

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

br. 4
1990

RUDARSKI GLASNIK

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

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNICKI PUT BROJ 2 - JUGOSLAVIJA

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

br. 4
1990

RUDARSKI GLASNIK

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

Izdavač:

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

Redakcija:

11080 Zemun, Batajnički put br. 2

Glavni urednik:

dr inž. ĐURO MARUNIĆ, Beograd

Redakcioni odbor:

**RADMILO OBRADOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
ALEKSANDAR ĆURČIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
BORISLAV PERKOVIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
LJUBOMIR ČOLIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd
MILETA SIMIĆ, dr inž., Rudarski institut, Beograd
MIRA MITROVIĆ, dipl.inž., Rudarski institut, Beograd**

Redakcija:

JELENA SIMONVIĆ, dipl.fil., Rudarski institut, Beograd

U finansiranju časopisa učestvuje Republički fond za nauku, Beograd

**TEHNIČKI REDAKTOR: JELENA SIMONVIĆ – NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ –
SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM INSTITUTU,
BEOGRAD) – FOTO: S. RISTIĆ**

**IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
ŠTAMPA: ZAVOD ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU „JAROSLAV
ČERNI” – BELI POTOK, JAROSLAVA ČERNOG 80, TEL. 649–265**

SADRŽAJ

Eksploatacija mineralnih sirovina

DRAGOLJUB ĆIRIĆ

| | |
|---|----|
| Metoda određivanja konstruktivne i tehnološke dubine otkopavanja bloka kod rada bagera sa teleskopskom katarkom (originalni naučni rad) | 5 |
| Summary | 10 |
| Zusammenfassung | 11 |
| Rezjume | 11 |

NEBOJŠA MAKSIMOVIĆ

| | |
|--|----|
| Prikaz proizvodnih mogućnosti rotornog bagera SRs1300 24/5 VR na prvom jalovinskom sistemu površinskog kopa Kosovo u Belačevcu (stručni rad) | 12 |
| Summary | 22 |
| Zusammenfassung | 23 |
| Rezjume | 23 |

MILETA SIMIĆ – RATKO JOVIČIĆ

| | |
|---|----|
| Procena zlatonosnog ležišta Kyaukpahto u Burmi i optimizacija površinskog kopa (pregledni članak) | 24 |
| Summary | 29 |
| Zusammenfassung | 29 |
| Rezjume | 29 |

Priprema mineralnih sirovina

GORDANA BARAĆ – MARKO ERCEGOVAC

| | |
|--|----|
| Strukturno–teksturane karakteristike metalurškog koksa dobivenog iz mješavine američkog i sovjetskog uglja (originalni naučni rad) | 31 |
| Summary | 36 |
| Zusammenfassung | 37 |
| Rezjume | 37 |

PREDRAG LAZIĆ – DINKO KNEŽEVIĆ

| | |
|--|----|
| Istraživanje uslova deponovanja pepela industrijske termoenergane Incel, Banja Luka (primenjeno –razvojni rad) | 38 |
| Summary | 43 |
| Zusammenfassung | 43 |
| Rezjume | 44 |

STEVAN ĐOKIĆ–MIHAJLO CANIĆ–VILIM ŠER

| | |
|---|----|
| Garancijska ispitivanja eksperimentalnog „Parnaby“ postrojenja za čišćenje uglja u Bogovini (stručni rad) | 45 |
| Summary | 48 |
| Zusammenfassung | 48 |
| Rezjume | 49 |

Zaštita životne sredine

MILICA SOVRLIĆ – STANIJA CIMBALJEVIĆ – LJILJANA BELOVIĆ

| | |
|--|----|
| Deponije jalovine iz tehnološkog procesa mokre separacije ugljeva kao izvori zagađivanja vazduha (stručni rad) | 50 |
| Summary | 55 |
| Zusammenfassung | 55 |
| Rezjume | 56 |

Ventilacija i tehnička zaštita

ALEKSANDAR ĆURČIĆ

| | |
|---|----|
| Upoređenje rizika rada u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom sa rizikom rada ostalih proizvođača energije u Srbiji (pregledni članak) | 57 |
| Summary | 64 |
| Zusammenfassung | 64 |
| Rezjume | 65 |

| | |
|---|----|
| <i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i> | 66 |
|---|----|

| | |
|----------------------------|----|
| <i>Bibliografija</i> | 69 |
|----------------------------|----|

METODA ODREĐIVANJA KONSTRUKTIVNE I TEHNOLOŠKE DUBINE OTKOPAVANJA BLOKA KOD RADA BAGERA SA TELESKOPSKOM KATARKOM

(sa 3 slike)

Dragoljub Ćirić

Rezime

Istraživanje je imalo za cilj da utvrdi vrednosti konstruktivne i tehnološke dubine otkopavanja bloka koje može ostvariti bager sa teleskopskom katarkom, kao i promene tih vrednosti u funkciji visine ose obrtanja radnog točka iznad planuma i ugla nagiba čeone kosine, a pri otkopavanju bloka sa jednog stajališta (jednog položaja vertikalne ose okretanja). Određivanjem konstruktivnih i tehnoloških vrednosti dubine bloka primenom ove metode omogućava se racionalno korišćenje rotornog bagera sa teleskopskom katarkom, odnosno postižu se bolji efekti njegovog rada. U ovom radu je prikazana metoda određivanja konstruktivne i tehnološke dubine bloka, kao i primena te metode na jednom konkretnom primeru.

Osnove metode

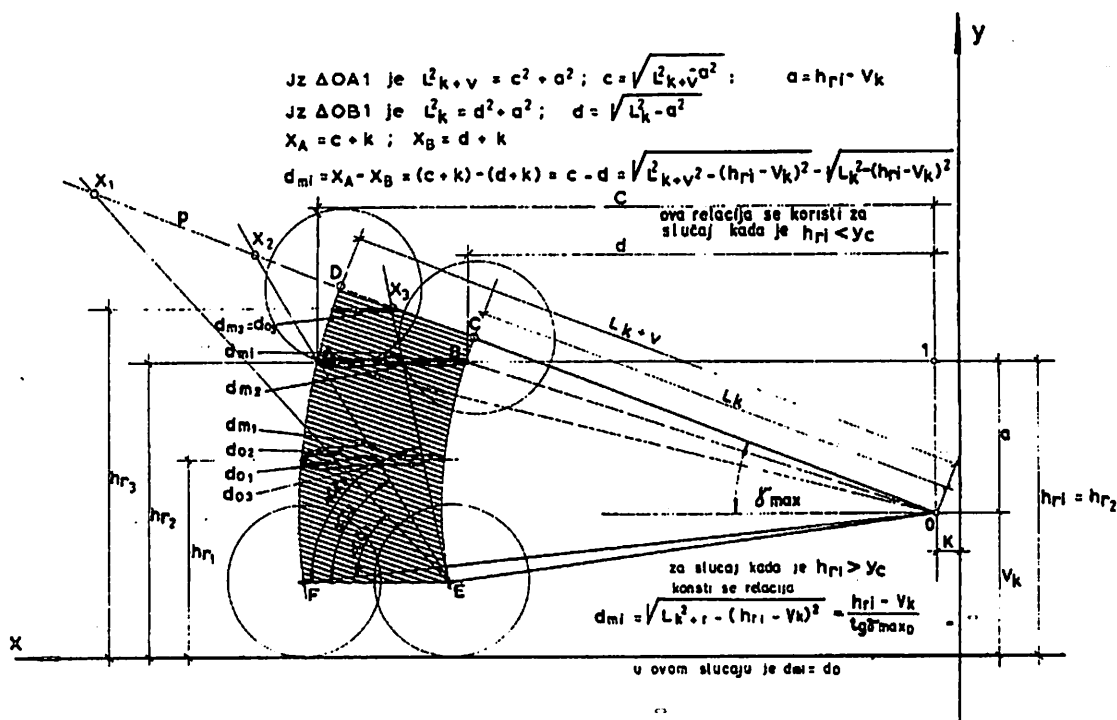
Na osnovu konstruktivnih parametara bagera određuje se njegova oblast rada sa aspekta dubine bloka, a zatim se na osnovu nje i zahtevanih tehnoloških parametara bloka određuje konstruktivna i tehnološka dubina bloka.

Od konstruktivnih parametara bagera i ostalih potrebnih parametara koriste se:

- dužina katarke (sa potpuno uvučenim teleskopskim delom L_k , m)
- dužina teleskopskog dela katarke V , m
- prečnik radnog točka D , m
- poluprečnik radnog točka R , m
- visina ose obrtanja radnog točka na planumu V_r , m
- visina zglobove veze katarke radnog točka iznad planuma V_k , m

- rastojanje zglobove veze katarke od vertikalne ose okretanja bagera K , m
- rastojanje čeone ivice gusenice za transport od poprečne ose bagera L_F , m
- rastojanje bočne ivice gusenice od uzdužne ose bagera L_E , m.

Na slici 1 je prikazana konstruktivna oblast rada bagera sa aspekta dubine bloka, a na bazi konstruktivnih parametara bagera. Ova oblast je na slici šrafirana i ograničena temenim tačkama C, D, E i F. Na osnovu oblasti rada bagera, za određenu visinu ose obrtanja radnog točka h_{rj} može se odrediti konstruktivna dubina bloka d_{mj} . Isto tako, na osnovu konstruktivne oblasti rada bagera se za određeni ugao nagiba čeone kosine α_z i određenu visinu ose obrtanja radnog točka h_{rj} može odrediti tehnološka dubina bloka d_o , koju bager može da ostvari sa jednog stajališta. Na bazi konstruktivne dubine bloka d_{mj} , a za određenu



Slika 1

visinu ose obrtanja radnog točka i ugao nagiba čeone kosine, utvrđuje se da li bager može neku zadanu dubinu bloka d da otkopa sa jednog stajališta ili ne. Naime, ako je $d - d_{mi} \leq 0$, zadata dubina bloka d može da se ostvari sa jednog stajališta bagera.

Od geometrijskih parametara bloka i ograničenja vezanih za sigurnost rada bagera potrebni su:

- visina bloka H , m
- visina prve (gornje) podetaže h_g , m
- ugao nagiba čeone kosine $\alpha_{\xi,0}$
- dozvoljeno približavanje čeone ivice gusenice bagera donjoj ivici čeone kosine f , m
- dozvoljeno rastojanje donje ivice katarke u prvoj (gornjoj) podetaži, od gornje ivice sledeće (niže) podetaže t , m

Da bi se odredile konstruktivna i tehnološka dubina bloka, neophodno je matematički definisati:

- visinu ose obrtanja radnog točka u prvoj (gornjoj) podetaži

$$h_{rgD} = H - h_g + R \quad (1)$$

- ugao nagiba katarke radnog točka pri potpuno izvučenom teleskopskom delu katarke (V), a na visini ose obrtanja radnog točka h_{rg}

$$\gamma_{\max D} = \arcsin \frac{h_{rg} - V_k}{L_k + V} \quad (2)$$

- radijus kopanja u prvoj (gornjoj) podetaži pri izvučenom teleskopskom delu katarke

$$R_{kgD} = (L_k + V) \cos \gamma_{\max D} + K \quad (3)$$

- uglove nagiba katarke radnog točka na najnižoj (donjoj) podetaži pri uvučenom γ_E i izvučenom γ_F teleskopskom delu katarke

$$\gamma_E = \arcsin \frac{R - V_k}{L_k} \quad (4)$$

$$\gamma_F = \arcsin \frac{R - V_k}{L_k + V} \quad (5)$$

- radijuse kopanja na najnižoj podetaži pri potpuno uvučenom R_{kE} i izvučenom R_{kF} teleskopskom delu katarke

$$R_{kE} = L_k \cos \gamma_E + K \quad (6)$$

$$R_{kF} = L_{k+v} \cos \gamma_F + K \quad (7)$$

– radijus kopanja pri potpuno uvučenom teleskopskom delu katarke, a za ugao nagiba katarke $\gamma_{\max D}$

$$R_{kgC} = L_k \cdot \cos \gamma_{\max D} + K \quad (8)$$

– visinu ose obrtanja radnog točka pri potpuno uvučenom teleskopskom delu katarke, a za ugao nagiba katarke $\gamma_{\max D}$

$$h_{rgC} = L_k \cdot \sin \gamma_{\max D} + V_k \quad (9)$$

– ugao nagiba katarke radnog točka γ_i izv i γ_i uvu kod visine ose obrtanja radnog točka h_{ri} , a pri izvučenom teleskopskom delu katarke $L_k + V$ i uvučenom teleskopskom delu katarke

$$\gamma_i \text{ izv} = \arcsin \frac{h_{ri} - V_k}{L_k + V} \quad (10)$$

$$\gamma_i \text{ uvu} = \arcsin \frac{h_{ri} - V_k}{L_k} \quad (11)$$

– radijuse kopanja kod izvučenog teleskopskog dela katarke R_{izv} i uvučenog teleskopskog dela katarke R_{uvu}

$$R_{izv} = L_R + V \cdot \cos \gamma_i \text{ izv} + K \quad (12)$$

$$R_{uvu} = L_k \cdot \cos \gamma_i \text{ uvu} + K \quad (13)$$

Shodno napred izloženom, konstruktivna dubina bloka za visinu obrtanja radnog točka h_{ri} iznosi:

$$d_m \text{ hri} = R_{izv} - R_{uvu} \quad (14)$$

Naime, za slučaj kada je visina ose obrtanja radnog točka $h_{ri} > h_{rc}$, konstruktivna dubina bloka iznosi:

$$d_m = \sqrt{L_{k+v}^2 - (h_r - V_k)^2} - \frac{h_{ri} - V_k}{\text{tg } \gamma_{\max D}} \quad (15)$$

odnosno, za slučaj $h_{ri} < h_{rc}$ je

$$d_m = \sqrt{L_{k+v}^2 - (h_r - V_k)^2} - \sqrt{L_k^2 - (h_r - V_k)^2} \quad (16)$$

Za određivanje tehnološke dubine bloka d_o , za određeni ugao nagiba čeone kosine α_x i određenu visinu ose obrtanja radnog točka h_{ri} , moraju unapred biti matematički definisani:

– visina ose obrtanja radnog točka h_{rgD} , odnosno koordinata Y_D tačke D (slika 1)

– radijus kopanja R_{kgD} , odnosno koordinata X_D

– radijus kopanja R_{kdE} , odnosno koordinata X_E

– ugao nagiba katarke $\gamma_{\max D}$ za visinu h_{rgD}

– koordinate tačke X ($X_x; Y_x$), u kojoj krak ugla čeone kosine seče pravu p, povučenu kroz tačke D i C (slika 1)

Koordinate tačke X (X_x, Y_x) su definisane izrazima:

$$X_x = \frac{V_r - V_k + \text{tg } \gamma_{\max D} \cdot K - \text{tg } \alpha_x \cdot X_E}{\text{tg } \gamma_{\max D} - \text{tg } \alpha_x} \quad (17)$$

$$Y_x = \text{tg } \alpha_x (X_x - X_E) + V_r \quad (18)$$

Za slučaj $Y_x > Y_D$, d_o se računa prema obrascu

$$d_o = \sqrt{L_{k+v}^2 - (h_r - V_k)^2} - \sqrt{L_k^2 - (V_v - V_k)^2} - \frac{h_r - V_r}{\text{tg } \alpha_x} \quad (19)$$

odnosno, za slučaj $Y_x < Y_D$ tehnološka dubina bloka d_o se dobija iz relacije:

$$d_o = d_m = \sqrt{L_{k+v}^2 - (h_v - V_k)^2} - \frac{h_r - V_k}{\text{tg } \gamma_{\max D}} \quad (20)$$

Kada je visina ose obrtanja radnog točka h_{rg} veća od koordinate Y_x tačke X, tehnološka dubina bloka se računa na isti način kao za slučaj $Y_x < Y_D$, odnosno, ako je $h_{rg} \leq Y_x$, tehnološka dubina bloka d_o se računa kao za slučaj $Y_x > Y_D$.

Radi ilustracije prikazanog postupka za određivanje oblasti rada bagera, konstruktivnih i tehnoloških dubina bloka kod rada bagera sa teleskopskom katarkom, u nastavku se daje odnosno rešava računski primer.

ZADATAK:

Određiti oblast rada bagera sa aspekta dubine bloka, konstruktivnu dubinu bloka d_m i tehnološku dubinu bloka d_o bagera KU 300 S, za slučajeve:

- visina ose obrtanja radnog točka $h_r = 10$ m a uglovi nagiba čeonih kosina $\alpha_{\xi 1} = 48^\circ$ i $\alpha_{\xi 2} = 60^\circ$
- visina ose obrtanja radnog točka $h_r = 16,0$ m a $\alpha_{\xi 3} = 78^\circ$

ULAZNI PARAMETRI

Konstruktivni parametri bagera:

| | |
|----------------|----------------|
| $L_k = 24,9$ m | $K = 1,1$ m |
| $V = 8,4$ m | $R = 3,76$ m |
| $D = 7,52$ m | $L_F = 11,0$ m |
| $R = 3,76$ m | $L_E = 8,3$ m |
| $V_k = 8,19$ m | |

a) Oblast rada bagera sa aspekta dubine bloka

Ova oblast je ograničena temenima tačke C, D, E, F i definisana koordinatama X, Y tih tačaka a na bazi obrazaca 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 i to:

| za vrednost | broj obrasca |
|--|--------------|
| $h_{rg} = H - h_g + R$ | 1 |
| $\gamma_{\max D} = \arcsin \frac{h_{rg} - V_k}{L_k + V}$ | 2 |
| $R_{kgD} = (L_k + V) \cos \gamma_{\max D} + K$ | 3 |
| $\gamma_E = \arcsin \frac{R - V_k}{L_k}$ | 4 |
| $\gamma_F = \arcsin \frac{R - V_k}{L_k + V}$ | 5 |
| $R_{kE} = L_k \cos \gamma_E + K$ | 6 |
| $R_{kF} = L_k + V \cos \gamma_F + K$ | 7 |
| $R_{kgC} = L_k \cos \gamma_{\max D} + K$ | 8 |
| $h_{rgC} = L_k \sin \gamma_{\max D} + V_k$ | 9 |

Vrednosti koordinata X i Y iznose:

$$\begin{aligned} Y_D &= h_{rgD} = 19,02 \text{ m} \\ X_D &= R_{kgD} = 32,60 \text{ m} \\ Y_C &= h_{rgC} = 16,25 \text{ m} \\ X_C &= R_{kgC} = 24,65 \text{ m} \\ Y_E &= V_r = 3,76 \text{ m} \\ X_E &= 25,60 \text{ m} \\ Y_F &= V_v = 3,76 \text{ m} \\ X_F &= R_{kdF} = 34,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Ovde posebno treba istaći da su koordinate tačaka C, D, E, F konstante za određeni tip bagera.

b) Konstruktivna dubina bloka

Budući da je u oba slučaja $h_r < Y_c$, konstruktivna dubina bloka prema obrascu 16 iznosi:

$$\begin{aligned} d_{m10} &= X_A - X_B = 8,14 \text{ m} \\ d_{m16} &= 32,37 - 23,64 = 8,72 \text{ m} \end{aligned}$$

Kako se na slici 1 vidi, konstruktivna dubina bloka d_{10} za visinu ose obrtanja radnog točka h_{r10} je ista za uglove nagiba čeonih kosina $\alpha_{\xi 1} = 48^\circ$ i $\alpha_{\xi 2} = 60^\circ$.

c) Tehnološka dubina bloka

Za slučaj $h_r = 16$ m, koordinate tačaka X_1 i X_2 se određuju prema obrascima 17 i 18 i iznose:

$$Y_{1x} = 42,28 \text{ m i } Y_{1y} = 22,28 \text{ m}$$

Budući da je $Y_{1y} > Y_D$, tehnološka dubina bloka se računa shodno obrascu 19.

$$d_{048} = 33,25 - 24,8 - 5,6 = 2,85 \text{ m}$$

$$X_{2x} = \frac{-48,39}{-1,98} = 34,81 \text{ m}$$

$$Y_{2y} = 19,71 \text{ m}$$

$$d_{060} = 33,25 - 24,8 - 3,6 = 4,85 \text{ m}$$

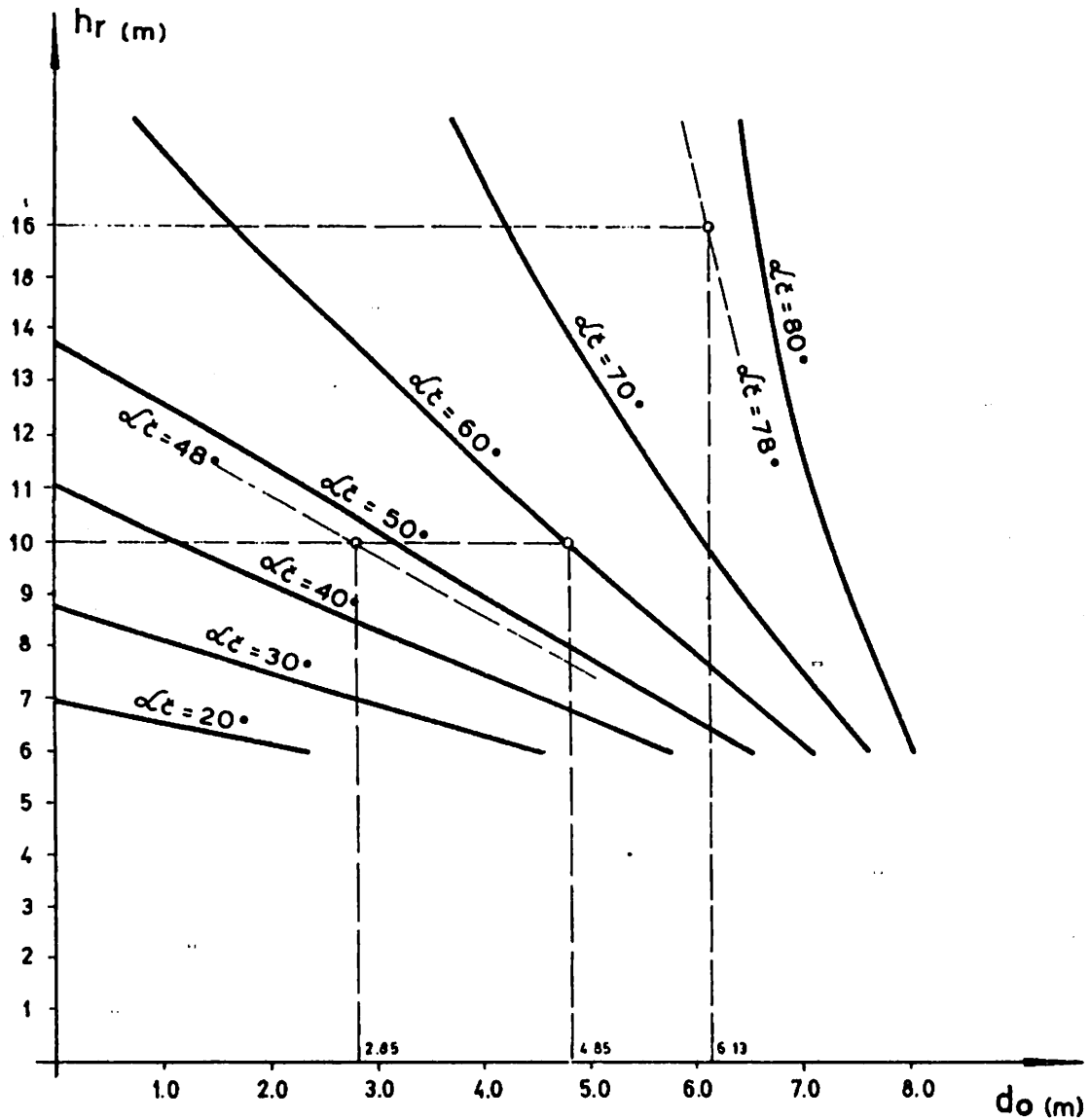
Za određivanje tehnološke dubine bloka d_{016} , a za visinu ose obrtanja radnog točka h_{r16} i ugao nagiba čeonih kosina $\alpha_{\xi 3} = 78^\circ$, prvo se odrede koordinate X_{3x} i Y_{3y} , a zatim dubina bloka.

$$X_{3x} = \frac{-124,4}{-4,36} = 28,5 \text{ m i } Y_{3y} = 17,4 \text{ m}$$

Pošto je visina ose obrtanja radnog točka $h_r = 16$ manja od Y_{3y} (17,4) to se tehnološka dubina bloka računa prema obrascu 19:

$$d_{016} = 32,37 - 23,64 - 2,6 = 6,13 \text{ m}$$

Za određivanje tehnoloških dubina bloka d_0 grafičkim putem, za visine ose obrtanja radnog točka $6 \leq h_r \leq 10$ i uglove nagiba čeonih kosina $10^\circ \leq \alpha_{\xi} \leq 80^\circ$, konstruisan je grafik i prikazan na slici 2 (računski primer za $\alpha_{\xi} = 48^\circ, 60^\circ$ i 78° i $h_r = 10$ i $h_r = 16$ m prikazan grafički).



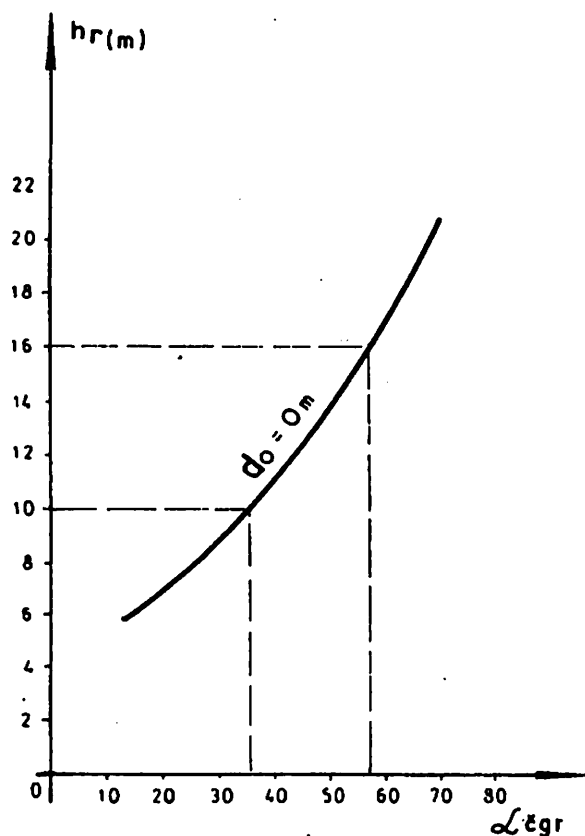
Slika 2

Za različite visine ose obrtanja radnog točka granične uglove nagiba čeonih kosina pri otkopavanju bloka sa jednog stajališta bagera moguće je direktno očitati sa grafika na slici 3. Naime, granični uglovi nagiba čeonih kosina za dati primer iznose:

– za visinu ose obrtanja radnog točka $h_r = 10$, granični ugaon nagiba čeonih kosina iznosi $\alpha_{Lgr} = 35,4^\circ$;

– za visinu ose obrtanja radnog točka $h_2 = 16$ m, granični ugaon nagiba čeonih kosina iznosi $\alpha_{Lgr} = 57,2^\circ$.

Pri ovim uglovima nagiba čeonih kosina i za date visine ose obrtanja radnog točka dubina bloka je jednaka nuli.



Slika 3

Zaključak

Na osnovu iznete metode određivanja konstruktivne i tehnološke dubine otkopavanja bloka kod rada bagera sa teleskopskom katarkom moguće je izabrati racionalnu dubinu bloka za konkretno uslove radne sredine pri otkopavanju bloka sa jednog stajališta bagera.

Kroz primenu metode na određenom primeru i prikazanim graficima na slikama 1 i 2 moguće je jednostavno i brzo utvrditi vrednosti uglova nagiba čeonih kosina i dubine bloka koje se mogu ostvariti bagerom u određenim uslovima.

SUMMARY

Method for Determination of Block Excavation Constructive and Technological Depths in Operation of Telescope Boom Excavators

The research objective was to determine the values of block excavation constructive and technological depths achievable by a telescope boom excavator, as well as variations of the values as a function of the height of bucketwheel rotation axis above the bench and face slope angle, when excavating a block from one position (one position of vertical rotation axis). Determination of the values of block constructive and technological depth values by use of this method enables rational utilization to a telescopic boom bucketwheel excavator, i.e. this yields improved effects of its operation. The paper presents the method for determination of block constructive and technological depths, as well as application of the method on a real case.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Methode zur Bestimmung der konstruktive und der technologische Tiefe vom Abbaublock bei dem Schaufelradbagger mit Vorschub

Die Untersuchung hatte zum Ziel dass man die Werte der konstruktive und der technologische Tiefe vom Abbaublock bestimmt, die der Schaufelradbagger mit Vorschub realisieren kann, sowie auch die Werte in der Funktion der Höhe vom Schwenken des Schaufelrades über dem Planum und des Neigungswinkels der Böschung, bei Abbau vom Block bei einem Ort (bei einem Stand der vertikaler Achs). Mit der Bestimmung der konstruktiven und technologischen Werten der Blocktiefe ermöglicht man mit der Nutzung dieser Methode eine rationelle Nützung des Schaufelradbaggers mit Vorschub, und zwar man erreicht bessere Effekten bei seiner Arbeit. In dieser Arbeit ist die Methode der Bestimmung von konstruktiver und technologischer Tiefe des Blockes, sowie die Anwendung dieser Methode in einem konkreten Fall (=Beispiel) vorgestellt.

