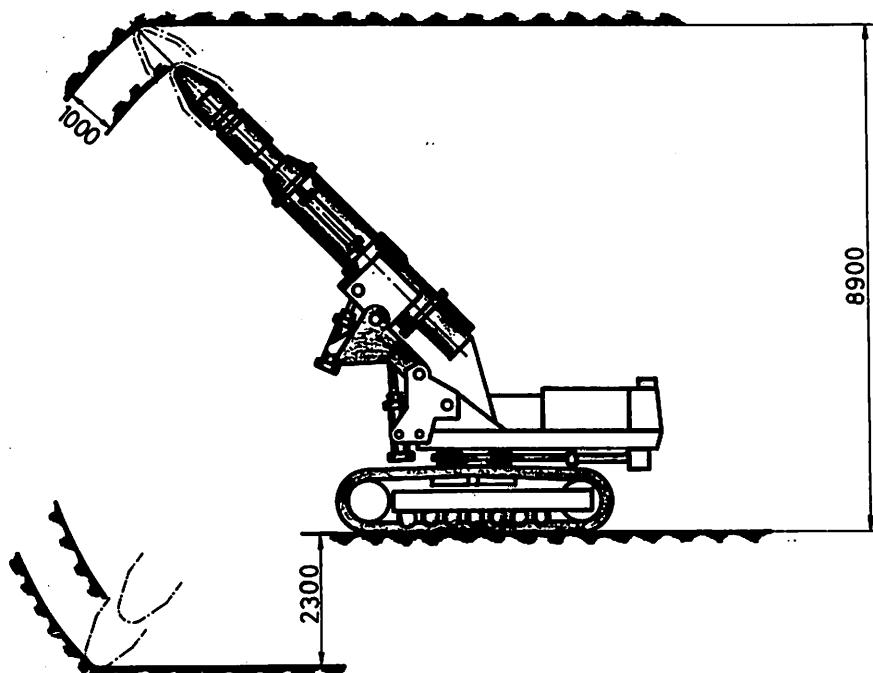
Tunel Fafenstein bio je izrađen u kaloti, kao i profilisanjem, Lorenzkirche glodanjem kompletног profila tunela, a Ganestein tunel glodanjem u kaloti i profilisa-njem.

Na gradilištu metroa u Nürnbergu mašina je data u zakup preduzeću Arge Hoch/Tief, Kunz i korišćena je za izradu prostorija i profilisanje. Kod tunela Altengronauer Forst korišćena je kod izrade prostorije u kaloti u dužini od oko 600 m, a kod Hohentwiel tunela za izradu u obliku kalote oko 1600 m.

I drugo „električno glodalo“ korišćeno je stalno i u dugim vremenskim periodima; između ostalog kod Arge Pfänder tunela za profilisanje, kod Vadua potkopa, Stuttgart, za izradu punog profila oko 100 m, na zapadnoj tangenti Bohuma za izradu u kaloti — sekacija 13. gradske železnice, Stuttgart, tunel Hazenberg za izradu u punom profilu.

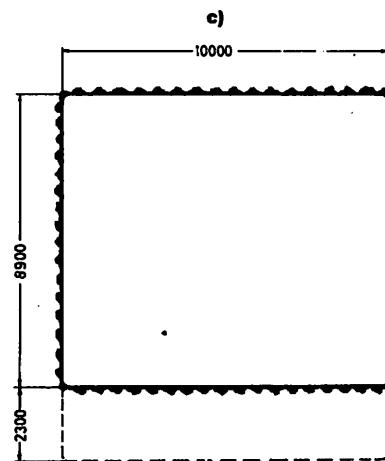
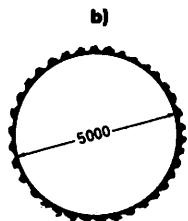
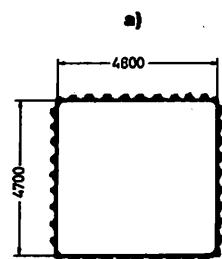
„Dizel glodalo“ korišćeno je prvi put u tunelu Lehrertal u Ulmu, a zatim u mnogobrojnim projektima tunela, npr. u Werfenu — sekacija 6, kod Arge Pack—zapad na Wolfsberg tunelu, Austrija, za radove na profilisanju, odnosno za rad u kaloti, na jednom gradilištu kod izrade metroa u Bohumu — sekacija A 3/A5, gde su korišćena sva oruđa.

Jednostavno rukovanje hvale svi korisnici. Svi električni pogonski motori potiču još od prve opreme. Od mašina iz 1973. godine dosad je samo jedna generalno popravljena, a druge generalne popravke će biti uskoro.



Dubina izbijenog profila

- a) maksimalni pravougaoni profil
  - b) minimalni kružni presek
  - c) maksimalno izbijanje iz mesta
- Širina se može povećati pomeranjem oruđa.  
Mere su date u milimetrima.



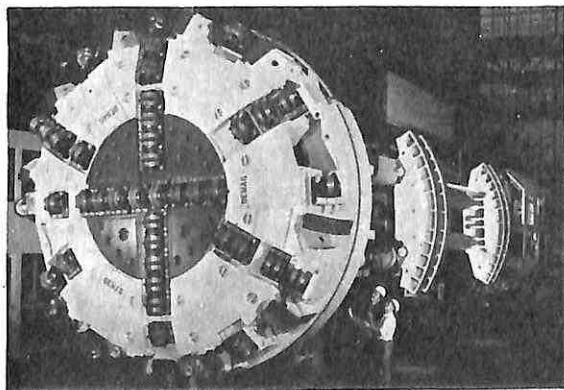


#### Mašine za izradu punih profila standardnih veličina

Mašine za izradu punih profila se izrađuju u sedam standardnih veličina za prečnike od 2,5 do 9 m. Njihove glavne karakteristike su: modularna konstrukcija sa dokazanim sastavnim delovima; evakuacija drobline ispod mašine; sploštena bušača glava sastavljena od nekoliko delova sa kontra usaćenim držaćima kruna i zadnjom

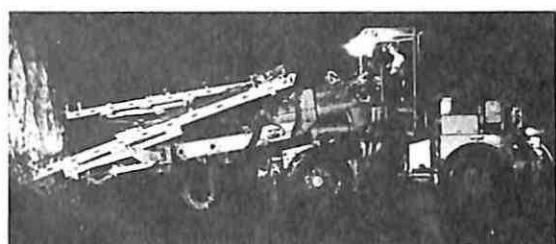
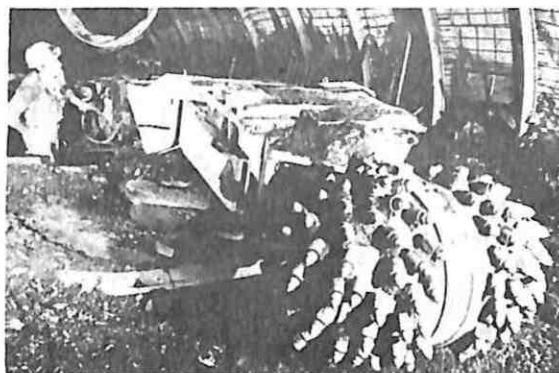
izmenom kruna; laka demontaža u manje delove pogodne za transport i brzo sklapanje. Oprema za postavljanje podgrade može mehanički da postavlja krutu ili elastičnu prstenastu podgradu, postavljajući prvi podgradni prsten neposredno iza pregrada za prašinu na mašini. Između njega i čela hodnika oblikovana krovna asura održava kontakt sa masivom pomoću hidrauličkih cilindara sve dok se ne ostvari pozitivno vezivanje masiva stalnom podgradom. Pored prstenaste podgrade na području mašine izrađuje se odgovarajuća radna platforma od montažnih delova.

*Mining Reporter 6*



#### Selektivna mašina za izradu hodnika STM 160

Nova selektivna mašina za izradu hodnika STM 160 je prerađena verzija dobro poznate mašine STM 132. Visina joj je 1400 mm, a snaga rezne glave od 160 kW čini je najnižom, a ipak najsnažnijom mašinom za izradu hodnika u srednjoj klasi do 45 t. Mašina je predviđena za primenu u lučnim i pravougaonim hodnicima visokim od 2 do 4,2 m, a širina hodnika od 6,2 m se izrađuje na mestu. Niski profil i postolje platforme mašine za izradu hodnika STM 160 su predviđeni za smeštaj posebne opreme kao što su uređaji za bušenje i postavljanje ankera ili postavljanje



podgrade. Po navodima proizvođača, nekoliko ovakvih mašina već uspešno rade u ugljenom basenu Lorene i u rudniku potaše Nojhof–elers.

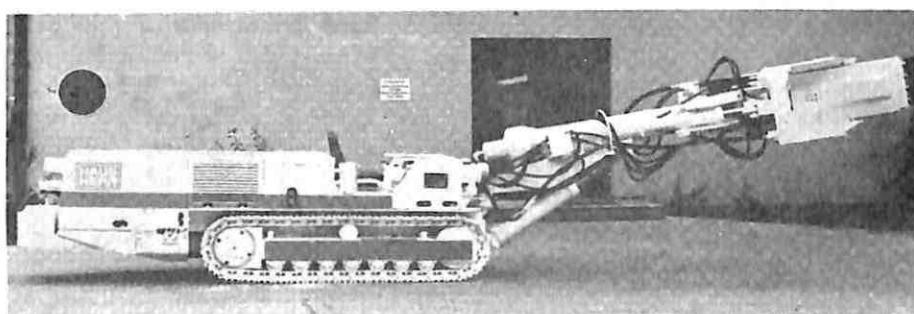
*Mining Reporter 10*

#### Okresivanje podine, utovar i ripovanje

Univerzalna Unisek serija je predviđena za okresivanje podine, utovar, profilisanje i povratno ripovanje jamskih hodnika. Unisek zadnji riper D 4281 sadrži vedro za

senzora, računara i mikroprocesora. Senzori obezbeđuju tekući položaj katarke, vozila i čekića i prenose ih, dok mikroprocesori srađuju informacije za pretvaranje iz analognog u digitalni oblik za poređenje sa programom i izdavanje komandi. Komande se pretvaraju u pokrete preko ventila. Računar, prema tvrdjenju, kontroliše funkcionisanje katarke potpuno automatski ili ručno. Kod automatskog ciklusa, visina i položaj svih bušotina su označene u koordinatnom obliku i programirani. Kod poluautomatske komande, visina i položaj bušotina se regulišu ručno. Kod ručne komande, svi pokreti se regulišu pojedinačno. Proizvođač navodi da se čak 90 raznih sistema bušenja mogu uskladištiti, svaki sa različitim brojem bušotina, položajem i uglom vozila.

*Mining Reporter 27*



okresivanje sa linijskim rotiranjem. Savršena pokretljivost mašine pri ripovanju ili proširivanju otkopnih hodnika omogućuje utovar otkopane mase na transporter ili deponiju, a istovarna visina je najviše 2,6 m. Velika udarna snaga hidrauličkih čekića vedra za okresivanje i optimalni dodirni pritisak od 440 mm posmačnog bloka čekića obezbeđuju efikasno usitnjavanje stene. Miniranje je u potpunosti eliminisano. Veliki komadi se efikasno smanjuju na utovarnu krupnoću putem hidrauličkih čekića.

*Mining Reporter 12*

#### Mikroprocesorski kontrolisan „Jambo“ za bušenje

Automatski kontrolni sistemi koje je konstruisao jedan proizvođač rudarskih mašina, predviđeni su za Bupec univerzalne hidrauličke bušaće katarke radi povećanja produktivnosti Pentafore „Jambo“ opreme, a time i ostvarivanje većeg otkopnog kapaciteta u hodnicima. Prilagođen za jamske uslove, ovaj sistem se sastoji od

#### Računarski kontrolni sistem za oklopnu podgradu

Novi interno bezbedni računarski kontrolni sistem za oklopnu podgradu pruže više mogućnosti izbora: pojedine funkcije su obuhvaćene ručicom za zatvaranje. Unapred odabrani bi–di regulatori će aktivirati desni ili levi susedni oklop pritiskivanjem dirke. Ako se izabrani program ne izvodi kada se oklop ostavi, kontrolna funkcija se automatski isključuje posle kraćeg vremena. Kod bi–di kontrole sve pojedinačne funkcije su moguće, kao i kontrola susednih oklopa, oslobađanje, napredovanje, postavljanje. Tokom pomeranja krovni nosač se oslobađa, potisni cilindar se uključuje i kada se ostvari napredovanje podgrada se ponovo postavlja na minimalni pritisak. Funkcija „pužasti transporter“ poprima oblik stop–funkcije i automatski se prekida tokom napredovanja oklopa. Postavljanje na puno opterećenje se programira na sličan način. Sistem će postaviti podgradu na potrebno opterećenje, ukoliko je dirka bila prethodno pritisnuta uz dostizanje minimalnog pritiska za postavljanje.

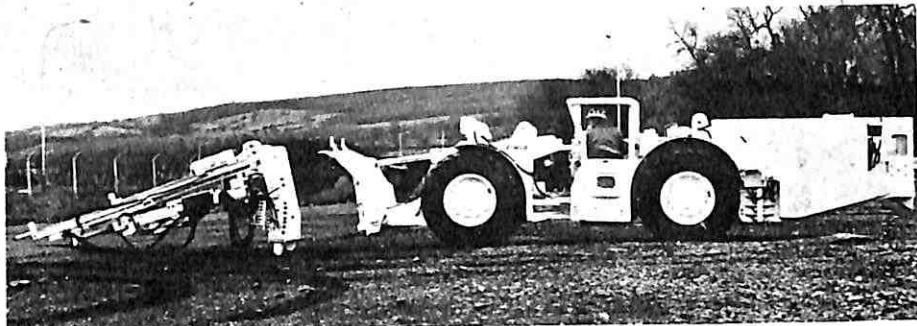
*Mining Reporter 96*

### Višenamensko vozilo

Višenamensko vozilo 913 QDS može biti opremljeno FLP dizel ili električnim motorima radi zadovoljenja zahteva rudnika i ima brzi izmenjivački (QDS) sistem koji

omogućuje korišćenje oko 30 raznih priključaka na istom vozilu, kao što su burgije, utovarne kašike, radne platforme, platforme za transport materijala i kabine za osoblje.

*Mining Reporter 103*



### Iz rudarske prakse

*Časopis „Rudarski glasnik“ želi da upozna javnost sa učincima postignutim u rudniku Belo Brdo pre pola veka.*

Pratnekar, J., 1939: Globoki podkop. — „Tehnički nameščenec“, br. 4,5 i 6, Trbovlje

### INFORMACIJA O IZRADI POTKOPA BELO BRDO

U originalnom članku veoma detaljno su prikazani pripremni radovi za izradu potkopa, opis potkopa, pojednost o načinu rada, tj. način bušenja i miniranja, utovar i odvoz iskopine, podgrađivanje i provetranje.

Posebno su interesanti i značajni mesečni napretci, podaci o radnoj snazi i visini i odnosu osnovnih plata i premija za ostvarene efekte, kao i pregled pojedinih i ukupnih troškova za izradu potkopa.

#### Osnovni podaci o potkopu

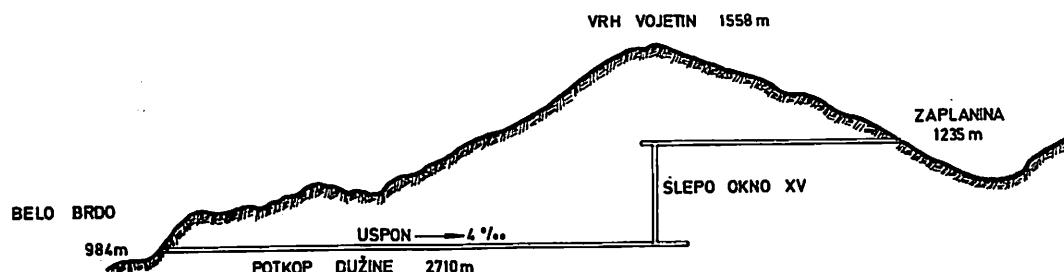
Ulaz u potkop je lociran na jugozapadnim padinama Kopaonika, na k. 984 m, u blizini sela Belo Brdo. Udaljen je oko 20 km od najbliže železničke stanice Lešak.