Чирич

Р Е З Ю М Е

Метод определения конструктивной и технологической глубины выемки блока при работе экскаватора со телескопической стрелой

Целью этого исследования было установить величины конструктивной и технологической глубины выемки блока, осуществленной экскаватором со технологической стрелой, а также и изменения этих величин в функции висине оси поворота рабочего колеса над площадкой и угла уклона откоса при выемке блока из одного места остановки (из одного местоположения вертикальной оси поворота). Определением конструктивных и технологических величин глубины блока с применением этого метода, дается возможность рационально использовать роторный экскаватор со телескопической стрелой, т.е. достичь лучшие эффекты их работы. В этой работе уточнен метод определения конструктивной и технологической глубины блока как и применение этого метода на одном конкретном примере.

Literatura

1. Kalat, J., 1977: Matematičko rešavanje tehnologije otkopavanja bloka rotornim bagerom, UHLI 6
2. Materijal za seminar o korišćenju rotornih bagera sa teleskopskom katarkom, održan na površinskom kopu Suvodol decembra 1989.

Autor: dr inž. Dragoljub Ćirić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd
Recenzent: prof. dr D. Stojanović, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
članak primljen 21.3.1991, prihvaćen 3.4. 1991.

PRIKAZ PROIZVODNIH MOGUĆNOSTI ROTORNOG BAGERA SRs 1300 24/5 VR NA PRVOM JALOVINSKOM SISTEMU POVRŠINSKOG KOPA KOSOVO U BELAČEVCU

(sa 9 slika)

Nebojša Maksimović

Rezime

Cilj ovog članka je da pokaže kako se i za koliko može povećati proizvodnja u konkretnim uslovima otkopavanja rotornim bagerom. Metodološkim pristupom problemu se razrešavaju određene dileme, vezane za mogućnost povećanja proizvodnje. Rezultati dobijeni za dati slučaj su merodavni za dalje analize i polemike.

Uvod

Rotorni bager SRs 1300 24/5 VR radi u sklopu prvog jalovinskog sistema. Ovaj sistem, pored navedenog bagera, čine samohodna traka, jedan odlagač i lanac tračnih transporterata. Svi činioci proizvodnog lanca imaju različite kapacitativne vrednosti, odnosno različite propusne moći.

Godišnje ostvareno vreme rada rotornog bagera se u periodu od 1983–1986. god. kretalo u okviru prosečnih 2867 časova, što je objektivno veoma malo.

Mesečni fond časova rada u periodu 1983–1987. god. kretao se u granicama od 292–381 čas, ostvarena srednja vrednost mesečne proizvodnje za isti period je iznosila 160.780 m³ čm, a srednja vrednost časovnog kapaciteta bagera u bloku oko 536 m³ čm/čas.

Teoretski kapaciteti angažovane opreme su sledeći:

| | |
|-----------------------|---------------------------------|
| – rotorni bager | 4000 m ³ rm/čas |
| – odlagač | 4400 m ³ rm/čas |
| – samohodna traka | 5000 m ³ rm/čas |
| – tračni transporteri | 4761,3192 m ³ rm/čas |

Evidentno je da je vremensko iskorišćenje prvog jalovinskog sistema veoma nisko i neracionalno. Nedovoljno ostvarenim rezultatima rada na ovom sistemu direktno se utiče na stvaranje otkrivenih rezervi uglja za otkopavanje.

Zato je trebalo ostvariti što bolje efekte rada na ovom sistemu i pronaći rešenje kojim se može postići veća proizvodnja otkrivke u odnosu na do tada ostvarenu. Naravno, dato rešenje je trebalo i praktično potvrditi.

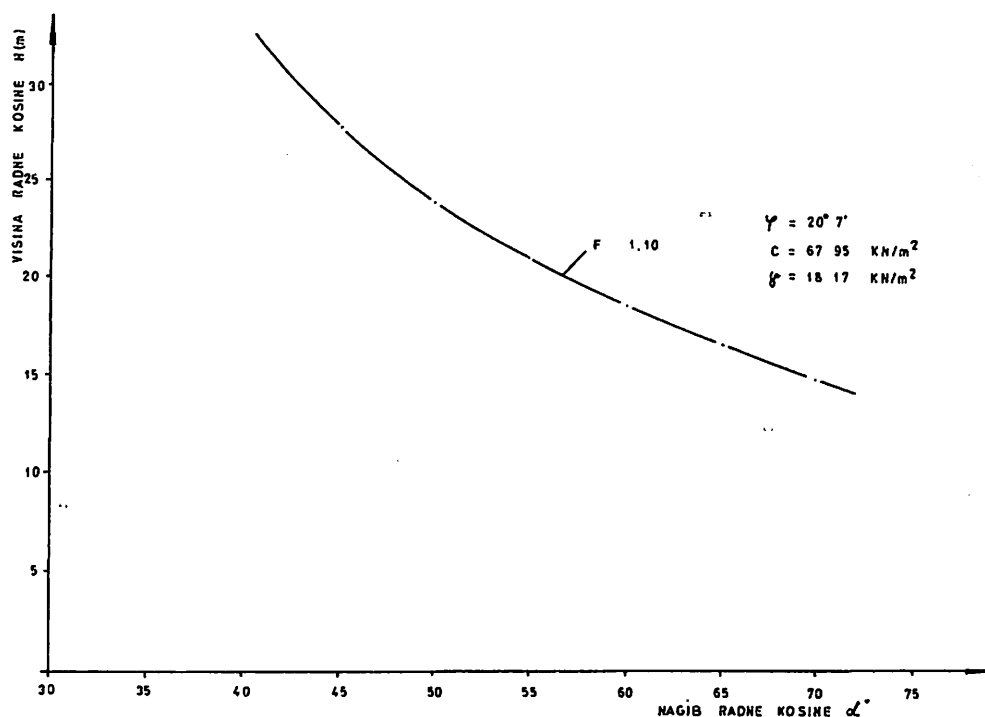
Prikaz postojećeg stanja

Geologija – Ugljeni sloj je složene građe koji čine kompaktni ksilitni ugali i partije amornog zemljanog uglja. Krovinski sedimenti, koji su bitni za prvi jalovinski sistem, su sive laporovite i mestimično masne gline koje sadrže fosilne ostatke. Krovinske gline prilikom sušenja pucaju pri površini. Siva glina u hidrogeološkom pogledu predstavlja vodonepropusni sloj – sloj izolator. Visina prve etaže varira od 17,0 – 26,0 m, pri čemu su radni uglovi na etaži u granicama od 35,8 – 50,48°. Stabilnost radne kosine na etaži je u direktnoj zavisnosti od vremena stajanja.

Fizičko–mehanički i geomehnički parametri otkopanih materijala – Geomehnički parametri su usvojeni iz Glavnog rudarskog projekta površinskog kopa Kosovo – Belačevac, knjiga VIII: Tehnički geomehnički projekat stabilnosti kopa, spoljašnjih i unutrašnjih odlagališta, Rudarski institut, Beograd, 1984. god. Na osnovu izvršenih proračuna izrađen je dijagram (slika 1) koji predstavlja promenu visine u zavisnosti od nagiba radne kosine u sivoj glini. Sledi da za nagib radne kosine od 60° visina etaže iznosi 18,5 m, za nagib od 50° visina iznosi 23,7 m, a za nagib od 40° visina iznosi 33,1 m.

Oprema za otkopavanje, transport i odlaganje – Na slici 2 je data dispozicija prvog jalovinskog sistema.

Podrešenost postavljene opreme uslovima u kojima radi – Teoretski kapaciteti bagera i tračnih transporterata, širine 1400 mm i brzine 4,0 m/s, nisu usaglašeni. Oblik noževa na vedricama rotornog bagera, njihova pričvršćenost, odnosno raspored, kao i kvalitet nisu u potpunosti u redu. Način regulisanja brzine kružnog kretanja ne osigurava potreban režim rada; merenje uglova kružnog



Sl. 1. – Dijagram promene visine u funkciji nagiba radne kosine PO Kosovo u Belačevcu

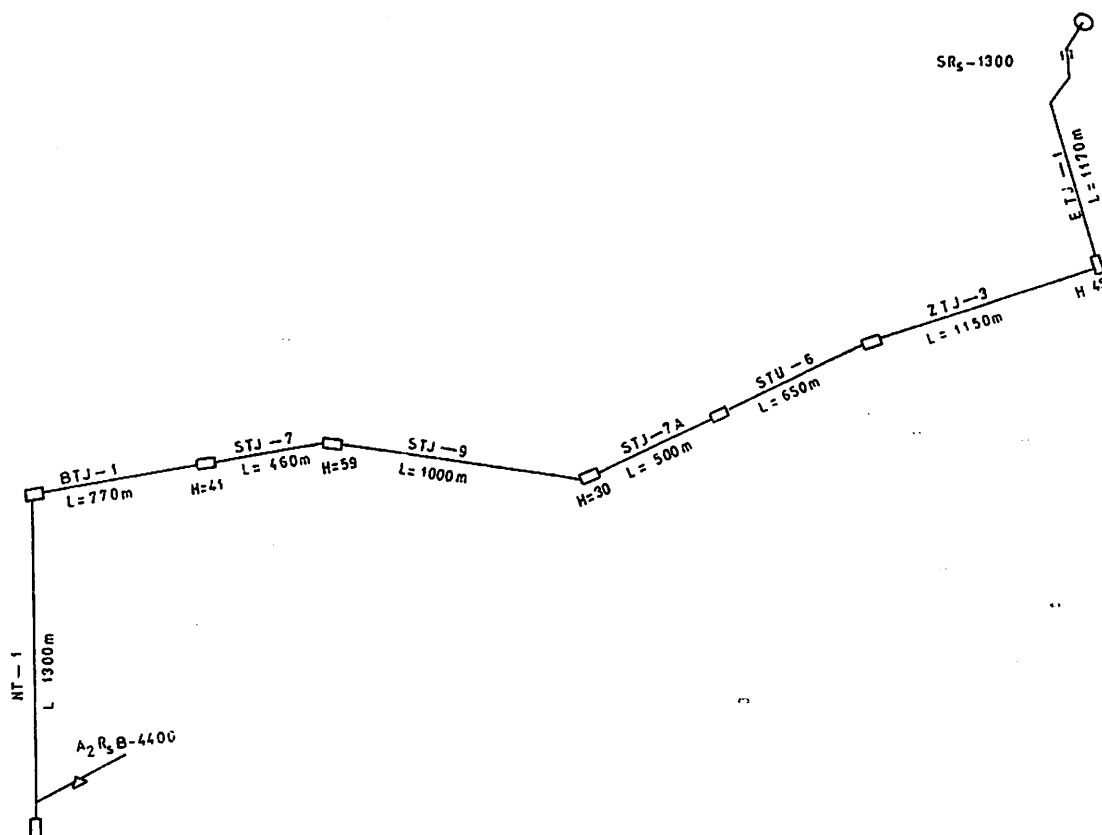
Specifični otpor materijala na kopanje – Specifični otpor na kopanje se menja po vertikali i horizontali. Prema raspoloživim informacijama, vrednost specifičnog otpora kopanja se kreće od 500–1000 N/cm.

Sklonost i osobine otkopavanog materijala – Karakteristična je velika komadnost otkopavanog materijala, lepljivost, kao i delimična abrazivnost.

kretanja je potpuno nepouzđano ukoliko se prati preko postojećih instrumenata.

Postojeći sistem veza, zaptivenost presipa, čišćenje presipa, kao i osvetljenje, nisu podešeni postojećim uslovima.

Mikrotehnologija otkopavanja bloka – Geometrijski parametri bloka (širina i dubina, osa trase



Sl. 2 – Dispozicija I BTO sistema

transporta rotornog bagera, nagib bočnih kosina) se stalno menjaju i izvode prema nahodjenju bageriste. Geometrijski parametri odreska, uglovi okretanja katarke radnog točka, kao i koeficijent odreska se takođe određuju na osnovu procene bageriste.

Makrotehnologija otkopavanja – Razvoj fronta na etaži prvog jalovinskog sistema je lepezast, otkopava se sa dva bloka, pri čemu se etažni tračni transporter sukcesivno produžava.

Tehnološki ciklus – Ustaljenost ciklusa praktično ne postoji, već se promene dešavaju u zavisnosti od situacije na terenu.

Predlog tehničkih rešenja sa ciljem povećanja proizvodnih mogućnosti rotornog bagera

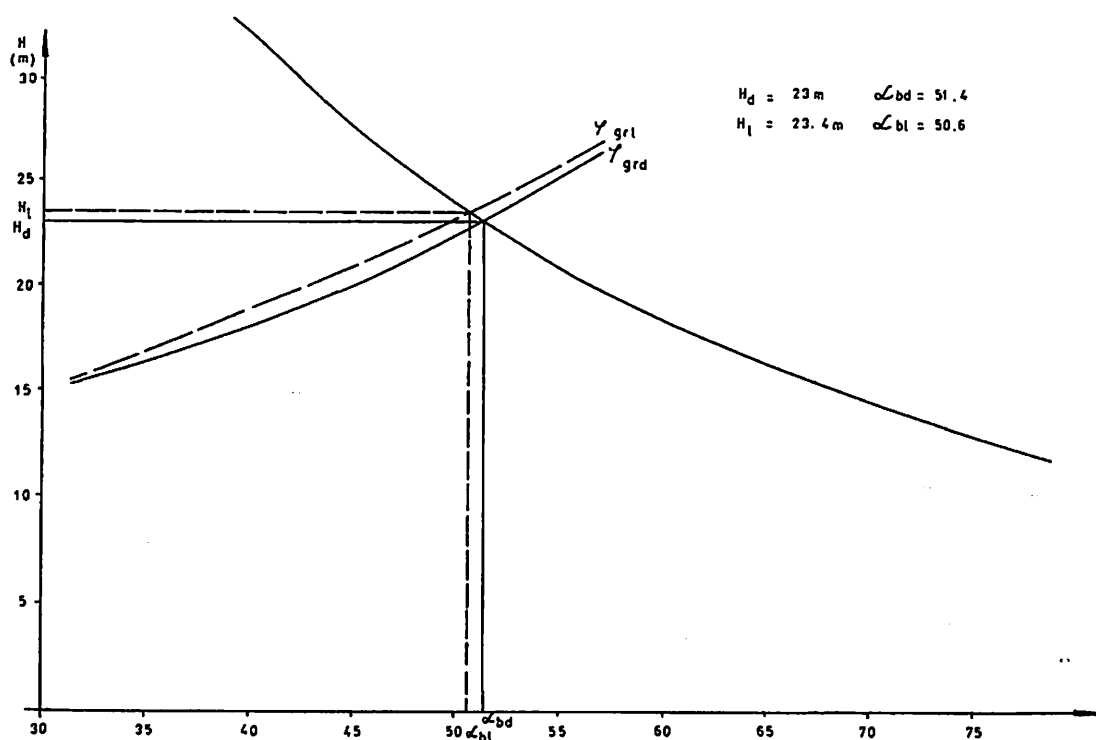
Definisanje geometrijskih parametara bloka koji se otkopava na osnovu konstruktivnih karakteristika bagera i dozvoljenog nagiba bočnih kosina, je prvi korak u predlogu rešenja. Na osnovu

neophodnih parametara, sačinjen je dijagram dozvoljenog područja rada rotornog bagera (slika 3). Iz dijagrama sledi da su za date visine otkopavanja blokova granični uglovi nagiba kosine koje rotorni bager može ostvariti jednaki dozvoljenim uglovima. Za visine manje od 23 m granični ugao nije jednak dozvoljenom.

Sledeći korak je izbor visine bloka, koja je u funkciji samog terena. Učestalost visina po broju javljanja je: 18; 20, 9 i 22,0 m.

Nagib bočnih kosina je dat za određene visine, s tim što se nagib bočnih kosina odnosi na desni ugao slobodnog rezanja:

| | | |
|------|----------|----------|
| 18 m | od 39,4° | do 61,0° |
| 29 m | 47,4° | 55,0° |
| 22 m | 49,4° | 53,0° |



Sl. 3 – Dijagram dozvoljenog područja rada rotornog bagera.

Dubina bloka je data u zavisnosti od visine i približavanja gusenica čeonj ivici kosine, a za nagibe čeonih kosina od:

| Hb | 40° | 50° | 60° |
|--------|-----|------|------|
| 18 m | 8,2 | 12,3 | 15,4 |
| 20,9 m | 4,1 | 9,3 | 13,1 |
| 22 m | 2,7 | 8,2 | 11,8 |

Širina bloka je data u funkciji unutrašnjeg ugla okretanja na prvoj podetaži od 90° i spoljašnjeg ugla okretanja na poslednjoj podetaži od 45°, pa sledi:

| Hb | Šb m |
|--------|-------------|
| 18 m | 45,4 – 54,0 |
| 20,9 m | 47,5 – 50,7 |
| 22 m | 47,2 – 48,9 |

Rastojanje ose bagera od donje ivice unutrašnje bočne kosine:

| Hb | Lmax |
|--------|--------|
| 18 m | 28,8 m |
| 20,9 m | 25,5 m |
| 22 m | 23,6 m |

Minimalno rastojanje ose trase bagera je za sve visine približno isto i iznosi 21,96 m.

Na osnovu svega iznetog, izabrani su geometrijski parametri bloka:

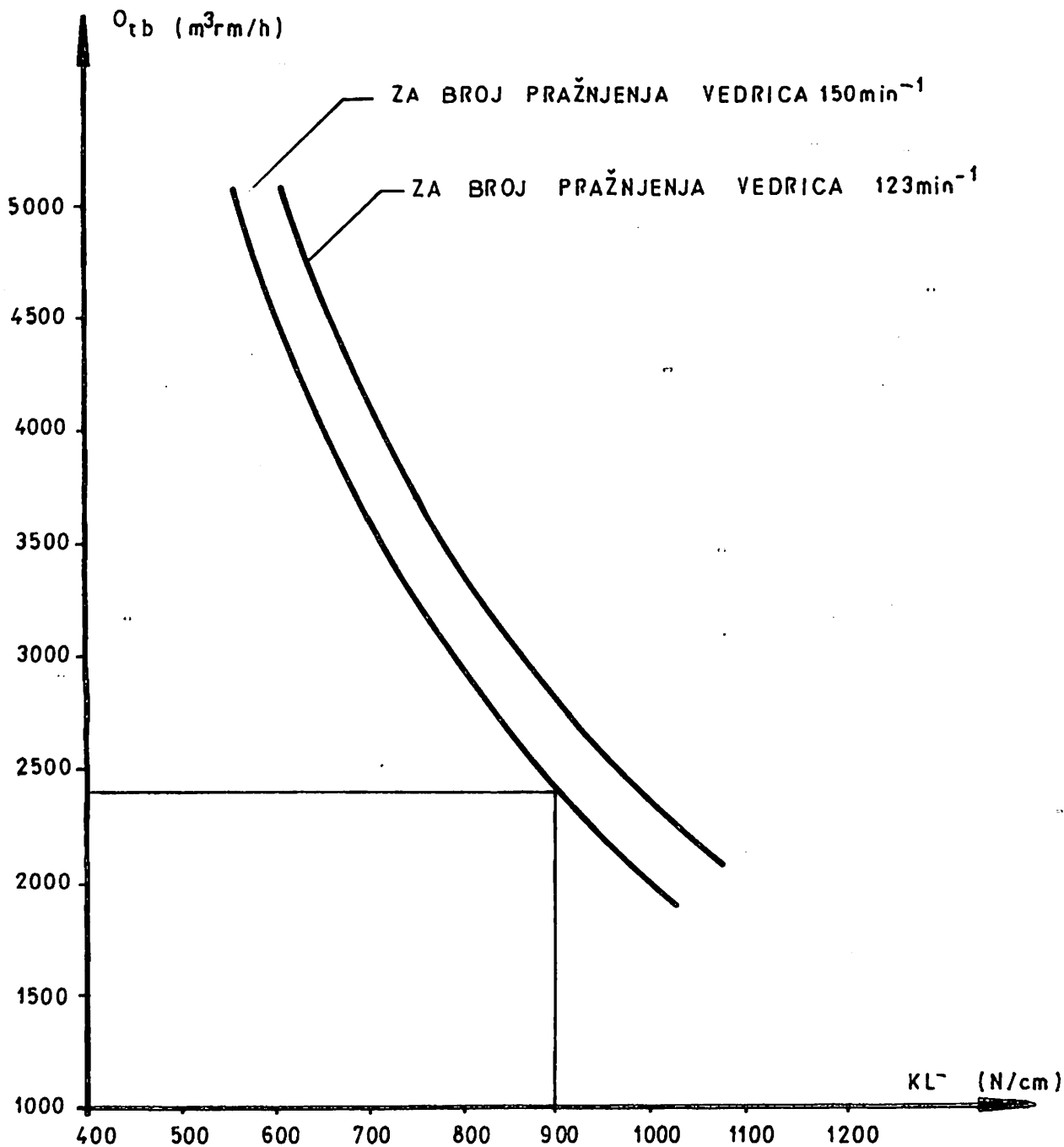
| Hb (m) | αb° | $\alpha \zeta^\circ$ | Db(m) | Šb(m) | Lmin(m) |
|--------|------------------|----------------------|-------|-------|---------|
| 18,0 | 43 | 46 | 8 | 49,9 | 21,96 |
| 20,9 | 47 | 50 | 8 | 47,1 | 21,96 |
| 22,0 | 49 | 52 | 8 | 43,9 | 21,96 |

Sledeći korak u predlogu rešenja je određivanje geometrijskih parametara odreska. Parametri odreska su dati u odnosu na teoretski časovni kapacitet rotornog bagera od 2857 m³čm, kao i korigovani od 1655 m³čm. Korigovani kapacitet

se dobija za usvojeni specifični otpor kopanja materijala od 900 N/cm, a na osnovu dijagrama prikazanog na slici 4.

U tablicama 1 i 2 dati su pregledni parametri za obe vrednosti teoretskog kapaciteta. Oznake u tablicama su:

h – visina odreska
b – širina odreska
S – debljina odreska
Vko – brzina kružnog kretanja katarke u osi trase transporta
Klb – raspoloživa specifična sila rezanja
Kop – optimalni koeficijent odreska
Ko – koeficijent odreska



Sl. 4. – Dijagram promene teoretskog časovnog kapaciteta u zavisnosti od specifične sile rezanja

Tablica 1

| h (m) | b (m) | S (m) | V _{ko} (m ³ /min) | K ₀ = 1 | | | K ₀ = 2 | | | K ₀ = 3 | | | K ₀ = 4 | | | | | | | |
|----------|----------|----------|--|---------------------------|----------|----------|--|---------------------------|----------|--------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------|----------------------------|---------------------------|----------|----------|----------------------------|---------------------------|
| | | | | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | V _{ko} (m ³ /min) | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | K _{ko} (m/min) | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | K _{ko} (m/min) | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | K _{ko} (m/min) | K _{LB} (N/cm) |
| 6,3 | 0,19 | 0,26 | 28,9 | 373 | 0,22 | 0,22 | 33,6 | 413 | 0,15 | 0,31 | 23,8 | 325 | 0,12 | 0,38 | 19,4 | 280 | 0,11 | 0,44 | 16,8 | 251 |
| 5,4 | 0,20 | 0,28 | 30,8 | 405 | 0,24 | 0,24 | 36,3 | 454 | 0,17 | 0,34 | 25,7 | 355 | 0,13 | 0,41 | 20,9 | 306 | 0,12 | 0,48 | 18,1 | 276 |
| 4,5 | 0,21 | 0,32 | 32,9 | 439 | 0,26 | 0,26 | 39,8 | 503 | 0,18 | 0,37 | 28,1 | 391 | 0,15 | 0,46 | 23,0 | 334 | 0,13 | 0,53 | 19,9 | 298 |
| 3,6 | 0,23 | 0,36 | 35,7 | 487 | 0,29 | 0,29 | 44,5 | 573 | 0,20 | 0,41 | 31,4 | 442 | 0,17 | 0,51 | 25,7 | 376 | 0,14 | 0,59 | 22,2 | 334 |
| 2,2 | 0,27 | 0,50 | 41,4 | 580 | 0,37 | 0,37 | 56,3 | 732 | 0,26 | 0,53 | 39,8 | 559 | 0,21 | 0,65 | 32,5 | 472 | 0,18 | 0,75 | 28,1 | 417 |

| h (m) | b (m) | S (m) | V _{ko} (m ³ /min) | K _{LB} (N/cm) | K ₀ = 1 | | | K ₀ = 2 | | | K ₀ = 3 | | | K ₀ = 4 | | | | | | |
|----------|----------|----------|--|---------------------------|---------------------------|----------|----------|--|---------------------------|----------|--------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------|----------------------------|---------------------------|----------|----------|----------------------------|
| | | | | | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | V _{ko} (m ³ /min) | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | K _{ko} (m/min) | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | K _{ko} (m/min) | K _{LB} (N/cm) | b (m) | S (m) | K _{ko} (m/min) |
| 6,3 | 0,1 | 0,19 | 22,0 | 521 | 0,17 | 0,17 | 25,6 | 570 | 0,12 | 0,24 | 18,1 | 460 | 0,09 | 0,29 | 14,7 | 349 | 0,08 | 0,34 | 12,8 | 363 |
| 6 | 0,15 | 0,20 | 22,5 | 536 | 0,17 | 0,17 | 26,2 | 589 | 0,12 | 0,24 | 18,1 | 473 | 0,10 | 0,30 | 15,1 | 411 | 0,08 | 0,35 | 13,1 | 332 |
| 5 | 0,16 | 0,22 | 24,1 | 593 | 0,19 | 0,19 | 28,7 | 663 | 0,13 | 0,27 | 20,3 | 528 | 0,11 | 0,33 | 16,6 | 457 | 0,09 | 0,38 | 14,3 | 411 |
| 4 | 0,17 | 0,26 | 26,0 | 660 | 0,21 | 0,21 | 32,1 | 768 | 0,15 | 0,30 | 22,7 | 599 | 0,12 | 0,37 | 18,5 | 518 | 0,10 | 0,42 | 16,0 | 463 |
| 3 | 0,19 | 0,31 | 28,9 | 744 | 0,24 | 0,24 | 37,1 | 885 | 0,17 | 0,35 | 26,2 | 693 | 0,14 | 0,42 | 21,4 | 593 | 0,12 | 0,49 | 18,5 | 530 |
| 2 | 0,21 | 0,42 | 32,8 | 885 | 0,30 | 0,30 | 45,4 | 1129 | 0,21 | 0,42 | 32,1 | 871 | 0,17 | 0,52 | 22,5 | 741 | 0,15 | 0,60 | 22,7 | 660 |
| 1,1 | 0,24 | 0,66 | 36,3 | 1186 | 0,40 | 0,40 | 60,1 | 1780 | 0,28 | 0,56 | 42,5 | 1350 | 0,23 | 0,69 | 34,7 | 1145 | 0,20 | 0,80 | 30,1 | 1010 |

Tablica 2.

Za izbor geometrijskih parametara odreska, pri redukovanom teoretskom kapacitetu koristi se dijagram sa slike 5,^{*)} odakle sledi:

$$Qt = h \cdot S \cdot b \cdot n \cdot 60$$

$$Qt = 5,0 \cdot 0,228 \cdot 0,160 \cdot 150 \cdot 60$$

Qt = 1641,6 m³ čm/h, što odgovara redukovanom kapacitetu.

Sledeći predlog tehničkih rešenja za povećanje proizvodnih mogućnosti rotornog bagera bi se odnosio na skup tehnoloških rešenja, uputstava i mera za otkopavanje bloka, pri čemu bi ovde bilo dovoljno pomenuti samo tehnološke šeme rada, i to:

- tehnološku šemu otkopavanja bloka rotornim bagerom bez pomeranja pretovarnog uređaja utovar se ne prekida, slika 6
- tehnološku šemu rada rotornog bagera u sprezi sa samohodnom trakom, slika 7.

Na osnovu svega navedenog dobijamo prognozne časovne kapacitete bagera koje je, zbog nedostatka određenih pokazatelja o stepenu opremljenosti bagera, potrebno umanjiti za koeficijent 0,8, pa se dobija:

| H _b (m) | Prognoz. čas. kap. u bloku (m ³ čm/h) |
|--------------------|--|
| 18,0 | 1015 |
| 20,9 | 1027,5 |
| 22,0 | 1034,5 |

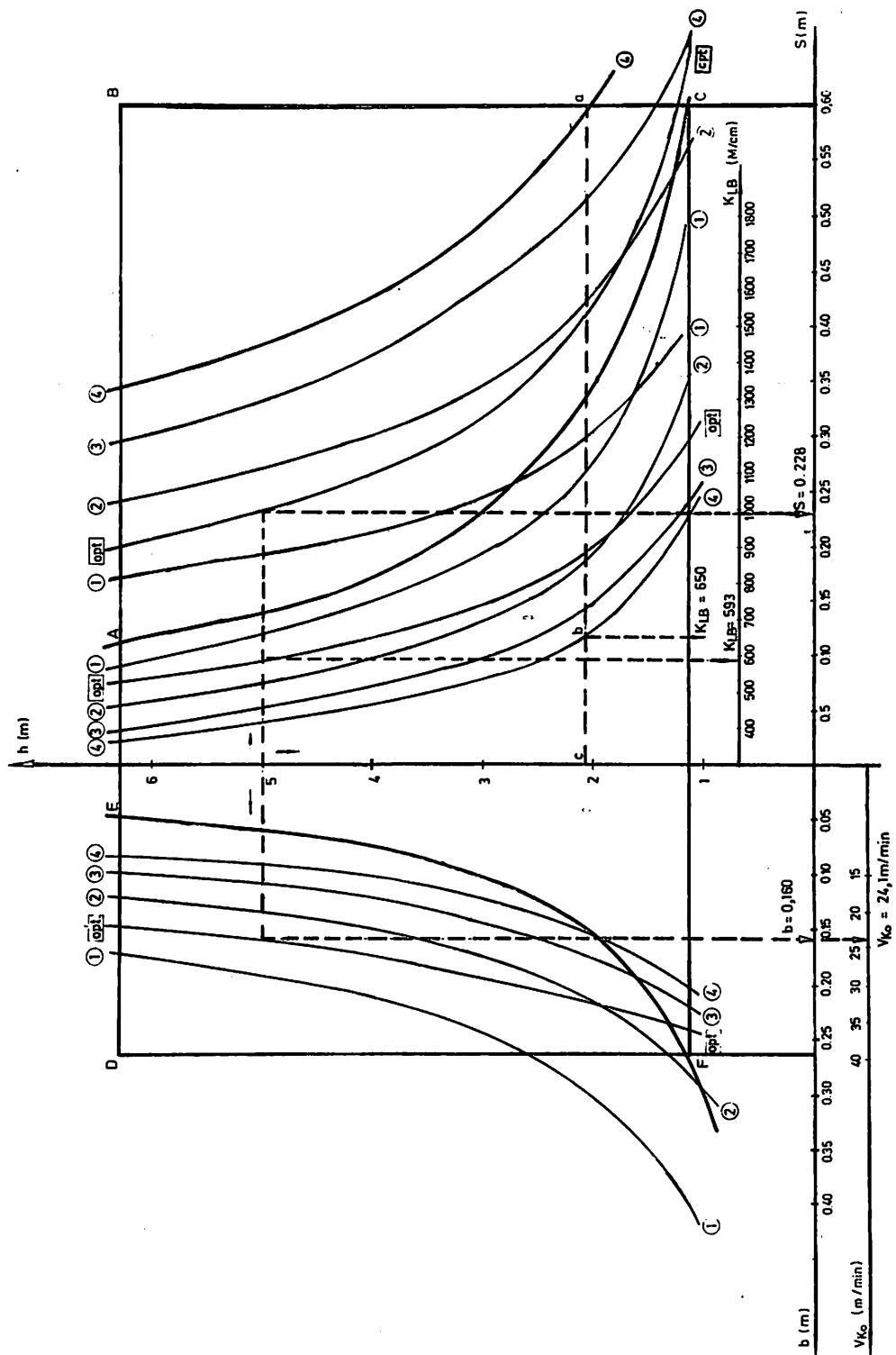
pri čemu bi srednji časovni kapacitet bagera u bloku iznosio oko 1025,6 m³/h.

Ostvareni parametri predloženih tehničkih rešenja

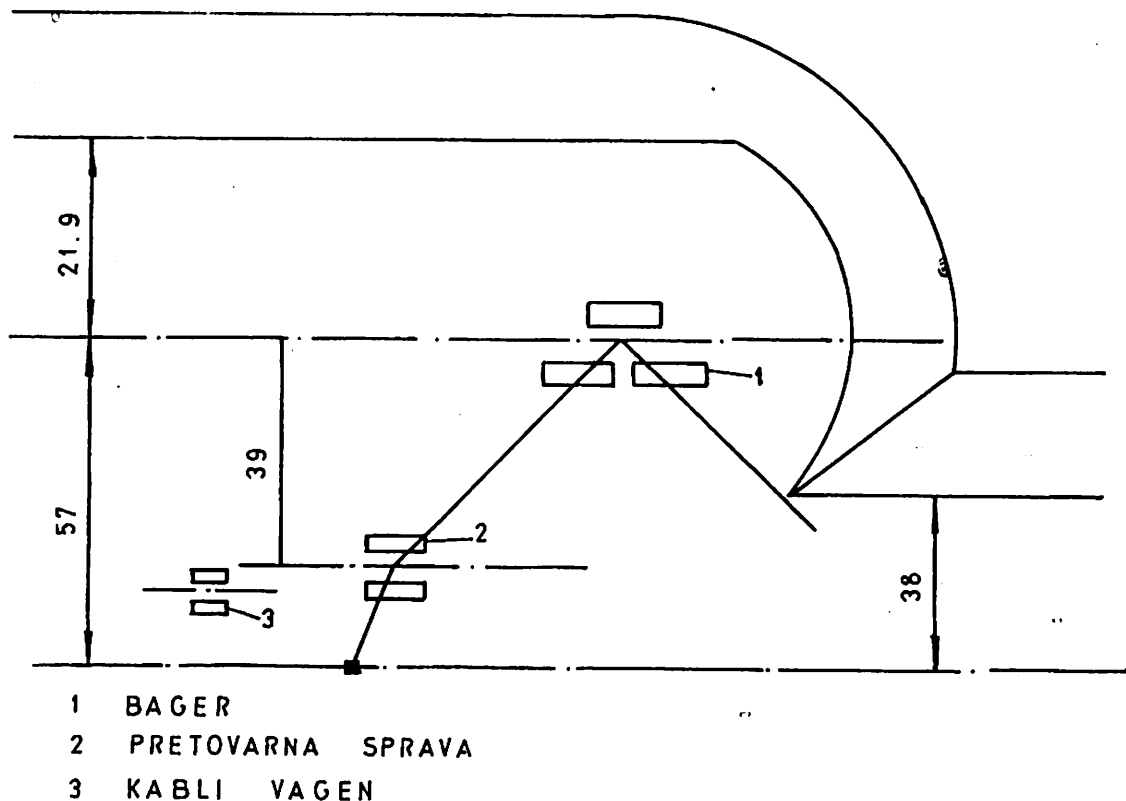
Na osnovu razvoja fronta otkopavanja određeno je mesto za proveru proizvodnih mogućnosti rotornog bagera. U daljem radu su merene vrednosti mikrotehnoloških parametara bloka, koje su date u tablicama 3, 4, 5 i 6.

U toku rada je meren koeficijent rastresitosti materijala na trakama. Merenja su vršena uz pomoć profilomera, specijalno napravljenog za ovu priliku. Nakon merenja su sumirani rezultati, pa je dobijena vrednost koeficijenta rastresitosti za sivu glinu Kr = 1,29.

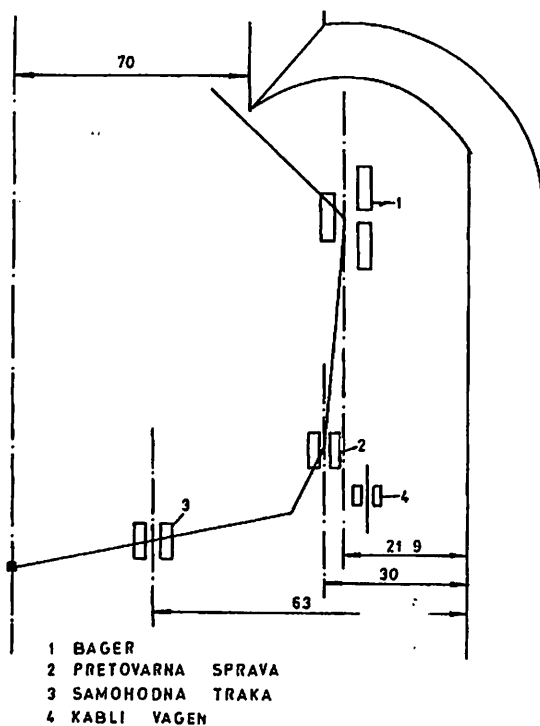
^{*)}Dijagram na slici 5 je raden po autorizovanoj metodologiji dr inž. Dragoljuba Čirića.



Slika 5.



Slika 6.



Slika 7.

Ugao nasipanja materijala na trakama je meren na nekoliko uzoraka i ustanovljeno je da se kreće od 8 do 31° .

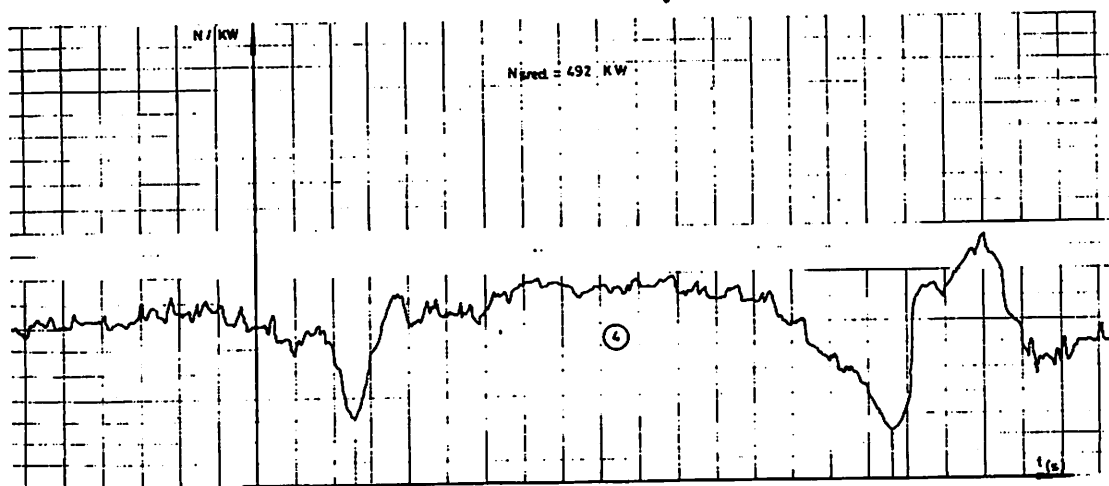
Ugao nasipanja materijala je meren i na odlagalištu i iznosi od 25° – 34° .

Komadnost je merena na tračnim transporterima u dužini od sto metara i dobijene su sledeće vrednosti :

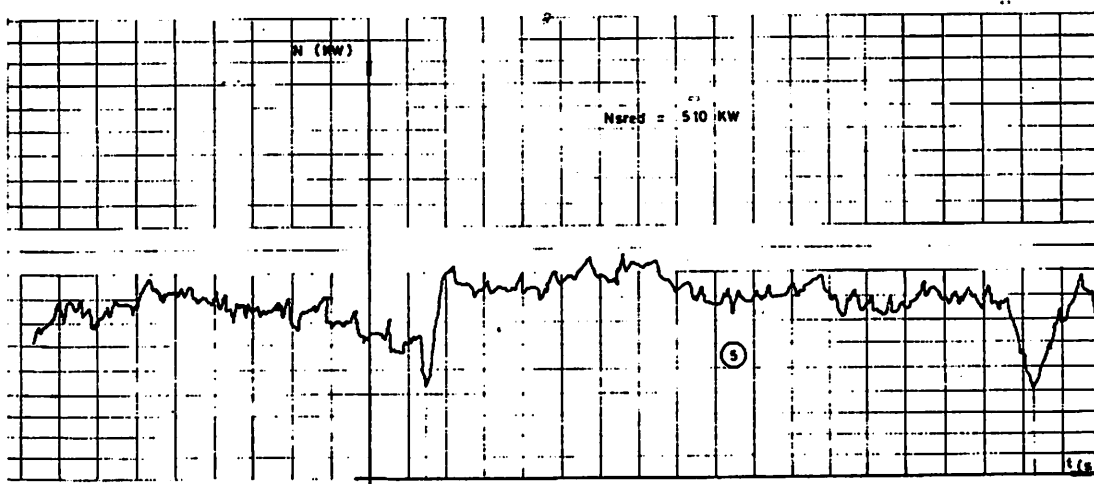
| komada | cm |
|--------|----|
| 38 | 40 |
| 11 | 50 |
| 6 | 60 |
| 11 | 70 |

Na osnovu snimljenih dijagrama promene snage kopanja (slike 8 i 9), kao i geometrijskih parametara odreska sračunata je raspoloživa vrednost sile kopanja.

Pored ovih merenja, vršena su opažanja i određene korekcije na liniji toka materijala.



Slika 8.



Slika 9.

Tablica 3.

| Datum merenja | 13. 5. 1988. | | 1. 06. 1988. | |
|--|---------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Geometrijski parametri bloka | Ostvarene vrednosti | Vrednosti prema RKB metodologiji | Ostvarene vrednosti | Vrednosti prema RKB metodologiji |
| Visina bloka (m) | 18,84 | 18,0 | 18,75 | 18 |
| Širina bloka (m) | 47 | 47,33 | 43 | 47,33 |
| Dubina bloka (m) | 9 | 8 | 8 | 8 |
| Nagib bočne kosine (°) | 46 | 43 | 47 | 43 |
| Nagib čeonke kosine (°) | 48 | 46 | 47 | 48 |
| Rastojanje ose trase bagera od donje ivice unutrašnje bočne kosine (m) | 22,9 | 22,10 | 22,5 | 22,10 |

Tablica 4.

| Datum merenja | | 22. 05. 1988. | | | | | | | |
|---|--|---------------------|------|-------|---|----------------------------------|-------|--------|-------|
| Geometrijski parametri odreska, reza i ostali parametri | | Ostvarena vrednosti | | | | Vrednosti prema RKB metodologiji | | | |
| Broj podetaže | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Visina podetaže | | 4,1 | 4,5 | 4,8 | — | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 |
| Unutrašnji ugao kružnog kretanja (°) | | 90 | 59 | 48 | — | 90 | 58,8 | 46,6 | 38,3 |
| Spoljašnji ugao kružnog kretanja (°) | | 20 | 27 | 36 | — | 18,2 | 26,1 | 35,2 | 44,9 |
| Brzina kružnog kretanja u osi trase bagera (m/min) | | 15,7 | 15,3 | 22,4 | — | 24,1 | 25,0 | 25,0 | 26,0 |
| Vreme otkopavanja jednog reza | | 3'10" | 3' | 2'40" | — | 2'38" | 2'15" | 2'171" | 2'13" |

Tablica 5.

| Broj podetaže | Prva | Druga | Treća |
|---|---------|---------|---------|
| Visina podetaže — reza (m) | 4,1 | 4,5 | 4,8 |
| Širina podetaže (m) | 48,3 | 47,8 | 48,2 |
| Debljina reza (m) | 0,25 | 0,26 | 0,29 |
| Zapremina jednog reza (m ³ čm) | 49,58 | 55,96 | 67,20 |
| Brzina kružnog kretanja u osi trase bagera (m/min) | 15,7 | 15,3 | 22,4 |
| Vreme otkopavanja jednog reza | 3,15 | 3,0 | 2,66 |
| Srednji časovni kapacitet u rezu (3 čm/h) | 940 | 1.119,2 | 1.516,4 |
| Ukupna srednja dužina rezanja svih vedrica u rezu (m) | 2,46 | 2,74 | 3,12 |
| Potrebna snaga za dizanje materijala (kW) | 33,4 | 38,2 | 66,6 |
| Raspoloživa snaga za kopanje (kW) | 502 | 497,3 | 468,9 |
| Raspoloživa sila kopanja (N) | 172.542 | 170.893 | 161.134 |
| Raspoloživa specifična sila kopanja N/cm | 701,3 | 630 | 526 |

Tablica 6.

| Geometrijski parametri bloka | Redni broj merenja | | | | |
|---|--------------------|------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Visina (m) | 19,2 | 17,9 | 21,2 | 20,5 | |
| Širina (m) | 55 | 56 | 46 | 46 | |
| Dubina (m) | 9 | 9 | 10 | 9 | |
| Nagib bočne kosine (°) | 43 | 42 | 48 | 48 | |
| Nagib čeonke kosine (°) | 45 | 44 | 50 | 50 | |
| Rastojanje ose transporta bagera od donje ivice unutrašnje bočne kosine (m) | 22 | 21 | 23 | 23 | |
| Visine podetaža (m) | Prva (gornja) | 4,8 | 5,8 | 5,7 | 6,5 |
| | druga | 5,1 | 4,0 | 5,6 | 4,2 |
| | treća | 4,8 | 4,0 | 5,4 | 5,3 |
| | četvrta (donja) | 4,5 | 4,1 | 4,5 | 4,5 |

Analiza na bazi poređenja predloženih i ostvarenih rezultata

Ukupno raspoloživo vreme rada je iznosilo 748 časova, od čega je na zastoje utrošeno 61,21% ili 457,87 h. Po objektima zastoji iznose:

| | |
|-----------------------------------|--------|
| — rotorni bager | 31,83% |
| — sistem traka | 22,89% |
| — odlagač | 4,31% |
| — samohodna traka, presipni levak | 2,06% |

Ukupno vreme bagerovanja iznosi 290,13 h, od toga čisto vreme bagerovanja iznosi 36,20%, a vreme manevarskih pokreta u bloku 2,43%. Ostva-

reno vreme rada rotornog bagera je u granicama rezultata postignutih u periodu 1983–1987. god. Ovakvo nisko ostvarenje vremena rada, bez obzira što se uklapa u neki prosek za period od četiri godine, mora biti u što skorije vreme povećano, za šta postoje realne osnove koje ovaj članak pokušava da prikaže. Kvarovi koji su se dešavali, a registrovano je ukupno 1565 događaja (kvarova), otklanjani su u proseku za 28,67 min., što je veoma dugo vreme. Neophodno je što pre skratiti vreme trajanja zastoja, a jedan veliki deo potpuno eliminisati. Da bi se ovo uradilo, potrebno je daleko veće angažovanje i bolja koordinacija između ljudi sa sistema i posebnih službi održavanja.

Geometrijski parametri bloka i reza su ostvareni veoma blisko optimalno određenim, što se može videti iz tablica 3, 4 i 5. Ovakvi rezultati proističu iz doslednog pridržavanja uputstava pri radu bagera, koja su davana bageristima. Rad sa bagerom, kada se primenjuju naučna rešenja i posebno razrađena metodologija rada, pruža bageristima određenu sigurnost, a rezultati njihovog rada su u granicama zahtevanih.

Ostvarene vrednosti srednjeg časovnog kapaciteta u bloku od 1084,5 m³čm/h, kao i u pojedinim rezovima, su mogle da budu za oko 20% veće da su propusne moći u okviru sistema bile veće. Ovaj problem je uočen u toku, a i pre početka akcije i radilo se na otklanjanju uskih grla. Nažalost, posao je daleko kompleksniji pa je potrebno duže vreme za njegovo rešavanje. I sa ovakvom propusnom moći na sistemu ostvarena je

za 5,7% veća vrednost srednjeg časovnog kapaciteta od prognoznog. Ukoliko bi se srednji ostvareni kapacitet u bloku povećao za 10%, (sa 1084,5 na 1193,5 m³čm/h), a koeficijent vremenskog iskoriscenja za samo 8% (sa 38,78% na 47%), odnosno na 351,56 sati, mesečni srednji kapacitet bi iznosio oko 419.694 m³čm, a godišnji oko 4.913.880 m³čm.

Ako se uporedi ostvarena mesečna proizvodnja na ovom jalovinskom sistemu sa prognoznom, uz povećanje vremenskog i kapacitativnog parametra, lako se može zaključiti da postoje realne mogućnosti za povećanje proizvodnje na ovom sistemu.

Zaključak

Imajući u vidu sve navedeno, a sa ciljem održavanja i povećanja mesečne proizvodnje na ovom jalovinskom sistemu, pored predloženih i in situ ostvarenih parametara neophodno je uraditi sledeće:

- verifikovati propusne moći na celom sistemu
- otkopavanje vršiti prema već određenim mikro-tehno loškim parametrima
- svakodnevno kontrolisati mikrotehno loške parametre i korigovati ih prema potrebi
- sačiniti plan redovnih pregleda i servisa, uz obavezno pridržavanje plana
- osposobiti ljudstvo za normalan rad na objektima
- osposobiti sistem veza.

SUMMARY

Outline of Operating Capabilities of Bucketwheel Excavator SRs 1300 24/5VR in Openpit Mine Kosovo – Belačevac First Overburden Stripping System

The objective of the paper is to show how and for howmuch bucketwheel excavator output may be increased under specific conditions. By a methodological approach to the problem specific dilemmas are solved related to the possibilities of output increase. Results obtained for the given case are competent for further analyses and polemics.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Übersicht von Arbeitsmöglichkeiten des Schaufelradbaggers SRs 1300 24/5vr auf dem ersten Abraum-System in Tagebau Kosovo in Belačevac

Ziel dieses Ansatzes ist dass man zeigt wie und wieviel man in konkreten Verhältnissen man mit Schaufelradbaggern die Produktion vergrößern kann. Mit metodologischen Beitritt werden die bestimmte Dilemen enthebt, die zu der möglichkeit der Produktionvergrößerung gebunden sind.

Die Ergebnisse für gegebenen Fall sind entscheidend für weitere Analysen und Polemiken.

Максимович

Р Е З Ю М Е

Представление рабочих возможностей роторного экскаватора SR 1300 24/5VR на первой отвальной системе карьера Косово в Белачевце

Цель этой работы была каким способом и в какой мере можно повысить производительность роторного экскаватора в конкретных условиях выемки. Методологическим приступлением к проблеме решаются определенные дилемы связи возможности повышения производительности. Результаты получены для данного случая представляют собой основу на последующие анализы и дискуссии.

Literatura

1. Elaborat o povećanju proizvodnih mogućnosti rotornog bagera br. 8, postavljenog na prvoj jalovinskoj etaži PK Kosovo u Belačevcu, Rudarski institut, Beograd

PROCENA ZLATONOSNOG LEŽIŠTA KYAUKPAHTO U BURMI I OPTIMIZACIJA POVRŠINSKOG KOPA

(sa 4 slike)

Mileta Simić – Ratko Jovičić

Rezime

U radu je izložen metodološki pristup modeliranju ležišta zlata Kyaukpahto u Burmi i proceni količine zlata u ležištu, s jedne strane, i optimiranje površinskog kopa po dubini i lateralno, s druge strane. Modeliranje ležišta je izvedeno prema osnovnoj geološkoj dokumentaciji burmanskih geologa, a u postupku procene količina zlata primenjena je geostatistička metoda, sa krigovanjem po etažnim površinama površinskog kopa. Optimiranje granica kopa u horizontalnom i vertikalnom pravcu izvršeno je po kriterijumu maksimalne količine zlata u zahvatu površinskog kopa.

Modeliranje ležišta i procena rezervi

Modeliranje zlatonosnog ležišta Kyaukpahto u Burmi, zatim procena rezervi i, konačno, optimiranje površinskog kopa za njihovo otkopavanje predstavljaju grupu složenih problema koju treba rešiti da bi se korektno izradila projektna dokumentacija. Velika promenljivost orudnjenja u složenim geometrijskim i strukturno deformisanim delovima ležišta i, uz to, zlatonosno orudnjenje netipično za naše prostore, istakli su niz problema vezanih za korišćenje programskih paketa za računarsku obradu ležišta, razvijenih u Rudarskom institutu. Mnogi delovi programskog softvera su pripremljeni i realizovani kod modeliranja, procene i optimiranja eksploatacije ovog ležišta.

Zlatonosno ležište Kyaukpahto (raniji naziv Banbwegon) se nalazi u severnoj Burmi, provincija Sagaing, u blizini grada Kawlin. Osnovnu geološku interpretaciju šireg područja ležišta su izradili burmanski specijalisti [2, 4, 5, 6].

Zlatonosna mineralizacija je u detritičnim sedimentima Wabochaung formacije oligomjocenske starosti, koja se nalazi u okviru značajnog rasednog sistema Sagaing u širini 15–20 milja. Prema rasporedu litoloških članova, ležište je podeljeno u dva dela. U gornjem su razvijeni peščari i tufiti sa orudnjenjem, a u donjem – alevrolitsko–glinoviti sedimenti. Prema dosadašnjim ispitivanjima, zlato je glavni metal, ali pojedinačne probe ukazuju da u daljim istraživanjima treba obratiti pažnju i na srebro.

Glavni deo zlatonosnog orudnjenja je u tufitima. Zlato se javlja kao samorodno, u obliku žilica, ili diseminirano. Rudni pratioci kod diseminiranog zlata su pirit, podređeno halkopirit i bornit, a kod žičnog javljanja halkopirit, markasit, bornit i hematit.

Intenzivna silifikacija je veoma bitno obeležje orudnjenja, a sericitizacija je razvijena samo u tufitima. Disementno zlato je veličine oko 60

mikrona, što upućuje na veoma fino mlevenje u pripremi za koncentraciju.

Dosadašnja istraživanja ukazuju na hidrotermalno poreklo orudnjenja, epi do mezothermalni stadijum i plitki nivo orudnjenja. Veoma je značajan strukturni položaj orudnjenja u odnosu na sedimente u kojima se nalazi, jer je netipičan za jugoslovenska iskustva. Orudnjenje je smešteno u sinklinali generalnog pružanja S–J, sa osom koja tone prema severu, pri čemu zapadno krilo pada pod uglom 40–60° a istočno 30–50°. Sa zapadne i istočne strane je ograničeno postrudnim rasedima. Unutar mineralizovanih zona postrudna tektonika je takođe značajna. Orijehtacija raseda je grubo paralelna osi sinklinale, ali se brižljivom analizom uočavaju i severozapadna pružanja raseda. Intenzitet rasedanja unutar mineralizovanih zona nije veliki, mada značajno utiče na povećanje već ionako velike promenljivosti u raspodeli zlata u prostoru.

Geološka istraživanja ležišta su započela 1982. godine i posle 5 godina su razrađena idejna rešenja otvaranja i eksploatacije. Istraživanje je počelo istražnim bušenjem, oprobavanjem u sekcijama dužine 3 stope (0,9 m) i spektrohemijskim određivanjem sadržaja zlata. Uporedo sa bušenjem, izvedena su geohemijska, geofizička i aerofotogeološka terenska istraživanja radi izdvajanja potencijalnih polja za detaljnije istraživanje. Paralelno sa terenskim, odvijali su se i radovi drugog istraživačkog pravca koji definiše postupak koncentrisanja ovih ruda. Ležište se u centralnom delu prvo otvara potkopom, a zatim i manjim površinskim kopom, a dobijena ruda se tretira u malom flotacionom postrojenju i konačno se u probnom metalurškom postrojenju proizvode zlatne šipke. Podatke iz proizvodnje rude na kopu i u flotaciji nismo mogli da koristimo u proceni ležišta, iako bismo mogli da preciziramo naše proračune.

Kod procene ležišta smo u svim daljim aktivnostima koristili podatke iz 279 istražnih bušotina i hemijskih analiza, pod pretpostavkom da su sve bušotine strogo vertikalne ili, ako su kose, da su izvedene pod deklarisanim uglom i azimutom. Devijacija bušotina može da bude značajna u konkretnim uslovima ovog ležišta, naročito ako se ima u vidu da je osnovna mreža bušenja sa korakom 15 m.

Kod procene ležišta je u najvećoj meri primenjena računarska tehnika razvijena u Rudarskom institutu. Međutim, zbog tipa ležišta, potpuno neuobičajenog za geološke prilike naših prostora,

neophodno je bilo prostudirati svetska iskustva u ovoj oblasti i prilagoditi i upotpuniti naše znanje i programsku podršku kako bismo uspešno mogli da procenimo ležište, modeliramo ga računarskom tehnikom, pripremimo podloge i izvršimo optimiranje površinskog kopa.

Kod prvih analiza sirovinske baze, još u fazi razrade idejnih rešenja eksploatacije ovog ležišta, uočena je velika prostorna promenljivost zlatonosne mineralizacije, koja je prouzrokovala značajne teškoće kod ograničavanja prvo mineralizovanih zona, a zatim, unutar njih, i rudnih tela.

Ograničenje mineralizovanih rudnih tela je izvedeno na osnovu rezultata istražnog bušenja, analiziranih proba na sadržaj zlata i geološke interpretacije ležišta, prikazane u litološkim i hemijskim profilima. U postupku analiziranja početna etažna ravan je na koti 140 m i svaka naredna viša etaža je sa korakom 10 m do površine terena. Ukupno je analizirano lateralno rasprostranjenje zlatonosne mineralizacije na 19 etažnih ravni (140–320 m). Lateralno rasprostranjenje zlatonosne mineralizacije je izvedeno na osnovu vrednosti sračunatih 10 m kompozita iz bušotina koje su probušile etažu i geološke interpretacije ležišta, prikazane na litološkim profilima.

Granice mineralizovanih rudnih tela su ograničene sa različitom preciznošću: dublji delovi ležišta, ispod etaže 210 m, nepotpuno su istraženi i u toku narednih istraživanja u fazi eksploatacije, granice rasprostranjenja mineralizacije po etažnim ravnima treba da se preciziraju.

Bitan uticaj na lateralno ograničenje zlatonosne mineralizacije, prema geološkoj interpretaciji na litološkim profilima, imaju položaj sloja prašinate gline, s jedne strane, i strukturne interpretacije slojeva, s druge strane. Pri tome se kao generalna činjenica pokazuje da sloj prašinate gline ograničava mineralizovanu zonu i prema dubini i lateralno. Međutim, lateralne granice mineralizovane zone direktno su zavisne i od postrudnih rasednih deformacija. Preciznost strukturne interpretacije ležišta i fiksiranje rasednih površi utiču na tačnost ograničavanja rudnih tela i količinu rude na etažama, tako da je u procesu otkopavanja rude neophodno na svim etažama kopa sprovesti rigoroznu kontrolu sadržaja zlata, u prvom redu iz minskih bušotina, a po potrebi i iz dopunskog bušenja, kako bi se proverile granice mineralizovanih zona na etažama i izvršila eventualna korekcija granica orudnjenja.