U vreme izrade potkopa putevi su bili veoma loši, tako da su sva oprema i materijal dopremani zapregama.

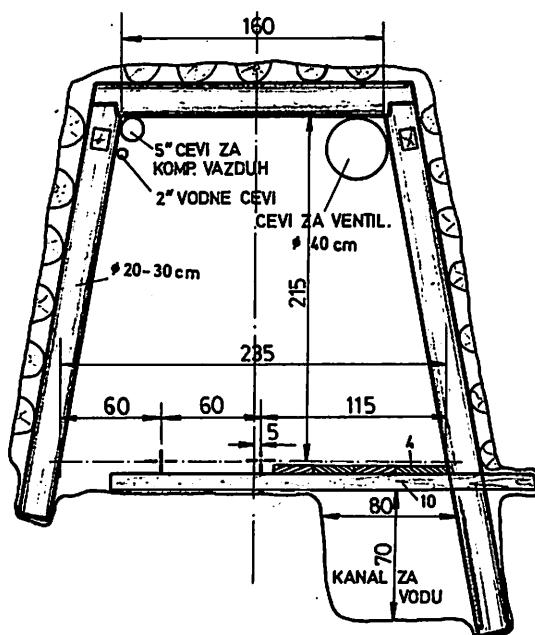
Potkop je projektovan sa ciljem da se istraži ležište, ali istovremeno i kao glavni izvozni objekat, za odvodnjavanje i ventilaciju budućeg rudnika.

Dužina potkopa je 2710 m, sa usponom od 4 % i uzdužnim profilom datim na slici 1.

Na svakih 500 m izrađivana je mimoilaznica u dužini 30–40 m. Kolosek je bio od šina teških 9 kg/m<sup>2</sup>, sa hrastovim pragovima 10/12 cm, postavljenim na rastojanju 60–80 cm.



Sl. 1 – Uzdužni profil.



Sl. 2 – Poprečni presek potkopa.

Zbog ventilacije potkopa postavljen je cevovod sa prečnikom 400 mm, dok su cevi za komprimirani vazduh imale prečnik 5", a za tehničku vodu prečnik 2".

U boku potkopa izrađen je kanal za odvodnjavanje, širok 80 cm i dubok 70 cm, koji je prekriven daskama od 4 cm.

Značajno je, da je pri izradi potkopa na prvom kilometru pritok vode bio  $2 \text{ m}^3/\text{min}$ , koji se povećavao pri presecanju pojedinih kontaktnih zona, da bi na stacionazi 2 km, pritok iznosio  $10 \text{ m}^3/\text{min}$ , što je obustavilo radove za samo 16 časova. Nakon tog priliva na  $6 \text{ m}^3/\text{min}$  radovi su nastavljeni.

Potkop je do polovine dužine rađen kroz tvrdi andezit, dok je u drugoj polovini rađen kroz serpentin. Ističe se, da je potkop u vreme izrade podgrađen na oko 3/4 dužine.

### Preparatory work

During the construction of the object, basic auxiliary buildings were built – barracks and so on:

- kompresorica – for two drive compressors Ingersoll Rand, type 20, motor power 45 KS
- priručni magacin
- radionica
- pisarnica
- sarmačke barake
- ambulanta.

Besides the above, energy from the nearby stream was used to power a 40 KS water turbine, which was connected to a ventilator.

Technical staff consisted of manager, supervisors, miners and workers for maintaining equipment – bravers, who were also responsible for hygiene and water supply of employees, as well as monitoring pit water.

Remaining technical staff consisted of miners from the area.

### Organization of work

Work was carried out in three shifts of 8 hours each. In each shift, two cycles were performed, i.e. two minishifts of 1.5 m, with loading and unloading of skips. Only under exceptional circumstances, one cycle was performed in a shift.

In one shift, work on the tunnel was carried out by the following staff:

- 3 miners
- 3 assistant miners
- 2 skip handlers
- 4 drivers.

Besides the above, miners worked on the tunnel, who were responsible for closing and opening the tunnel, as well as handling skips. In one shift, there were 51 miners.

– miners (including closers and openers)	18
– assistant miners	8
– drivers	18
– bravers	2
– in the workshop	5

Pre miniranja na pod potkopa su postavljene limene table u dužini 4—8 m od čela. Posle miniranja i provetrvanja čela, dva rudnika uz pomoć rudara su prebacivala iskopinu dalje od čela, kako bi se rudarima omogućilo bušenje gornjeg dela čela. Početkom bušenja, otpočinjao bi ručni utovar iskopine u vagonete. Pri tome bi u gornjem delu čela istovremeno bušila 2 rudara. Prebacivanjem iskopine dalje od čela i njenim utovarom, stvarala se mogućnost bušenja donjeg dela čela, kada su radila po tri rudara.

Pri ovakvom radu ciklus bi se završio za 4 časa sa sledećom raspodelom radnog vremena u uslovima rada u srednje čvrstoj steni:

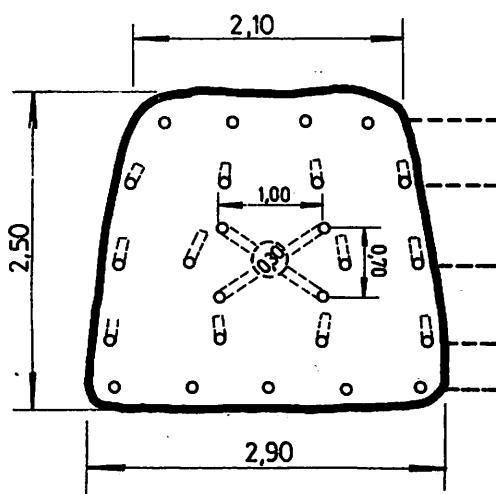
— provetrvanje	15 min
— prebacivanje iskopine, okucavanje, spajanje cevi i čišćenje koloseka	20 min
— bušenje gornje polovine čela i utovar iskopine	1 h 30 min
— čišćenje iskopine sa donje polovine čela i produžetak (privremenog) koloseka	20 min
— bušenje donje polovine čela	1 h 15 min
— izduvavanje i punjenje bušotina	20 min
Svega: 4 h 00 min	

Podgrađivanje je vršila posebna grupa, koja je radila iza grupe na izradi potkopa. Iskopina iz kanala prebacivana je sa suprotne strane potkopa, a njen utovar vršen povremeno, kada su uslovi to dozvoljavali.

### Bušenje i miniranje

Bušenje je vršeno prema utvrđenom rasporedu minskih bušotina, koji je zavisio od vrste materijala, kroz koji je potkop rađen.

U tvrdem, silifikovanom andezitu, bušeno je 25 bušotina, a u mekšem serpentinu samo 13 minskih bušotina, pri čemu je korišten klinasti zalom.



Sl. 3 – Raspored minskih bušotina u potkopu.

Korišćeni su bušači čekići Ingersol Rand tipa I.R. 39, teški 21 kg, bez potporne noge.

U tvrdim stenama je ostvarivan napredak od 20,7 cm/min, a u mekšim 11,5 cm/min (zbog zaglava), dok su u proseku bušotine dugačke 1,6 m bušene za 5 do 10 minuta.

Pri bušenju svake bušotine, dleta dugačka 1 do 1,8 m su menjana 3—4 puta, a prečnik bušotina iznosio je 38 do 42 mm. Da bi se pri menjanju dleta izgubilo što manje vremena, rudarima se dodavao posebno određen radnik.

Pri jednom miniranju, u tvrdim stenama, u 24—25 bušotina, dugačkih po 1,6 m, stavljen je u proseku 26 kg eksploziva i ostvarivan napredak od 1,5 m.

### Utovar i odvoz iskopine

Na svakih 500 m potkopa izrađivane su stalne mimoilaznice, na kojima je vršena izmena punih i praznih vozova. Čelo potkopa je pratila prenosna skretница, koja je omogućavala da se do miniranog materijala dođe sa dva koloseka. Tako su stvarani uslovi da se istovremeno vrši utovar u dva vagona. Svaki vagon su ručno tovarila po dva vozača, koji su i gurali punе i prazne vagonе.

Korišćeni su jamski vagoneti sa zapreminom  $0,50 \text{ m}^3$ .

Imajući u vidu profil potkopa, po jednom miniranju, dobijalo se oko  $10 \text{ m}^3$  čvrste mase, pa je odvoženo po 25 vagona. Međutim, zbog pojava natprofila i potrebe za podgrađivanjem, često se po jednom miniranju odvozilo 40 do 50 vagona, odnosno u jednoj smeni 80 do 100 vagona.

Ručni utovar je bio olakšan zbog sistematskog postavljanja limenih tabli koje su se polagale pre miniranja.

Do stalne mimoilaznice vagoni su ručno gurani, dok je dalji odvoz vršen konjskom zapregom. U svakoj smeni radila su po dva konja, a svaki je vukao kompoziciju od po 6 do 8 vagona.

### Podgrađivanje i postavljanje koloseka

Podgrađivanje je vršeno okvirima od jamske građe sa vezom na Zub. Najpre je postavljana privremena podgrada, a nakon izrade kanala za odvodnjavanje, postavljena je stalna podgrada. Pri tome je stojka na strani kanala za odvodnjavanje postavljena na njegovom dnu.

Privremeni kolosek se postavlja na gvozdjenim pragovima i produžavao po potrebi, dok je stalni kolosek postavljan svakog 3. ili 4. dana rada.

Napominje se, da je pri postavljanju stalnog koloseka, ovaj kompletiran van potkopa, a uvožen zajedno sa pragovima. Stalni kolosek su postavljala dva prugara, koji su bili zaduženi i za održavanje već postavljenog koloseka.

### Kanal za odvodnjavanje

Veliki priliv vode u potkopu ustavio je da kanal bude širok 80 cm, a dubok 70 cm. U zonama sa čvršćim stenama, kanal je rađen miniranjem, dok je u zonama gde su stene bile mekše, kanal izbijan ručno, pomoću dijete i čekića.

Čišćenje kanala vršeno je neposredno iza čela potkopa, tako da je materijal prebacivan uz bok potkopa sa suprotne strane koloseka. Utovar ovog materijala vršen je kada su prilike u potkopu to dozvoljavale.

— septembar	215 m
— oktobar	230 m
— novembar	210 m
— decembar	295 m
— januar 1937. godine	260 m
— februar (polu meseca)	77 m
	2.710 m

### Provetravanje potkopa

Autor originalnog članka ističe da je provetravanje potkopa nakon jednog miniranja trajalo 10 minuta.

Pri izradi potkopa ostvaren je prosečni napredak od 7 m/dan, a najveći napredak je iznosio 13 m/dan.

Interesantan je bio način nagrađivanja pojedinih kategorija radnika. Zapravo, osnovne plate su bazirane na mesečnom napretku od 155 m. Za svaki dalji metar u napredovanju isplaćivan je dodatak.

U daljem pregledu date su osnovne plate za planirani napredak od 155 m/mesec i dodatak za ostvareni napredak od 250 m mesečno (plate su date u dinarima/dan).

	Osnovna plata za 155 m	Dodatak za 250 m	Odnos u % 3:2
— kopač na čelu	70	50	71,43
— pom. kopača na čelu	45	43	96,55
— vozač	30	38	126,66
— tesar	50	41	82,00
— kopač kanala i prugara	45	39	86,66
— pom. kopača kanala i prugara	35	39	111,43

Provetravanje je vršeno kompresiono pomoću cevi sa prečnikom 400 mm. Posebna pažnja posvećena je spojevima cevi, koji su ostvarljani pomoću zavrtnja, a sam spoj osiguravan platenim trakama natopljenim katranom.

Za provetravanje je korišćen ventilator sa kapacitetom  $1,5 \text{ m}^3/\text{s} = 90 \text{ m}^3/\text{min}$ . Na dužini od 1.500 m, kapacitet ventilacije je pao na  $45 \text{ m}^3/\text{min}$ , te su na svakih 500 m postavljeni cevni ventilatori marke Flottman, tako da je čelo potkopa pri kraju izrade obezbeđivano sa  $56 \text{ m}^3/\text{min}$  vazduha.

Iz pregleda se vidi, da je najveći dodatak isplaćivan radnicima, koji su ulagali najveći fizički napor, zapravo vozačima, koji su vršili utovar i pomoćnicima kopača kanala.

Takođe je karakteristično, da su radnici na čelu imali za 140% (70:50) veću osnovnu platu od tesara, za 155% (70 : 45) veću od kopača kanala i prugara, a za 233,3% (70 : 30) veću od vozača.

Ovaj odnos se menjao, kada se uzmu u obzir osnovna plata i dodatak, i iznosio je:

- rudar na čelu: tesar =  $(160 : 91) \times 100 = 131,87\%$
- rudar na čelu : prugar =  $(120 : 84) \times 100 = 142,86\%$
- rudar na čelu : vozač =  $(120 : 68) \times 100 = 176,47\%$

Autor originalnog članka dao je i prikaz troškova za izradu potkopa po metru dužnom, što ukazuje na precizno vođenu evidenciju i drugo što prati ovaj obračun.

### Tehničko–ekonomski pokazatelji

Izrada potkopa počela je u januaru 1936. godine, a potkop je u dužini od 2710 m, završen za 13,5 meseci, tj. polovinom februara 1937. godine.

U pojedinim mesecima ostvareni su sledeći napretci:

— januar 1936. godine	118 m
— februar	130 m
— mart	162 m
— april	170 m
— maj	190 m
— juni	210 m
— juli	203 m
— avgust	250 m

## Pregled troškova

Razni troškovi	Mesečno napredovanje (m)									
	118	130	152	170	180	210	203	250	215	
Troškovi po metru i dinarima										
UKUPNI TROŠKOVI	4854	3669	3819	3389	3372	3289	3790	3533	3888	
Troškovi sa glavnim izdacima	3154	2804	2814	2708	2682	2825	3191	3004	3306	
Neposredni troškovi	2725	2294	2388	2246	2101	2373	2637	2524	2728	
Napredovanje čelnog mesta	995	945	1044	961	880	973	1200	997	1081	
Pogonska snaga	473	658	479	349	269	289	258	254	274	
Ovodnici kanal	83	154	186	220	270	252	259	280	302	
Otpremanje jalovine	113	121	190	292	291	280	311	366	362	
Provjetravanje	21	43	62	52	39	41	29	27	44	
Eksploziv					452	465	598	550	577	

dipl.inž. Ljubomir Blažević  
dipl.inž. Velibor Kaćunković

### RAZDVAJANJE SULFIDA BAKRA—OLOVA I CINKA POSTUPKOM FLOTACIJE

1. Wright W. R., Patel C. P.: „Falconbridge Copper Ltd, Lake Dufault Division, in Milling Practice in Canada” (izdanje D.E.Pickett), CIM, 1978., str.164.
2. Bez autora: „Swedish mills—flowsheets, operating data”, World Mining, oktobar 1977. str. 137.
3. Bez autora: „Bleikvassili and Mofjell”, Mining Magazin, novembar, 1980., str. 427
4. Stemerowicz A. I., Leigh G.W: „Flotation techniques for producing high recovery bulk Zn—Pb—Cu—As concentrates from a New Brunswick massive sulphide ore”, CANMET izveštaj, avgust 1979. str. 79.
5. Barber, G. i dr.: „Exploration of complex sulphide deposits: a review of processing options from ore to metals in Complex Sulphide Ores” (izdanje M.J.Jones), IMM, 1980. str. 135.
6. Cases J. M.: „Finally disseminated complex sulphide ore, in Complex Sulphide Ores” (izdanje M.J.Jones), IMM, 1980, str. 234.
7. Wallinger W.N.: „Current operating practice at the Cyprus Anvil Concentrator”, CIM Bulletin, januar 1978., str. 134.
8. Kakovskij I.A.: „The theory of the effect of Cyanides in flotation”, Publikovano u materijalima Druge naučno-tehnološke konferencije Mehanobra, 1952.
9. Anoniman autor: „Nanisivik Mines Ltd, in Milling Practice of Canada” (izdanje D.E. Pickett), CIM, 1978. str. 220.
10. Hopper R.: „The emergency of modern Irish metal mines”, Engineering Mining Journal, oktobar 1977. str. 81.
11. Willis B. A.: „Pyhasalmi and Vihanti concentrators”, Mining Magazin, septembar, 1983., str. 176.
12. Clifford K. L. i ostali: „Galena—Sphalerite—Chalcopyrite flotation at St. Joe Minerals Corporation”, Mining Eng., februara 1979. str. 180.