Ulazni podaci o istražnim bušotinama prevedeni su iz anglosaksonskog u metrički sistem mera, kako u pogledu koordinata tako i intervala proba. Svi dalji proračuni izvedeni su u metričkom sistemu mera.

Podaci hemijskih proba u svakoj bušotini etažirani su na visinu radne etaže površinskog kopa od 10 metara tako što su sve bušotine podeljene horizontalnim ravnima na rastojanju od 10 m na nivoletama radnih etaža. Za svaku bušotinu su određene koordinate, dužina mineralizovane zone u etaži, dužina bušotine u etaži, sadržaj zlata u mineralizovanom delu etaže i etaži u celini. Rezultati etažiranja su prikazani kao ponderisani srednji sadržaj zlata u etaži, tj. između donje i gornje nivelete etaže, i polazna su osnova za dalji analitički postupak i procenu rudnih rezervi.

Količina i kvalitet zlatonosne rude su procenjeni savremenim postupcima geostatističke analize (David M., 1977) i kompjuterskim programima razrađenim u Rudarskom institutu u Beogradu.

Izbor analitičkog postupka za procenu ležišta iziskuje statističku analizu raspodele sadržaja zlata.

Statističkom analizom je utvrđeno da je frekventna raspodela sadržaja zlata u 10-metarskom intervalu eksponencijalnog tipa i da u daljem postupku treba računati sa lognormalnim raspodelama. Histogram frekventne raspodele Ln Au vrednosti je bimodelnog tipa i aproksimira se sa dvoparametarskom lognormalnom raspodelom. Sve vrednosti ponderisanog sadržaja zlata po etažama su logaritmovane radi izrade odgovarajućih variograma.

Utvrđivanje variograma je izvedeno na osnovu etažnih kompozita u svim osnovnim pravcima rasprostranjene mineralizovane zone. Variogrami su ispitani u okvirima mineralizovane zone projekovanog površinskog kopa. Vrednosti etažnih kompozita u originalnom obliku ne omogućuju dobijanje prihvatljivih variograma sadržaja zlata. Logaritmovanjem etažnih kompozita je formirana osnova za izradu korektnih variograma.

Analizom je utvrđeno da su dominantni pravci promenljivosti sadržaja zlata u pravcu ose sinklinale (NNE–SSW ili 45° u odnosu na horizontalnu osu) i pravcu upravnom na osu sinklinale (135° u odnosu na horizontalnu osu).

Eksperimentalni variogrami su interpretirani po sferičnoj šemi G. Matherona (1967) i imaju sledeće karakteristike:

| | | |
|-----------------|------------------|------|
| — za ugao 45°: | samorodni efekat | 0,34 |
| | prag | 1,33 |
| | domet | 90 |
| — za ugao 135°: | samorodni efekat | 0,35 |
| | prag | 1,32 |
| | domet | 37,5 |

Osnovne karakteristike variograma sadržaja zlata su izraženi samorodni efekat (nugget-effect) i geometrijska anizotropija u dva međusobno upravna pravca (45 i 135°). Uticajna zona bušotine u pravcu ose sinklinale je 90 m, a upravno na osu 37,5 m.

U granicama mineralizovanih zona izveden je postupak krigovanja sadržaja zlata u blokovima 7,5 x 7,5 x 10 m na svakoj etažnoj ravni. U postupku krigovanja su korišćene i negativne bušotine, ako su probušile etažu i nalaze se unutar mineralizovane zone. Za sve etažne ravni ležišta izrađene su karte krigovanih blokova.

Proračun rezervi je izvršen po etažama visokim 10 m, u bloku 7,5 x 7,5 m. Početna etaža je 140 m, a završna 320 m. Proračun je izveden za različiti granični sadržaj, počevši od 0,1 ppm Au.

| Granični sadržaj | Količina rude, t | Sadržaj zlata (ppm) |
|------------------|------------------|---------------------|
| 0,1 | 5.339.400 | 1,95 |
| 0,2 | 5.285.400 | 1,97 |
| 0,3 | 5.223.400 | 1,99 |
| 0,4 | 5.133.800 | 2,02 |
| 0,5 | 4.986.100 | 2,06 |
| 0,6 | 4.786.800 | 2,13 |
| 0,7 | 4.528.400 | 2,21 |
| 0,8 | 4.210.900 | 2,32 |
| 0,9 | 3.910.200 | 2,43 |
| 1,0 | 3.695.700 | 2,52 |
| 1,2 | 3.287.600 | 2,70 |
| 1,4 | 2.937.600 | 2,85 |

Kod prve procene rudnih rezervi ležišta zlata Kyaukpahto, izvedene u Mining Plans, Preliminary Design, Institut of Mines, Belgrade, 1987. su dobijene sledeće vrednosti za količinu rude i sadržaj zlata:

| Au (ppm) | Količina rude, t | Au (ppm) |
|----------|------------------|----------|
| 0,5 | 4.780.680 | 1,89 |
| 0,75 | 3.877.550 | 2,35 |
| 1,0 | 2.975.110 | 2,62 |

Procena je izvršena u blokovima 15 x 15 x 10 m i na bazi hemijskih profila kroz ležište sa kompozitnim rezultatima proba.

Upoređivanjem ovih dveju procena, dobijaju se sledeće vrednosti za deo ležišta iznad etaže 170 m:

| Granični sadržaj | Prethodna, t | Završna, t | Δ % |
|-----------------------|--------------|------------|-------|
| 0,5 Količina rude, t | 4.780.680 | 4.673.494 | -2,2 |
| Prosek Au, ppm | 1,89 | 2,07 | +1,1 |
| Ukupno Au, kg | 9.035 | 9.599 | +6,2 |
| 0,75 Količina rude, t | 3.877.550 | 4.069.292 | +4,9 |
| Prosek Au, ppm | 2,35 | 2,28 | -2,3 |
| Ukupno Au, kg | 9.112 | 9.278 | +1,8 |
| 1,0 Količina rude, t | 2.975.110 | 3.417.863 | +14,9 |
| Prosek Au, ppm | 2,62 | 2,56 | -2,3 |
| Ukupno Au, kg | 7.795 | 8.749 | +12,2 |

Iz ovih podataka sledi da su razlike u procenjenoj količini rude i sadržaju zlata prihvatljive, kada se ima u vidu da je sadašnja procena rudnih rezervi izvedena sa strukturno poboljšanim podacima o istraživanju ležišta.

Optimizacija površinskog kopa

Matematičko modeliranje ležišta zlata sa svim relevantnim parametrima je prethodno izvršeno i služi kao podloga za optimizaciju završne konture površinskog kopa. Optimizacija kopa je urađena po kriterijumu maksimalne količine zlata u zahvatu kopa za izabrani granični sadržaj zlata.

S obzirom da ne postoje metode kojima se može direktno rešiti ovako postavljen zadatak

primenjena je više puta metoda optimizacije koja će ovde biti kratko opisana. Promenom jednog kontrolnog parametra, u okviru sistema programa za optimizaciju, dobijeno je više varijanata završne konture površinskog kopa. Svaka varijanta optimizacije završne konture površinskog kopa je optimalna u tom smislu da se dobijene količine metala ne mogu iskopati u zahvatu koji je manji od zahvata te varijante. Višestrukom primenom postupka optimizacije dobija se kriva koja pokazuje maksimalne količine metala zavisno od iskopa, odnosno minimalan iskop zavisno od količine metala.

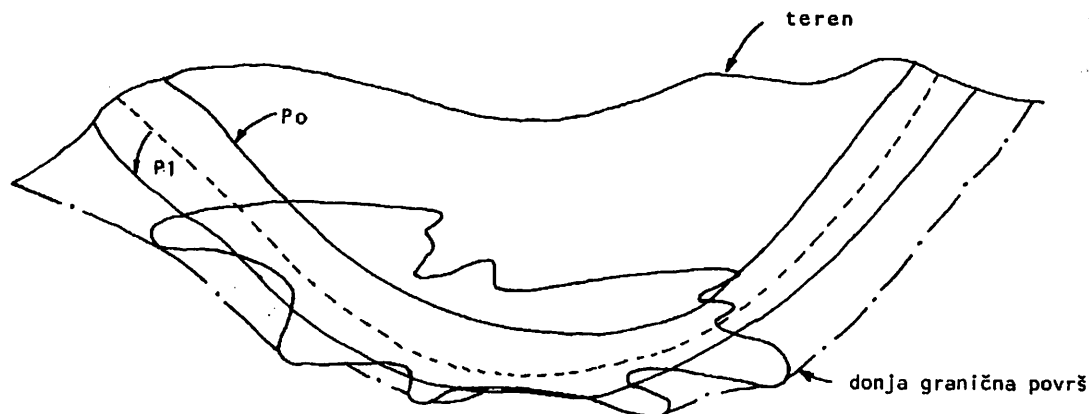
U zavisnosti od prethodno formulisanog cilja optimizacije završne konture površinskog kopa, sa jedne od krivih je izabrana tačka za koju su poznate količine metala, količine ukupnog iskopa i završna kontura.

Za svaku varijantu je vršena optimizacija zahvata površinskog kopa. Postupak određivanja granice optimalnog zahvata kopa zasnovan je na metodi uzastopnih redukcija oblasti na kojoj se traži optimalna granica.

Na početku rada, oblast je ograničena terenom, kao gornjom graničnom površi, i donjom graničnom površi koja zadovoljava uslove stabilnosti kosina (slika 1).

Nepoznati položaj optimalne granice, granične površi, na crtežu je predstavljen tačkastom linijom. U jednom koraku redukcije određuju se nova gornja i nova donja granična površ, P_0 i P_1 .

Ove površi, P_0 i P_1 , zadovoljavaju uslove stabilnosti i imaju sledeće osobine:



Slika 1

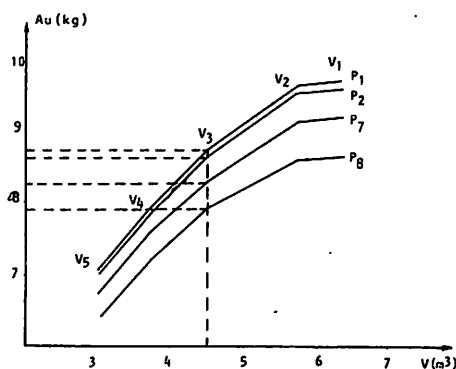
- a) deo zahvata iznad površi P_0 sigurno pripada optimalnom zahvatu
 b) deo zahvata ispod površi P_1 sigurno ne pripada optimalnom zahvatu.

Prema tome, granica optimalnog zahvata je između površi P_0 i P_1 .

U sledećem koraku, identičnoj obradi se podvrgava zahvat između površi P_0 i P_1 , koji se dalje redukuje. Višestrukom redukcijom, površi P_0 i P_1 mogu da se dovoljno približe ili poklope. Tako se dobija optimalna granična površ.

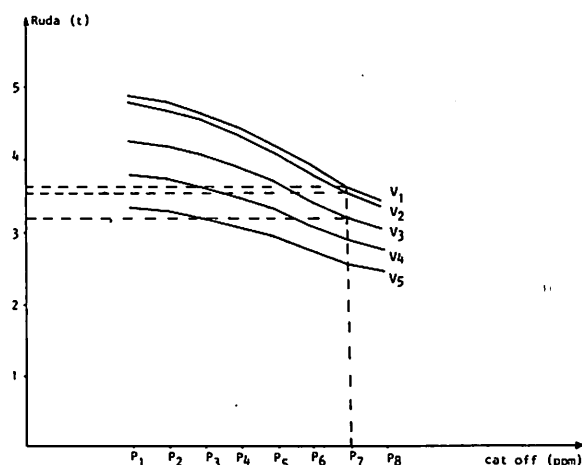
Rezultati optimizacije završne konture površinskog kopa iskazani su grafički i numerički. Grafičko prikazivanje rezultata optimizacije se odnosi na automatsko crtanje izohipsi kontura etaže površinskog kopa na ploteru u željenoj razmeri, a numeričko prikazivanje je tabelarni prikaz količina rude i jalovine po intervalima kvaliteta rude i najelementarnijim statističkim podacima.

Na slikama 2, 3 i 4 su na osnovu numeričkih rezultata nacrtane četiri krive linije i na svakoj po pet varijanti zahvata površinskog kopa. Varijanta sa oznakom V_1 je maksimalni iskop, odnosno varijanta u kojoj će biti otkopana sva ruda (geološke rezerve). Ostale varijante, V_2 , V_3 , V_4 i V_5 , su rezultati optimizacije.

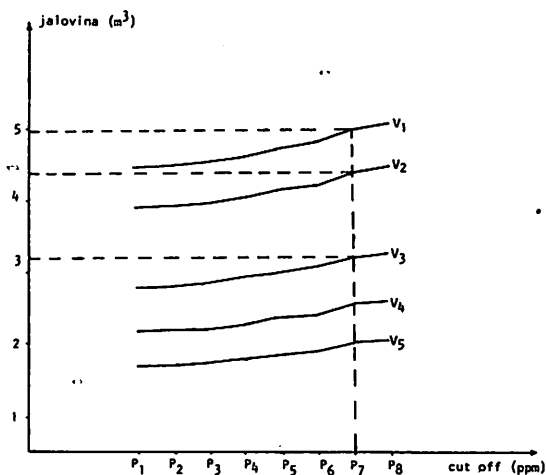


Slika 2

Kako je to prikazano na slici 2, ako je P_1 granični sadržaj za varijantu tri (V_3), ukupna količina iskopa je $4,55 \cdot A$ (m^3) (A je jedinica mere), a maksimalna količina zlata koja se može dobiti u tom iskopu je $8,75 \cdot B$ (kg) (B je jedinica mere).



Slika 3



Slika 4

Ako je P_7 granični sadržaj zlata u rudi za varijantu V_3 , ukupna količina zlata koja se može dobiti za isti iskop je $8,30 \cdot B$ (kg).

Na slici 3 je prikazana funkcionalna zavisnost količine rude u tonama od graničnog sadržaja zlata u rudi u ppm.

Ako je granični sadržaj zlata u rudi u ppm P_7 , onda je količina rude u tonama α :

- varijantu $V_1 = 3,6 \cdot A$ tona, (A jedinica mere)
- varijantu $V_2 = 3,55 \cdot A$ tona
- varijantu $V_3 = 3,20 \cdot A$ tona, itd.

Na slici 4 je prikazana funkcionalna zavisnost količine jalovine u m^3 od graničnog sadržaja zlata u rudi u ppm.

Ako je granični sadržaj zlata u rudi u ppm P_7 ,
onda je odgovarajuća količina jalovine u m^3 za:

varijantu $V_1 = 4,97 \cdot B \cdot m^3$ (B jedinica mere)
varijantu $V_2 = 4,45 \cdot B \cdot m^3$

varijantu $V_3 = 3,25 \cdot B \cdot m^3$, itd.

Optimizacija zahvata površinskog kopa je izvedena u sklopu glavnog rudarskog projekta otvaranja i eksploatacije rudnika.

SUMMARY

Evaluation of Gold-Bearing Deposit Kyaukpahto in Burma and Optimization of the Openpit Mine

The paper outlines the methodological approach for modelling of gold deposit Kyaukpahto in Burma and estimation of the amount of gold in the deposit on one hand and optimization of the openpit mine in depth and laterally on the other. Deposit modelling was performed in line with the basic geological documentation supplied by Burman geologists, while the geostatistic method was applied in the gold estimation process with kriging along openpit mine bench surfaces. Mine limits optimization both horizontally and vertically was made by the criterion of maximum amount of gold within openpit mine limits.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bewertung von Goldlagerstätten Kyaukpahto in Burma und eine Optimisation des Tagebaues

In der Arbeit ist ein methodologischer Zutritt der modellierung von der Goldlagerstätte Kyaukpahto in Burma und die Bewertung der Goldmenge in der Lagerstätte einerseits, und die Optimierung des Tagebaues nach der Tiefe und lateralisch andererseits vorgetragen. Die Modellierung der Lagerstätte ist durchgeführt nach der Dokumentation der burmanischen Geologen, und für die Bewertung der Goldmenge wurde die geostatistische Methode verwendet, mit einer methode vom kriging nach den Etagen von Tagebau. Die Optimierung der Grenzen vom Tagebau sind im horizontalem und vertikalem Sinne durchgeführt nach dem Kriterium der maximalen Mengen vom Gold im Schnitt des Tagebaues.

Симић
Јовичић

Р Е З Ю М Е

Оценка золотосодержащего месторождения Куаукпаhto в Бирме и оптимизация карьера

В работе представлено методическое приступление моделированию месторождения золота Куаукпаhto в Бирме и оценка количества золота в месторождении, с одной стороны, и моделирование карьера по глубине и по борте, с другой стороны. Моделирование месторождения выполнено по основной геологической документации бирманских геологов, а в способе оценки количества золота использован метод кригования по этажам карьера. Оптимизация границ карьера в горизонтальном и вертикальном направлениях выполнения по критерию максимального количества золота в заходке карьера.

Literatura

1. David M., 1977: Geostatistical Ore Reserve Estimation, Elsevier Sci. Pub. CO, New York.
2. Huhta J.V., Mitchell A. H. G., Carrel P., Sumi, F., Zitek B. and U Kyi Soe., 1979: Geology and Exploration Geochemistry of The Pinlebu-Banmauk Area, Sagaing Division, Northern Burma. United Nations Development Programme. Geological Survey and Exploration. Burma, Technical Report No. 2. Prepared for the Government of the Socialist Republic of the Union of Burma by the United Nations, acting as executing agency for the United Nations Development Programme; (DP/UN/BUR-72-002/11), 51 p.
3. Matheron G., 1967: Trait  de geostatistique appliquée, Paris, (dopunjen i preraden ruski prevod, Mir Moskva, 1968).
4. Moule K., 1985: Reserve Estimation, Deposit Modelling — Banbwagon, Kawlin. Burma. Unpublished report by Mincom Pty. Ltd. for Mining and Process Engineering Services Pty. Ltd., 9 p.
5. Saw Maung, 1985: A Brief Account on Banbwagon Gold Exploration Project. Kawlin. Burma. Unpublished report for the Socialist Republic of the Union of Burma Ministry of Mines. Department of Geological Survey and Mineral Exploration, 5 p.
6. Tin Htut, 1984: Report on The Petrological and Mineralogical Study of Kyauk Pah To Area. Kawlin Township. (Second Report). Unpublished report for the Socialist Republic of The Union of Burma Ministry of Mines. Metallurgical Research and Development Centre, Ela. 24 p.

Autori: dr in. Mileta Simić i Ratko Jovičić, dipl.mat., Zavod za informatiku i ekonomiku Rudarskog instituta, Beograd.

Recenzenti: dr in. R. Obradović i dr. in. D.  iri , Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 18. 2. 1991, prihvaćen 3. 4. 1991.

STRUKTURNO—TEKSTURNE KARAKTERISTIKE METALURŠKOG KOKSA DOBIVENOG IZ MJEŠAVINE AMERIČKOG I SOVJETSKOG UGLJA

(sa 1 slikom)

Gordana Barać — Marko Ercegović

Rezime

Strukturno—teksturne karakteristike metalurškog koksa, dobivenog iz mešavine američkog i sovjetskog uglja (80% prema 20%), određene su savremenim metodama mikropetrografskih i hemijsko—tehnoloških istraživanja. Ispitivana mešavina uglja je dobrog kvaliteta jer sadrži 8,2% vlage, 7,6% pepela, 0,98% sumpora i volatila 27,70% (bez vlage i pepela). Swelling indeks iznosi 6 a dilatacija 15%, što ukazuje da mešavina pokazuje dobre koksujuće osobine. Indeks čvrstoće iznosi 4,70 a prognostni faktor stabilnosti 61 (ASTM). Kvalitet koksa je potvrđen vrednostima za čvrstoću iz testova M_{40} i M_{10} (73,3% i 6,4%).

Metalurški koks ima indeks kompaktnosti od 0,9. On se odlikuje velikim porama ovalnog i izduženog oblika i ekstremno širokim zidovima. Spada u grupu kokseva srednje reaktivnosti (69% CO). Posebno su značajni podaci o učešću izotropnih (30%) i anizotropnih (70%) tekstura; odnos anizotropno /izotropno iznosi 2,33. Pri analizi tekstura koksa postignuta je zadovoljavajuća korelacija između učešća reaktivnih macerala (77%) i iz njih nastalih anizotropnih tekstura koje su prisutne sa 70%. Ista korelacija se uočava između zastupljenosti inertnih (23%) i izotropnih oblika ugljenika (30%). Iz podataka o učešću pojedinih kategorija tekstura može se izvršiti određena korelacija sa sastavom mešavine, odnosno sa učešćem ugljeva različitog ranga. Od 70% anizotropnih tekstura, 61% otpada na mozaične a 32% na trakaste teksture. Takav odnos anizotropnih tekstura se pozitivno koreliše sa učešćem pojedinih vrsta ugljeva u mešavini.

Uvod

U svjetskoj literaturi postoji mnogo podataka o uticaju strukture i teksture koksa na reaktivnost i kvalitet. Mnoge od njih imaju teorijski i praktični značaj. Strukturne i teksturne karakteristike koksa

određuju se savremenim metodama petrografskih i kemijsko—tehnoloških istraživanja. S obzirom da se ove metode uvode i u našoj zemlji, izvršena su paralelna mikroskopska i kemijsko—tehnološka ispitivanja na odabranim uzorcima koksa dobijenog od mešavine (80% uglja iz SAD i 20% iz SSSR-a,

kvalitet R3), koja bi trebalo da doprinesu intenziviranju izučavanja strukturnih i teksturnih karakteristika koksa.

Rad predstavlja prilog metodologiji izučavanja teksture koksa, jer su razrađena mnoga pitanja koja se odnose na složeni postupak analize, nomenklaturu i klasifikaciju različitih izotropnih i anizotropnih sastojaka koksa.

Određene strukturne i teksturne karakteristike koksa su uvjetovane petrografskim i granulometrijskim sastavom, kao i stupnjem karbonifikacije uglja, na jednoj, i uvjetima pod kojim se odvija karbonizacija na drugoj strani. Cilj ovih ispitivanja je bio da se istovremeno prate i koreliraju rezultati ispitivanja mješavine rovnog uglja i dobivenog koksa. Ova ispitivanja, s obzirom na broj urađenih analiza, ne dozvoljavaju izvođenje nekih generalnih zaključaka, iako se mogu smatrati značajnim prilogom u vizuelnom praćenju uticaja određenih fizičkih i kemijskih procesa karbonizacije na karakter izmjena macerala, mikrolitotipova i mineralnih materijala.

U literaturi je detaljno razmatran uticaj strukture i teksture na kvalitet i reaktivnost koksa, kako sa teorijskog tako i sa praktičnog stanovišta [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 i drugi]. Rezultate tih ispitivanja smo koristili i u ovom radu.

Ispitivani uzorak

Kemijska analiza, utvrđivanja koksirajućih osobina petrografskog sastava uglja i prognozirano kvaliteta koksa izvršeni su na slučajnom uzorku rovnog uglja koji predstavlja mješavinu od 80% uglja iz SAD i 20% iz SSSR-a, R3. U Koksari Bakar* čine se napori na dobijanju optimalnih mješavina uglja za koksiranje, s obzirom da se koksari isporučuju mješavine različitog kvaliteta i sa različitih tržišta (SSSR, SAD i druga). Na koksu dobivenom iz pomenute mješavine izvršena su određena kemijsko-tehnološka ispitivanja. Postupak mikroskopske analize je sproveden na 3 uzorka koksa proizvedenog iz odabrane mješavine: koks granulacije 25–80 mm (uzorak 1), 10–25 mm (uzorak 2) i 0–10 mm (uzorak 3).

*Koristimo ovu priliku da se zahvalimo kolegama Koksare u Bakru na osiguravanju uzoraka potrebnih za izradu ovog rada.

Metode ispitivanja

Mikropetrografska analiza macerala, kao i određivanje ranga uglja prema refleksiji vitrinita u mješavini kamenog uglja urađeni su prema standardima ICCP (7, 8), kao i prema standardima ISO 7404/3 i 7404/5 iz 1984. godine.

Za određivanje strukturnih karakteristika koksa korišteni su osnovni kriterijumi koji su poznati u literaturi [1, 2, 7]. To se isto odnosi i na proučavanje teksture koksa. Korištena je modificirana klasifikacija teksture koksa koji predlažu autori citirani u literaturi [9, 5, 6]. U radu su izdvojene samo dvije kategorije anizotropnih tekstura: mozaična i trakasta (tablica 3). Kategorija lečastih tekstura, koje figuriraju u postojećim klasifikacijama, je izuzeta iz objektivnih razloga. Naime, praktično je nemoguće odvojiti ovu kategoriju od grubo-mozaične i fino-trakaste teksture. U budućim istraživanjima nastavit će se sa rješavanjem niza otvorenih pitanja vezanih za terminologiju i klasifikaciju izotropnih i anizotropnih tekstura, kao i za sam postupak analize.

Rezultati ispitivanja

Kvalitet i koksirajuće osobine mješavine

Osnovni parametri kvaliteta i koksirajućih osobina mješavine američkog i sovjetskog uglja prikazani su u tablici 1. Iz podataka kemijske analize se može zaključiti da je ispitivana ugljena supstanca vrlo dobrog kvaliteta jer sadržaj vlage iznosi svega 8,2%, pepela 7,6% i sumpora 0,98% na 105°C. Sadržaj volatila prema srednjoj vrijednosti srednjeg stupnja refleksije vitrinita iznosi 27,70% (b.v.p.) i ukazuje da se radi o ugljenoj mješavini koja pripada koksanim, odnosno srednje volatilnim kamenim ugljevima. Iz tablice 1 takođe se može zaključiti da se radi o mješavini sa jako povoljnim koksirajućim osobinama. Swelling indeks (6) i dilatacija (15%) su veoma povoljni i ukazuju da takav ugallj dobro koksuje.

Petrografski sastav i prognozirani kvalitet koksa

Prema rezultatima analize macerala i minerala, kao i petrografskih indeksa koji su prikazani u tablici 1 mogu se potvrditi povoljne koksne osobine ispitivane mješavine. Učešće reaktivnih macerala iznosi 76,69%, a inertnih 23,31%. Kao što se vidi, vitrinit je zastupljen sa 68,65%, a egzinit sa svega 7,72%

Kemijsko-tehnološki parametri, petrografski sastav uglja

Tablica 1

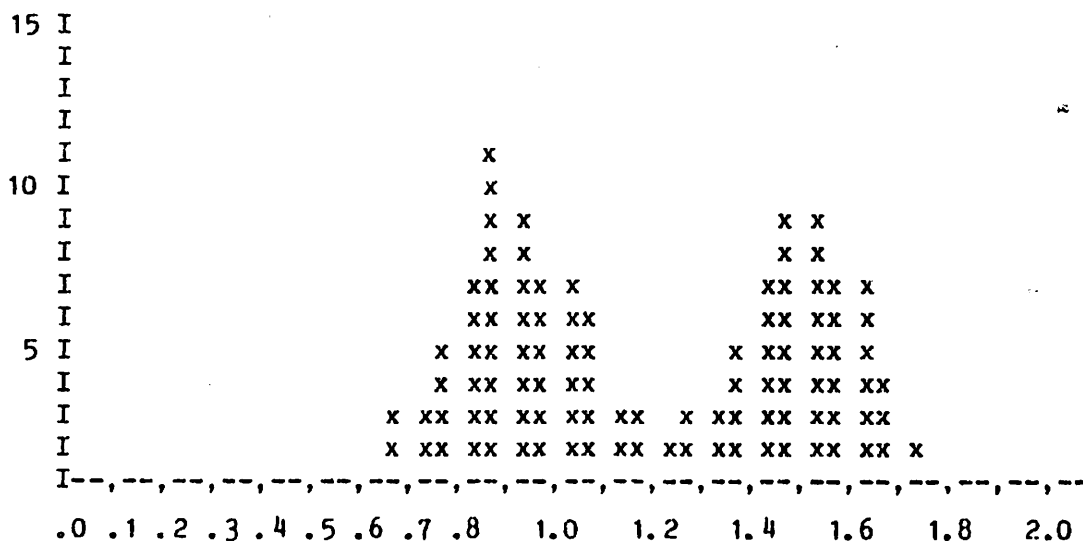
| KEMIJSKA ANALIZA | | % | KOKSIRAJUĆE OSOBINE | |
|--|--|-------|--------------------------|--------|
| VLAGA | | 8.2 | SWELLING INDEKS | 6 |
| PEPEO, (b.v.)* | | 7.6 | DILATACIJA, % | 15 |
| SUMPOR (b.v.) | | 0.98 | TEMP. OMEKŠAVANJA, °C | 400 |
| HLAPIVO (b.v.p.)** | | 27.7 | TEMP. OČVRŠĆAVANJA, °C | 500 |
| | | | KONTRAKCIJA/TEMP., %/ °C | 28/460 |
| MACERALNA ANALIZA | | | | |
| REAKTIVNI MACERALI | | % | INERTNI MACERALI | |
| | | | | % |
| VITRINIT | | 68.65 | SEMIFUZINIT (2/3) | 0.64 |
| EGZINIT + REZINIT | | 7.72 | MIKRINIT | 2.41 |
| SEMIFUZINIT (1/3) | | 0.32 | FUZINIT | 9.94 |
| UKUPNO REAKT. MACERALI | | 76.69 | MINERALNE MATERIJE | 10.77 |
| | | | UKUPNO INERTNI MACERALI | 23.31 |
| PETROGRAFSKI INDEKSI | | | | |
| SREDNJI STUPANJ REFLEKSIJE NA VITRINITU, \bar{R}_0 , % | | | | 1.193 |
| INDEKS RAVNOTEŽE | | | | 1.13 |
| INDEKS ČVRSTOĆE | | | | 4.70 |
| PROGNOZIRANI FAKTOR STABILNOSTI (ASTM) | | | | 61 |

*b.v. = bez vlage

**b.v.p. = bez vlage i pepela

Srednji stupanj refleksije vitrinita u mješavini iznosi 1,19%. Karakterističan histogram raspodjele vrijednosti prikazan je na slici 1.

Prema vrijednostima refleksije vitrinita i njihovoj raspodjeli prema tzv. V–tipovima određeno je



Sl. 1 – Histogram stupnjeva refleksije na vitrinitu

Ordinata: Udio polu V-razreda (%)
Apscisa: Stupanj refleksije R_m (%)

Uljna imerzija (uz 547 nm)
Znak x = 1 % vol.
V–razred = R x 10

učešće ugljeva različitog ranga u ovoj mješavini i ono izgleda ovako:

- V–tip < 8 = 8,18%
- V–tip 8 : 1/2 14 = 60,65 %
- V–tip 1/2 14 – 18 = 31,77 %

Ako se ovi podaci koreliraju sa učešćem anizotropnih tekstura, prikazanih u tablici 3, može se reći da postoji određena podudarnost.

Analiza tekstura koksa je pokazala da od 70% anizotropnih tekstura 68% otpada na mozaične a 32% na trakaste teksture, što dobro korelira sa učešćem pojedinih vrsta uglja u mješavini.

Udio mineralnih materija iz analiza macerala i minerala iznosi svega 10,77%, što se može korelirati sa dobijenom vrijednosti za sadržaj pepela od 7,6% (tablica 1).

Iz petrografskog sastava mješavine određeni su tzv. petrografski indeksi, koji su takođe prikazani u tablici 1. Dobijene vrijednosti za indeks čvrstoće (4,70) i prognozirani faktor stabilnosti (61) ukazuju da se iz ovakve mješavine može dobiti koks visoke čvrstoće. Ispitivanja čvrstoće metalurškog koksa koji je dobiven iz mješavine u potpunosti su potvrdila prognozirana očekivanja o kvalitetu. Naime, vrijednosti za čvrstoću koksa dobijene iz testova M_{40} i M_{10} (78,3%, odnosno 6,4%) potvrđuju da se radi o koksu izuzetne čvrstoće.

Kemijsko-tehnološke karakteristike koksa

Kemijsko-tehnološke karakteristike dobijenog koksa su prikazane u tablici 2. Uzorci 1–3 pokazuju određene karakteristike, zavisno od granulometrijskog sastava. Općenito je izražena tendencija porasta vrijednosti svih parametara, od uzorka 1 (metalurški koks) do uzorka 3 (0–10 mm). Što se tiče reaktivnosti, postoje određena odstupanja, posebno za vrijednosti izračunate preko reakcione brzine po jedinici koksa (uzorci 1 i 2 su međusobno slični).

Kemijsko-tehnološke karakteristike koksa

Tablica 2.

| UZORAK | 1 25–80 nm | 2 10–25 nm | 3 0–10 nm |
|-----------------|-------------------|---------------------------------------|---|
| VLAGA, % | 8,8 | 17 | 18 |
| PEPEO, % (b.v.) | 10,3 | 13,2 | 15,1 |
| SUMPOR, % | 0,77 | 0,81 | 0,83 |
| HLAPIVO, % | 0,71 | 1,03 | 1,04 |
| REAKTIVNOST | 69 ⁽¹⁾ | 0,84 ⁽²⁾ 74 ⁽¹⁾ | 0,83 ⁽²⁾ 114,4 ⁽¹⁾ 0,102 ⁽²⁾ |

Ispitivanje reaktivnosti je vršeno u Institutu za prerađu uglja i karbohemiju u Tuzli* po metodi ST/ECE/COAL/12; rezultati su izraženi u % CO⁽¹⁾ ili preko reakcione brzine po jedinici težine koksa i po jedinici gustoće reakcionog plina K_m (cm³/gS)⁽²⁾.

Strukturne i teksturne karakteristike koksa

Na uzorcima koksa 1, 2 i 3 detaljno su analizirane strukturne i teksturne karakteristike i prikazane u tablici 3. U ovoj fazi istraživanja posebno težište je dato karakteristikama metalurškog koksa koji je nastao pri određenim tehnološkim uvjetima. Međutim, analizirani su i uzorci 2 i 3, koji predstavljaju koks koji nastaje kao prateći proizvod proizvodnje metalurškog koksa klasiranjem po granulacijama koje imaju određenu komercijalnu vrijednost. Paralelna ispitivanja su vrlo značajna jer pokazuju određene sličnosti i razlike, što može služiti za bližu karakterizaciju njihove reaktivnosti i kvaliteta, kako je to prikazano u tablici 3.

Iz vrijednosti dobijenih za parametre koji karakteriziraju strukturu koksa (P_1 , Z_1 , P , Z i D u smislu kriterija za određivanje strukture koksa po Hoffmann-u), može se zaključiti da ispitivani metalurški koks (uzorak 1, 25–80 mm) spada u kategoriju kokseva sa jako grubim porama, ekstremno širokim zidovima, te da je izrazito kompaktno (0,9). I uzorci 2 i 3 se također odlikuju visokim stupnjem kompaktnosti, što je potvrda njihovog kvaliteta i sličnih uvjeta postanka.

Ovako kompaktno metalurški koks odlikuje se relativno niskom reaktivnošću (69% CO). Prema dobivenoj vrijednosti, ispitivani koks se može svrstati u kategoriju – područje srednje reaktivnosti (50 – 100 % CO) (tablica 2). Ovakav zaključak se potvrđuje karakterom pora i zidova i njihovim međusobnim odnosima. U daljnjim istraživanjima strukturu koksa treba definirati i prema stupnju fluiditeta kako bi se izvršila potrebna korelacija sa intenzitetom reaktivnosti [6].

Rezultati ispitivanja teksturnih karakteristika ispitivanih uzoraka koksa su veoma značajni za odnos između petrografskog sastava, stupnja karbonifikacije i granulometrijskog sastava, na jednoj, i reaktivnosti i kvaliteta dobijenog koksa na drugoj strani, o čemu će biti posebno govora. U tablici 3

*Autori se ovom prilikom zahvaljuju kolegicama Raos R. i Ikić L. na izvršenim ispitivanjima reaktivnosti koksa.

su prikazani rezultati ispitivanja teksture koksa prema izdvojenim kategorijama. Dobiveni su vrlo značajni podaci o zastupljenosti i načinu pojavljivanja različitih oblika ugljika iz vezivne faze karbonizacije. Izotropna i samopočetna anizotropna zrna svrstana su u jednu kategoriju, označenu kao izotropni koks, odnosno izotropna tekstura. U ovu kategoriju su svrstani semifuzinit, fuzinit, inertodetrinit, pseudovitrinit i mineralne supstance. Ova kategorija zrna predstavlja nestopljeni dio zidova koksa. Njoj mogu pripadati i drugi oblici ugljika (antracit, pirolitički ugljik, oksidirani ugljik i drugo), koji su u ovom slučaju zastupljeni u jako niskim procentima (ispod 0,5%). Izotropna zrna su zastupljena sa oko 30% u uzorku 1. Slično je učešće ovih zrna i u uzorcima 2 i 3 (tablica 3).

Izotropna zrna koksa (često predstavljana homogenim zrnima bijele boje i relativno visoke refleksije) najvjerojatnije nastaju pri karbonizaciji jako isparljivih kamenih ugljeva (sa oko 0,80% R_O) ili pak potiču od jako isparljivih ugljeva višeg ranga, koji se odlikuju visokim fluiditetom [9, 5, 6]. Oni pripadaju ugljevima koji se nalaze na donjoj granici sposobnosti koksiranja (< 0,8% R_O ili V-tip 8).

Pored izotropnih oblika ugljika, konstatirano je dominantno prisustvo anizotropnih mozaičnih i trakastih tekstura, kako se to vidi iz tablice 3. Kategorija anizotropnih tekstura zastupljena je sa oko 70% (na mozaične otpade 68%, a na trakaste 32%). Nema sumnje da značajan dio pripada i

Strukturne i teksturne karakteristike koksa

Tablica 3.

| STRUKTURA/ TEKSTURA | U Z O R C I | | |
|----------------------------------|-------------|------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| | 25 – 80 mm | 10 – 25 mm | 0 – 10 mm |
| PORE (P ₁), vol. % | 52,6 | 48,4 | 52,7 |
| SREDNJA UČESTALOST PORA (P) | 51,5 | 31,3 | 30,9 |
| ZIDOVI (Z ₁), vol. % | 47,4 | 51,6 | 47,3 |
| SREDNJA UČESTALOST ZIDOVA (Z) | 42,8 | 59,9 | 59,7 |
| KOMPAKTNOST (D) | 0,9 | 1,1 | 0,89 |
| IZOTROPNA, vol. % | 30 | 31 | 27 |
| ANIZOTROPNA, vol. % | 70 | 69 | 73 |
| MOZAIČNA, % | 68 | 73 | 64 |
| FINA (3 μm) | 55 | 59 | 51 |
| GRUBA (3–6 μm) | 13 | 14 | 13 |
| TRAKASTA, % | 32 | 27 | 36 |
| FINA (6 μm) | 1 | 8 | 1 |
| SREDNJA (6–10 μm) | 7 | 4 | 3 |
| GRUBA (10 μm) | 24 | 15 | 32 |
| ANIZOTROPNA / * IZOTROPNA | 2,33 | 2,26 | 2,70 |

*Kategorija izotropnih tekstura obuhvata izotropni koks, inertinit, pseudovitrinit, mineralne materije.

prelaznoj kategoriji lečastih tekstura, koje iz objektivnih razloga nisu ovdje izdvojene. One se, u svakom slučaju, nalaze u kategoriji grubo—mozaičnih tekstura.

Prema literaturnim podacima [9, 5, 6] izotropne teksture potiču iz karbonizacije ugljeva niskog ranga koji se nalaze na donjoj granici sposobnosti koksiranja, sa stupnjem refleksije vitrinita ispod 0,8% R. Mozaične i lečaste anizotropne teksture nastaju koksiranjem kamenih ugljeva višeg ranga, sa refleksijom vitrinita u granicama od 0,8 do 1,4% R, dok se trakaste teksture oblika ugljika najčešće stvaraju od nisko volatilnih ugljeva (preko 1,6% R).

Osvrt na rezultate izvršenih ispitivanja

Primjenom savremenih mikropetrografskih metoda izvršena su paralelna istraživanja kvaliteta i sastava mješavine uglja za koksiranje (sa 80% uglja iz SAD i 20% iz SSSR-a), kao i strukturne i teksturne karakteristike dobijenog koksa. Ovim istraživanjima je započeta kod nas praktična primjena proučavanja teksturnih karakteristika koksa iz vezivne faze karbonizacije, kao veoma značajnog faktora koji utiče na kvalitet i reaktivnost koksa. Dobijeni rezultati predstavljaju značajan prilog samoj metodologiji istraživanja. S obzirom na ograničen broj određenih uzoraka, mogu se izvesti neke konstatacije koje niukom slučaju, u ovoj fazi istraživanja, ne treba generalizirati.

Ispitivanja petrografskog sastava mješavine i izračunavanja faktora kojim se prognozira kvalitet koksa ukazala su da je moguće dobiti koks visoke čvrstoće, što je potvrđeno određenim fizičkim i kemijsko—tehnološkim parametrom.

Prema učešću i karakteru pora, ispitivani metalurški koks se odlikuje jako velikim porama

(između 0,1 i 0,3 mm) koje su pretežno ovalnog i izduženog oblika, sa glatkim unutrašnjim ivicama. Ispitivani koks se odlikuje, takođe, izuzetno širokim zidovima (između 0,1 i 0,5 mm). Indeks kompaktnosti od 0,9 ukazuje da se radi o ekstremno kompaktnom koksu. Karakter pora i zidova ukazuje na laganu devolatilizaciju ugljene supstance u zoni omekšavanja i veoma dobru stopljenost.

Metalurški koks spada u kategoriju kokseva srednje reaktivnosti (69% CO).

Ispitivanje teksturnih karakteristika različitih oblika ugljika iz vezivne faze karbonizacije dala su veoma značajne informacije o učešću i karakteru izotropnih i anizotropnih tekstura. Učešće izotropnih tekstura iznosi 30% a anizotropnih 70% dok je odnos anizotropno /izotropno 2,33.

Iz rezultata analize macerala iz mješavine uglja i analize tekstura, uočena je korelacija između reaktivnih macerala, zastupljenih sa 77% i iz njih nastalih anizotropnih tekstura, koje u metalurškom koksu iznose 70%. Ista korelacija se uočava između zastupljenosti inertnih (23%) i izotropnih oblika ugljika (30%).

Iz podataka o učešću pojedinih kategorija tekstura može se uočiti određena korelacija sa sastavom mješavine, odnosno sa učešćem ugljeva različitog ranga. Od 70% anizotropnih tekstura, 68% otpada na mozaične (uključujući djelomično i lečaste teksture), a 32% na trakaste teksture. Takav odnos anizotropnih tekstura pozitivno se korelira sa učešćem pojedinih vrsta ugljeva u mješavini. Sastojci koksa iz tzv. „pomješane kategorije“ (čađ, pirolitički ugljik, antracit, petrol koks i drugi oblici ugljika) prisutni su u izuzetno niskim procentima, što potvrđuje da se karbonizacija ove mješavine vršila u povoljnim uvjetima.

SUMMARY

Structural and Textural Properties of Metallurgical Coke Produced from a Mixture of American and Soviet Coal

Structural and textural properties of metallurgical coke produced from a mixture of American and Soviet coal (80% to 20%), were defined by contemporary methods for micropetrographic and chemico—technological texturing. The tested mixture is of good grade since it contains 8.2% of moisture, 7.6% of ash, 0.98% of sulphur and 27.70% of volatiles (moisture and ash free). The swelling index is 6 and dilatation 15%, indicating that the mixture exhibits favorable coking properties. The strength index is 4.70, and predicted stability factor 61 (ASTM). Coke grade was confirmed by strength values in tests M₄₀ and M₁₀ (73.3% and 6.4%).

ZUSAMMENFASSUNG

Strukturische—teksturelle Eigenschaften von Hochofenkoksa aus der Mischung von amerikanischer und sovjjetischer Kohle

Die strukturische—teksturelle Eigenschaften vom Hochofenkoksa, der bekommen ist aus amerikanischer und sovjjetischer Kohle (80% zu 20%), sind nach modernen Methoden der Mikropetrographie und nach hemisch—technologischen Untersuchungen bestimmt. Die untersuchte Mischung der Kohle ist sehr qualitätlich, denn sie enthält 8,2% Feuchte, 7,6% Asche, 0,98% Schwefel und 27,70% von flüchtige Bestandteile (ohne Feuchtigkeit und Asche). Der „Swelling“ indeks beträgt 6 und die Dilatation 15%, was zeigt dass die Mischung gute Eigenschaften beim Koksen zeigt. Der Indeks von der Festigkeit beträgt 4,70, und der prognizierte Faktor der beständigkeit 61 (ASTM). Das Qualität vom Koks ist durch die Werte von der Festigkeit aus den Testen M₄₀ und M₁₀ (73,3% und 6,4%) bestimmt.

Barać
Ercegovac

Р Е З Ю М Е

Структурно—текстурные характеристики металлургического кокса полученного из смеси американского и советского углей

Структурно—текстурные характеристики металлургического кокса, полученного из смеси американского и советского углей (80%:20%), определены с помощью современных методов микропетрографических и химико—технологических исследований. Смесь угля хорошего качества и содержит 8,2% влаги, 7,6% золи, 0,98% сери и 27,70% летучих веществ (без влаги и золи). Swelling индекс составляет 6, а удлинение 15%, что указывает на хорошие коксующие особенности смеси. Индекс прочности составляет 4,70, а прогнозный фактор устойчивости 61 (ASTM). Качество кокса удостоверено величинам прочности из опытов M₄₀ и M₁₀ (73,3% и 6,4%).

Literatura

1. Hoffman, H. i Kuhlwein F., 1934: Rohstoffliche und Verkokungstechnische Untersuchungen and Sarrkohlen, Glückauf, 71.
2. Abramski C. i Mackowsky M T., 1952: Microscopic investigations of Polish coke samples for quantitative estimation of coke structure. In: H. Freund (Editor), Handbuch der Mikroskopie in der Technik, vol. 2, Frankfurt.
3. Shapiro N i Gray R. J., 1963: Relation of coke structure to reactivity. Blast Furnace and Steel Plant
4. Wanger R. O. i Neubaum V. A., 1970: The effect of coke plant operating variables on the quality of metallurgical coke. Journal of Metals
5. Benedict L. G. i Thomson R. R., 1973: Coal and coke petrography and coke reactivity, Annual Meeting of N. Section of Geological Society of America
6. Ercegovac M., 1988: Uticaj tekture i strukture na kvalitet i reaktivnost koksa. Rudarski glasnik, Vol. 27, No 3, Beograd
7. Stach's Textbook of Coal Petrology, Berlin—Stuttgart, 1975.
8. Internationales Lexikon für Kohlenpetrologie, 2. Ausg., 1963.
9. Gray R. J. i Devanney K. F., 1986: Coke carbon forms: Microscopic classification and industrial applications. Int. Journal of Coal Geology, 6, Amsterdam

Autori: dipl.inž. Gordana Barać, Metalurški fakultet, Sisak i prof. dr Marko Ercegovac, Rudarsko—geološki fakultet, Beograd

Recenzanti: dr inž. Mileta Simić i dipl.inž. Mira Mitrović, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 25. 12. 1990, prihvaćen 3. 4. 1991.

ISTRAŽIVANJE USLOVA DEPONOVANJA PEPELA INDUSTRIJSKE TERMOENERGANE INCEL, BANJA LUKA

(sa 2 slike)

Predrag Lazić — Dinko Knežević

Rezime

U kotlovima termoelegane Industrije celuloze Incel, Banja Luka, sagoreva se više vrsta ugljeva (iz ležišta Gračanica, Kreka, Stanari i Kamengrad), te opiljci drveta i lužina. Pepeo koji se pri tom dobija razlikuje se po hemijskom sastavu, posebno preko odnosa inertnih i hemijski aktivnih komponenata. Slobodan (aktivan) CaO je prisutan u svim vrstama pepela i njegov sadržaj se kreće od 1,35 do 8,49%. U laboratorijama Rudarskog instituta su vršena ispitivanja u dva pravca: kontinuirani cevni transport pepela u obliku guste hidromešavine, sa mogućnošću deponovanja u širem krugu termoelektrana (~ 1000 m), i diskontinuirani kamionski transport pepela okrupnjenog u peletir tanjirima, sa mogućnošću deponovanja na proizvoljno udaljenoj deponiji.

Ispitivanja su pokazala da je za cevni transport optimalna gustina 50% čvrstog (po masi), koja omogućuje formiranje bezvodne deponije nakon 48h. Ovako formirana deponija ne ugrožava okolinu aerozagađenjem, već povećanom bazičnošću vode koja dođe u kontakt sa pepelom.

Dalje je dokazana mogućnost formiranja peleta korišćenjem samo veziva koje pepeo sadrži u svom hemijskom sastavu. Dobijeni peleti su mehanički postojani, kvašenjem se ne rastvaraju, ali se ne mogu deponovati pod vodu jer se u tim uslovima raspadaju. Bazičnost vode je povećana nakon prolaska kroz pelete (8,7 — 9,0), ali je neuporedivo manja nego kod hidraulički deponovanog pepela. Vetar ne može da razvejava pelete po okolnom prostoru.

Uvod

Industrijske termoelektre karakteriše niz specifičnosti u odnosu na klasične. Te specifičnosti se ogledaju u instalisanosti snazi, vrsti i potrošnji goriva, količini izdvojenog pepela i šljake i sl.

Industrijske termoelektre obično koriste više vrsta goriva (ugalj, mazut, drvene otpatke, lužinu, gas), kao i više vrsta jednog te istog goriva. Nasuprot ovome, naše klasične termoelektre obično su vezane za veće ugljene basene i orijentisane su na jednu vrstu uglja ili nekog drugog

goriva. Često je problem transporta i deponovanja pepela i šljake tehnički složeniji kod industrijskih termoelektrana. Ova složenost proističe iz činjenice da različiti ugljevi daju i različite vrste pepela i šljake. Pošto se radi o manjim količinama pepela i šljake (u odnosu na klasične termoelektrane), o ekološki i tehnički bezbednom deponovanju nije se posebno vodilo računa. Za deponovanje ovog otpada su korišćena napuštena korita ili obale reka, nekakve prirodne uvale ili gradska smetlišta. Tek u poslednje vreme i kod industrijskih termoelektrana počinju da se traže metode i prihvatljiva tehnička rešenja za bezbedno deponovanje otpada.

U termoenergani Industrije celuloze Incel u Banja Luci kao gorivo se koriste ugljevi iz ležišta Gračanica, Kreka, Stanari, Kamengrad, opiljci drveta i lužina. Kao nuzproizvod sagorevanja godišnje se izdvoji oko 120.000 t pepela i šljake. Unutrašnji transport pepela se vrši pneumatski. Spoljni transport se obavlja kamionima. Tokom transporta dolazi do razvejavanja pepela i zagađenja sredine duž transportnog puta. Deponovanje se

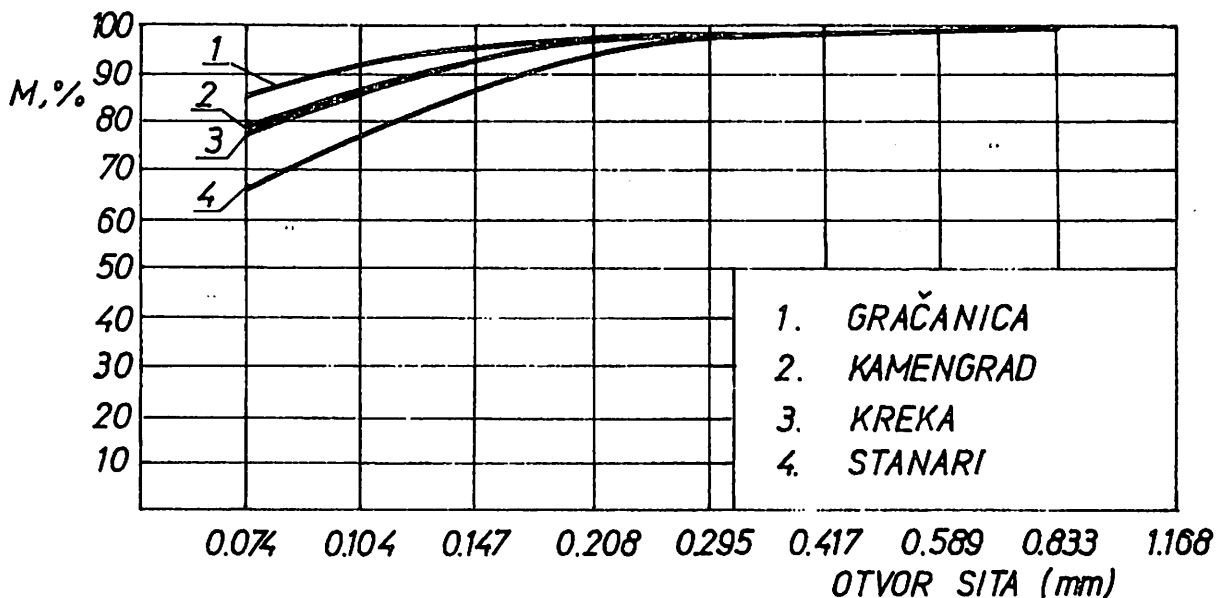
vrši na gradskom smetlištu, gde se produžava razvejavanje i stalno zagađuje okolina. Istovremeno, padavine izlužuju štetne materije i odnose ih u podzemlje. Ovakva situacija je iziskivala i rešavanje problematike bezbednog transporta i deponovanja pepela.

Šljaka se izdvaja u vlažnom stanju i privremeno skladišti u krugu energane, a potom transportuje kamionima na deponiju. Zbog krupnozrnosti i vlažnosti, problem razvejavanja kod šljake nije izražen. Međutim, problem izluživanja na deponiji i dalje postoji.

Osnovni podaci o pepelu i šljaci

Ispitivanja su obavljena na četiri različita uzorka koji su reprezentovali pepeo koji nastaje sagorevanjem uglja iz četiri različita ležišta: Gračanica, Kreka, Stanari i Kamengrad.

Na sl. 1 je dat granulometrijski sastav ispitivanih materijala.



Sl. 1. — Granulometrijski sastav pepela

Hemijski sastav analiziranih pepela je dat u tablici 1.

Primećuje se izvesna razlika u hemijskoj građi. To je posebno vidljivo u odnosu između SiO_2 (kao potpuno inertne komponente) i $\text{CaO} + \text{MgO}$ (kao

potencijalno hemijski aktivne komponente). Kod pepela iz ležišta Gračanica taj odnos je 0,75:1 (više CaO i MgO nego SiO_2), a kod pepela iz rudnika Kreka 2,83:1 (gotovo trostruko viši SiO_2 nego CaO i MgO). Važno je primetiti da svi pepeli imaju povećano učešće $\text{CaO} + \text{MgO}$ (17,7 – 38,1%), što

Tablica 1.

| Komponenta | Pepeo iz različitih ležišta uglja | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------|-------|---------|
| | Gračanica | Kamengrad | Kreka | Stanari |
| SiO ₂ | 29,42 | 42,24 | 50,30 | 47,10 |
| Fe ₂ O ₃ | 7,01 | 7,79 | 7,59 | 6,36 |
| Al ₂ O ₃ | 11,42 | 15,31 | 18,69 | 17,60 |
| CaO | 34,66 | 19,65 | 12,20 | 16,90 |
| Aktivni CaO | 8,49 | 3,94 | 1,35 | 4,54 |
| MgO | 4,48 | 6,39 | 5,56 | 2,44 |
| SO ₃ | 11,11 | 6,11 | 3,50 | 7,50 |
| P ₂ O ₅ | 0,46 | 0,51 | 0,30 | 0,29 |
| TiO ₂ | 0,79 | 1,14 | 1,37 | 1,22 |
| Na ₂ O | 0,21 | 0,30 | 0,18 | 0,13 |
| K ₂ O | 0,77 | 0,95 | 0,51 | 0,48 |

navodi na to da se radi o pepelima iz grupe silikatno–kalcijских. Analiza na aktivni deo CaO pokazuje da njegovo učešće varira od 1,35% (Kreka) do 8,49% (Gračanica). Ovoliko učešće aktivnog CaO upućuje na mogućnost hemijske reakcije CaO i vode (posebno kod Gračanice), ali i na probleme koji proističu iz povećane bazičnosti vodenog rastvora.

Rezultati mineraloške analize su potvrdili ove nagoveštaje, jer su osnovne mineralne komponente staklo, anhidrit, kreč i kvarc.

Rezultati svih ovih analiza omogućili su da se dođe do sledećih zaključaka:

- korišćenje više vrsta goriva dovodi do izdvajanja više vrsta pepela pa se tehnološki proces mora rešavati „fleksibilno“ tako da omogućava transport i deponovanje bilo da se radi sa nekim od pepela ponaosob ili sa mešavinom raznih pepela.
- povećano učešće CaO pokazuje da se mora računati sa vodenim rastvorima velike bazičnosti, ali istovremeno omogućava i primenu posebnih tehnoloških postupaka koji kao krajnji rezultat imaju formiranje bezvodnih deponija.

Polazeći upravo od ovog drugog zaključka, dalja istraživanja su usmerena u pravcu iznalaženja tehnologije koja omogućava ekološki bezbedan i tehnički pouzdan transport i formiranje bezvodne deponije. Istraživanja su vođena u dva pravca:

- cevni transport pepela u obliku guste hidromešavine uz deponovanje u širem krugu termoenergane (do 1000 m)
- okrupnjavanje pepela do granulacije pogodne za kamionski transport, uz deponovanje na prostoru udaljenom više desetina kilometara od termoenergane.

Transport i deponovanje pepela u vidu guste hidromešavine

Za hidraulički transport i deponovanje su ispitivane tri faze procesa: priprema, transport i deponovanje.