13. Mc Tavish S.: „Flotation practice at Brunswick Mining”, CIM Bulletin, februara 1980., str. 115.
14. Powell C. R.: „Asarco Jnc., Buchans Unit, in Milling Practice in Canada (izdanje D.E. Pickett), CIM, 1978., str. 115.
15. Wyllie R.J.: „Minera Madrigal goes deeper for more tonnage” – World Mining, oktobar 1980., str. 60.
16. Allan W., Bourke R.D.: „Mattabi Mines Ltd., in Milling Practice in Canada” (izdanje D.E. Pickett), CIM, 1978., str. 175.
17. Eccles A.G.: „Western Mines Ltd., in Milling Practice in Canada (izdanje D.E. Pickett), CIM, 1978., str. 200.
18. Bradley F. i ostali: „Willroy Mines Ltd., in Milling Practice in Canada” (izdanje D.E. Pickett), CIM, 1978., str. 203.
19. Brooks L.S., Barnett C.: „Noranda Mines Ltd. — Geco Division, in Milling Practice in Canada” (izdanje D.E. Pickett) CIM, 1978., str. 182.
20. Cecile J. L. i ostali: „Galena Depression with chromate ions after flotation with xanthates: a kinetic and spectrometry study, in Complex Sulphide Ores” (izdanje M.J. Jones), IMM, 1980., str. 159.
21. Kubota T. i ostali: „A new method for copper lead separation by raising pulp temperature of the bulk float”, XI Međunar. kongres pripreme i koncentracije, Cagliari, Instituto di Arte Mineraria, Cagliari, 1975.
22. Pazour D.A.: „Morococha — five product mine shows no signs of dying”, World Mining, nov., 1979. str. 56.
23. Beck R.D., Chamaert J.J.: „The Broken Hill concentrator of Black Mountain Mineral Development Co (Pty) Ltd., South Africa, in Complex Sulphide Ores (izdanje M.J. Jones), IMM, 1980., str. 88.
24. Burns C.J., Duke P.J., Williams S.R.: „Process development and control at Woodlawn Mines”, XIV Međunarodni kongres PMS, Toronto, oktobar 1982.

## II – Iskustva u svetu pri tretiranju ruda bakra, olova i cinka postupkom flotacije

### Opšti osvrt

U ovom delu prikazuje se tehnološka problematika pripreme ruda bakra i cinka, zatim ruda bakra–olova i cinka primenom flotacije. Pored prikaza teorijsko–praktične problematike tretiranja navedenih ruda u svetskoj praksi obuhvaćen je i prikaz nekih od postrojenja u svetu karakterističnih po tretiranju odgovarajućeg tipa ovih metaličnih sirovina.

### Flotacija bakro–cinkovih ruda

Selektivna proizvodnja koncentrata iz ruda koje sadrže ekonomski količine bakra i cinka komplikuje se sličnim tehnološkim karakteristikama halkopirita i aktiviranih minerala cinka.

U flotacijama Cu–Zn ruda, kada je galenit odsutan, ili nije prisutan u ekonomičnim količinama, kreč se skoro univerzalno koristi za održavanje alkalicitnosti sredine pri vrednosti pH = 8–12 i pri reaktiviranju minerala cinka putem taloženja jona teških metala na površini čestica minerala metala. U nekoliko slučajeva se pokazalo da je dodavanje kreča u ciklusima mlevenja i flotiranja dovoljno da onemogući flotaciju minerala cinka. U daleko većem broju slučajeva kreč sam nije dovoljan, već je neophodno dodavanje još nekog od odgovarajućih deprimatora.

Natrijum–cijanid se često dodaje u manjim količinama (0,01–0,05 kg/t) u ciklusu mlevenja i prečišćavanja. Ako je prisutan u većoj količini, halkopirit se takođe deprimira.

Cink–sulfat se takođe koristi zajedno sa cijanidom, a u nekim slučajevima se primenjuju deprimatori kao što su: natrijum–sulfit (ili bisulfit) i sumpor–dioksid. Površina pirita i sfalerite može da adsorbuje sulfitne jone, koji sprečavaju adsorpciju kolektora, a redupciono delovanje sulfatnih jona može da onemogući oksidaciju i rastvaranje bakra, sprečavajući time aktivaciju minerala cinka i gvožđa.

Posebno kondicionirana, flotiraju se minerali bakra korišćenjem nekog od ksantata ili, ako mineralni sastav dozvoljava, može se koristiti i selektivni kolektor kao što je na primer, izopropil–tionokarbamat (Z–200). Tipični koncentrat bakra sadrži 20–30% Cu i do 5% Zn. Jalovine flotacije bakra se aktiviraju sulfatom bakra, a minerali cinka se flotiraju po već opisanom postupku.

### Praksa flotacije u postrojenju Pyhasalmi

Upravo zbog neophodne striktnе kontrole dodavanja reagenasa pri selekciji bakra od cinka primenjuju se kontinualno delujući „on–stream X–rej” analizatori za

pojedine tehnološke tokove pulpe zajedno sa određenim oblicima automatske kontrole. Dobar primer prakse tretiranja Cu–Zn rude je postrojenje Pyhasalmi u Finskoj, koje je visoko automatizovano i obuhvata flotaciju bakra, cinka i pirita (11).

Ciklus bakra sastoji se od konvencionalnog osnovnog i kontrolnog flotiranja, praćenih sa tri stepena prečišćavanja. Jalovina ciklusa bakra prelazi u ciklus flotacije cinka. I pored primene cijanida (0,025 kg/t) i cink-sulfata (1,45 kg/t), u ciklusu flotacije bakra javlja se problem prirodnog aktiviranja sfalerita vodom u kojoj su prisutni joni bakra. Zbog toga je neophodno vreme flotiranja od oko 20 minuta pri čemu se ostvaruje zadovoljavajuće iskorišćenje bakra od oko 90% i kvalitet koncentrata sa 25% Cu i 3,5% Zn.

Doziranje reagenasa se automatski kontroliše prema rezultatima X–rey analize sadržaja bakra, cinka i gvožda u različitim tačkama tehnološkog toka. Upravo zbog promene kvaliteta rude, izazvana promenom količina aktiviranih minerala cinka, jedna od najvažnijih promenljivih je doza cijanida koja se automatski u sistemu kontroliše i reguliše. Ovim se obezbeđuje održavanje minimalnih količina cinka u koncentratu bakra uz održavanje maksimalnog iskorišćenja bakra.

#### Flotacija Cu–Pb–Zn ruda

##### Kolektivna Pb–Cu flotacija

Za tretiranje rude koje u sebi nose ekonomski interesantne količine olova, bakra i cinka najširu primenu nalazi postupak u kome se najpre obavlja kolektivna flotacija olova i bakra, dok su pri tome minerali cinka i gvožda deprimirani. Nakon ovoga se minerali cinka aktiviraju i flotiraju u vidu koncentrata cinka.

Kolektivni Pb–Cu koncentrat se podvrgava posebnom tretmanu u cilju deprimiranja olova ili bakra pri čemu se proizvode posebni koncentrati ovih metala.

Kolektivna flotacija se obavlja u alkaličnom ciklusu, obično pri pH vrednosti od 7,5 do 9,5. Kreć u kombinaciji sa deprimatorima, kao što su cijanidi i sulfat cinka, dodaje se ciklusu mlevenja i procesu kolektivne flotacije. Deprimiranje sulfida cinka i gvožda se katkad dopunjuje dodatkom malih količina natrijum–bisulfita ili sumpor–dioksida u fazama prečišćavanja.

Međutim, treba istaći da ove reagense treba koristiti oprezno, s obzirom da oni mogu delovati i kao deprimatori na sam galenit.

Za sam proces kolektivne flotacije izbor i doza kolektora nisu kritični, ali ovi činioci imaju odraza na ciklus razdvajanja olova od bakra. Obično se kao kolektori koriste ksantati, pošto kolektor sa kraćim ugljovodoničnim lancem, takav kakav je etil–ksantat, obezbeđuje visoku selektivnost u flotiranju galenita i halskopirita. Ova selektivnost pozitivno utiče i na uspešno razdvajanje bakra od olova iz kolektivnog koncentrata. Međutim, snaga kolektiranja ksantata sa kraćim lancem ne obezbeđuje visoka iskorišćenja u toku kolektivne flotacije, posebno galenita.

Veći deo izgubljenog galenita u toku kolektivne flotacije, flotira naknadno u ciklusu cinka, čime se prija koncentrat cinka, a izaziva gubitak olova.

Usled toga se obično u kolektivnoj flotaciji koriste jači kolektori, kao što su amil–izopropil–ksantat. Pri tome je potrebna veoma stroga kontrola doziranja. Redovno se krajnje male količine kolektora koriste, između 0,02 i 0,06 kg/t. Višak kolektora veoma negativno utiče na kasniju selekciju bakra od olova. Osim toga, neophodne su veće doze deprimatora koji takođe deprimirajuće deluju na minerale koji flotiraju. Ovim se dobijaju nisko kvalitetni koncentrati olova i bakra.

I pored činjenice da kolektori su dužim ugljovodoničnim lancem poboljšavaju iskorišćenje metala u kolektivnom koncentratu, oni su neselektivni u ciklusu selekcije cinka. Otuda je neophodno, da se često traži kompromis između iskorišćenja i selektivnosti. Sa tog aspekta se često odabiraju jači kolektori kao što je izopropil–ksantat. Ditiosfati, sami ili u kombinaciji sa ksantatima, se takođe koriste u ciklusu kolektivne flotacije. Pri ovome se često dodaju male količine tionokarbamata u cilju podizanja iskorišćenja bakra.

##### Selekcija bakra od olove

Izbor metode za izdvajanje minerala bakra od minerala olova zavisi dobrim delom od količinskog učešća minerala bakra i olova u rudi. Povoljnije je da se flotira mineral koji je u rudi prisutan u manjoj količini. Deprimiranje galenita se obično preporučuje, kada je odnos olova prema bakru u kolektivnom koncentratu veći od jedinice.

Deprimiranje olova se, takođe, primenjuje kada su u sirovini prisutni minerali bakra: kalhozin i kovelin, u ekonomski interesantnim količinama, budući da ovi minerali bakra nisu podesni za deprimiranje cijanidom. Osim toga, galenit se deprimira u slučajevima kada je oksidiran ili površinski zaprljan i kao takav ne flotira zadovoljavajuće.

Deprimiranje galenita se obavlja primenom natrijum–bihromata, sumpor–dioksida i štirka u različitim kombinacijama. Kada se minerali bakra deprimiraju koristi se cijanid ili cink–cijanidni kompleks. U tablici 1 prikazane su metode deprimiranja koje se koriste u različitim postrojenjima za pripremu.

Deprimiranje galenita dodatkom natrijum–bihromata i pri većoj vrednosti pH sredine još se koristi u mnogim postrojenjima. Hidrofobni karakter filma ksantata na površini galenita se otklanja formiranjem hidratisanog hromata olova (20).

U postrojenju Vihanti (Finska), galenit se deprimira dodatkom 0,01 kg/t natrijum–bihromata u ciklus kolektivne flotacije (11).

Posle flotiranja bakra izdvojena jalovina se nadalje flotira radi uklanjanja zaostalog bakra. Jalovine prečistača predstavljaju konačan koncentrat olova. Pošto u ciklusu selekcije nema automatske kontrole kritična je upravo

Metode selekcije Cu—Pb koncentrata

Tablica 1

Naziv rudnika	Približni odnos Pb/Cu	Deprimira se	Metoda	Koncentrat, %					Literaturni izvor podataka
				Bakra	Olova	Pb	Pb	Cu	
St. Joe Minerals Corp. Missouri, SAD	45:1	olovo	SO <sub>2</sub> —štirak bihromat	26	4	74	0,5	12	
Brunswick Mining, Kanada	20:1	olovo	SO <sub>2</sub> —štirak zagrevanje	23	6	31	0,6	13	
Garpenberg, Švedska	10:1	olovo	bihromat	13	14	37	0,8	2	
Asarco Jnc, Buchans Unit, Kanada	6:1	olovo	SO <sub>2</sub> bihromat	27	7	57	2,6	14	
Minera Madrigab, Peru	2:1	olovo	bihromat	30	4	68	3,5	15	
Mattabi Mines, Kanada	1:1	olovo	SO <sub>2</sub> —štirak zagrevanje	24	4	51	1,6	16	
Vihanti, Finska	1:1	olovo	bihromat	25	2	42	1,6	11	
Western Mines Myra Falls, Kanada	1:1	bakar	cijanid	28	3	43	3,8	17	
Willroy Mines, Kanada	0,3:1	bakar	cijanid	24	3	34	5,3	18	
Deto Div., Noranda Kanada	vrlo nizak	bakar	cijanid	27	1	48	7,3	19	

vrednost doziranja bihromata i višak bihromata se sa jalovinom prečistača vraća na početak osnovnog flotiranja. Ovaj višak bihromata deprimira olovo u ciklusu flotiranja cinka.

Premda su korišćene količine bihromata vrlo male (0,01–0,2 kg/t), hromat-joni vrše zagadživanje okoline i zbog toga su često poželjnije druge metode deprimiranja. Deprimiranje galenita adsorpcijom sulfitnih jona je jedna od najšire korišćenih metoda. Zatim, se koristi sumpordioksid (u vidu tečnosti ili gasa), a dozira se u kolektivni koncentrat. Natrijum-sulfit se manje koristi.

U mnogim slučajevima se u malim količinama daje kaustificirani štirak kao pomoći deprimator, ali sa tendencijom deprimiranja minerala bakra posebno u slučaju nedovoljne doze SO<sub>2</sub>. Gas SO<sub>2</sub> snižava pH do opsega od 4 do 5,5. Blagokisela sredina čisti površinu minerala bakra pospešujući time njihovo flotiranje.

Mala količina bihromata može da se doda u ciklus flotiranja da bi se obezbedilo deprimiranje olova. U postrojenju rudnika St. Joe Minerals, Corp. Missouri, SAD

(12) bihromat se dodaje u poslednjem stepenu procesa petostrukog prečišćavanja. U nekim pogonima se deprimiranje galenita poboljšava putem zagrevanja pulpe, injektoranjem vodene pare, do temperature od 40°C. Kubača i njegovi koautori (21) su pokazali da je deprimiranje galenita moguće obaviti i bez reagensa samo putem zagrevanja pulpe do temperaturu iznad 60°C. Adsorbovani kasantat se pri zagrevanju uklanja sa površine galenita, dok kolektorski film na česticama halkopirita ostaje. Mechanizam deprimiranja galenita pri višoj temperaturi sredine objašnjava se prvenstveno oksidacijom površine galenita.

#### Praksa tretiranja rude u rudniku Brunswick

U postrojenju za pripremu rude Brunswick, Kanada (13) kolektivni Cu—Pb koncentrat se kondicionira u trajanju od 20 min, uz dodatak 0,03 kg/t mešavine žitnog dekstroznog ekstrakta! Ekstrakt se dodaje kao deprimator galenita. Uz navedeni ekstrakt se dodaje 0,03 kg/t aktivnog uglja u cilju adsorpcije viška ekstrakta i kontaminata. Nakon ovoga se pH sredine snižava dodatkom

tečnog SO<sub>2</sub> do 4.8. Posle dodatka SO<sub>2</sub>, pulpa se dalje kondicionira u trajanju od 20 min. pri navedenoj pH vrednosti sredine. Posle ovog kondicioniranja, uz dodatak 0,005 kg/t Z-200, flotiraju se minerali bakra. Injektiranjem vodenе pare osnovni koncentrat se zagreva do temperature od 40°C, i tada podvrgava trostopenom prečišćavanju čime se proizvodi koncentrat bakra sa 23% Cu, 6% Pb i 2% Zn.

Otok flotacije bakra se domeljavanjem dalje usitnjava. Nakon mlevenja pulpa se zagreva vodenom parom do temperature od 85°C i kondicionira u trajanju od 40 min.