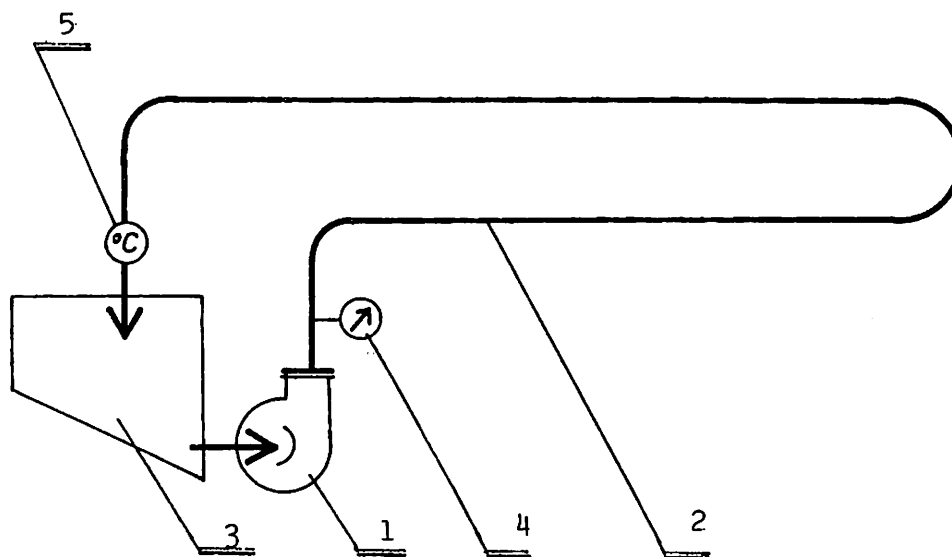
Priprema hidromešavine je ispitivana za masene odnose pepeo: voda (Č:T) od 1:1, 1,5:1; i 2:1. Opiti su rađeni na pojedinačnim uzorcima pepela i na njihovim mešavinama. Pri odnosu 1:1, hidromešavina je fluidna u svim kombinacijama i ne očvršćava u fazi mešanja. Pri odnosu pepeo: voda = 1,5:1, hidromešavina je manje fluidna, teže se meša i brže očvršćava. Pri odnosu 2:1, hidromešavina je gusta, vrlo teško se meša i brzo očvršćava. Pri svim odnosima pepeo: voda u fazi mešanja dolazi do neznatnog povećanja temperature (3–5°C) usled hemijske reakcije CaO i H₂O.

Ispitivanje transporta hidromešavine je obavljeno pri odnosu pepeo: voda = 1:1 u sistemu muljna pumpa – kružni cevovod (sl. 2), uz praćenje temperature i pritiska. Na osnovu izvršenih opita konstatovano je da ne dolazi do bitnije promene ovih parametara, što pokazuje da je ovaj sistem transporta primenljiv.

Svaki od uzoraka je deponovan u odgovarajućim posudama.

Očvršćavanje deponovanog pepela je praćeno u funkciji gustine hidromešavine i vremena odležavanja.

Svi uzorci sa odnosom pepeo : voda = 1:2 su posle 24 h imali slobodnu vodu na površini deponovane mase. Uzorci sa odnosom pepeo: voda = 1,5:1 i 2:1 su vezali svu tehnološku vodu.



Sl. 2. — Šema poluindustrijske instalacije; 1 — muljna pumpa; 2 — kružni cevovod; 3 — napojni sanduk muljne pumpe; 4 — manometar; 5 — termometar

I pojedinačni uzorci i mešavine u različitim masenim odnosima pepela i vode su nakon 48 h vezali vodu i očvrslili. Ovo ukazuje da je moguće formirati bezvodnu deponiju pepela deponovanjem u vidu guste hidromešavine.

Okrupnjavanje pepela

Drugi pravac u ispitivanjima mogućnosti transporta i deponovanja pepela iz energane Incel je okrupnjavanje u peletir tanjirima, tzv. peletizacija. S obzirom da se pepeo u energani izdvaja pneumatski u suvom stanju, ovaj način daljeg tretmana je industrijski ostvarljiv. Ispitivanja mogućnosti peletizacije takođe su vršena na pojedinačnim pepelima i na njihovim mešavinama.

Rađeno je na peletir tanjiru marke „Eirich“ sa prečnikom od 400 mm, pri promenljivom nagibu i broju obrtaja. Promenljivi su bili i količina vode (odnosno gustina), vreme stvaranja peleta i učešće pojedinih pepela u homogenizovanom uzorku.

Ova ispitivanja su pokazala da se peleti zadovoljavajućeg kvaliteta postižu pri nagibu tanjira od 60°, njegovom rotiranju brzinom od 80 obrtaja u minuti i masenom odnosu pepeo: voda od 2:1.

Izuzetak čini pokušaj stvaranja peleta iz „čis tog“ pepela Gračanice, odnosno mešavine u kojoj pepeo Gračanice učestvuje sa više od 4/5.

Očigledno je da se povećano učešće aktivnog CaO negativno odražava na proces peletizacije. Naime, usled postepenog dodavanja vode kroz dizne dolazi do burne reakcije gašenja CaO, uz naglo povećanje temperature i eksplozivno izbacivanje materijala iz peletir tanjira. Inače, ovo je poznati fenomen koji je bio uzrok što izgrađeno postrojenje za peletizaciju pepela termoeletrane Gacko nikad nije proradilo.

Specifičnosti naših ispitivanja peletizacije oledaju se u tome što nisu korišćeni nikakvi aditivi kao vezivno sredstvo. Odnosno, aktivni CaO koji učestvuje u građi pepela je sasvim dovoljan da obrazuje kuglicu.

Uspešnost peletizacije je ocenjivana vizuelnim praćenjem procesa, ispitivanjem mehaničke postojanosti zelenih i osušenih peleta bacanjem sa visine od 300 mm, te ispitivanjima rastvorljivosti dobijenih peleta.

Rezultati ispitivanja zelenih peleta (peleti neposredno po izlasku iz tanjira a pre sušenja) prikazani su u tablici 2.

Drugi deo ispitivanja je obavljen na peletima nakon sušenja na vazduhu u vremenu od 24 h. Rezultati su prikazani u tablici 3.

Tablica 2

| Pepeo iz uglja | Č:T | Rastvorljivost pri potapanju u vodu | pH vode | Broj bacanja | Primedba |
|----------------|-----|-------------------------------------|---------|--------------|-------------------------|
| Gračanica | 2:1 | rastvorljivi | 12,71 | 2 | neuspešna pelletizacija |
| Kamengrad | 2:1 | rastvorljivi | 8,71 | 5 | krupni pelati |
| Kreka | 2:1 | rastvorljivi | 8,77 | 4 | krupni čvrsti pelati |
| Stanari | 2:1 | rastvorljivi | 10,33 | 3 | krupni i nestabilni |

Tablica 3

| Pepeo iz uglja | Č:T | Rastvorljivost | pH vode | Broj bacanja | Primedba |
|----------------|-----|---|---------|--------------|-------------------------|
| Gračanica | 2:1 | | 8,90 | 3 | neuspešna pelletizacija |
| Kamengrad | 2:1 | rastvorljivi nakon 24 h stajanja u vodi | 8,70 | 6 | čvrsti pelati |
| Kreka | 2:1 | | 8,75 | 6 | čvrsti pelati |
| Stanari | 2:1 | | 9,00 | 5 | čvrsti pelati |

Analiza rezultata istraživanja

Cilj istraživanja je bio iznalaženje pogodnih tehnologija transporta pepela ako se deponija formira neposredno uz termoenerganu ili u napuštenom delu rudnika, udaljenom pedesetak kilometara.

Karakteristike pepela su takve da omogućuju formiranje bezvodne deponije sa očvrslim pepelom koji vremenom prelazi u stensku masu – CaCO_3 . Za uslove kratkog transporta ispitivan je sistem kontinualnog transporta cevima u vidu guste hidro-mešavine, dok je za uslove veoma dugog transporta ispitivan sistem diskontinualnog transporta peleta u otvorenim kamionima – kiperima.

Prvi deo istraživanja je pokazao da su optimalne transportne gustine od 50% čvrstog (po masi). Kod ovih gustina je moguća primena centrifugalnih muljnih pumpi, a deponovana masa upija svu tehnološku vodu u vremenu od 48 h. Naknadno potapanje ove mase u vodi dovodi do povećanja pH vrednosti te vode na 12–12,5. Međutim, pri tome masa ostaje kompaktna i ne raspada se. Ovo ukazuje na nužnost hidroizolacije deponije kako bi se sprečilo zagađivanje voda u podzemlju.

Drugi deo istraživanja je ukazao na mogućnost uspešne pelletizacije samo ša vezivom koje je sadržano u pepelu (CaO aktivni). Dobijeni pelati (pri odnosu pepeo:voda = 2:1) imaju zadovoljavajuću mehaničku otpornost jer se ne rasipaju i ne krune. Zeleni pelati se pri bacanju plastično deformišu tako da iz sferičnog oblika prelaze u nepravilne oblike polukugle ili pločice. Kako je u ovom slučaju cilj pelletizacije samo okrupnjavanje, to ove plastične deformacije nemaju nikakav uticaj na proces transporta i deponovanja.

Za proces transporta je važno ponašanje zelenih peleta u otvorenoj kamionskoj prikolici u vreme padavina. Opit je simuliran nakapavanjem vode na pelete. Rezultati su pozitivni jer nije dolazilo do raspadanja peleta.

Pelletizacija, uz korišćenje fenomena samovezivanja je interesantna sa aspekta deponovanja iz dva razloga: troši veći deo aktivne materije i sušenjem „zarobljava“ deo aktivne komponente unutar peleta. Uticaj peleta na zagađenje podzemlja je u oba slučaja umanjen. Ipak, voda nakon kontakta sa peletima ima povišenu pH vrednost i neophodno je da se preduzmu tehničke mere zaštite podzemlja.

Naša ispitivanja su pokazala da se peleti ne mogu deponovati pod vodu, odnosno da se mora obezbediti kontinuirano odvođenje padavina kako ne bi došlo do njihovog rastvaranja.

Zaključak

Na osnovu rezultata ispitivanja mogućnosti transporta i deponovanja peleta iz energane Incel, došlo se do dva rešenja.

Prvo rešenje, ekološki i tehnički prihvatljivo, je hidraulički transport i deponovanje u vidu guste

hidromešavine (gustine oko 50% čvrstog). Ovaj sistem podrazumeva gradnju deponije koja će u potpunosti biti izolovana od podzemlja. Pri tome će se slobodna voda zadržavati na površini deponovanog pepela oko 48 h, što zahteva formiranje deponija sa više kaseti.

Drugo rešenje je peletizacija, kamionski transport i deponovanje u bezvodnu deponiju. Ovaj drugi vid je nešto jednostavniji sa gledišta zaštite čovekove okoline, kao i tehničke građe i nadgradnje deponije. Okupljeni pepeo može da se diskontinuirano transportuje otvorenim kamionima na veće dužine bez zagađenja eko sredine.

SUMMARY

Investigations into the Conditions for Disposal of Industrial Thermal Power Generating Plant Incel, Banja Luka

In the boilers of Cellulose Industry Incel, Banja Luka thermal power generating plant several types of coal are fired (from deposits Gračanica, Kraka, Stanari and Kamengrad), as well as sawdust and leach. The produced ash varies in its chemical composition, particularly regarding the ratios of inert and chemically active components. Free (active) CaO is present in all ash types and its content ranges from 1.35 to 8.49 %. Laboratory testing in the Mining Institute was carried out in two directions: continuous pipeline ash transport in the form of a dense hydromixture with possibilities of disposal in a broader thermal power plant area (~ 1000 m), and discontinuous truck ash transport after enlargement in pelleting plates with possibilities of disposal on larger distance dumps.

Tests indicated that optimum density for pipeline transport is 50% of solids (by mass), enabling formation of a water free dump after 48 h.

A possibility was also proved for formation of pellets only by use of the binding agent contained in the chemical composition of the ash itself.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung der Bedingung von Aschen Deponierung des Industrielle Termokraftwerkes Incel, Banja Luka

In den Kessel der Termozentrale der Industrie von zeluloze Incel, Banja Luka, verbrennen mehrere Arten der Kohle (aus der Lagerstätte Gračanica, Kraka, Stanari und Kamengrad), und die Spänne vom Holz und die Lauge. Die Asche die man bei diesem bekommt, ist andere nach dem chemischem Zusammensetzung, besonders nach den verhältniss der inertnen und hemischen aktiven Komponenten. Der freie (aktiver) CaO ist anwesend in aller Arter der Asche und sein Inhalt ist zwischen 1,35 bis 8,49%. In den Laboratorien vom Rudarski institut sind untersuchen durchgeführt in zwei Richtungen: kontinuierlicher transport der Asche in einer Hidromischung mit der möglichkeit von Deponieren in einer grösseren Umgebung des Termokraftwerkes (~ 1000 m), und ein diskontinuierlicher Transport der Asche vergrössert in Pelleten, und mit einer Ablagerung auf einer Deponie in beliebiger Entfernung.

Die Untersuchungen zeigten dass bei dem Rohrtransport die optimale dichte 50% der reine Masse ist, bei welcher sich eine Formierung der wasserlose Deponie nach 48 Uhren ermöglicht.

Weiter ist die Möglichkeit von Formierung der Pelleten bestimmt, mit der Nützung nur Verbindungsmitteln die die Asche in ihrem hemischem Zusammensetzung enthält.

Лазич
Кнежевич

РЕЗЮМЕ

Исследование условий складирования золи из промышленной теплостанции ИНЦЕЛ - Баня Лука

В котелях термостанции ИНЦЕЛ - Баня Лука сжигаются несколько сорт углей (из месторождений Грачаница, Крека, Станари и Каменград), а также и опилки дерева и щелок. При этом полученная зола отличается по химическому составу, особенно по отношении инертных и химически активных составляющих. Свободный (активный) СаО существует в всех сортах золи и его содержание составляет от 1,35% до 8,4%. В лабораториях Горного института выполнены исследования в двух направлениях: непрерывный гидравлический транспорт золи в виде плотной гидравлической пульпы с возможностью складирования в ширей окрестности ТЦ (около 1000 м), и прерывный транспорт самосвалами золи окомкованной на грагулир-дисках, с возможностью складирования на отвале который находится на любой удалении.

Исследования показали что для гидравлического транспорта оптимальная плотность составляет 50% твердого (по массе) и она дает возможность формировать одводненный отвал через 48 часов.

Также показана возможность формирования окатышей использованием только вязущего которое в своем химическом составе содержит золу.

Literatura

1. Elaborat istražnih radova na pepelu i šljaci termoenergane Incel, Rudarski institut, Beograd, maj 1990.
2. Ныснар Ј. 1982: Значење процесу грудкованања у господарце попиоловеј — конференција „Granulacija — stan tehniki i perspektivy razvoju procesov i aparatury“, Putawy
3. Јевремовић Џ., 1989: Peletizacija lebedećeg pepela elektrana i zaštita radne sredine, XII jugoslovenski simpozijum o PMS, Tuzla
4. Кнежевић Д., 1990: Industrijska praksa i problemi transporta i deponovanja pepela iz termoelektrana, toplana i energana, stručno savetovanje „Ugalj, pepeo i zaštita okoline od produkata sagorevanja uglja“, Beograd

Autori: dipl.inž. Predrag Lazić i dipl.inž. Dinko Knežević, Zavod za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd

Recenzent: dr inž. Ljutica Košutić, Beograd

Članak primljen 31. 1. 1991, prihvaćen 3. 4. 1991.

GARANCIJSKA ISPITIVANJA EKSPERIMENTALNOG „PARNABY” POSTROJENJA ZA ČIŠĆENJE UGLJA U BOGOVINI

Stevan Đokić – Mihajlo Canić – Vilim Šer

Rezime

U rudniku uglja Bogovina ugrađeno je i uspešno radi prvo „Parnaby” postrojenje za čišćenje uglja krupnoće $-60 + 0.25$ mm. Proizvođač opreme, firma Braem Mineral Separation iz Belgije, garantovala je:

- kapacitet postrojenja 60 t/h
 - sadržaj pepela (105°C) u čistom uglju do 20%
 - sadržaj čistog uglja (frakcija -1.6 kg/dm^3) u jalovini ispod 11%
- za ugaj krupnoće $-60 + 0$ mm, sa sadržajem pepela do 32%. ..*

Garancijskim ispitivanjima su dokazani svi garantovani parametri, sem kapaciteta koji iznosi oko 45 t/h. Pored prikazivanja rezultata garancijskih ispitivanja, članak obrađuje i moguće uzroke pada kapaciteta.

Uvod

U toku meseca juna 1990. godine u rudniku Bogovina (Republika Srbija) je u rekordnom roku montirano i pušteno u redovan rad postrojenje za čišćenje uglja, kupljeno u firmi Braem Mineral Separation iz Belgije. Uklapanje novog „Parnaby” postrojenja je izvedeno tako da nijednog trenu nije prekinuto čišćenje uglja u postojećoj „Norton” sekciji sa teškom sredinom.

Rudnik Bogovina je kupio najprostiju moguću konfiguraciju „Parnaby” postrojenja, koja se sastoji od bubnja 1.8×9 m i dva primarna ciklona sa prečnikom 380 mm.

Tokom septembra meseca 1990. godine izvršena su garancijska ispitivanja, čije rezultate delimično prikazujemo u ovom članku.

Garancije

Isporučilac „Parnaby” postrojenja je dao sledeće garancije:

- kapacitet postrojenja 60 t/h
- sadržaj pepela u čistom uglju (105°C) 22%
- sadržaj čistog uglja u jalovini (frakcija lakša od 1.60 kg/dm^3) ispod 11%

Garancija važi za čišćenje uglja krupnoće $-60 + 0,5$ mm i sadržaj pepela u rovnom uglju od 32%.

Opis metodologije rada na garancijskom ispitivanju

Uzimanje uzoraka ulaza, čistog uglja (posebno sitnog a posebno krupnog) i jalovine izvršeno je prema standardu, JUS B.H9.001. Uzorci ulaza i jalovine su uzimani sa zaustavljenih transportnih

traka, a uzorci čistog uglja — 60 + 3 mm i — 3 + 0,25 mm su uzimani presecanjem mlaza na presipu sita i transportnih traka.

Mereni su trenutni protoci masa, na osnovu kojih su izračunati prosečni kapacitet i raspodela proizvoda.

Rezultati garancijskog ispitivanja

Izvršena su četiri garancijska ispitivanja rada „Parnaby“ postrojenja u Bogovini. Ovde ćemo prikazati rezultate samo jednog od garancijskih ispitivanja, jer su u ostalim postignuti slični rezultati.

Granulometrijski sastav rovnog uglja

Prosečni granulometrijski sastav rovnog uglja tokom ispitivanja je prikazan u tablici 1. Treba zapaziti učešće klase + 60 mm od 12,89% i sadržaj pepela (105°C) od 41,74%

Kapacitet i bilans čišćenja

U tablici 2 su prikazani prosečan kapacitet i raspodela proizvoda čišćenja sa sadržajem pepela.

Prema bilansu čišćenja, srednji sadržaj pepela iznosi oko 39,5% i dobro se slaže sa prosečnim sadržajem pepela u uzorku za utvrđivanje granulometrijskog sastava.

Kvalitet jalovine

Pliva—tone analizom jalovine dobijene su sledeće frakcije:

| | | U odnosu na proizvod, % |
|------|---------------------------|-------------------------|
| 1.40 | — 1.40 kg/dm ³ | 0.96 |
| | — 1.60 kg/dm ³ | 1.77 |
| | + 1.60 kg/dm ³ | 97.27 |
| | | 100,00 |

Granulometrijski sastav rovnog uglja Bogovina — garancijsko ispitivanje

Tablica 1.

| KLASA KRUPNOĆE mm | MASA (105°C) M% | PEPEO (105°C) p% | FRAKCIJE ODSEVA FRAKCIJE PROSEVA | | | |
|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------|-------|--------|-------|
| | | | M% | p% | M% | p% |
| —100.00 + 60.00 | 12.89 | 52.75 | 12.89 | 52.75 | 100.00 | 41.74 |
| — 60.00 + 30.00 | 15.39 | 48.93 | 28.25 | 50.67 | 87.11 | 40.11 |
| — 30.00 + 15.00 | 14.27 | 52.40 | 42.52 | 51.25 | 71.75 | 38.22 |
| — 15.00 + 10.00 | 8.07 | 43.98 | 50.59 | 50.09 | 57.48 | 34.70 |
| — 10.00 + 3.00 | 20.58 | 36.77 | 71.17 | 46.24 | 49.41 | 33.18 |
| — 3.00 + 0.25 | 20.02 | 25.36 | 91.19 | 41.66 | 28.83 | 30.62 |
| — 0.25 + 0.00 | 8.81 | 42.58 | 100.00 | 41.74 | 8.81 | 42.58 |
| ULAZ | 100.00 | 41.74 | | | | |

Kapacitet „Parnaby“ postrojenja u Bogovini sa raspodelom proizvoda čišćenja

Tablica 2.

| | Snimljena mase sa vlagom t/h | Rekonst. ruks. t/h | Vlaga % | Suva masa t/h | Masa M% | Pepelo p% (105°C) |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------|------------|---------------------|------------|-------------------------|
| Ulaz — 100+0 mm | 44.05 | 45.41 | 18,00 | 39.28 | 100.00 | 39.46 |
| U—100+3 mm | 10.08 | | 17,00 | 8.37 | 21.31 | 22.48 |
| U—3+0.25 mm | 12.12 | | 30,00 | 8.48 | 21.59 | 17.46 |
| Jalovina | 23.21 | | 15,00 | 19.73 | 50.23 | 55.39 |
| Mulj | — | | | 2.70 | 6.87 | 44.80 |

Udeo frakcije — 1.60 kg/dm³ (čistog uglja) u jalovini iznosi 2,73%, što je znatno bolje od datih garancija.

Zaključak o obavljenim garancijskim ispitivanjima

„Parnaby“ postrojenje u Bogovini je ispunilo sledeće garantovane parametre:

- sadržaj pepela u čistom uglju 19% — garantovano 22%
- udeo čistog uglja (frakcija — 1.60 kg/dm³) u jalovini 28% — garantovano 11%

Nije ispunjena garancija u pogledu kapaciteta (45 t), a garantovan je kapacitet od 60 t/h.

Mogući uzroci neispunjavanja garancije u pogledu kapaciteta

Kontrola opterećenosti „Parnaby“ bubnja (kapacitet) u radnim uslovima vrši se veoma jedno-

stavno. Operator lako uočava preopterećenje nagomilavane jalovine u zoni razdvajanja bubnja, a ubrzo je zapaža i na situ za otkopavanje. U tom smislu ne postoji dilema da li je garancijsko ispitivanje vođeno na maksimalnom kapacitetu.

Lako može da se uoči da investitor nije uspeo da obezbedi krupnoću rovnog uglja prema garanciji od —60 mm. U uzorku se nalazi gotovo 13% uglja krupnijeg od 60 mm, a gornja granična krupnoća uglja je bila 100 mm. Transportne karakteristike ovako krupnog materijala svakako su nepovoljnije, a moglo bi se govoriti i o nedovoljnoj oslobođenosti uglja od jalovine.

Na osnovu analize „pliva—tone“ uglja Bogovina krupnoće — 60 + 0.5 mm prikazane u tablici 3, projektovan je bilans koncentracije, prikazan u tablici 4. U istoj tablici su dati i rezultati garancijske probe, kao i garantovani rezultati, tako da se potrebna upoređenja lako mogu obaviti:

Analiza „pliva—tone“ uglja Bogovina krupnoće — 60 + 0,5 mm

Tablica 3

| | Rovni ugalj | | Frakcija koja pliva | | Frakcija koja tone | |
|--------------------|-------------|-----------|---------------------|---------|--------------------|---------|
| | Masa M% | Pepelo p% | Σ M %† | ↓ Σ p % | Σ M %† | ↑ Σ p % |
| — 1.35 | 11.46 | 14.87 | 11.46 | 14.87 | 100.00 | 31.80 |
| 1.35 — 1.40 | 41.01 | 17.12 | 52.47 | 16.63 | 88.54 | 33.99 |
| 1.40 — 1.50 | 14.72 | 25.07 | 67.19 | 18.48 | 47.53 | 48.54 |
| 1.50 — 1.60 | 5.45 | 38.34 | 72.64 | 19.97 | 32.18 | 59.07 |
| 1.60 — 1.70 | 3.83 | 50.71 | 76.47 | 21.51 | 27.36 | 63.19 |
| 1.70 — 1.80 | 4.84 | 58.73 | 81.31 | 23.73 | 23.53 | 65.23 |
| + 1.80 | 18.69 | 66.91 | 100.00 | 31.80 | 18.69 | 66.91 |
| Ulaz — 60 + 0.5 mm | 100.00 | 31.80 | | | | |

Projektovani, garantovani i postignuti rezultati čišćenja uglja Bogovina

Tablica 4.

| | Projekto- vano | Garanto- vano | Posti- gnuto |
|---|-------------------|------------------|-----------------|
| Krupnoća rovnog uglja % + 60 mm | 0 | 0 | 12.89 |
| Maseni udeo čistog uglja, % | 70.69 | — | 42.90 |
| Maseni udeo jalovine, % | 29.31 | — | 57.10 |
| Pepela (105°C) u rovnom uglju, % | 31.80 | 32 | 39.46 |
| Pepela (105°C) u sitnom uglju, % | 20.19 | 22 | 19.95 |
| Pepela (105°C) u jalovini, % | 59.80 | — | |
| Udeo čistog uglja (— 1.6 kg/dm ³) u jalovini u odnosu na proizvodnju, % | 11.94 | 11 | 2.73 |

Sadržaj pepela (105°C) u rovnom uglju tokom garancijskih ispitivanja od 39.5% je bio znatno viši od garantovanih 32%. Količina izdvojene jalovine (57.10%) je gotovo dva puta veća od projektovane, a kada se uzme u obzir i podatak da je sadržala samo 2,73% čistog uglja (garantovano 11%), onda možemo govoriti o izvanrednim rezultatima čišćenja. Međutim, treba imati u vidu da kvalitet i osobine rovnog uglja ne odgovaraju projektovanim.

Moguće je da u povećanoj količini jalovine leži uzrok reduciranom kapacitetu, jer se može postaviti pitanje stvarnih transportnih mogućnosti sistema za iznošenje jalovine „Parnaby“ bubnja u Bogovini. U svakom slučaju, kod budućih kupovina ove opreme treba biti oprezan kada je u pitanju kapacitet.

SUMMARY

Guarantee Testing of the Experimental „Parnaby“ Plant for Coal Cleaning in Bogovina

The first „Parnaby“ plant for cleaning coal of size class — $60 + 0.25$ mm was installed and is operating successfully in Coal Mine Bogovina. Equipment manufacturer Braem Mineral Separation of Belgium guaranteed the following:

- plant capacity 60 t/h
- ash content (105°C) in clean coal upto 20%
- clean coal content (fraction — 1.6 kg/dm^3) in waste below 11%
for coal size class — $60 + 00$ mm containing upto 32% of ash.

Guarantee testing proved all guaranteed parameters except capacity which was about 45 t/h. In addition to presentation of guarantee testing results, the paper also deals with possible causes of capacity drop.

ZUSAMMENFASSUNG

Garantie—Untersuchungen von eksperimenteller „Parnaby“ Anlage für die Kohle—Reinigung in Bogovina

Im Bergwerk Bogovina ist ein „Parnaby“ — Anlage ausgebaut und arbeitet sehr effektiv für die Reinigung der Kohle zwischen — $60 + 0,25$ mm.

Der Hersteller der Anlage, die Firma Braem Mineral Separation aus Belgien hat garantiert:

- Förderleistung der Anlage 60 t/h
- Inhalt der Asche (105°C) in der reine Kohle bis 20%
- Inhalt der reine Kohle (die Kornklasse — $1,6 \text{ kg/dm}^3$) in dem Abraum unter 11%
für der Kohle mit der Größe von — $60+0$ mm, und dem Inhalt der Asche von 32%.

Mit den Garantie — Untersuchungen sind alle garantierte Parameteren bestimmt, ohne vom der Förderleistung die 45 t/h hat. Neben der Vorstellung der Ergebnissen von Garantie—Untersuchungen, der Artikel bearbeitet auch die möglichen Ursachen vom Kapazitätsverminderung.

Đokić
Canić
Šer

Р Е З Ю М Е

Гарантное исследование экспериментальной "Parnaby" фабрики для очистки угля в Боговине

В предприятии для добычи угля Боговина смонтирована и работает с успехом первая "Parnaby" фабрика для очистки угля крупности $-60+0,25$ мм. Производитель оборудования – фирма Braem Mineral Separation из Бельгии – гарантирует:

- | | |
|--|------------|
| - производительность оборудования | 60 т/ч |
| - содержание золи (105°C) в чистом угле | до 20% |
| - содержание чистого угля (фракция $-1,6$ кг/дм ³) в хвостах | меньше 11% |

Этим исследованиями доказаны все гарантийные параметры кроме производительности, которая составляет около 45 т/ч. Кроме показанных результатов гарантийных исследований, в статье обрабатываются и возможные причины уменьшения производительности.

Literatura

1. Handzame P. O., 1988: An introduction to the Parnaby Process, Belgija
2. Studija mogućnosti čišćenja rovnog uglja RMU Bogovina, Rudarski institut, Beograd, 1988.
3. Canić M., Šer V., 1989: Mogućnost primene „Parnaby“ postupka za čišćenje uglja Bogovina sa aspekta oštine odvoda, „Rudarski glasnik“ br. 3

Autori: dipl.inž. Stevan Đokić, dipl.inž. Mihajlo Canić i dipl. inž. Vilim Šer, Zavod za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd

Recenzent: dipl.inž. M. Mitrović, Beograd

Članak primljen 10. 1. 1991, prihvaćen 3. 4. 1991.