Kolektori ksantat i ditiofosfat se dodaju radi flotiranja pirlita. Osnovni koncentrat se ponovo zagreva do 70°C i prečišćava jednom. Topla pulpa iz otoka flotacije pirlita predstavlja obogaćen ulaz na olovo i cink. Ovaj ulaz sadrži 32,5% Pb, 13% Zn i 0,06% Cu i, nakon hlađenja, se dalje tretira u ciklusu flotiranja Pb-Zn koncentrata. Konačan koncentrat sadrži u sebi 36% Pb i 8% Zn.

#### *Tretiranje kolektivnog Pb-Cu koncentrata sa odnosom metala manjim od jedinice*

Uopšte uzeviši, gde je odnos olova prema bakru u kolektivnom koncentratu manji od jedinice, prednost ima deprimiranje bakra natrijum-cijanidom. U slučajevima, gde primena NaCN dovodi do nepoželjnog rastvaranja plemenitih metala i sekundarnih minerala bakra (halkozin ili kovelin), cink-cijanidni kompleksi se katkad koristi u cilju sniženja ovih gubitaka metala. U postrojenju Morococho, Peru (22), primenjuje se kao deprimator bakra mešavina reagenasa: NaCN, ZnO i ZnSO<sub>4</sub>. Ovim režimom obezbeđeno je iskorišćenje 75% od 120 g/t srebra u rudi.

Kada se kao deprimator koriste cijanidi neophodna je striktna kontrola pH sredine. Obično se vrednost pH održava između 7,5 i 9,5. Često optimalna vrednost pH kod nekih ruda može da bude i veća od datog opsega. Ukoliko su u kolektivnom koncentratu prisutne ekonomski interesantne količine halkozina i kovelina, ne koristi se deprimiranje cijanidom s obzirom da on slabo deluje na ove minerale. Pošto je cijanid veoma efikasan deprimator za sfalerit, veći deo prisutnog cinka u kolektivnom koncentratu je deprimiran u koncentratu bakra, a što

može prouzrokovati penalizaciju od strane topionice. Cijanid, međutim, ima slabo delovanje prema galenitu. Zbog toga se u njegovom prisustvu odvija efikasna flotacija galenita u odnosu na halkopirit, čak i u slučaju niskokvalitetnih Pb-Cu koncentrata. Olovo nekad nije plativo u koncentratu bakra, a često se zbog njegovog prisustva vrši penaliziranje.

#### *Postupna selektivna flotacija*

U nekoliko slučajeva odgovarajuća tehnološka podobnost nije mogla da bude obezbeđena primenom delimične kolektivne flotacije i zbog toga se u tim slučajevima mora da koristi postupna selektivna flotacija. Ovo, razume se, povećava investiciona ulaganja i proizvodnu cenu, budući da se u svim stepenima flotacije provlače velike količine jalovih minerala. Osim toga, moraju se koristiti selektivni reagensi podešeni mineralnom sastavu ruda.

Postupna selektivna flotacija je nužna onda, kad su velike razlike u flotabilnim svojstvima između minerala bakra i olova. Razlika flotacionih svojstava minerala onemogućava primenu kolektivne flotacije uz naknadnu selekciju minerala iz kolektivnog koncentrata. Ovo je slučaj tretiranja rude u postrojenju Black Mountain Broken Hill (23) u Južnoj Africi. Pogon Woodlawn, u Australiji prešao je na postupnu selektivnu flotaciju u toku 1980. godine. Prvobitno projektovan proces je bio deprimiranje olova bihromatom i on, iz različitih razloga, nije davao zadovoljavajuće rezultate (24).

Opšta tehnološka šema za postupnu selekciju flotacijom obuhvata kondicioniranje pulpe SO<sub>2</sub> gasom ili tečnim SO<sub>2</sub>, pri niskoj vrednosti pH (2–7) uz primenu selektivnog kolektora kao što je etil-ksantat, ditiofosfat ili Z-200. Ova reagensna kombinacija obezbeđuje proizvodnju koncentrata bakra sa relativno niskim sadržajem olova. Jalovina flotacije bakra kondicionira se krečom ili kalciniranom sodom, ksantatom, NaCN ili ZnSO<sub>4</sub> nakon čega se izdvaja koncentrat olova. Otok flotacije olova se tretira sulfatom bakra pre nego što se uvede u ciklus flotacije cinka.

Prof.inž. Gojko Hovanec

## Bibliografija

O v č i n k o v, A. V.: **Postavka zadatka optimizacije razvoja rudarske proizvodnje NGMK i metodika za njegovo rešavanje** (Postanovka zadači optimizaciji razvijanja gornog proizvodstva NGMK i metodika ee rešenija)  
,,Gornj ž.”, (1984) 7, str. 7–10, 1 il., 1 tabl., (rus.)

T i m o f e e v, V. I., K u l a k o v a, Z. S. i dr.: **Ekonomska ocena gubitaka mineralnih sirovina pri projektovanju i eksploataciji rudnika rude gvožđa** (Ekonomičeska ja ocenka poter' poleznykh iskopaemykh pri proektirivani i eksploataciji železorudnyh prediprijatij)  
,,Gornj ž.”, (1984) 7, str. 15–18, (rus.)

C h e n g, L.: **Investicione ulaganja u industriju uglja NR Kine** (Capital spught for Chinese development)  
,,World Mining Equip.”, 8 (1984) 3, str. 48–49, (engl.)

R a k o w s k i, Z.: **Metodologija i metode praktične geomehanike** (Metodologie a metody praktické geomechaniky)  
,,Uhli”, 32 (1984) 5, str. 173–179, 2 il., 3 tabl., 6 bibl., pod., (češ.)

Š c e r b i n a, E. V.: **Ocena tačnosti rezultata laboratorijskih ispitivanja mehaničkih osobina stena numeričkim proračunima** (Ocenka točnosti rezul'tatov laboratornyh issledovanij mehaničeskikh svojstv gornyh porod s pomošćju čislenlyh rasčetov)  
,,Analit. metody i primenenie EVM v meh. gorn. porod”, Novosibirsk, 1982, str. 112–114, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)

D i x i t, J. P., U l a b h a j e, A. V.: **Novi prilaz inženjer-skoj klasifikaciji raspucalih stena** (A new approach to engineering classification of jointed rocks)  
,,Indian Mining and Eng. J.”, 23 (1984) 4, str. 15–18, 2 il., 1 tabl., 9 bibl.pod., (engl.)

O l e j n i k o v, A. I., G r i b a n o v a, L. P. i K i s l a-j a, V. V.: **Primena metode graničnih integralnih jednačina za rešenje zadatka rudarske geomehanike** (Primjenenje metoda graničnih integral'nyh uravnenij dlja rešenija zadač gornoj geomehaniki)  
,,Analit. metody i primenenie EVM v meh. gorn. porod”, Novosibirsk, 1982, str. 103–195, 1 il., 6 bibl.pod., (rus.)

J a m š č i k o v, V. N. i Š k u r a t k i n, V. L.: **Principi optimizacije akustičnog lociranja nehomogenosti u masivu** (Principy optimizacii akustičeskoj lokacii neodnosrodnostej v massive)  
,,IVUZ. Gornj ž.”, (1984) 5, str. 4–7, 2 il., 4 bibl.pod., (rus.)

D o k u k i n, A., T r u m b a č e v, V. i S l a v i n, O.: **Ispitivanje talasa napona u anizotropnom stenskom masivu korišćenjem laserske holografije** (Issledovanie voln naprijaženij v anizotropnom gornom massive s ispol'zovaniem lazernoj holografii)  
,,Teor. i prikl. meh.”, 15 (1984) 2, str. 66–73, 4 il., 6 bibl.pod., (rus.)

M u h i n, E. P. i G o r o ž a n k i n, V. B.: **Karakteristi-ke naponsko-deformacionog stanja stenskog masiva u zonama povećanog jamskog pritiska** (Osobennosti naprajaneno-deformirovannogo sostojanija massiva gornyh porod v zonah povyšennogo gornogo davlenija)  
,,Analit. metody i primenenie EVM v meh. gorn. porod”, Novosibirsk, 1983, str. 40–43, 1 il., 5 bibl.pod. (rus.)

B o r b a protiv gorskih udara u jamama Vorkutinskog ležišta (Bor'by s gornym udarami na šahtah Vorkutinskogo mestoroždenija)  
Syktyvkar: Komi kn. izd–vo, 1984, 120 str., il., (knjiga na rus.)

M i h a j l o v, A. G.: **Pregled metoda proračuna prečnika zona koje su opasne na razletanje komada pri miniranju minskih punjenja** (Obzor metodov rasčeta radiusa zon, opasnyh po razletu kuskov pri vzryvah skvazinnyh zarjadov)  
,,Bezopasn. truda v prom–sti”, (1984) 7, str. 52–54, 1 il., 1 tabl., (rus.)

A z i m o v, B. A.: **Analiza tehnoloških procesa izrade metalne podgrade pripremnih hodnika** (Analiz tehnologičeskikh processov izgotovlenija metalličeskoy krepi podgotovitel'nyh vyrabotok)  
,,Meh. podzemn. sooruz.”, Tula, 1984, str. 126–129, 1 tabl., (rus.)

B u d i r s k y, S.: **Elastično–plastična deformacija metalne lučne podgrade za jamske hodnike koja se podvrgava višestepenom opterećenju** (Sprezsto–plastyczna deformacja stalowej obudowy korytarzowej poddanej wielokratnemu obciążeniu)  
,,Zesz. nauk. PSl. Gorn.”, (1983) 128, str. 219–227, 4 il., 3 bibl.pod., (polj.)

S c h u e r m a n n, F.: **Distaciona kontrola i upravljanje proizvodnim procesima u otkopima** (Fernüberwachung und Fernlenkung langsam ablaufender betriebsvorgänge im Abbaubereich)  
,,Glückauf” 120 (1984) 10, str. 590, 593–599, 8 il., 1 tab., 5 bibl.pod., (nem.)

R u d a r s k i kombajn za kontinualnu tehnologiju (Continuous Miners at Selby)  
,,Mining J.”, 302 (1984) 7758, str. 283–284, (engl.)

S z y m u r a, G., D i l l i n g, R. i K o w a l s k i, A.: **Otkopavanje zaštitnih stubova** (Eksploatacija pokladu weglia z zawalem stropu w filarze ochronnym dla szybu)  
,,Ochr. teren. gorn.”, 18 (1984) 67, str. 18–26, (polj.)

Z a j a c, E.: **Primena modela za proučavanje uticaja parametara tehnologije otkopavanja na produktivnost rada u otkopima koji rade sa hidrozaspavanjem otkopnog prostora** (Zastosowanie modeli regresyjnych do badania wpływu wybranych parametrow na wydajność wyrobiskowa w scianach z podsadzką płynną)  
,,Zesz. nauk. AGH. Zag. techn.–ekon.”, (1984) 32, str. 65–90, (polj.)

**Tehnologija dobijanja i obogaćivanja mineralnih sirovina Gruzije** (Tehnologija dobyči i obogašenija poleznih iskopaemyh Gruzi) Tbilisi: Mecniereba, 1984, 100 str., (knjiga na rus.)

**Stocks, J. i Watson, J. L.: Podzemno otkopavanje (Underground mining)** „Mining Annu. Rev.”, 1983, str. 153–155, 157, 159, 161, 163, 165, 167–169, 171–173, 177, 179, 181, 183, 185, 187, 13 il., 14 tabl., (engl.)

**Djadjuško, V. R., Zveržhovskij, I. V. i dr.: Metodika proračuna maksimalnog intenziteta otkopavanja ležišta primenom samovezujućeg zasipa (Metodika rasčeta maksimal'noj intensivnosti mestoroždenij s primenom tverdejuščej zakladki)** „Osnov. voprosy razrab. i obogašč. tverd. polezn. iskopaemyh”, M., 1984, str. 17–21, (rus.)

**Makarov, S. V.: Razvoj procesa otkopavanja i odvoza rude u podzemnim rudnicima (Razvitie processov vypuska i dostavki rudy na podzemnyh rudnikah)** „IVUZ, Gornij ž.”, (1984) 6, str. 12–18, 2 il., 7 bibl.pod., (rus.)

**Kirillov, A. P.: Uticaj vlažnosti hidrozasipa na njegovu čvrstoću posle zgušnjavanja i kristalizacije (Vlijanje vlažnosti hidrozakladki na ee pročnost' posle uplotnenija i kristalizaciji)** „IVUZ, Gornij ž.”, (1984) 5, str. 22–24, 2 il., 3 bibl.pod., (rus.)

**Krupnik, L. A. i Sokolov, G. V.: Uticaj režima pripremanja zasipne smeše na osobine samovezujućeg zasipa (Vlijanie režima prigotovljenja zakladočnoj smesi na svojstva tverdejuščej zakladki)** „Gornij ž.”, (1984) 7, str. 26–29, 3 il., 6 bibl.pod., (rus.)

**Helms, W.: Postupci ispitivanja zasipnih materijala (Verfahren zur Untersuchung von Versatz materialien Überblick)** „Berg- und Hüttenmänn. Monatsh.”, 129 (1984) 4, str. 104–113, 1 tabl., 75 bibl.pod., (nem.)

**Laußcher, D. H.: Projektovanje podgrada za različite rudarsko-geološke uslove i njihova efikasnost (Design aspects and effectiveness of support systems in different mining conditions)** „Trans. Inst. Mining and Met.”, A93 (1984) april, str. 70–81, 17 il., 6 tabl., 9 bibl.pod., (engl.)

**Peng, S. S. i Tang, D. H. Y.: Ankerna podgrada za podzemno otkopavanje mineralnih sirovina (Roof bolting in underground mining)** „Int. J. Mining Eng.”, 2 (1984) 1, str. 1–42, 75 bibl.pod., (engl.)

**Bevan, J., E.: Oprema za mehanizovanu montažu ankerne podgrade (Ground installation equipment remote manual roof bolters)** „Inf. Circ. Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1984) 8973, str. 117–121, 2 il., (engl.)

**Singhal, R. K.: Mehanizovana podgrada za slojeve različite močnosti (Roof supports for all seams)** „World Mining Equip.”, 8 (1984) 5, str. 32–42, 7 il., 1 tabl., (engl.)

**Thompson, R. R.: Pomerljiva podgrada koja se koristi kod otkopavanja stubova u hodu unazad (Mobile roof support and applications in retreat mining)** „Inf. Circ. Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1984) 8973, str. 133–137, 4 il., (engl.)

**Arauner, H. – W.: Razvoj tehnike podgradivanja (Entwicklungen der Ausbautechnik)** „Glückauf”, 120 (1984) 3, str. 123–124, (nem.)

**Muhamedov, M. H. i Ivanik, V. G.: O optimalnoj strukturi kompleksa rudarskih i transportnih mašina kontinualnog dejstva za površinske rudarske rade (Ob optimal'noj strukture kompleksov gornjih i transportnih mašin nepreryvnogo dejstvia dlia otkrytyh gornyh rabot)** „Sb. tr. NII po probl. Kursk. magnit. anomalii”, (1983) 12, str. 20–25, 1 il., 1 tabl., 2 bibl.pod., (rus.)

**Vasiljev, M. V.: Problemi ciklično-kontinualne tehnologije na površinskim otkopima rude (Problemy ciklično-potočoj tehnologii na rudnyh kar'erah)** „Tr. NII gorno-him. syr'ja”, (1984) 61, str. 14–20, (rus.)

**Demian, A. M. i Vyrovščikov, V. V.: Perspektive primene ciklično-kontinualne tehnologije na površinskim otkopima obojene metalurgije (Perspektivy primeneniya ciklično-potočnoj tehnologii na kar'erah cvetnoj metallurgii)** „Tr. NII gorno-him. syr'ja”, (1984) 61, str. 34–39, 1 il., 1 tabl., 2 bibl.pod., (rus.)

**Sharma, S. S.: Kombajn 3000Sm za površinske rade (Low cost mining with surface miner)** „Indian mining and Eng. J.”, 23 (1984) 4, str. 21–24, 2 il., 1 tabl., (engl.)

**Kotlobajski, I. G., Perminov, A. S. i Filipenko, A. I.: Automatizacija merenja nekih parametara bestransportnog tehnološkog sistema (Avtomatizacija izmirenija nekotorykh parametrov bestransportnoj tehnologičeskoj shemy)** „Avtomat. tehnol. processov na ugol. predpriyatijah”, M., 1984, str. 41–44, 1 il., 3 bibl.pod., (rus.)

**Usavršavanje metoda površinskog otkopavanja (Improved methods in opén-cast mining)** „Resour. Ind.”, 23 (1984) 4, str. 24, 2 il., (engl.)

**Tilmann, W.: Industrija mrkog uglja SR Nemačke (Der Braunkohlenbergbau in der Bundesrepublik Deutschland)** „Glückauf”, 120 (1984) 12, str. 769–773, 3 tabl., (nem.)

**Szrodka, K.: Površinski otkop bakra Bingham, SAD (Der Kupferlagerbau Bingham der Kennecott—Utah—Copper—Division, USA)**

„Neue Bergbautechnik”, 14 (1984) 7, str. 248–249, 2 ll., (engl.)

Istovremeno otkopavanje ležišta krečnjaka površinskim podzemnim postupkom (CMC works both quarry and mine)

„Rock Prod.”, 87 (1984) 5, str. 41, 1 ll., (engl.)

Winkler, F. M.: Određivanje geohidrauličkih parametara odlagališta našpanih transportno–odlagačkim mostovima (Ermittlung von geohydraulischen Kennwerten für das Kippennmaterial von Abraumförderbrücken–Kippen und Schlüsselgerungen für den Grundwasserwiederansteig)

„Neue Bergbautechnik”, 14 (1984) 6, str. 208–212, 9 ll., 3 tab., 4 bibl.pod., (nem.)

Melnikov, T. I. i Melnikov, I. T.: Analitička metoda ocene stabilnosti kosina na slaboj osnovi (Analitičeskij metod ocenki ustojčivosti otkosov na slabom osnovanii)

„IVUZ. Gornjy ž.”, (1984) 6, str. 35–38, 3 ll., 3 bibl.pod., (rus.)

Tendencije u razvoju konstrukcije odlagača (Tendencias en el desarrollo de la construcción de apiladoras de esteril para explotaciones a cielo abierto)

„Rocas y miner.”, 13 (1984) 150, str. 82–86, 11 ll., (špan.)

Nehring, H.: Merenja pomeranja etaža na površinskim otkopima mrvkog uglja (Messung von Böschungsbewegungen in Braunkohlentagebauen – Ergebnisse eines Entwicklungsvorhabens)

„Braunkohle”, 36 (1984) 5, str. 128–133, 4 ll., 3 bibl.pod., (nem.)

Kolar, J.: Tehnički nivo maština i opreme za površinsko otkopavanje (Technicka uroven stroju a zarizeni pro povrchovou težbu hornin)

„Transp. zarizeni”, (1983) 3–4, str. 3–18, 12 tabl., 5 bibl.pod., (češ.)

Usavršavanje bagera za površinsko otkopavanje (Towards efficient excavators)

„World Mining Equip.”, 8 (1984) 5, str. 52–56, 2 ll., (engl.)

Bager–utovarač, model 720 firme Guria (Nuevo equipo Guria: la retrocargadora modelo 720), „Rocas y miner.”, 13 (1984) 150, str. 78–81, 6 ll., (špan.)

Hidraulički bageri – rešenje problema ekonomičnosti otkopavanja uglja (Excavadoras hidráulicas: la solución económica al movimiento de tierra)

„Canteras y explot.”, (1984) 206, str. 32–33, 36, 4 ll., (špan.)

Utovarači firme Volvo BM (Una terna per i lavori più gravosi)

„Constr. strade cantieri”, 1 (1984) 4, str. 50–53, (špan.)

Milocco, N. A.: Primena samohodnih skrapera na površinskim otkopima (Considerazioni sui motorscrapers)

„Marmi graniti pietre”, 24 (1984) 137, str. 101–107, 4 ll., 1 tabl., (špan.)

Stanley, L. i Ellis, R.: Sniženje troškova za remont kamionskog transporta na površinskim otkopima (Truck maintenance costs halved)

„World Mining Equip.”, 8 (1984) 2, str. 16–17, (engl.)

Alessev, A. F., Anisimov, V. N. i dr.: Usavršavanje termodynamičkog postupka čišćenja konvejernih traka (Soveršenstvovanje termodynamičkog sposoba očistki konvejernih lenta)

„Sb. tr.NII po probl. Kursk. magnit. anomalii”, (1983) 12, str. 61–66, 1 ll., (rus.)

Evdokimov, B. A.: Željeznički transport na površinskim otkopima (Železodorožnyj transport na otkrytyh razrabotok)

M., „Nedra”, 1984, 181 str., 93 ll., 25 tab., 39 bibl.pod., (rus.)

Kamioni na površinskim kopovima za pomoćne radove (Rough terrain forklifts)

„Mining Mag.”, 150 (1984) 6, str. 577, 579, 2 ll., (engl.)

Wanturje, A. V., Alborov, Z. B.: Načini za usavršavanje transporta rude na Madneuljskom površinskom otkopu (Puti soveršenstvovanja transportiranja rudy na Madneuljskom kar'ere)

„Cv. metallurgija”, (1984) 8, str. 15–19, 2 ll., 2 tabl., (rus.)

Fedorov, N. A., Krejnin, E. V. i Zvjagincev, K. N.: Podzemna gasifikacija uglja i njena primena u svetskoj praksi (Podzemnaja gazifikacija uglej i ee primenie v mirovoj praktike)

„27-j Meždunar. geol. gongr.”, Moskva, 4–14. avg. 1984. Dokl. T.2. Kollok. 02. Energet. resursy mira”, M., 1984, str. 100–109, (rus.)

Irani, M. C., Chaiken, R. F. i dr.: Usavršavanje sistema upravljanja dodavanjem vazduha pri podzemnoj gasifikaciji uglja (Development of the Burnout Control Ventilation System)

„World Mining Equip.”, 8 (1984) 4, str. 58–61, 5 ll., (engl.)

Avasthi, J. M. i Singleton, A. H.: Podzemna gasifikacija uglja – izvor za dobijanje goriva u budućnosti (Underground coal gasification: a near-term alternate fuel)

„Energy Eng.”, 110 (1984) 2, str. 89–99, 3 ll., 6 tabl., 14 bibl.pod., (engl.)

Podzemni transport (Underground transportation)

„World Mining Equip.”, 8 (1984) 3, str. 17–18, 20–23, 1 ll., (engl.)

Belobrov, V. I. i Tarantenko, A. K.: Teoretske osnove proračuna zagrevanja disk–kočnice jamskih izvoznih mašina (Teoretičeskie osnovy rascheta nagревa diskovih tormozov šahtnyh pod'emnyh mašin)

„Transp. i gorn. mašiny”, Kiev, 1984, str. 99–107, 2 ll., 4 bibl.pod., (rus.)

Kozin, V. Z.: Eksperimentalno modeliranje i optimizacija procesa obogaćivanja mineralnih sirovina (Eksperimental'noe modelirovanie i optimizacija processov obojašenija poleznyh iskopаемykh)

- „Neue Bergbautechnik”, 14 (1984) 7, str. 248–249, 2 il., (engl.)
- Istovremeno otkopavanje ležišta krečnjaka površinskim podzemnim postupkom (CMC works both quarry and mine)  
„Rock Prod.”, 87 (1984) 5, str. 41, 1 il., (engl.)
- Winkler, F. M.: Određivanje geohidrauličkih parametara odlagališta nasipanih transportno–odlačkim mostovima (Ermittlung von geohydraulischen Kennwerten für das Kippennmaterial von Abraumförderbrücken–Kippen und Schlüsselgerungen für den Grundwasserwiederansteig)  
„Neue Bergbautechnik”, 14 (1984) 6, str. 208–212, 9 il., 3 tab., 4 bibl.pod., (nem.)
- Melnikov, T. I. i Melnikov, I. T.: Analitička metoda ocene stabilnosti kosina na slaboj osnovi (Analitičeskij metod ocenki ustojčivosti otkosov na slabom osnovanju)  
„IVUZ. Gornjy ž.”, (1984) 6, str. 35–38, 3 il., 3 bibl.pod., (rus.)
- Tendencije u razvoju konstrukcije odlagača (Tendencias en el desarrollo de la construcción de apiladoras de esteril para explotaciones a cielo abierto)  
„Rocas y miner.”, 13 (1984) 150, str. 82–86, 11 il., (špan.)
- Nehring, H.: Merenja pomeranja etaža na površinskim otkopima mrtkog uglja (Messung von Böschungsbewegungen in Braunkohlenstangebauen – Ergebnisse eines Entwicklungsvorhabens)  
„Braunkohle”, 36 (1984) 5, str. 128–133, 4 il., 3 bibl.pod., (nem.)
- Kolar, J.: Tehnički nivo mašina i opreme za površinsko otkopavanje (Technicka uroven stroju a zarizeni pro povrchovou težbu hornin)  
„Transp. zarizeni”, (1983) 3–4, str. 3–18, 12 tabl., 5 bibl.pod., (češ.)
- Usavršavanje bagera za površinsko otkopavanje (Towards efficient excavators)  
„World Mining Equip.”, 8 (1984) 5, str. 52–56, 2 il., (engl.)
- Bager–utovarač, model 720 firme Guria (Nuevo equipo Guria: la retrocargadora modelo 720), „Rocas y miner.”, 13 (1984) 150, str. 78–81, 6 il., (špan.)
- Hidraulički bageri – rešenje problema ekonomičnosti otkopavanja uglja (Excavadoras hidráulicas: la solución económica al movimiento de tierra)  
„Canteras y explot.”, (1984) 206, str. 32–33, 36, 4 il., (špan.)
- Utvorači firme Volvo BM (Una terna per i lavori più gravosi)  
„Constr. strade cantieri”, 1 (1984) 4, str. 50–53, (špan.)
- Milocco, N. A.: Primena samohodnih skrepera na površinskim otkopima (Considerazioni sui motorscrapers)  
„Marmi graniti pietre”, 24 (1984) 137, str. 101–107, 4 il., 1 tabl., (špan.)
- Stanley, L. i Ellis, R.: Sniženje troškova za remont kamionskog transporta na površinskim otkopima (Truck maintenance costs halved)  
„World Mining Equip.”, 8 (1984) 2, str. 16–17, (engl.)
- Alekseev, A. F., Anisimov, V. N. i dr.: Usavršavanje termodinamičkog postupka čišćenja konvejernih traka (Soveršenstvovanje termodinamičeskogo sposoba očistki konvejernyh lant)  
„Sb. tr.NII po probi. Kursk. magnit. anomalii”, (1983) 12, str. 61–66, 1 il., (rus.)
- Evdokimov, B. A.: Željeznički transpot na površinskim otkopima (Železodorožnyj transport na otkrytyh razrabotok)  
M., „Nedra”, 1984, 181 str., 93 il., 25 tab., 39 bibl.pod., (rus.)
- Kamioni na površinskim kopovima za pomoćne radove (Rough terrain forklifts)  
„Mining Mag.”, 150 (1984) 6, str. 577, 579, 2 il., (engl.)
- Wanturija, A. V. i Alborov, Z. B.: Načini za usavršavanje transporta rude na Madneuljskom površinskom otkopu (Puti soveršenstvovanija transportirovaniya rudy na Madneul'skom kar'ere)  
„Cv. metallurgija”, (1984) 8, str. 15–19, 2 il., 2 tabl., (rus.)
- Fedorov, N. A., Krejnin, E. V. i Zvjaginev, K. N.: Podzemna gasifikacija uglja i njena primena u svetskoj praksi (Podzemnaja gazifikacija uglej i ee primenie v mirovoj praktike)  
„27-j Meždunar. geol. gongr., Moskva, 4–14. avg. 1984. Dokl. T.2. Kollok. 02. Energet. resursy mira”, M., 1984, str. 100–109, (rus.)
- Trani, M. C., Chaiken, R. F. i dr.: Usavršavanje sistema upravljanja dodavanjem vazduha pri podzemnoj gasifikaciji uglja (Development of the Burnout Control Ventilation System)  
„World Mining Equip.”, 8 (1984) 4, str. 58–61, 5 il., (engl.)
- Vasthi, J. M. i Singleton, A. H.: Podzemna gasifikacija uglja – izvor za dobijanje goriva u budućnosti (Underground coal gasification: a near-term alternate fuel)  
„Energy Eng.”, 110 (1984) 2, str. 89–99, 3 il., 6 tabl., 14 bibl.pod., (engl.)
- Podzemni transport (Underground transportation)  
„World Mining Equip.”, 8 (1984) 3, str. 17–18, 20–23, 1 il., (engl.)
- Belobrov, V. I. i Tarannenko, A. K.: Teoretske osnove proračuna zagrevanja disk–kočnica jamskih izvoznih mašina (Teoretičeskie osnovy rascheta nagreva diskovyh tormozov šahtnyh pod'zemnyh mašin)  
„Transp. i gorn. mašiny”, Kiev, 1984, str. 99–107, 2 il., 4 bibl.pod., (rus.)
- Kozin, V. Z.: Eksperimentalno modeliranje i optimizacija procesa obogaćivanja mineralnih sirovina (Eksperimental'noe modelirovanie i optimizacija processov obočenija poleznykh iskopаемykh)