DEPONIJE JALOVINE IZ TEHNOLOŠKOG PROCESA MOKRE SEPARACIJE UGLJEVA KAO IZVORI ZAGAĐIVANJA VAZDUHA

Milica Sovrlić – Stanija Cimbalević – Ljiljana Belović

Rezime

Članak obrađuje rezultate ispitivanja zagađenja vazduha u okolini deponije jalovine iz tehnološkog procesa separacije uglja.

Za ispitivanje je korišćena standardna metodologija pa su rezultati uporedivi i korisni, s obzirom da se radi o specifičnom izvoru zagađivanja vazduha.

Dobijeni rezultati pokazuju da je deponija izvor zagađivanja vazduha i da je najznačajnija zagađujuća materija vodoniksulfid.

Uvod

Među osnovnim preduslovima za uspešnu zaštitu životne sredine, kao izuzetno značajni se ističu: što potpunije poznavanje pojedinih zagađujućih materija, utvrđivanje njihovih izvora i puteva rasprostiranja, kao i definisanje mogućih posledica koje nastaju njihovim delovanjem na okolinu. Obezbeđivanje ovih preduslova je neophodno, jer su (naše) akcije na planu zaštite životne sredine još uvek parcijalne i nekoordinisane. Usled toga, mnogi aspekti zagađivanja životne sredine ostaju potcenjeni iako imaju čitav niz negativnih efekata, kako na zdravlje stanovništva tako i na životnu sredinu.

Jedan od specifičnih izvora zagađenja, koji se najčešće susreće u okolini rudarskih objekata (rudnika uglja), je deponija (spoljne odlagalište) jalovine, koja nastaje nakon primene različitih tehnologija za separisanje uglja. Zbog lošeg postupka separisanja, u jalovini ostaje i određena količina uglja relativno sitnog granulostava. Kako je kod ovakvih objekata odložena jalovina uglavnom u

rastresitom stanju (retko se primenjuje postupak nabijanja), često se događa da dođe i do samoupale uglja u jalovini. Sagorevanje uglja je najčešće vrlo sporo, nepotrebno i prouzrokuje izdvajanje različitih zagađujućih materija u atmosferu. Vetar neminovno doprinosi distribuciji ovih polutanata u bližu ili dalju okolinu deponija, i tada dolazi do zagađenja životne sredine.

Karakterističan objekat ove vrste je jalovište separacije uglja rudnika Baljevac, locirano u neposrednoj okolini Baljevca. Uočeno je da zagađivanje vazduha u okolini ove deponije jalovine nastaje zbog procesa sagorevanja na jalovini, a usled samopaljenja ugljeva ili izazvanih procesa paljenja.

Osnovne materije koje zagađuju atmosferu, a koje nastaju sagorevanjem uglja sadržanog u jalovištima su sumpordioksid, čađ, ugljen-monoksid, vodoniksulfid i lebdeći prah.

Česte primedbe građana da je deponija izvor zagađenja vazduha su uticale da se na rudniku uglja Baljevac sprovedu ispitivanja da bi se utvrdilo

stepen zagađenosti vazduha. Ispitivanja, koja su obuhvatila praćenje prisustva polutanata u atmosferi okoline, obavio je Rudarski institut iz Beograda. Ispitivanja su trajala 6 meseci (od maja do oktobra 1990. god.), a jedan deo rezultata tog rada je dat u ovom članku.

Metodologija

Utvrđivanje i praćenje koncentracija štetnih materija u vazduhu okoline deponije jalovine obuhvata određivanje srednjih dnevnih i kratkotrajnih koncentracija karakterističnih zagađivača za dati izvor, a u skladu sa Zakonom o zaštiti od zagađivanja vazduha (Službeni glasnik SRS br. 8/73 i 31/77) i Pravilnikom o maksimalno dozvoljenim koncentracijama štetnih materija u vazduhu (Službeni glasnik SRS br. 31/78).

Izbor mernih mesta

Stabilnost atmosfere određuje gde će se polutanti (verovatno) transportovati, njihovu promenu sa vremenom, kao i učestalost pojavljivanja uslova nepovoljnih za disperziju. Uslovi nepovoljni za disperziju su male brzine vetra i stabilna atmosfera. Pri nestabilnom stanju atmosfere polutant emitovan u blizini zemlje brzo se rastura u horizontalnom pravcu, te su mogućnosti da dođe do povećane koncentracije polutanata u okolini manje.

Opisana razmatranja se moraju uzeti u obzir prilikom formiranja mreže mernih stanica. Ukoliko se na nekom lokalitetu prvi put planiraju merenja, najčešće se pozicije mernih stanica određuju na osnovu podataka o ruži vetrova.

Za lociranje mernih stanica u slučaju deponije jalovine rudnika Baljevac posmatrani su meteorološki elementi, pravac i brzina vetra, kao i relativne čestine vetra. Podaci se odnose na duži period (od 1958. do 1987. god.).

Podaci o relativnim čestinama vetra po pravcima dati su u tablici 1, a u tablici 2 su dati podaci o brzinama vetra po pravcima.

Srednje brzine vetra (m/s)
Beoče, period 1958–1987. god.

Tablica 2.

| Mesec | Pravac | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW |
| I | 3,1 | 3,1 | 3,5 | 2,0 | 5,0 | 3,9 | 4,3 | 1,5 |
| II | 2,7 | 3,1 | 3,9 | 3,7 | 4,1 | 3,9 | 4,1 | 1,7 |
| III | 2,9 | 3,1 | 4,8 | 3,9 | 4,6 | 4,8 | 4,1 | 1,9 |
| IV | 2,5 | 3,3 | 3,3 | 3,5 | 4,3 | 4,3 | 2,9 | 1,7 |
| V | 2,7 | 2,9 | 3,3 | 2,7 | 2,9 | 2,4 | 3,7 | 1,7 |
| VI | 2,7 | 3,3 | 3,1 | 3,7 | 2,9 | 3,5 | 2,4 | 1,9 |
| VII | 2,5 | 3,1 | 2,7 | 2,7 | 3,9 | 3,9 | 1,5 | 2,0 |
| VIII | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 2,4 | 3,3 | 3,9 | 3,9 | 2,0 |
| IX | 2,9 | 3,1 | 3,1 | 2,7 | 3,1 | 2,7 | 3,5 | 1,9 |
| X | 2,7 | 2,9 | 3,5 | 2,4 | 4,1 | 3,1 | 3,7 | 2,5 |
| XI | 3,1 | 2,4 | 3,3 | 2,9 | 5,0 | 3,9 | 3,7 | 1,9 |
| XII | 3,1 | 2,9 | 3,7 | 2,7 | 5,5 | 5,2 | 4,1 | 2,0 |
| Godina | 2,9 | 3,0 | 3,5 | 3,0 | 4,1 | 3,8 | 3,4 | 1,9 |

Podaci iz ove dve tablice govore o klimatološkim uslovima nepovoljnim za disperziju, odnosno o rasprostiranju polutanata na relativno malom prostoru, što sprečava veća razređenja i utiče na povećane koncentracije polutanata u ispitivanom području.

Raspodela relativnih čestina vetra po pravcima u promilima
Beoče, period 1958–1987. god.

Tablica 1.

| Mesec | Pravac | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|----|----|----|----|-----|-------------|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Tišina C |
| I | 61 | 79 | 124 | 39 | 32 | 38 | 24 | 130 | 473 |
| II | 52 | 73 | 122 | 55 | 80 | 57 | 44 | 119 | 398 |
| III | 49 | 111 | 107 | 39 | 73 | 45 | 39 | 104 | 433 |
| IV | 46 | 110 | 115 | 33 | 72 | 51 | 45 | 66 | 462 |
| V | 52 | 112 | 127 | 20 | 49 | 16 | 25 | 56 | 543 |
| VI | 27 | 94 | 89 | 16 | 36 | 22 | 23 | 117 | 576 |
| VII | 50 | 131 | 76 | 16 | 26 | 20 | 20 | 120 | 541 |
| VIII | 41 | 113 | 103 | 28 | 23 | 21 | 19 | 62 | 590 |
| IX | 46 | 106 | 87 | 36 | 40 | 22 | 18 | 70 | 575 |
| X | 51 | 81 | 70 | 47 | 56 | 50 | 26 | 90 | 529 |
| XI | 36 | 88 | 78 | 28 | 67 | 73 | 55 | 82 | 493 |
| XII | 58 | 66 | 122 | 32 | 63 | 66 | 43 | 67 | 483 |
| Godina | 48 | 97 | 101 | 32 | 52 | 40 | 32 | 90 | 508 |

S obzirom na navedene podatke, veličinu naselja i činjenicu da je deponija locirana u neposrednoj blizini naselja, odlučeno je da se postave dve merne stanice.

Merna mesta su locirana na pravcu jugoistok – severozapad, koji je izabran na osnovu ruže vetrova za to područje.

Metoda merenja

Kvantitativna analiza atmosferskih primesa se vrši posle njihovog koncentrisanja, koje ostvarujemo provlačenjem vazduha kroz odgovarajuću apsorpcionu sredinu (tečnu ili čvrstu) ili kroz filterski materijal. Količina vazduha koji se uzima za analizu meri se odgovarajućim meračima protoka.

Metoda merenja i analiziranja prisustva i koncentracije polutanata je izabrana u skladu sa smernicama Društva za čistoću vazduha (SDČVJ).

Uzorci za analizu prisustva sumpordioksida i čađi sakupljani su osmokanalnim uređajem za automatsko 24-časovno sakupljanje uzoraka, koji se sastoji od osam ispiralica sa odgovarajućim apsorpcionim rastvorom. Pre prolaska kroz ispiralicu, uzorak vazduha prolazi kroz filter koji predstavlja uzorkovač čađi. Količina vazduha se meri ugrađenim gasnim satom.

Sadržaj sumpordioksida u uzorku je određen standardnom acidimetrijskom metodom.

Sadržaj čađi je određen refraktometrijskom metodom, tj. merenjem zatamnjenja na filter–pa-

Tablica 3.

| Datum | Srednje dnevne koncentracije SO ₂ i čađi (mg/m ³) – Dom zdravlja (MS–1) | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | maj | | juni | | juli | | avgust | | septembar | | oktobar | |
| | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ |
| 1/ 2 | | | 0,02 | 10,12 | 0,10 | 0,0 | 0,01 | 32,9 | – | – | 0,05 | 61,7 |
| 2/ 3 | | | 0,02 | 33,90 | 0,03 | 10,9 | 0,03 | 23,3 | – | – | 0,01 | 30,2 |
| 3/ 4 | | | 0,01 | 58,9 | 0,14 | 0,0 | 0,03 | 0,0 | – | – | 0,02 | 15,9 |
| 4/ 5 | | | 0,02 | 47,4 | 0,00 | 10,9 | 0,02 | 11,9 | – | – | 0,02 | 0,0 |
| 5/ 6 | | | 0,00 | 32,5 | 0,04 | 13,4 | 0,07 | 14,6 | 0,00 | 18,6 | 0,28 | 21,3 |
| 6/ 7 | | | 0,05 | 12,4 | 0,02 | 0,0 | 0,06 | 17,4 | 0,01 | 0,0 | 0,14 | 43,8 |
| 7/ 8 | | | 0,01 | 19,6 | 0,02 | 13,4 | 0,02 | 11,9 | 0,02 | 16,1 | 0,19 | 24,2 |
| 8/ 9 | | | 0,01 | 22,3 | 0,01 | 19,1 | 0,00 | 0,0 | 0,02 | 15,9 | 0,19 | 18,6 |
| 9/10 | | | 0,03 | 14,7 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 14,6 | 0,02 | 21,3 | 0,17 | 15,9 |
| 10/11 | | | 0,03 | 10,12 | 0,03 | 10,9 | 0,03 | 26,4 | 0,02 | 24,2 | 0,14 | 10,9 |
| 11/12 | | | 0,03 | 0,00 | 0,05 | 18,6 | 0,05 | 23,3 | 0,02 | 0,0 | 0,17 | 0,0 |
| 12/13 | | | 0,00 | 10,12 | 0,03 | 21,3 | 0,02 | 11,9 | 0,00 | 18, | 0,45 | 18,6 |
| 13/14 | | | 0,05 | 0,0 | 0,1 | 24,1 | 0,05 | 20,3 | 0,04 | 15,9 | 0,00 | 13,4 |
| 14/15 | | | 0,05 | 0,0 | 0,00 | 21,3 | 0,05 | 20,3 | 0,04 | 13,4 | 0,26 | 21,3 |
| 15/16 | | | 0,03 | 0,0 | 0,05 | 0,0 | 0,05 | 32,9 | 0,04 | 10,9 | 0,21 | 24,2 |
| 16/17 | | | 0,02 | 0,0 | 0,13 | 30,2 | 0,05 | 29,6 | 0,03 | 18,6 | 0,19 | 10,9 |
| 17/18 | 0,02 | 23,3 | 0,13 | 0,0 | 0,00 | 27,1 | 0,02 | 38,4 | 0,05 | 36,7 | 0,15 | 24,2 |
| 18/19 | 0,03 | 14,6 | 0,07 | 0,0 | 0,00 | 40,2 | 0,07 | 29,6 | 0,05 | 27,1 | 0,15 | 24,2 |
| 19/20 | 0,06 | 32,5 | 0,05 | 10,1 | 0,00 | 18,6 | 0,05 | 14,6 | 0,09 | 27,1 | 0,05 | 10,9 |
| 20/21 | 0,02 | 14,6 | 0,04 | 19,6 | 0,12 | 24,1 | 0,02 | 14,6 | 0,04 | 36,7 | 0,03 | 30,2 |
| 21/22 | 0,00 | 17,4 | 0,09 | 22,3 | 0,14 | 21,3 | 0,02 | 0,0 | 0,04 | 16,1 | 0,05 | 35,2 |
| 22/23 | 0,07 | 23,3 | 0,06 | 0,0 | 0,12 | 27,1 | 0,02 | 23,3 | 0,06 | 30,2 | 0,02 | 35,2 |
| 23/24 | 0,00 | 32,5 | 0,07 | 19,6 | 0,00 | 10,9 | 0,03 | 14,6 | 0,02 | 0,0 | 0,02 | 0,0 |
| 24/25 | 0,01 | 17,4 | 0,08 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | – | – | 0,02 | 30,2 | 0,02 | 0,0 |
| 25/26 | 0,02 | 20,3 | 0,06 | 10,1 | 0,11 | 27,1 | – | – | 0,03 | 27,1 | 0,04 | 10,9 |
| 26/27 | 0,00 | 32,5 | 0,06 | 0,0 | 0,04 | 24,1 | – | – | 0,02 | 16,1 | – | 21,3 |
| 27/28 | 0,02 | 32,5 | 0,08 | 0,0 | 0,06 | 36,7 | – | – | 0,02 | 40,2 | 0,03 | 24,2 |
| 28/29 | 0,07 | 32,9 | 0,05 | 10,1 | 0,02 | 0,0 | – | – | 0,02 | 40,2 | 0,04 | 27,1 |
| 29/30 | 0,00 | 38,4 | 0,03 | 12,4 | 0,03 | 18,6 | – | – | 0,05 | 63,8 | 0,03 | 24,2 |
| 30/31 | 0,00 | 32,9 | 0,06 | 17,1 | 0,02 | 30,2 | – | – | 0,02 | 55,4 | 0,03 | 27,1 |
| 31/1 | 0,00 | 44,1 | – | – | 0,04 | 24,1 | – | – | – | – | 0,03 | 0,0 |
| Br.mer. | 15 | 15 | 30 | 30 | 31 | 31 | 23 | 23 | 26 | 26 | 31 | 31 |
| Min.kon. | 0 | 14,6 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Max.kon. | 0,7 | 44,1 | 0,13 | 58,9 | 0,14 | 40,2 | 0,07 | 38,4 | 0,09 | 63,8 | 0,45 | 61,7 |
| Sr.kon. | 0,021 | 27,28 | 0,044 | 13,684 | 0,048 | 16,91 | 0,033 | 18,539 | 0,03 | 23,823 | 0,103 | 19,858 |
| € ₉₅ | 0,07 | 39,83 | 0,075 | 27,15 | 0,1345 | 33,125 | 0,07 | 32,075 | 0,081 | 61,28 | 0,269 | 39,07 |

piru. Na osnovu ovog podatka, računski je određena masena koncentracija čađi.

Koncentracija sedimentacionih materija je određivana u skladu sa SD ČVJ br. 201. Uzorak je sakupljen u uređaju po Bergerhoff-u u toku mesec dana neprekidno. Sediment je analiziran na prisustvo rastvornih i nerastvornih materija.

Određivanje koncentracije ugljen-monoksida je izvršeno infracrvenim analizatorom za gasove MIRAN 1–A, specijalno baždarenim za određivanje imisionih koncentracija.

Lebdeće čestice su određivane gravimetrijskom metodom, u skladu sa smernicom SD ČVJ br. 203, merenjem uzorka sakupljenog filtracijom iz određene količine vazduha.

Rezultati merenja

Nivo zagađenosti vazduha naselja u okolini deponije jalovine praćen je u toku šest meseci, od maja do oktobra 1989. god., obuhvatajući tri godišnja doba radi što potpunijeg sagledavanja klimatskih uticaja na vrednost koncentracija.

Izmerene vrednosti koncentracija sumpordioksida i čađi za ispitivani period su prikazane u tablicama 3 i 4 za merne stanice: MS–1 – Dom zdravlja i MS–2 – Lučica.

Sadržaj sedimentnih materija, rastvornih i nerastvornih, merenih u kontinualnim mesečnim intervalima u mg/m²/dan dat je u tablici 5.

Tablica 4.

| Datum | Srednje dnevne koncentracije SO ₂ i čađi (mg/m ³) – Lučica (MS–2) | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-----------------|-------|-----------------|--------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|--------|
| | maj | | juni | | juli | | avgust | | septembar | | oktobar | |
| | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ | SO ₂ | čađ |
| 1/ 2 | | | 0,00 | 31,5 | 0,00 | 0,0 | 0,03 | 0,0 | – | – | 0,54 | 18,3 |
| 2/ 3 | | | 0,00 | 15,9 | 0,01 | 0,0 | 0,02 | 11,5 | – | – | 0,52 | 11,5 |
| 3/ 4 | | | 0,00 | 30,2 | 0,02 | 0,0 | 0,03 | 9,4 | – | – | 0,66 | 23,3 |
| 4/ 5 | | | 0,00 | 30,2 | 0,01 | 9,4 | 0,02 | 0,0 | – | – | 0,00 | 34,4 |
| 5/ 6 | | | 0,56 | 25,8 | 0,00 | 15,9 | 0,00 | 23,2 | 0,03 | 11,5 | 0,01 | 13,7 |
| 6/ 7 | | | 0,47 | 23,2 | 0,01 | 11,5 | 0,02 | 20,7 | 0,03 | 25,9 | 0,00 | 18,3 |
| 7/ 8 | | | 0,11 | 25,8 | 0,02 | 11,5 | 0,01 | 9,4 | 0,04 | 0,0 | 0,01 | 15,9 |
| 8/ 9 | | | 0,11 | 0,0 | 0,02 | 0,0 | 0,08 | 9,4 | 0,04 | 28,6 | 0,01 | 20,7 |
| 8/10 | | | 0,06 | 0,0 | 0,05 | 9,4 | 0,04 | 30,2 | 0,03 | 20,7 | 0,01 | 9,4 |
| 10/11 | | | 0,00 | 0,0 | 0,05 | 9,4 | 0,02 | 31,5 | 0,04 | 9,4 | 0,02 | 23,3 |
| 11/12 | | | 0,06 | 11,5 | 0,05 | 15,9 | 0,03 | 9,4 | 0,04 | 13,7 | 0,00 | 13,7 |
| 12/13 | | | 0,00 | 31,5 | 0,01 | 0,0 | 0,04 | 11,5 | 0,05 | 0,0 | 0,03 | 18,3 |
| 13/14 | | | 0,00 | 30,2 | 0,09 | 9,4 | 0,03 | 13,7 | 0,04 | 11,5 | 0,00 | 18,3 |
| 14/15 | | | 0,06 | 25,9 | 0,06 | 11,5 | 0,03 | 31,5 | 0,05 | 15,9 | 0,02 | 23,3 |
| 15/16 | | | 0,01 | 25,9 | 0,04 | 9,4 | 0,06 | 30,2 | 0,05 | 25,9 | 0,05 | 9,4 |
| 16/17 | | | 0,08 | 25,9 | 0,05 | 18,3 | 0,03 | 11,5 | 0,04 | 31,5 | 0,00 | 20,7 |
| 17/18 | 0,005 | 0,0 | 0,06 | 25,9 | 0,04 | 15,9 | 0,02 | 13,7 | 0,05 | 11,5 | 0,04 | 0,0 |
| 18/19 | 0,009 | 0,0 | 0,11 | 0,0 | 0,04 | 11,5 | 0,03 | 18,2 | 0,11 | 18,3 | 0,05 | 11,5 |
| 19/20 | 0,00 | 0,0 | 0,11 | 18,3 | 0,06 | 0,0 | 0,05 | 18,2 | 0,07 | 15,9 | 0,00 | 9,4 |
| 20/21 | 0,00 | 0,0 | 0,11 | 13,7 | 0,05 | 0,0 | 0,02 | 25,8 | 0,26 | 18,3 | 0,04 | 15,9 |
| 21/22 | 0,11 | 27,1 | 0,13 | 20,7 | 0,05 | 13,7 | – | – | 0,18 | 23,3 | 0,05 | 15,9 |
| 22/23 | 0,07 | 25,58 | 0,12 | 11,5 | 0,03 | 18,3 | 0,03 | 28,6 | 0,20 | 18,3 | 0,04 | 9,4 |
| 23/24 | 0,05 | 13,7 | 0,19 | 0,0 | 0,04 | 0,0 | 0,03 | 23,2 | 0,52 | 0,0 | 0,47 | 11,5 |
| 24/25 | 0,03 | 15,9 | 0,14 | 15,9 | 0,10 | 0,0 | – | – | 0,45 | 15,9 | 0,42 | 23,3 |
| 25/26 | 0,02 | 9,4 | 0,16 | 18,3 | 0,06 | 0,0 | – | – | 0,53 | 25,9 | 0,45 | 20,7 |
| 26/27 | 0,05 | 23,2 | 0,11 | 11,5 | 0,02 | 0,0 | – | – | 0,66 | 23,3 | 0,36 | 15,9 |
| 27/28 | 0,14 | 25,8 | 0,11 | 18,3 | 0,02 | 25,9 | – | – | 0,57 | 18,3 | 0,39 | 23,3 |
| 28/29 | 0,10 | 11,5 | 0,00 | 20,7 | 0,04 | 30,2 | – | – | 0,540 | 9,4 | 0,33 | 18,3 |
| 29/30 | 0,11 | 9,4 | 0,05 | 9,4 | 0,02 | 31,5 | – | – | 0,48 | 23,3 | 0,30 | 9,4 |
| 30/31 | 0,00 | 13,7 | 0,06 | 0,0 | 0,02 | 34,4 | – | – | 0,52 | 11,5 | 0,40 | 0,0 |
| 31/1 | 0,07 | 0,0 | – | – | 0,02 | 25,9 | – | – | – | – | 0,48 | 0,0 |
| Br.mer. | 15 | | 30 | | 31 | 31 | 22 | 22 | 26 | 26 | 31 | 31 |
| Min.konc. | 0,0 | | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0 | 0 | 0 |
| Max.konc. | 0,14 | | 0,56 | 31,5 | 0,1 | 34,4 | 0,08 | 31,5 | 0,66 | 31,5 | 0,66 | 34,4 |
| Sr.konc. | 0,09 | | 0,101 | 17,26 | 0,035 | 10,93 | 0,03 | 17,31 | 0,216 | 16,45 | 0,184 | 15,387 |
| Σ ₉₅ | 0,116 | 26,06 | 0,4295 | 31,50 | 0,0735 | 30,785 | 0,058 | 31,50 | 0,543 | 27,73 | 0,529 | 23,30 |

Izmerene koncentracije sedimentnih materija ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)

Tablica 5.

| Mesec Datum | Uprava ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) | | | Dom zdrav. ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) | | | Lučica ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) | | |
|----------------|--|-------------------------|----------|--|-------------------------|----------|--|-------------------------|----------|
| | rast. mat. | nera- stvor. mat. | Σ | rast. mat. | nera- stvor. mat. | Σ | rast. mat. | nera- stvor. mat. | Σ |
| Maj | 0,02 | 1,17 | 1,19 | 1,25 | 0,02 | 1,27 | 1,22 | 0,02 | 1,24 |
| Juni | 0,04 | 1,21 | 1,25 | 1,26 | 0,009 | 1,25 | 1,20 | 0,03 | 1,23 |
| Juli | 0,003 | 0,01 | 0,014 | 0,07 | 0,06 | 0,13 | 2,14 | 0,09 | 2,23 |
| Avgust | 0,007 | 0,09 | 0,098 | 0,9 | 0,05 | 1,4 | 0,35 | 0,08 | 0,43 |
| Septembar | 0,009 | 0,71 | 0,719 | 1,84 | 0,07 | 1,77 | 1,98 | 0,02 | 2,0 |
| Oktober | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 1,385 | 0,06 | 1,45 | 0,404 | 0,010 | 0,42 |

Za razliku od kontinualnog praćenja sumpor-dioksida, čađi i sedimentnih materija, uzorci za ugljen-monoksid, vodoniksulfid i lebdeću prašinu uzimani su periodično na svakih 15 dana i više su informacionog karaktera. Rezultati su dati u tablici 6.

Kriterijumi za ocenu kvaliteta vazduha

Maksimalno dopuštene (prema navedenim zakonskim propisima) koncentracije ispitivanih polutanata date su u tablici 8.

Izmerene vrednosti koncentracija H_2S , CO i lebdeće prašine, (mg/m^3)

Tablica 6.

| | Dom zdravlja | | | Lučica | | |
|---------------|----------------------|------|---------|----------------------|-------|---------|
| | H_2S | CO | L.praš. | H_2S | CO | L.praš. |
| | 3 | — | — | 8 | — | — |
| | 7 | — | — | 3 | — | — |
| | 5 | — | 7 | 25 | — | 5 |
| | 25 | — | 8 | 25 | — | 9 |
| | 7 | 910 | 4 | 17 | 0 | 7 |
| | 2 | 610 | 2 | 8 | 1100 | 2 |
| | — | 0 | 4 | 7,2 | 0 | 2 |
| | 3,7 | 0 | — | 4,1 | 910 | 4 |
| | 22 | 1100 | 2 | 3,2 | 910 | 4 |
| | 3,4 | 910 | 3 | 3,0 | 0 | 2 |
| | 6,1 | 0 | — | 6,6 | 910 | 9 |
| | 21 | 910 | 2 | 19 | 910 | 120 |
| Broj merenja | 11 | 8 | 8 | 11 | 8 | 10 |
| Min.vrednosti | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 2 |
| Max.vrednosti | 61 | 1100 | 8 | 66 | 1100 | 120 |
| Sred.vrednost | 7,74 | 555 | 4 | 9,9 | 592,5 | 16,4 |

Tablica 8.

| Materija | Maksimalno dozvoljene koncentracije, mg/m^3 | |
|---------------------|---|--------------|
| | Srednjednevne | Kratkotrajne |
| Sumpor—dioksid | 150 | 500 |
| Čađ | 50 | 150 |
| Ugljen—monoksid | 1000 | 3000 |
| Sedimentne materije | — | — |
| Vodonik—sulfid | 8 | 8 |
| Lebdeća prašina | — | — |

Ocene kvaliteta vazduha

Ocena kvaliteta vazduha se može, dati na osnovu odnosa vrednosti izmerenih maksimalno dozvoljenih koncentracija polutanata.

S obzirom na veliki broj podataka za sumpor —dioksid i čađ, za upoređivanje sa maksimalno dozvoljenim vrednostima uzima se vrednost C_{95} , koja predstavlja vrednost 95 percentila. Ova vred-

nost predstavlja koncentraciju od koje 95% izmerenih koncentracija ima nižu vrednost.

Za ostale polutante su za upoređivanje uzete srednje vrednosti svih izmerenih koncentracija.

Zagađenost vazduha šire okoline deponije jalovine iz tehnološkog procesa mokre separacije uglja nalazi se u granicama dozvoljenih koncentracija, sa izuzetkom vodonik—sulfida čija srednja vrednost na stanici MS—2 prekoračuje zakonom dozvoljenu.

Faktori prekoračenja dozvoljenih koncentracija za merene polutante

Tablica 9

| Dom zdravlja Baljevac | | | | | | Lučica | | | | | |
|-----------------------|-----|------|------------------|-----------|------------|-----------------|------|-----|------------------|-----------|------------|
| SO ₂ | čađ | CO | H ₂ S | sediment. | leb. praš. | SO ₂ | čađ | CO | H ₂ S | sediment. | leb. praš. |
| 0,001 | 0,8 | 0,18 | 0,96 | — | — | 0,003 | 0,59 | 0,2 | 1,2 | — | — |

SUMMARY

Coal Wet Separation Process Waste Dumps as Sources of Air Pollution

The paper deals with the results of investigations into air pollution in the vicinity of waste dumps from coal wet separation processes.

Investigations were carried out in line with standard methodology, and hence the results are comparable and useful, having in view a specific air pollution source.