- M., „Nedra”, 1984, 113 str., 32 tabl., 28 il., 9 bibl.pod., (knjiga na rus.)
- N a g a r a j, D. R.: Tehnologija obogaćivanja (Concentration)  
„Mining Eng.”, 36 (1984) 5, str. 489–490, (engl.)
- M o u d g i l, B. M. i L n c e, D.: Fizički procesi separacije (Physical separation Processes)  
„Mining Eng.”, USA 36 (1984) 5, str. 488, (engl.)
- B u n i n, G. M.: Stanje i perspektive obogaćivanja energetskih ugljeva (Sostojanie i perspektivy obogašenija energetičkih uglej)  
„Energoh—vo za rubežom”, (1984) 3, str. 20–23, (rus.)
- M e s s i n e o, J. R.: Obogaćivanje uglja (Coal Preparation)  
„Mining Eng.”, USA, 36 (1984) 5, str. 497–498, (engl.)
- T k a č o v a, K. i H o c m a n o v a, I.: O nekim problemima obogaćivanja slovačkih magnezita (O nekotoryh problemah obogašenija slovackih magnezitov)  
„Fiz.—tehn. probl. razrab. polez. iskopaemyh”, (1984) 4, str. 101–107, (rus.)
- N i k i f o r o v, K. A. i M o h o s o e v, M. V.: Novo u oblasti teorije i prakse prerade siromašnih ruda i ruda koje se teško obogaćuju (Novoe v oblasti teorii i praktiki pererabotki bednyh i trudoobogatimykh rud)  
„Džidin. rud. r-n: probl. razvitiya i osvojeniya mineral. resursov”, Novosibirsk, 1984, str. 166–174, (rus.)
- M i c h a l o v a, J.: Pokušaj sistematizacije ocene rezultata procesa obogaćivanja (Pokus o systemovy pristup k hodnoteniu rozdrožovacich procesov)  
„Rudy”, 32 (1984) 6, str. 167–172, 4 il., 7 tabl., 12 bibl.pod., (češ.)
- R y s k i n, M. Ja., Š e l e s t o v, M. S. i dr.: Ispitivanja procesa drobljenja porfirnih bakarno-molibdenovih ruda u konusnim drobilicama (Issledovaniye processa drobleniya porfirovых медно–молибденовых руд в конусных дробилках)  
„Obogašč. rud”, Leningrad, (1984) 4, str. 13–16, 2 il., 7 bibl.pod., (rus.)
- S c h e i b e, W.: Neka tendencije u razvoju finog mlevenja (Zu einigen Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Feinzerkleinerung)  
„Neue Bergbautechnik”, 14 (1984) 7, str. 265–270, 4 il., 4 tabl., 30 bibl.pod., (nem.)
- T ü c k e r, P.: Uticaj gustine pulpe na selektivno mlevenje ruda (The influence of pulp density on the selective grinding of ores)  
„Int. J. Miner. Process.”, 12 (1984) 4, str. 273–284, 7 il., 7 bibl.pod., (engl.)
- B a r r a t t, D. J.: Drobiljenje i mlevenje (Crushing and grinding)  
„Mining Eng.”, USA, 36 (1984) 5, str. 475–477, (engl.)
- Klasifikator—drobilica firme Rohertecnic (Trommel classifier triturador de Rohertecnic)
- „Rocas y miner.”, 13 (1984) 149, str. 91–92, 3 il., (špan.)
- H idrocikloni u obogaćivanju uglja (Hydrocyclones in coal preparation)  
„Coal Int.”, 3 (1984) 2, str. 23, 5 il., (engl.)
- F e d o r o v, A. A. i D v o j č e n k o v a, G. P.: Proučavanje fizičko–hemijskih i flotacionih svojstava minerala gvožđa u procesu direktnе anjonske flotacije (Izuchenie fiziko–hemisckikh i flotacionnyh svoystv železnyh mineralov v processe priamoj anionnoj flotaci)  
„Osnov. voprosy razrab. i obogašč. tverd. polezn. iskopaemyh”, M., 1984, str. 164–166, 1 bilb.pod., (rus.)
- R i c h a r d s o n, P. E. S t o u t, J. V. i dr.: Elektrohemijka flotacija sulfida: Reakcija između halkozina i etilksantogenata (Electrochemical Flotation of Sulfides: Chalcocite–ethylxanthate interaction)  
„Int. J. Miner. Process.”, 12 (1984) 1–3, str. 73–93, 11 il., 1 tabl., 22 bibl.pod., (engl.)
- T e t e r i n a, N. N., M e l i k – G a j k a z j a n, V. I. i dr.: O određivanju flotacione aktivnosti apolarnih reagenta (K opredeleniju flotacionnoj aktivnosti apolarnyh reagentov)  
„Obogašč. rud”, Leningrad, (1984) 3, str. 29–31, 4 il., 6 bil.pod., (rus.)
- P a r l m a n, R. M. i K i m b l e, K. B.: Poslednja otkrića novih kolektora za sulfidne minerale (Recent Development with new Collectors for Sulfide Minerals)  
„Amer. Mining Congr. Ing. Mining Show, Las Vegas, Nev., Oct. 11–14, 1982. Sess. Pap. set. Nr. 6”, Washington, D.C., s.a., 1–14 US, 22 tabl., (engl.)
- G o l i k o v, A. A. i S u l a k v e l i d z e, N. V.: Izbor penušača i njihova uloga pri flotaciji ruda (Vybor vspenivatelyj i ih rol’ pri flotaciji rud)  
„IVUZ. Cv. metallurgija”, (1984) 3, str. 8–12, 3 il., 2 tabl., 8 bibl.pod., (rus.)
- S a r k i s o v a, L. M. i S o k o l o v a, N. P.: Uticaj neorganiskih jona na flotaciju molibden–šelitnih ruda (Vlijanje neorganičeskikh anionov na flotaciju molibdošelitovyh rud)  
„Osnov. voprosy razrab. i obogašč. tverd. polezn. iskopaemyh”, M., 1984, str. 188–192, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)
- V o l i k o v, Ju. A., G u r e v i č, L. S. i K r e m e r, E. B.: Mehaničko–matematički opis procesa visokogradjentne magnetne separacije (Mehaniko–matematičeskoe opisanie processa vysokogradientnoj magnitnoj separacii)  
„Osnov. voprosy razrab. i obogašč. tverd. polezn. iskopaemyh”, M., 1984, str. 216–220, 2 il., 3 bibl.pod., (rus.)
- A r a b i d z e, Z. D.: Termoathezioni postupak obogaćivanja mineralnih stvorina (Termoadgezionnyj sposob obogašenija poleznyh iskopaemyh)  
„Sb. nauč. tr. Gruz. politehn. in-t”, (1983) 2, str. 65–66, 1 tabl., 1 bibl.pod., (rus.)
- D o k u k i n, V. P., A l e k s a n d r o v, V. I. i M a k a r o v, S. A.: Ispitivanja osnovnih parametara tanjurastog zgušnjavača (Issledovanie osnovnyh parametrov plastinčatogo sgustitelja)

„Soverš. tehn. i tehnol. skladirovanija othodov v uslovijah kompleks. ispol'z. nedr”, L., 1984, str. 47–51, 2 tabl., (rus.)

Parfenjuk, A. S., Gavriš, N. N. i dr.: O iskorijenju sitnih klasa uglja (Ob utilizacii malkih klassov uglja) „Razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh”, Kiev, (1984) 69, str. 85–88, 1 il., 1 tabl., 9 bibli.pod., (rus.)

Pethö, Szabo, E. i Tompos, E.: Briketiranje boršokskih mrkih ugljeva (Brikettezei kiserletek brosodi barnaszennel)

„Banyasz. es. kohasz. lapok. Banyasz.”, 117 (1984) 6, str. 389–390, mađ.)

Marwan, H.: Metodika proračuna u procesima mlevenja i klasifikacije (Berechnungsvorschriften für Zerkleinerungs- und Klassierprozesse)

„Baustoffindustrie”, 27 (1984) 3, str. 78–81, (nem.)

Graumann, K. i Kasten, F.: Novi pribor za merenje apsolutnog pritiska pri rešavanju zadataka rudničke ventilacije (Neue Absolutdruckmesseinrichtung fur wetertechnische Aufgaben)

„Bergbau”, 35 (1984) 7, str. 318–320, 325–326, 8 il., 2 tabl., 5 bibli.pod., (nem.)

de Wet, G. J.: Ventilacija jamske prostorije pri njenoj izradi kombajnom (Ventilation requirements for developing with a tunnel morer)

„J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 37 (1984) 4, str. 44–46, 2 il., (engl.)

Banciella, V.: Toksični gasovi koji se obrazuju pri miniranju (Gases toxicos producidos por voladuras)

Canteras y explot.”, (1984) 206, str. 16–17, 20–21, 24–25, 6 il., 5 tabl., (špan.)

Mašenko, I. D. i Bogatyrev, V. D.: Po pitanju matematičkog modeliranja procesa prenosa primesa u otkopanom prostoru (K voprosu matematičeskogo modelirovaniya processov perenosa primesey v vyrobattom prostranstve)

„Probl. aerogazodinam. ugor. šaht”, Kemerovo, 1984, str. 61–66, 8 bibli.pod., (rus.)

Levin, E. M. i Sennikov, V. F.: O nestacionarnom režimu pri regulaciji aksijalnog ventilatora (O nestacionarnom režime pri regulirovani osevog ventilatora)

„Povyš. effekt. i ekspluat. nadežnosti šaht. stacionar. ustanonok”, Doneck, 1983, str. 47–52, 3 bibli.pod., (rus.)

Temkin, I. O. i Bahvalov, L. A.: Statističko ocenjivanje aerodinamičkih otpora jamskih ventilacionih mreža (Statisticheskoe ocenivanie aerodinamičeskikh sprotnivenij šahtnyh ventilacionnyh setej)

„Mehaniz. gorn. rabot na ugor. šahtah”, Tula, 1984, str. 66–71, 1 il., 5 bibli.pod., (rus.)

Vol'skij, V. K. i Syzdykov, E. S.: Uticaj aerodinamičkog otpora jamskih mreža na efektivnost rada ventilatora (Vlijanie aerodinamičeskogo soprotivlenija šahtnyh setej na effektivnost' raboty ventilatorov)

„Probl. aerogazodinam. ugor. šaht”, Kemerovo, 1984, str. 100–114, 2 il., (rus.)

Temkin, I. O.: Identifikacija jamske ventilacione mreže u zadatu operativnog upravljanja raspodelom vazduha (Identifikacija šahtnoj ventilacionnoj seti v zadaće operativnog upravljenja vozduhoraspredeleniem)

„Soverš. tehnol. i tehn. podzem. razrab. rud. mestorožd.”, M., (1983), str. 148–150, 3 bibli.pod., (rus.)

Mohirev, N. N. i Trofimov, N. A.: Opšta Šema ocene sigurnosti raspodela vazduha u ventilacionoj mreži (Obščaja shema ocenki nadežnosti vozduhoraspredelenija u ventilacionoj seti)

„Razrab. kalijn. mestorožd.”, Perm', 1984, str. 124–128, 3 bibli.pod., (rus.)

Rozancev, E. S., Polevščikov, G. Ja. i dr.: Aerogazodinamički procesi u ventilacionoj mreži pri iznenadnim izbojima uglja i gaza (Aerogazodinamičeskie processy v ventilacionnoj seti pri vnezapnyh vybrosah uglja i gaza)

„Probl. aerogazodinam. ugor. šaht”, Kemerovo, 1984, str. 73–78, (rus.)

Busygina, K. K., Stel'mach, A. P. i Himič, V. V.: Sigurnost provetrvanja slepih hodnika jama Donbasa (Nadežnost' provetrvaniya tupikovyh vyrabotok šaht Donbassa)

„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1984) 7, str. 51–52, 1 tabl., (rus.)

Coriell, G. H.: Praktične preporuke za izbor materijala za cevi isparivača i kondenzatora uređaja za hlađenje (Practical considerations in the selection of tube materials for evaporators and condensers of refrigeration plants)

„J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 37 (1984) 5, str. 56–58, 1 il., 2 tabl., (engl.)

Strzeminski, J.: Rano otkrivanje endogenih požara (Wczesne wykrywanie pożarów wndogenicznych)

„Prz. gorn.”, 40 (1984) 5, str. 150–156, 4 il., 13 bibli.pod., (polj.)

Agafonov, V. I.: Sniženje koncentracije ugljen monoksida pri dejstvu antipirogena na ugaj (Sniženie koncentracii okisi ugleroda pri vozdejstvii antipirogenom na ugor')

„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1984) 7, str. 37–38, (rus.)

Aleksandrov, V. A., Jugaj, A. I. i dr.: Profilaktika endogenih požara pri tehnologiji otkopavanja uglja bez ostavljanja stubova u jamama Karagandinskog basena (Profilaktika endogenego požarow pri bescelikovoj tehnologii vyemki uglja na šahtah Karagandinskogo basenneja)

„Probl. aerogazodinam. ugor. šaht”, Kemerovo, 1984, str. 105–110, 1 tabl., (rus.)

Ysseli, P. J.: Barijere od inertne prašine u transportnim hodnicima (Protection with stonedust barriers on coal conveying roads)

„J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 37 (1984) 3, str. 25–28, 3 il., 3 bibli.pod., (engl.)

Sergiev, M. V. i Šestopalov, A. V.: Priroda pojava gase pri potkopavanju i natkopavanju ugljenih slojeva (Priroda gazoprojavlenija pri pod- i nadrabeotke ugoł'nyh plastov)

„Osnov. voprosy razrab. i obogašč. tverd. polezn. iskopaemyh”, M., 1984, str. 104–108, 1 il., 3 bibl.pod., (rus.)

R j a b č e n k o, A. S. i B e l j a e v, V. I.: Povišenje koncentracije metana u kaptiranom gasu pri radu vakuum-pumpe u režimu recirkulacije (Povyšenie koncentracii metana v kaptiruemom gaze pri rabote vakuum-nasosa v režime recirkulacii)

„Probl. aerogazodinam. ugol. šaht”, Kemerovo”, 1984, str. 16–22, 2 il., 1 tabl., 5 bibl.pod., (rus.)

E f r e m o v, K. A., B a n k i n, S. S.: Gasni bilans zona i perspektiva primene degazacije u jamama Primorja (Gazovyj balans i perspektiva primenenija degazacii na šahtah Primor'ja)

„Probl. aerogazodinam. ugol. šaht”, Kemerovo, 1984, str. 66–72, 1 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)

D e e v, Ju. V., M a r k i n, V. A. i K a s'j a n o v, V. V.: Degazacija slojeva u dubokim jamama pomoću bušotina (Degazacija plavov skvažinami v glubokih šahtah)

„Ugol' Ukrayny”, (1984) 7, str. 35–36, 1 il., 3 bibl.pod., (rus.)

R a t n e r, L.: Mere u borbi protiv buke na ventilatorima za lokalno provetrvanje (Massnahmen zur Lärmminde-

rung an Sonderbewetterungsanlagen)  
„Bergbau”, 35 (1984) 7, str. 328–330, (nem.)

K u k u c z k a, A. i C w i e k, B.: Rudarski spasilački radovi u teškim toplovnim uslovima (Akcje ratownicze w trudnych warunkach cieplnych)  
„Wiad. gorn.”, 35 (1984) 3, str. 57–61, 1 tabl., (polj.)

E v s e e v, A. V., P o d v y s o c k i j, K. S. i dr.: Korišćenje elektronskih računara pri sastavljanju planova za likvidaciju havarija (Ispol'zovanie EVM pri sostavlenii planov likvidacii avarij)

„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1984) 7, str. 16–17, (rus.)

S p o o n e r, D. J.: Problemi okoline sredine u regionima starih i novih ugljenih basena Velike Britanije (Environmental problems of the old and new coalfields in the United Kingdom: managing the coal revival)  
„Environ. Manag. Nrit. and Hung. Case Stud.”, Budapest, 1984, str. 167–190, (engl.)

W h i t i n g, D. L.: Problemi zaštite okoline sredine (Environmental Issues)  
„Mining Eng.”, USA, 36 (1984) 5, str. 479–481, (engl.)

<p><b>Bibliografski kartoni članaka štampanih u „Rudarskom glasniku“ u toku 1984. godine</b></p> <p>(Kartoni isečeni i sređeni po decimalnoj klasifikaciji prema broju u levom uglu gore upotpuniće Vašu kartoteku)</p>	<p><b>621.165</b></p> <p>Perković dr inž. Borislav: Promene parametara pare u turbinskim oduzimanjima i njihov uticaj na promenu temperature napojne vode</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 51–56</p> <p>Ukazano je na značaj istraživanja i analize rada parnih turbopostrojenja pri radu sa promenljivim opterećenjem, jer se tako dolazi do iznalaženja uslova i mogućnosti za bezbedniji i ekonomičniji rad. Temperatura napojne vode iza pojedinih zagrejača definisana je protočnom karakteristikom turbine i radnim karakteristikama zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode. Obe karakteristike se dovoljno tačno mogu odrediti merenjem i poznavanjem geometrije protočnog dela turbine i zagrejača.</p>
<p><b>519.24/27.001.5</b></p> <p>Andrić Ljiljana, dipl.mat. — Petković dr inž. Dragan: Prilog strategiji efikasnog istraživanja</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(1984), str. 58–62</p> <p>Matematička teorija ekstremalnih eksperimentata i prima-na računara omogućuje izbor optimalne strategije izvođenja eksperimenta sa nepoznatim uslovima. Primena skraćene rotacione matrice je ilustrovana na eksperimentima utvrđivanja prinosa organske materije u funkciji tri parametra.</p>	<p><b>621.311.22.001.42</b></p> <p>Perković dr inž. Borislav: Promene temperaturne razlike u regenerativnim zagrejačima i mogućnost određivanja tih promena u uslovima eksploatacije parnog bloka</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4 (1984), str. 43–49</p> <p>Članak predstavlja nastavak ranijih istraživanja u ovoj oblasti i posebno ukazuje na mogućnost proračuna svih karakterističnih veličina zagrejača, tzv. radnih karakteristika, po postupku koji je znatno jednostavniji od klasičnog proračuna, a dovoljno je tačan za inženjersku praksu.</p>
<p><b>614.8.006.3 „M. Pijade“</b></p> <p>Ivanović dipl.inž. Vladimir — Milovanović dipl.inž. Miroslav: Struktuiranje radnih zona u pogonima industrije kablova „Moša Pijade“ kao osnova stalnog praćenja parametara fizičkih i hemijskih štetnosti i sprovođenje mera zaštite na radu</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3 (1984), str. 23–28</p> <p>Postupak strukturiranja radnih zona uklapa se u postavljen ergonomski sistem i omogućuje u konkretnim uslovima posmatranih pogona kontinualno prikupljanje podataka o hemijskim i fizičkim štetnostima i formiranje statističke mase za dalje ergonomске analize, uključujući i kompjutersku obradu podataka.</p>	<p><b>621.879.4 : 622.271</b></p> <p>Rakonjac mr inž. Vukajlo: Prognoziranje tehničkog kapaciteta rotornih bagera na površinskim kopovima uglja</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 11–16</p> <p>Prikazano je teoretsko i praktično razmatranje prognoziranja tehničkog kapaciteta rada rotornih bagera na površinskim kopovima uglja. Razmotren je uopšte pojam kapaciteta bagera. Definisan je kapacitet, koji je izražen ostvarenim radom u jedinici vremena. Dati su pokazatelji koji definišu pouzdanost kapaciteta.</p>



<p><b>622.222.1 „Belo Brdo“</b></p> <p>Blažević dipl.inž. Ljubomir — Kačunković dipl.inž. Veli-bor: Izrada potkopa Belo Brdo</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4 (1984), str. 60—64</p> <p>Prikazana je izrada potkopa Belo Brdo u 1936. godini, kada su, pre skoro pola veka, u vrlo teškim uslovima i bez elektroenergije, ostvareni rezultati, koji i danas mogu da posluže kao primer efikasne izrade ovakvih objekata. Članak iznosi podatke J. Pratnekara, koji je radio u rudniku Kopaonik.</p>	<p><b>622.271.3.002.51.001.42</b></p> <p>Ćirić mr inž. Dragoljub: Snimanje i analiza vremenskih i kapacitativnih parametara rada BTO sistema kao osnova za racionalno korišćenje tih sistema</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4 (1984), str. 5—18</p> <p>Članak ukazuje na važnost praćenja rada i analize ostvarenih parametara rada BTO sistema u određenim vremenskim intervalima i prikazuje način snimanja i analizu u konkretnim slučajevima.</p>
<p><b>622.23 : 65.011</b></p> <p>Perišić prof. dr inž. Mirko — Vujić mr inž. Jovan, dipl.matem.: Analiza uticajnih faktora na produktivnost rada u rudnicima uglja SFRJ</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 65—76</p> <p>U Rudarskom institutu je obrađena i izvršena sistematizacija uticajnih faktora i način prikupljanja po rudnicima svih faktora koji se objavljaju u „Godišnjaku o radu rudnika uglja“. Posebnom studijom koncipirana je metodologija analize uticaja tih faktora na produktivnost rada. Na bazi te metodologije s još nekompletnim podacima, izvršena je „probna“ analiza, ovde izložena. U analizi su primenjene poznate statističke metode, prilagođene konkretnom primjeru.</p>	<p><b>622.33 : 536.468.006.5</b></p> <p>Pavlović dipl.inž. Natalija: Mogućnost bezbednog uskladištanja ugljeva sklonih samopaljenju</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 38—44</p> <p>Dati su parametri koji utiču na sklonost uglja ka samopaljenju na skladištu, faze kroz koju ugalj prolazi za vreme ležanja na skladištu, kritično vreme i kritična temperatura, kao i postupci bezbednog uskladištanja. Za sitne, a i krupnije klase, kad sortiman uglja ne mora u potpunosti da bude sačuvan, vrši se slojevitost stavljanje uglja na skladište sa sabijanjem, a za krupne sortirane mehanička prekrivka.</p>
<p><b>622.27 : 622.349.5</b></p> <p>Spasojević dipl.inž. Ljubomir: Izbor i prikaz metoda otkopavanja ležišta rude urana Žirovski Vrh</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3 (1984), str. 5—17</p> <p>Rudna tela su razvrstana u četiri morfološka tipa i za svaki je predviđena posebna metoda otkopavanja. Dati su osnovni principi primene i izvođenja metoda sa tehničko—ekonomskim parametrima. Sve projektovane metode su primenjene u periodu probnog otkopavanja u bloku 1.</p>	<p><b>622.33 : 622.794.001.5</b></p> <p>Petković dr inž. Dragan — Mitrović dipl.inž. Mira: Metodologija laboratorijskih ispitivanja sušenja uglja u atmosferi zasićene vodene pare</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4 (1984), str. 19—28</p> <p>Prikazana je metodologija ispitivanja i rezultati laboratorijskih eksperimenta sušenja jednog ugalja iz Jugoslavije u atmosferi zasićene vodene pare. Cilj ispitivanja je utvrđivanje uticaja granulometrijskog sastava i temperature zasićene pare na izlaznu vlažnost ugalja koji sadrži prosojke mineralnih materija.</p>

**622.6 : 622.27 : 622.33**

Delević dipl.inž. Branimir: Određivanje kapaciteta transporta složenih sistema u rudnicima uglja sa podzemnom eksploatacijom

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 11–16

Prikazana je metodologija koja se primjenjuje u Rudarskom institutu. Proverom u praksi utvrđeno je da metodologija pruža pozitivnu osnovu za rešavanje problematike jamskog transporta u uslovima naših rudnika sa podzemnom eksploatacijom. Polazne osnove su prosečni i maksimalni minutni kapaciteti proizvodnih otkopnih jedinica i prosečni kapacitet pripremnih radilišta

**622.7 : 662.7 (497.11)**

Tomašić dr inž. Stjepan – Bratuljević dipl.inž. Slavoljub – Canić dipl.inž. Mihajlo: Priprema i prerada uglja SR Srbije van pokrajina

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1984), str. 29–35

Prikazano je stanje postojećih postrojenja za pripremu i preradu uglja u basenima Aleksića, Ibarskih rudnika, REMBAS-a, Bogovine i Kolubare. Uz vrednosti kvaliteta ulazne sirovine i kvaliteta dobijenih proizvoda dati su pogonski parametri i drugi podaci važni za postrojenja.

**622.693.25 : 622.765.006.3 „Zletovo“**

Jurišić dipl.inž. Rastko: Jalovište flotacije rudnika Zletovo

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1984), str. 34–38

Način odlaganja jalovine je primjenjen sa puno sigurnosti kako kod izgradnje brana jalovišta, tako i kod saniranja potencijalnog klizišta crvenog tufa na levom toku jalovišta u blizini nizvodne brane jalovišta.

**622.733.001**

Ocepek prof. dr inž. Drago: Teorijski aspekti procesa usitnjavanja

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 23–32

Kod usitnjavanja čvrstog tela treba savladati dejstvo napona veznih sila između pojedinih čestica. Kod tela ne postoji idealna čvrstoća, ne postoji ni idealna rešetka. Analizirano je stvaranje pukotina i njihovo produžavanje. Prikazane su vrste naprezanja: naprezanje između dve površine čvrste materije, naprezanje na jednoj površini i naprezanje u samom telu. Priložena je uporedna tablica sa podacima o materijalu i deformacijama.

**622.7 : 622.344.1**

Mišić dipl.inž. Kosta: Izdvajanje selektivnih koncentrata minerala olova i bakra iz kompleksne Pb–Zn–Cu rude rudnika Rudnik

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 22–30

Bihromatnom i sulfatnom metodom postignut je dobar efekat razdvajanja kolektivnog koncentrata, a prednost je data sulfatnoj metodi. Metodom direktnog selektivnog flotiranja iz rude dobijeni su visokokvalitetni selektivni koncentrati galenita i halkopirita, pa je predložena šema tehnološkog procesa, kojom bi se ova metoda realizovala u postojećem postrojenju za flotacijsku koncentraciju rudnika Rudnik.

**622.75/.76. [622.344 + 622.343]**

Mišić dipl.inž. Kosta: Razdvajanje kolektivnog Pb–Cu koncentrata iz flotacije rudnika Rudnik sulfatnom metodom

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 33–36

Izvršena su laboratorijska ispitivanja da bi se dobio selektivni koncentrat olova i bakra sulfatnom metodom. Metoda se sastoji u prethodnoj desorpciji aktivnim ugljem bez ispiranja i zgušnjavanja pulpe, deprimiraju minerala olova i cinka ferisulfatom, cinksulfatom i natrijum–tiosulfatom i flotiranju minerala bakra butiksantatom i borovim uljem uz dvostruko prečišćavanje osnovnih koncentrata pri pH vrednosti od 6,0 do 6,2.

**622.75/.77 : 622.341.2**

**Đokić dipl.inž. Stevan — Bulatović dr inž. Predrag: Primenjena visokointenzivnih mokrih magnetnih uređaja za koncentraciju mangana**

„Rudarski glasnik“ br. 3 (1984), str. 18–22

Primjenom mokre magnetne koncentracije u polju visokog intenziteta u laboratorijskim uslovima može se dobiti koncentrat sa preko 38% mangana uz iskorišćenje metala od oko 25%, odnosno koncentrat mangana od oko 34% sa iskorišćenjem od 54%. Tako se, u zavisnosti od tržišnih potreba i uslova za kvalitet koncentrata mangana, može povećati iskorišćenje od sadašnjih 35% kad se vrši samo gravitacijska koncentracija, na budućih 50–70%.

**624.131.37**

**Obradović dr inž. Radmilo — Milanović dipl.inž. Zoran: Određivanje stepena istraženosti ležišta i njegov uticaj na potreban broj ispitivanja**

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 17–22

Osim celokupnih inženjersko-geoloških istraživanja u članku je tretirana problematika utvrđivanja broja uzorka pojedinih litoloških članova po postupcima koji su primjenjeni u pojedinim zemljama. Prikazan je princip racionalnog uzimanja i ispitivanja uzorka za određivanje fizičko-mehaničkih karakteristika, kao i veličina stepena pouzdanosti tih parametara u pojedinim fazama projekovanja.

**622.82**

**Elezović mr inž. Vaso — Bijelić dipl.inž. Vladimir — Slijepčević dipl.inž. Sakib: Sanacija požara na širokom čelu broj 67 u Staroj jami RMU Zenica**

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1984), str. 36–42

Dato je rešenje sanacije požara „ventilacionom metodom“, odnosno izdvajanjem širokog čela iz glavnog ventilacionog sistema jame i saniranje požara u kombinaciji ventilacione metode i direktnog gašenja.

**624.131.537**

**Obradović dr inž. Radmilo — Grubačević dipl.inž. Božidar — Stamatović dipl.inž. Aleksandar: Empirijska ocena stabilnosti kosina u čvrstim stenskim masama**

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 5–10

Na osnovu terenskih podataka prikazane su najznačajnije pojave oštećenja kosina, data je tablica proračuna stepena ugroženosti, kao i empirijska mogućnost određivanja klase ugroženosti kosina. Sistematisovane su najvažnije vrste oštećenja na kosinama u stenskoj masi.

**622.882**

**Matko dipl.inž. Zlatan — Pavlović mr inž. Vladimir: Razmatranja o formiranju konture odlagališta i selektivnom odlaganju soluma u cilju rekultivacije**

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 5–10

Prikazana je metodologija formiranja kosine odlagališta određivanjem parametara profila odlagališta i planiranja kosina odlagališta i ravni koja obezbeđuje dalju efikasnu realizaciju. Metodologija je prikazana na primeru zapadnog dela odlagališta površinskog kopa Kovin.

**624.953.001.12 „B. Kidrič – Lukavac“**

**Stupar dipl.inž. Slobodan — Stefanović dipl.inž. Kostadin: Konstrukcija rezervoara za skladištenje tečne elektrode smole u KHK „Boris Kidrič“, Lukavac**

„Rudarski glasnik“ br. 4 (1984), str. 50–55

Prikazana je koncepcija rezervoara za skladištenje tečne elektrode smole, koji je izgrađen 1984. u Postrojenju za proizvodnju granulisane elektrode smole u Kokso-hemijskom kombinatu „Boris Kidrič“, Lukavac. Rezervoar ima kapacitet od  $500 \text{ m}^3$ , uključen je u proizvodnju i radi punim kapacitetom.

<p><b>628.511/.512</b></p> <p>Stojsavljević dipl.inž. Dušanka: Aerozagađenje prouzrokovano segorevanjem uglja na odlagalištu jalovine iz tehnološkog procesa mokre separacije uglja</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 31–37</p> <p>Zagađenost vazduha šire okoline deponije jalovine iz tehnološkog procesa mokre separacije uglja nalazi se u oblasti dozvoljenih koncentracija prema Zakonu o zaštiti vazduha od zagađivanja „Sl. glasnik SRS“ br. 8/73 i Zakonu o izmenama i dopunama Zakona o zaštiti od zagađivanja vazduha „Sl. glasnik SRS“ 31/77.</p>	<p><b>65.012.221 : 622.002.72</b></p> <p>Lazić dipl.inž. Miloš: Mogućnosti primene mrežnog planiranja pri izradi projekata za montažu opreme</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3 (1984), str. 39–45</p> <p>Prikazana je metodologija za izradu projekata za montažu opreme na rudnicima u okviru kojih je neophodna izrada vremenskih planova montaže i usaglašavanja planova pri istovremenom montaži. Ukratko je izložena tehnika mrežnog planiranja i prikazana mogućnost njene primene na prikazu mrežnog dijagrama montaže RLT 6–6,8 – 121/1.</p>
<p><b>628.511.5</b></p> <p>Pavlović dipl.inž. Božidar — Kisić dipl.inž. Slavko: Otprašivanje aktivnih radilišta u Staroj jami rudnika mrkog uglja Zenica</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 45–50</p> <p>Kombajni su veliki izvori lebdeće prašine. Rešenja otprašivanja, koja predlažu proizvođači kombajna, su deo kompletних tehničkih rešenja na širokim čelima. U tehnička rešenja otprašivanja ulaze: dopunsko orosavanje na kombajnu, dopunsko orosavanje na širokom čelu — varijanta sa ručnim uključivanjem i isključivanjem orosavanja, varijanta sa automatskim orosavanjem i otprašivanje na presipnim mestima u sistemu transporta uglja.</p>	<p><b>658.25.006.3 „Geomašina“</b></p> <p>Grbović dipl.inž. Branislav: Tehničko rešenje ventilačije u farbarskom odjeljenju RO Geomašina, Zemun</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3 (1984), str. 29–33</p> <p>Instalacija za provetrvanje, predviđena projektom, omogućuje projektovanu obradu vazduha, pravilnu raspodelu ulaznog vazduha u prostoriji i izvlačenje otpadnog vazduha na potrebnim mestima i u određenoj količini, kao i sa određenom brzinom, kako bi se stvorili potrebni higijensko-tehnički uslovi, predviđeni jugoslovenskim propisima o zaštiti na radu.</p>
<p><b>628.83/.84 + 628.511</b></p> <p>Janković dipl.inž. Duško — Grbović dipl.inž. Branislav: Otprašivanje pretovarnih stanica 1, 2, 3 i 4 transportnih traka u drobiličnom postrojenju RB Majdanpek</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 37–44</p> <p>Osnovnu komponentu aerozagađenja u radu drobiličnog postrojenja čini mineralna prašina koja se izdvaja u toku procesa. Sistemi za otprašivanje postoje samo kod glavnih objekata. Ona razarajuće deluju na mašine i štetna je po zdravlje radnika. Otprašivanje se vrši mrežom aspiracionih sistema, a uklanjanje nataložene prašine hidrauličnim ili pneumatskim postupkom.</p>	<p><b>66.063.4 : 622.349.5</b></p> <p>Petković dr inž. Dragan — Živanović dr inž. Vera: Planiranje i vršenje preliminarnih ispitivanja postupka luženja rude urana</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 17–21</p> <p>Preliminarna ispitivanja treba da budu maksimalno efikasna. Tome pomažu matematički modeli za izvršenje opita. Primenom rotacione heksagonalne matrice za dve promenljive, na osnovu minimalnog broja eksperimenta, izvedena je jednačina prinosa urana, kao i utroška sumporne kiseline u funkciji koncentracije sumporne kiseline i vremena trajanja ekstrakcije.</p>

**62-216.001-24**

Pribičević dipl.inž. Miloš – Čolak dipl.inž. Slobodan:  
Proračun kružne ploče sa nesimetričnim opterećenjem –  
prikaz na primeru temelja kontejnera za jalovinu u Starom  
Trgu

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 51–57

Uvođenjem kompjuterske tehnike računanja sve više se omogućava eliminisanje potrebe uprošćavanja proračuna inženjerskih konstrukcija i omogućava se uvođenje u proračune stvarnih sistema konstrukcija i stvarnih opterećenja, što doprinosi korektnosti proračuna i približavanju stvarnom stanju.

**662.6 : 628.512**

Škundrić dipl.inž. Mihajlo – Čobanović dipl.inž. Đorđe –  
Popović dipl.inž. Milan: Kotlarnice u svetu odluke grada  
Beograda o merama za zaštitu vazduha od zagađivanja

„Rudarski glasnik“ br. 2 (1984), str. 45–50

Donošenjem zakona o zaštiti od zagađivanja vazduha i odluke o merama zaštite počela je redovna kontrola kvaliteta sagorevanja u kotlarnicama grada Beograda, koje vrša svake godine ovlašćene organizacije. Ispitivanja kotlarnica koja je obavio RI, Zavod za termotehniku u toku grejne sezone 1983/84, dala su slabe rezultate, mada se oseća izvesno poboljšanje u odnosu na prethodne godine.

**668.4**

Stupar dipl.inž. Slobodan – Stefanović dipl.inž. Kostantin: Postrojenje za proizvodnju grananulisane elektrodne smole u KHK „Boris Kidrič“, Lukavac

„Rudarski glasnik“ br. 1 (1984), str. 57–64

Prikazan je savremeni tehnološki proces za proizvodnju grananulisane elektrodne smole koji je primenjen u novoizgrađenom postrojenju u Kokso-hemiskom kombinatu „Boris Kidrič“, Lukavac. Tehnološki proces je dala firma „Proabd beef engineering“, a kompletno projektovanje postrojenja Zavod za projektovanje i konstruisanje Rudarskog instituta, Beograd.

---

---

**RUDARSKI INSTITUT – BEOGRAD**

izdaje časopis:

**„RUDARSKI GLASNIK“**

(izlazi 4 puta godišnje)

**Oglašavajte vaše proizvode u časopisu**

**Cena:**

**1/1 strana u crno-beloj tehniči**      **10.000,00 – din.**

**Redakcija**

---

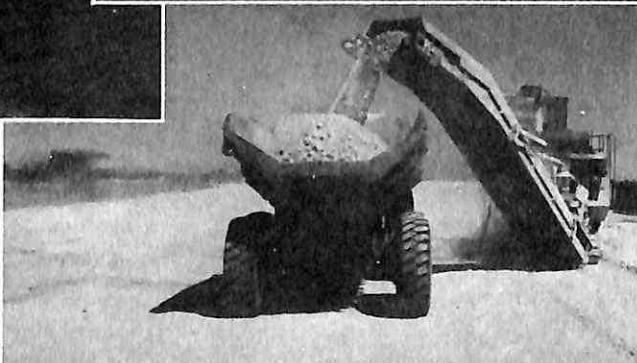
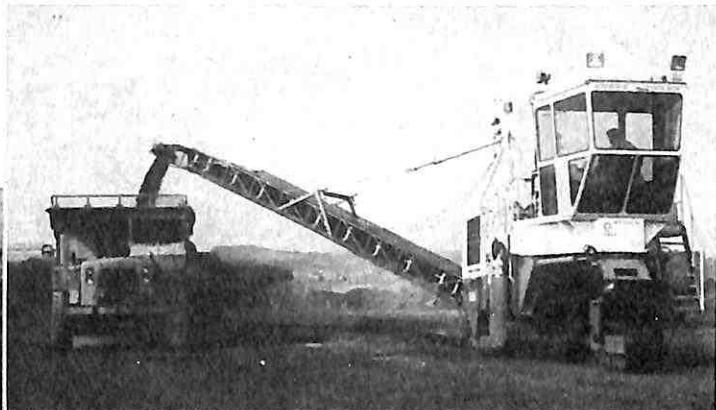
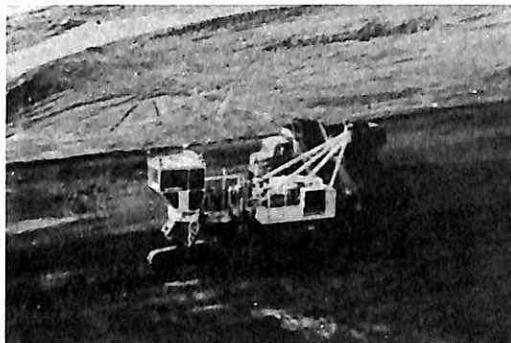
# **POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA**

## **Posebna izdanja**

- |   |         |
|---|---------|
| — prof. dr inž. Mirko Perišić:<br>„PRIMENJENA GEOSTATISTIKA“ (knjiga sa priručnikom)  | 1.000.— |
| — dr inž. Janoš Kun:<br>„POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA LIGNITA“ (I i II deo)   | 1.000.— |
| — prof. dr inž. M. Grbović — dr mr N. Magdalinović:<br>„PROCESNA OPREMA DROBLJENJA I MLEVENJA MINERALNIH SIROVINA“  | 200.—   |
| — prof. dr inž. R. Simić — dr inž. D. Mršović — mr inž. V. Pavlović:<br>„ODVODNJAVANJE POVRŠINSKIH KOPOVA“  | 800.—   |
| — prof. dr Velimir Milutinović:<br>„KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA“  | 100.—   |
| — prof. inž. Nikola Najdanović — dr inž. Radmilo Obradović:<br>„MEHANIKA TLA U INŽENJERSKOJ PRAKSI“   | 400.—   |
| — „GODIŠNJAK O RADU RUDNIKA UGLJA U 1984. godini“<br>(izlazi u II kvartalu 1985.)   | 5.000.— |
| — INFORMACIJA C <sub>1</sub> — Informacija o proizvodnji, zalihami i tržištu uglja<br>— izlazi mesečno i daje sliku trenutnog stanja (godišnja pretplata) | 2.500.— |

# Uspješna Eksplotacija Wirtgen Surface Miners

surface miners otvaraju sa svojim karakteristikama i kapacitetom nove i velike mogućnosti na površinskim kopovima u svim rudarsko geološkim uslovima



## Wirtgen Surface Miners

kontinuirano glodaju i utovaraju od 100 do 2800 t/h

## Wirtgen Surface Miners

Iako glodaju ugalj, jalovinu, gips, krečnjak, boksit i druge mineralne sirovine do čvrstoćom 6 po skali »mohs«, bušenje, miniranje i drobljenje nije potrebno.

## Wirtgen Surface Miners

automatska regulacija omoguće selektivno odvajanje različitih materijala.

## Wirtgen Surface Miners

dokazuju svoj kvalitet svakodnevno u čitavom svijetu.

---

# Wirtgen – Znači Više »Know-How«



Wirtgen GmbH  
Hohner Straße 2 · D-5461 Windhagen  
Tel.: 02645 131-0  
Tlx.: 863027 wirex d

Zastupa:  
Jugohemija  
OOUR-Interpromet · 1100 Beograd  
Tel.: 431627  
Tlx.: 11164

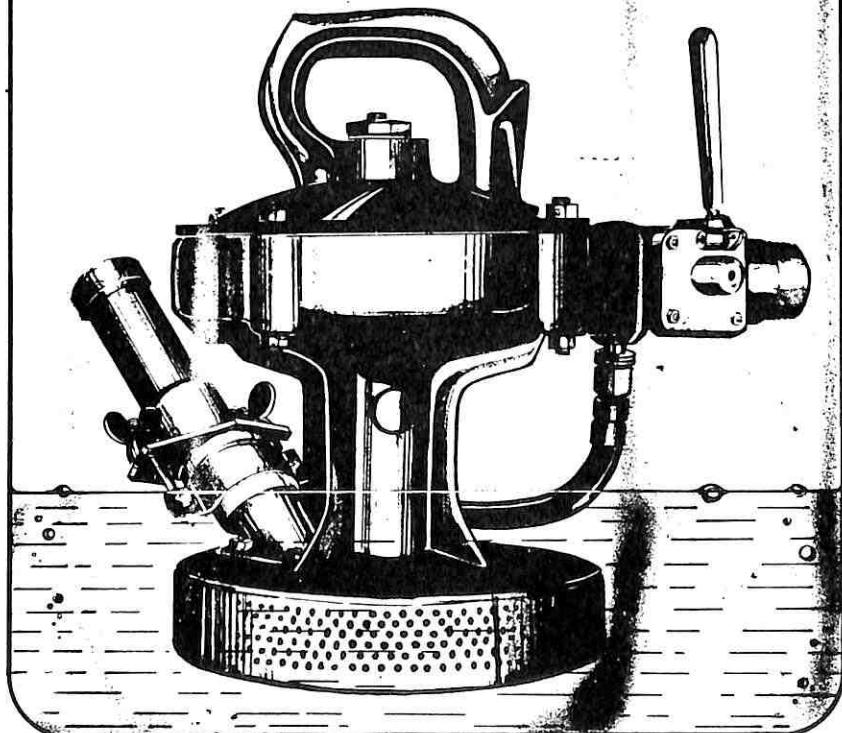
## VELIKE MOGUĆNOSTI MALE PUMPE

KAPACITET —  $25 \text{ m}^3/\text{h}$   
PRITISAK — 40 m vod.stuba  
I MASA SVEGA 30 kg —

### TO SU KARAKTERISTIKE POTAPAJUĆE PUMPE NIM

NIM se efikasno koristi za ispumpavanje neutralnih voda pri probijanju vertikalnih okana u rudnicima, za lokalno odvodnjavanje pri radovima na strminama i horizontalnim iskopavanjima, a takođe pri građevinskim zemljanim radovima i na otvorenim rudarskim kopovima.

Pogon — aktivna pneumo-turbina  
Radni pritisak vazduha do 5 ati  
Potrošnja vazduha do  $6 \text{ m}^3/\text{min}$   
Gabariti pumpe — 490 x 330 x 450 mm



 **TECHMASHEXPORT**

IZVOZNIK: V/O TEHMAŠEKSPORT

Firma „Nasosmaš“ SSSR, 117330, Moskva, Mosfilmovskaja ul., 35;  
Teleks: 411068 TEHEX; 411228 TECEX; Telefon: 143-86-60, 143-87,51

**RAZNOVRSNOST OPTIMALNIH  
TIPSKIH KARAKTERISTIKA**

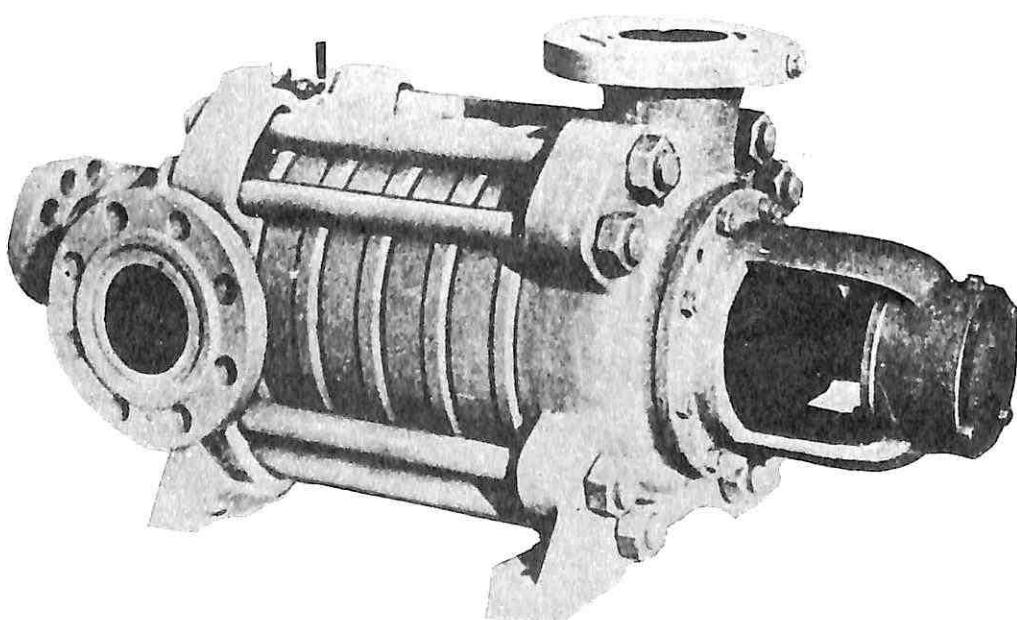
**MNOGOSTEPENASTE  
SEKCIONE PUMPE SERIJE CNS**

predviđene za pumpanje vode i drugih neagresivnih tečnosti sličnog viskoziteta,

sa nominalnim dovođenjem od 38 do 300 m<sup>3</sup>/h, pritiskom od 33 do 600 m vod. stuba, i temperaturom pumpane tečnosti ne većom od + 105°C.

Pumpe CNS se kompletiraju sa:

- elektrotorima obične izvedbe i obezbeđenim od eksplozije
- cevnim naglavcima
- pločom osnovu
- rezervnim delovima za garantni period.



**TECHMAS EXPORT**

**IZVOZNIK: V/O TEHMAŠEKSPORT**

Firma „Nasosmaš“ SSSR, 117330, Moskva, Mosfiljmovskaja, 35,  
Teleks: 411068 TEHEX; 412228 TECEX; Telefon: 143-86-60, 143-87-51

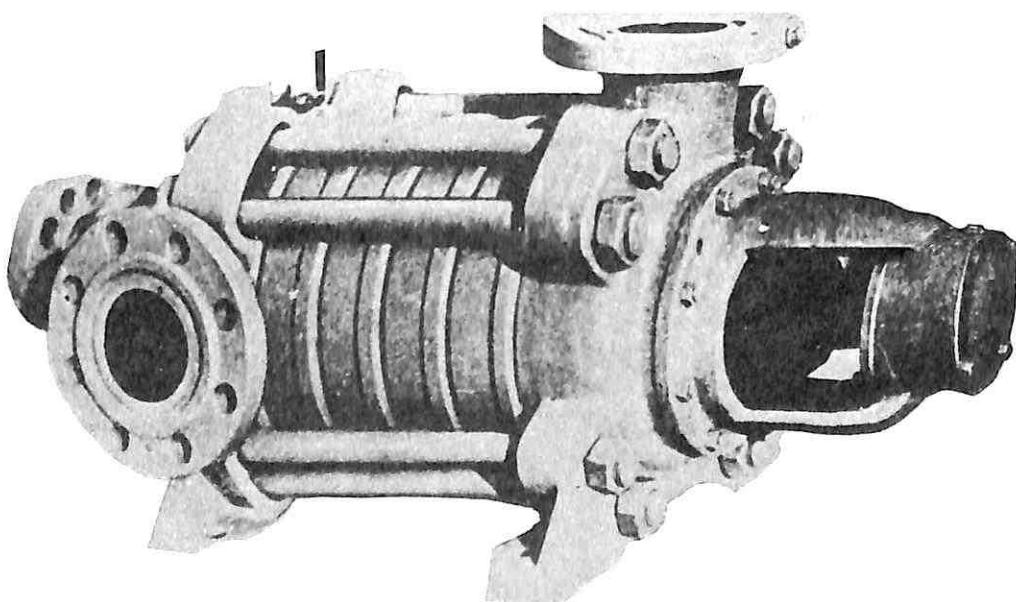
**RAZNOVRSNOST OPTIMALNIH  
TIPSKIH KARAKTERISTIKA**

**MNOGOSTEPE NASTE  
SEKCIONE PUMPE SERIJE CNS**

predviđene za pumpanje vode i drugih neagresivnih tečnosti sličnog viskoziteta,

sa nominalnim dovođenjem od 38 do 300 m<sup>3</sup>/h, pri-tiskom od 33 do 600 m vod. stuba, i temperaturom pumpane tečnosti ne većom od + 105°C.

Pumpe CNS se kompletiraju sa:  
— elketromotorima obične izvedbe i obezbeđenim od eksplozije  
— cevnim naglavcima  
— pločom osnove  
— rezervnim delovima za garantni period.



**TECHMASHEXPORT**

**IZVOZNIK: V/OTEHMAŠEKSPORT**

Firma „Nasosmaš“ SSSR, 117330, Moskva, Mosfiljmovskaja, 35,  
Teleks: 411068 TEHEX; 412228 TECEX; Telefon: 143-86-60, 143-87-51

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 koje ćemo objaviti BES-  
PLATNO u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

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

Prikaze dostaviti na adresu:

RUDARSKI INSTITUT, Zemun, Batajnički put br. 2

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

**Redakcija**



# 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 YURI

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

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

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

---

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

**RUDARSKI GLASNIK**

- veliki broj stručnjaka
- visok naučni i stručni nivo
- ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni 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

(Telex 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