Obtained results indicate that the dumps are an air pollution source and that hydrogen sulphide is the major polluting matter.

ZUSAMMENFASSUNG

Bergehalde aus dem technologischem Prozess der Nassaufbereitung der Kohle als Quelle Verunreinigung der Luft

Der Ansatz bearbeitet die Ergebnisse der Untersuchung von der Verunreinigung der Luft in der Umgebung der Abraum—Deponie aus dem technologischen Prozess der Kohlen—separation.

Für die Untersuchung war die Standard—methodologie genutzt, so dass die Ergebnisse vergleichend und nützlich sind, weil es um eine spezifische Quelle der Luftverunreinigung handelt.

Die Ergebnisse zeigen dass die Deponie eine Quelle von Luftverunreinigung ist und dass die bedeutenste Verunreinigungsmaterie die Wasserstoffsulfide sind.

Соврлич
Цимбалевић
Беловић

Р Е З Ю М Е

Отвали хвостов из технолошког процеса мокре сепарације угља как изсточники загрязнения воздуха

Статья обрабатывает результаты исследований загрязнения воздуха около отходов из технологического процесса сепарации угля.

В исследовании использована стандартная методология, вследствие чего результаты могут быть сравнимы и полезны, учитывая что дело идет о специфическом источнике загрязнения воздуха. Полученные результаты показывают что отвал представляет источник загрязнения воздуха и что в нем найопасный сернистый водород.

Literatura

1. Gosudarstvenyj komitet SSSR po gidrometeorologii i kontrolju prirodnoj sredi, „Rukovodstvo po kontrolju zagraznenija atmosfery“, Lenjingrad, 1979.
2. R u c h W. E., 1970: Quantitative Analysis of Gaseous Pollutants, Michigan
3. Smernice Saveza društava za čistoću vazduha (SDČVJ), 1987.
4. The Determination of Toxic Substances in Air, A Manual of ICI Practice, Cambridge, 1965.

Autori: dipl.inž. Milica Sovrlić, dipl.inž. Stanija Cimbalević i Ljuljana Belović, hem. tehn., Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta, Beograd

Recenzent: dr inž. Dragoljub Urošević, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen: 1. 2. 1991, prihvaćen 3. 4. 1991.

UPOREĐENJE RIZIKA RADA U RUDNICIMA SA PODZEMNOM EKSPLOATACIJOM SA RIZIKOM RADA OSTALIH PROIZVOĐAČA ENERGIJE U SRBIJI

Aleksandar Ćurčić

Rezime

U članku su obrađeni uslovi rada i povrede na radu radnika u podzemnoj eksploataciji uglja i upoređeni sa uslovima i povredama na radu radnika na površinskim kopovima i ostalih proizvođača električne energije u Srbiji. Na osnovu ovih rezultata je predložen kriterijum za utvrđivanje ličnih dohodaka radnika u podzemnoj eksploataciji u odnosu na radnike koji rade na površini.

Uvod

Uslovi rada u rudnicima uglja sa podzemnom eksploatacijom čine rudarski rad složenim i teškim, štetnim po zdravlje i opasnim po život zbog pojava eksplozivnih gasova i prašine, oksidacionih procesa i podzemnih požara egzogenog i endogenog karaktera, otrovnih i zagušljivih gasova, prodora vode i žitkih materijala, iznenadnih izboja gasa i materijala, gorskih udara i drugih dinamičnih pojava, agresivnih mineralnih prašina, kao i porasta temperature u dubokim rudnicima (Aleksinac), vlažnosti rudničkog vazduha, skućenog radnog prostora i nedovoljnog osvetljenja.

U rudnicima uglja sa podzemnom eksploatacijom u Srbiji su na žalost, prisutne sve nabrojane prirodne opasnosti.

Protiv ovih opasnosti je teško sprovoditi kompleksne mere zaštite, jer su ležišta u svim rudnicima relativno mala, sa malim rezervama uglja i tektonski poremećena — isprelamana u manje

blokove. Iako u malim blokovima, sloj unutarnjih talasa menja pad i pružanje i nosi složenu mikro-tektoniku, sa pomeranjima od nekoliko santimetara do cele debljine sloja (jame Rembasa, Soko, Lubnica, Ibarski rudnici i dr.).

U ovako teškim prirodnim uslovima eksploatacije pokazalo se da svi pokušaji primene savremenih metoda eksploatacije nisu dali zapažene rezultate. I dalje se u ovim rudnicima primenjuju stubne otkopne metode koje zahtevaju težak fizički rad. Pokušaj da se uvedu kratka „slepa“ široka čela u poslednje vreme daje određene rezultate (Senjski rudnik), ali je i dalje prisutan težak manualni rad.

Posmatrano u celini, prirodni i tehničko-tehnološki uslovi, pored teškog fizičkog rada i visokog stepena rizika, uslovljavaju i težak materijalni položaj rudnika, što dalje uzrokuje slabu opremljenost. Održavanje rudarskih prostorija i objekata u ovakvim uslovima je teško i nedovoljno i često je uzročnik povreda na radu, pa i velikih katastrofa (Aleksinac).

Ovakvom teškom stanju doprinosi i nedostatak radne snage za rad u jami, a razlog su: lični dohoci koji su dugo vremena bili minimalni i, u odnosu na ostale grane privrede, neodgovarajući.

Za analizu rizika kome su izloženi radnici koji rade u podzemnoj eksploataciji uzet je period od 10 godina, a za površinsku eksploataciju i objekte u sklopu elektroprivrede 3 godine.

Kao kriterijum za ocenu rizika rada usvojena je učestalost povređivanja radnika: smrtna, teška i lake povrede na milion tona uglja, 1000 zaposlenih radnika i 100.000 izrađenih nadnica.

Rizik rada u rudnicima uglja sa podzemnom eksploatacijom

Posmatrajući podatke prikazane u tablici 1 pojedinačno po rudnicima, vrstama uglja i ukupno za sve rudnike očito je da je rad u svim rudnicima opterećen visokim stepenom rizika.

Ovako visok stepen rizika se odnosi praktično na sve rudnike, ali je najkarakterističniji za rudnik Aleksinač, u kome su se za proteklih 15 godina (1975–1989) dogodile 4 velike nesreće.

U analiziranom periodu od 10 godina, svake godine u rudniku Aleksinač imamo:

- na milion tona proizvedenog uglja: 136,56 smrtnih, 79,75 teških i 3.745,16 lakih povreda
- na 1000 zaposlenih radnika: 19,27 smrtnih, 11,23 teških i 528,53 lake povrede
- na 100.000 izrađenih nadnica: 9,95 smrtnih, 5,79 teških i 272,76 lakih povreda.

Karakteristično je da i ostali rudnici imaju veliki broj smrtnih slučajeva na 1.000.000 t proizvedenog uglja, i to:

- rudnik Rembas 12,42 (uzrok kolektivna nesreća 1984. god.)
- Vrška Čuka 10,18
- Lubnica 6,98
- Štavalj 5,31, itd.

Nema potrebe da se rezultati dalje komentarišu, jer su pregledno dati u tablici 1.

Radi poređenja sa radnicima u elektroprivredi koji rade na površini, dat je kumulativan pregled za sve radnike rudnika uglja angažovane u podzemnoj eksploataciji. Prema usvojenim kriterijumima, rezultati su sledeći:

- na milion tona proizvedenog uglja je 17,91 smrtnih, 30,88 teških i 1029,95 lakih povreda
- na 1000 zaposlenih: 4,6 smrtnih, 9,94 teških i 264,66 lakih povreda
- na 100.000 nadnica: 2,38 smrtnih, 4,10 teških i 136,71 lakih povreda.

Dobijeni rezultati su katastrofalni i nepobitno ukazuju da je rad u rudnicima uglja sa podzemnom eksploatacijom u Srbiji vrlo težak, a rizik rada poražavajući.

Rizik rada na površinskim kopovima, TE, preradi i ostalim objektima

Rezultati povređivanja su prikazani u tablici 2, po istoj metodologiji kao i za radnike u podzemnoj eksploataciji, s tim što su podaci uzeti za period 1987 – 1989. god. (tri godine). Analizom rezultata iz tablice 2 uočljivo je da se smrtna povreda događaju na površinskim kopovima, preradi uglja i Kolubara–metalu. Posebno se ističe da su smrtna, teška i lake povrede na površinskim kopovima IEK Kostolac i Kolubara–metalu izrazito visoke u odnosu na ostale analizirane rudnike.

Rezultati analize su prikazani pojedinačno po objektima i zbirno za sve radnike Kolubare i Kostolca. Prema ovim rezultatima, učestalost povređivanja je sledeća:

a) za sve zaposlene:

- na milion tona proizvedenog uglja bilo je: 0,124 smrtnih, 2,562 teških i 19,334 lakih povreda
- na 1000 zaposlenih radnika: 0,143 smrtnih, 2,956 teških i 25,414 lakih povreda
- na 100.000 izrađenih nadnica: 0,057 smrtnih, 1,183 teških i 8,928 lakih povreda.

S obzirom da su analizom obuhvaćeni svi zaposleni, to smo se odlučili za poređenje rezultata povređivanja jamskih radnika sa rezultatima dobijenim za površinske kopove Kolubara, Kostolac i Drmno, što je mnogo realnije, iako su rezultati približni ukupno zaposlenim.

b) učestalost povređivanja na površinskim kopovima:

- na milion tona uglja bilo je: 0,056 smrtnih, 0,957 teških i 7,291 lakih povreda
- na 100.000 zaposlenih: 0,166 smrtnih, 2,850 teških i 21,680 lakih povreda
- na 100.000 izrađenih nadnica: 0,066 smrtnih, 1,125 teških i 8,570 lakih povreda.

Tablica 1.

| Rudnik i vrsta povrede | Broj povreda po godinama | | | | | | | | | | | Prosek za 10 godina | | | Učestalost povreda | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|---------------------------|----------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|------|
| | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | Povre- da | Proiz- vodnja 000 t | Zapo- sleni ce | Nadni- ce | Izradj. na radnice po zap. | na 10 ⁶ t | na 1000 zap. | na 100.000 radnica | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| Ibarski rudnici | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0,5 | | | | 4,39 | 0,86 | 0,45 | |
| | teške | 3 | 2 | 2 | 7 | 7 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3,3 | 113,8 | 582 | 110358 | 191 | 29,00 | 5,67 | 2,99 |
| | lake | 75 | 65 | 95 | 101 | 110 | 86 | 68 | 79 | 86 | 95 | 86,0 | | | | 755,68 | 147,77 | 77,93 | |
| | ukupno | 78 | 67 | 97 | 108 | 117 | 90 | 70 | 82 | 92 | 97 | 89,8 | | | | 789,07 | 154,30 | 81,37 | |
| Vrška Čuka | smrtne | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,33 | | | | | 10,18 | 1,36 | 0,64 | |
| | teške | 2 | 3 | 3 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 3 | 0,8 | 32,4 | 282 | 51400 | 212 | 86,41 | 11,57 | 5,25 |
| | lake | 67 | 76 | 66 | 69 | 68 | 49 | 80 | 62 | 1 | 46 | 64,7 | | | | 1956,64 | 267,36 | 125,86 | |
| | ukupno | 69 | 79 | 70 | 74 | 70 | 54 | 81 | 67 | 1 | 50 | 67,83 | | | | 2093,23 | 280,29 | 131,96 | |
| Ukupno kameni ugljevi | smrtne | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0,83 | | | | 5,68 | 1,01 | 0,51 | |
| | teške | 5 | 5 | 5 | 12 | 8 | 8 | 3 | 8 | 2 | 5 | 6,1 | 146,2 | 824 | 161758 | 196 | 41,72 | 7,40 | 3,77 |
| | lake | 142 | 141 | 161 | 170 | 178 | 135 | 148 | 141 | 86 | 141 | 150,7 | | | | 1030,78 | 182,89 | 93,16 | |
| | ukupno | 147 | 146 | 167 | 182 | 187 | 144 | 151 | 149 | 92 | 147 | 157,63 | | | | 1078,18 | 191,30 | 97,14 | |
| Rembas | smrtne | 1 | 3 | 2 | 1 | 33 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4,3 | | | | | 12,42 | 3,63 | 1,82 | |
| | teške | 16 | 15 | 11 | 7 | 16 | 13 | 15 | 6 | 1 | 11 | 11,0 | 346,3 | 1186 | 236637 | 199 | 31,76 | 9,27 | 4,64 |
| | lake | 417 | 461 | 362 | 230 | 403 | 420 | 304 | 274 | 1 | 173 | 304,4 | | | | 879,00 | 256,66 | 128,64 | |
| | ukupno | 434 | 479 | 375 | 238 | 452 | 434 | 319 | 281 | 1 | 185 | 319,7 | | | | 923,18 | 269,56 | 135,10 | |
| Bogovina | smrtne | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,44 | | | | | 2,80 | 1,08 | 0,54 | |
| | teške | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 1 | 4 | 1 | 3 | 3,40 | 157,1 | 409 | 80607 | 197 | 21,64 | 8,31 | 4,22 |
| | lake | 143 | 122 | 136 | 140 | 149 | 135 | 117 | 138 | 136 | 120,70 | | | | | 768,30 | 235,11 | 119,74 | |
| | ukupno | 147 | 125 | 139 | 145 | 155 | 139 | 118 | 140 | 140 | 124,54 | | | | | 792,74 | 234,50 | 119,50 | |
| Aleksinac | smrtne | 0 | 0 | 0 | 35 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 90 | 12,7 | | | | 136,56 | 19,27 | 9,95 | |
| | teške | 5 | 26 | 2 | 22 | 2 | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 7,4 | 93,0 | 659 | 127697 | 184 | 79,57 | 11,23 | 5,79 |
| | lake | 325 | 394 | 385 | 390 | 344 | 408 | 355 | 366 | 280 | 236 | 348,3 | | | | 3745,16 | 528,53 | 272,76 | |
| | ukupno | 330 | 420 | 387 | 417 | 347 | 413 | 360 | 368 | 282 | 320 | 368,4 | | | | 3851,29 | 599,03 | 288,50 | |
| Soko | smrtne | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,3 | | | | | 1,71 | 0,70 | 0,41 | |
| | teške | 1 | 6 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3,78 | 175,2 | 429 | 73371 | 171 | 21,14 | 8,62 | 5,04 |
| | lake | 104 | 113 | 95 | 136 | 172 | 171 | 180 | 176 | 173 | 150 | 147,0 | | | | 840,0 | 342,66 | 200,36 | |
| | ukupno | 107 | 119 | 99 | 141 | 176 | 177 | 182 | 180 | 178 | 154 | 151,0 | | | | 862,85 | 351,98 | 205,80 | |
| Ukupno arki ugljevi | smrtne | 4 | 3 | 2 | 36 | 35 | 1 | 0 | 2 | 2 | 92 | 17,7 | | | | 22,94 | 7,08 | 3,41 | |
| | teške | 25 | 50 | 20 | 39 | 27 | 25 | 22 | 15 | 8 | 24 | 23,5 | 771,5 | 2500 | 518312 | 194 | 30,46 | 9,40 | 4,53 |
| | lake | 989 | 1090 | 978 | 903 | 1068 | 1137 | 569 | 997 | 648 | 603 | 840,0 | | | | 1088,79 | 336,00 | 162,06 | |
| | ukupno | 1018 | 1143 | 1000 | 978 | 1130 | 1163 | 591 | 1014 | 658 | 719 | 861,2 | | | | 1142,19 | 362,48 | 170,00 | |
| Štavalj | smrtne | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,4 | | | | | 5,31 | 1,43 | 0,70 | |
| | teške | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1,0 | 75,31 | 279 | 57095 | 205 | 13,28 | 3,58 | 1,75 |
| | lake | 14 | 15 | 24 | 23 | 40 | 42 | 1 | 62 | 1 | 50 | 33,8 | | | | 448,87 | 121,15 | 59,15 | |
| | ukupno | 15 | 16 | 25 | 24 | 41 | 42 | 1 | 66 | 1 | 52 | 35,2 | | | | 467,46 | 126,16 | 61,60 | |
| Lubnica | smrtne | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,4 | | | | 6,98 | 1,89 | 0,94 | |
| | teške | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2,1 | 57,3 | 212 | 42400 | 200 | 36,65 | 9,91 | 4,95 |
| | lake | 112 | 107 | 79 | 112 | 86 | 70 | 70 | 53 | 40 | 69 | 79,8 | | | | 1382,67 | 376,41 | 188,21 | |
| | ukupno | 112 | 108 | 82 | 114 | 90 | 74 | 73 | 56 | 42 | 72 | 82,3 | | | | 1436,30 | 388,21 | 194,10 | |
| Mamašnja "Morava" | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | - | - | - | |
| | teške | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,9 | 21,54 | 143 | 28314 | 198 | 41,78 | 6,29 | 3,18 |
| | lake | 10 | 10 | 16 | 23 | 17 | 13 | 1 | 1 | 1 | 24 | 16,1 | | | | 747,44 | 112,59 | 56,86 | |
| | ukupno | 10 | 10 | 17 | 25 | 19 | 13 | 1 | 1 | 1 | 25 | 17,0 | | | | 769,22 | 118,88 | 60,04 | |
| Ukupno ligniti | smrtne | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0,7 | | | | 4,54 | 1,10 | 0,55 | |
| | teške | 1 | 2 | 3 | 3 | 6 | 4 | 3 | 6 | 1 | 6 | 3,5 | 154,1 | 634 | 127434 | 201 | 22,71 | 5,52 | 2,75 |
| | lake | 136 | 132 | 119 | 158 | 143 | 125 | 70 | 115 | 40 | 143 | 106,2 | | | | 689,16 | 107,51 | 83,34 | |
| | ukupno | 137 | 134 | 124 | 163 | 150 | 129 | 73 | 122 | 42 | 149 | 110,4 | | | | 716,41 | 174,13 | 86,64 | |
| Ukupno: arki, kameni, ligniti | smrtne | 4 | 3 | 5 | 38 | 37 | 2 | 0 | 3 | 7 | 93 | 19,2 | | | | 17,91 | 4,60 | 2,38 | |
| | teške | 31 | 57 | 28 | 54 | 41 | 37 | 27 | 26 | 11 | 35 | 33,1 | 1071,8 | 4771 | 807504 | 194 | 30,88 | 7,94 | 4,10 |
| | lake | 1267 | 1363 | 1258 | 1231 | 1389 | 1397 | 787 | 1253 | 849 | 887 | 1103,9 | | | | 1029,95 | 284,66 | 136,71 | |
| | ukupno | 1302 | 1423 | 1281 | 1323 | 1467 | 1436 | 814 | 1282 | 867 | 1015 | 1156,2 | | | | 1078,74 | 277,20 | 133,19 | |

*1) Nije bilo podataka

Tablica 2

| 1 | 2 | Vrsta povrede | Br. pov. po god. | | | | | | Prosek za 3 godine | | | | | | Učestalost povreda | | | | | | | |
|--------------------------|--------|------------------|------------------|-----|--------|---|-------|---|--------------------|----|-------------------|----|----------------|----|--------------------|----|---------------------|----|--------------------------------|----|------------------------------------|----|
| | | | 1987. | | 1988. | | 1989. | | Povrede | | Proiz. u 000 t | | Zapo- sleni | | Nadnice | | Iz. nad. po zap. | | na 10 ⁶ t zapos. | | na 1000 na 10 ⁵ nad. | |
| | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| TE „Nikola Tesla“ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obrenovac (A+B) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | teške | 3 | 3 | 2 | 2,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lake | 67 | 53 | 38 | 52,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ukupno | 70 | 56 | 40 | 55,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolubara | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | teške | 2 | 2 | 4 | 2,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lake | 12 | 5 | 9 | 8,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ukupno | 14 | 7 | 13 | 11,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Površinski | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | smrtne | 2 | 0 | 0 | 0,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | teške | 21 | 31 | 19 | 23,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lake | 121 | 115 | 91 | 109 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ukupno | 144 | 146 | 110 | 133,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prerada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | smrtne | 1 | 0 | 0 | 0,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | teške | 12 | 5 | 12 | 9,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lake | 27 | 38 | 26 | 30,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ukupno | 40 | 43 | 38 | 40,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolubara | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | smrtne | 3 | 1 | 0 | 1,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | teške | 21 | 12 | 21 | 14,04 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lake | 152 | 130 | 89 | 123,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ukupno | 176 | 143 | 110 | 139,04 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolubara | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | smrtne | 1 | 0 | 0 | 0,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | teške | 2 | 2 | 5 | 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lake | 6 | 1 | 6 | 4,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ukupno | 9 | 3 | 11 | 7,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolubara | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | teške | 3 | 4 | 5 | 4,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lake | 9 | 15 | 6 | 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ukupno | 12 | 19 | 11 | 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

nastavak tablice 2.

| | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----|-----|-----|--------|---------|-----------|--------|---------|-----------|--------|
| Kolubara ugostiteljstvo | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | teške | 2 | 0 | 1 | 1,0 | 2,387 | 0,96 | 0,0 | 2,387 | 0,96 | 0,0 |
| | lake | 7 | 6 | 3 | 5,3 | 12,649 | 5,10 | 0,0 | 12,649 | 5,10 | 0,0 |
| | ukupno | 9 | 6 | 4 | 6,3 | 15,036 | 6,06 | 0,0 | 15,036 | 6,06 | 0,0 |
| IEK Kostolac ukupno | smrtne | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,257 | 0,06 | 0,0 | 0,257 | 0,06 | 0,0 |
| | teške | 11 | 17 | 8 | 12 | 3,085 | 0,24 | 0,0 | 3,085 | 0,24 | 0,0 |
| | lake | 262 | 239 | 190 | 230 | 59,126 | 36,630 | 14,17 | 59,126 | 36,630 | 14,17 |
| | ukupno | 274 | 257 | 199 | 243 | 62,468 | 38,700 | 14,97 | 62,468 | 38,700 | 14,97 |
| PO Drmno i PO Kostolac | smrtne | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,257 | 0,15 | 0,0 | 0,257 | 0,15 | 0,0 |
| | teške | 5 | 6 | 4 | 5 | 1,280 | 0,76 | 0,0 | 1,280 | 0,76 | 0,0 |
| | lake | 116 | 91 | 86 | 97 | 24,936 | 38,054 | 14,80 | 24,936 | 38,054 | 14,80 |
| | ukupno | 122 | 97 | 91 | 103 | 26,478 | 40,408 | 15,71 | 26,478 | 40,408 | 15,71 |
| IEK Kostolac bez površinskih kopova | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | teške | 6 | 11 | 4 | 7 | 1,877 | 0,72 | 0,0 | 1,877 | 0,72 | 0,0 |
| | lake | 140 | 142 | 104 | 129 | 34,584 | 13,34 | 0,0 | 34,584 | 13,34 | 0,0 |
| | ukupno | 146 | 153 | 108 | 136 | 36,461 | 14,06 | 0,0 | 36,461 | 14,06 | 0,0 |
| TE Morava Svilajnac | smrtne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | teške | 1 | 2 | 1 | 1,3 | 2,772 | 2,01 | 0,0 | 2,772 | 2,01 | 0,0 |
| | lake | 9 | 7 | 1 | 5,7 | 12,154 | 20,898 | 8,83 | 12,154 | 20,898 | 8,83 |
| | ukupno | 10 | 9 | 2 | 7,0 | 14,925 | 25,660 | 10,84 | 14,925 | 25,660 | 10,84 |
| Ukupno površinski kopovi: Kolubara, Kostolac, Drmno | smrtne | 3 | 1 | 1 | 1,67 | 0,056 | 0,066 | 0,0 | 0,056 | 0,066 | 0,0 |
| | teške | 26 | 37 | 23 | 28,67 | 0,957 | 1,125 | 0,0 | 0,957 | 1,125 | 0,0 |
| | lake | 237 | 221 | 182 | 213,33 | 7,291 | 21,680 | 8,570 | 7,291 | 21,680 | 8,570 |
| | ukupno | 266 | 259 | 206 | 248,67 | 8,304 | 24,696 | 9,761 | 8,304 | 24,696 | 9,761 |
| UKUPNO ELEKTROPRIVREDA | smrtne | 8 | 2 | 1 | 3,7 | 0,124 | 0,143 | 0,0 | 0,124 | 0,143 | 0,0 |
| | teške | 78 | 78 | 74 | 76,7 | 2,562 | 2,956 | 1,183 | 2,562 | 2,956 | 1,183 |
| | lake | 672 | 609 | 456 | 579,0 | 19,334 | 22,356 | 8,928 | 19,334 | 22,356 | 8,928 |
| | ukupno | 758 | 689 | 531 | 659,4 | 22,020 | 25,414 | 10,168 | 22,020 | 25,414 | 10,168 |
| | | | | | 29,946 | 25,254 | 6,485 | 29,946 | 25,254 | 6,485 | |
| | | | | | 419 | 104,010 | 248 | 419 | 104,010 | 248 | |
| | | | | | 3,890 | 6,279 | 1,622,608 | 3,890 | 6,279 | 1,622,608 | 258 |
| | | | | | 3,890 | 2,549 | 655,461 | 3,890 | 2,549 | 655,461 | 257 |
| | | | | | 469 | 273 | 64,552 | 469 | 273 | 64,552 | 236 |
| | | | | | 29,946 | 10,070 | 2,547,638 | 29,946 | 10,070 | 2,547,638 | 253 |

Upoređenje rezultata povređivanja radnika na površinskim kopovima i podzemnoj eksploataciji uglja

Prema rezultatima u tablicama 1 i 2 vidi se da su povređivanje u podzemnoj eksploataciji uglja i stepen rizika i težine rada neuporedivi u odnosu na rad na površini.

U tablicama 3, 4 i 5 je upoređena učestalost povređivanja radnika na površinskim kopovima i podzemnoj eksploataciji uglja.

Upoređenje broja povreda na 1.000.000 t uglja

Tablica 3

| Vrsta povrede | Učestalost povređivanja | | Odnos 4 = 2/3 |
|---------------|-------------------------|-------------|------------------|
| | Jamska eksp. | Pov. kopovi | |
| Smrtne | 17,91 | 0,056 | 319,8 |
| Teške | 30,88 | 0,957 | 32,3 |
| Lake | 1029,95 | 7,291 | 148,0 |
| Ukupno | 1078,74 | 8,304 | 130,0 |

Upoređenje broja povreda na 1000 zaposlenih radnika

Tablica 4.

| Vrsta povrede | Učestalost ređivanja | | Odnos 4 = 2/3 |
|---------------|----------------------|-------------|------------------|
| | Jamska eksp. | Pov. kopovi | |
| Smrtne | 1,10 | 0,166 | 6,63 |
| Teške | 5,52 | 2,850 | 1,94 |
| Lake | 107,51 | 21,680 | 4,96 |
| Ukupno | 174,13 | 24,696 | 7,05 |

Upoređenje broja povreda na 100.000 izrađenih nadnica

Tablica 5.

| Vrsta povrede | Učestalost povređivanja | | Odnos 4 = 2/3 |
|---------------|-------------------------|-------------|------------------|
| | Jamska eksp. | Pov. kopovi | |
| Smrtne | 0,55 | 0,066 | 8,33 |
| Teške | 2,75 | 1,125 | 2,44 |
| Lake | 83,34 | 8,570 | 9,72 |
| Ukupno | 86,64 | 9,761 | 8,88 |

Analizirajući rezultate iz tablica 3, 4 i 5 dolazi se do sledećih zaključaka:

1. poražavajući rezultati u tablici 3 potvrđuju da su prirodni i tehničko-tehnološki uslovi u podzemnoj eksploataciji vrlo složeni i teški, da je

produkcija vrlo mala, sa ogromnim stepenom rizika (319,8 puta su češće smrtne povrede nego u površinskoj eksploataciji) i vrlo teškim posledicama. Ako bi se merile posledice povređivanja, a naročito smrtne i teške povrede, ne računajući izgubljene ljudske živote koji se ne mogu ničim meriti, već samo troškove koje pokriva društvena zajednica posle njihove smrti ili invaliditeta postavlja se pitanje koliko nas košta tona proizvedenog uglja;

2. rezultati dobijeni u tablicama 4 i 5 prividno izgledaju povoljniji, a u suštini su takođe nepovoljni zbog toga što se proizvodnja ostvaruje sa vrlo velikim brojem radnika. Na jednog zaposlenog jamskog radnika u podzemnoj eksploataciji se dobija (tablica 1) 257 tona uglja godišnje, a u površinskoj (tablica 2) na ukupan broj zaposlenih se dobijaju 2.974 tone, odnosno 12 puta više. Čak i u slučaju svođenja proizvedenog uglja na istu toplotnu vrednost, rezultat je nepovoljan;

3. za ocenjivanje težine i rizika rada uzimaju se podaci iz tablica 4 i 5 zato što su oni realniji i direktno se odnose na broj zaposlenih i broj izrađenih nadnica. Prema ovim podacima, rad u podzemnoj eksploataciji u sadašnjim prirodno-tehničko-tehnološkim uslovima ima stepen rizika rada za oko 8 puta veći od rada u uslovima površinske eksploatacije.

Radna mesta sa posebnim uslovima rada i radnim stažom sa uvećanim trajanjem

U tablici 6 je dat pregled broja radnih mesta sa posebnim uslovima rada i radnim stažom sa uvećanim trajanjem i njihovo učešće u odnosu na broj zaposlenih radnika.

Svi radnici zaposleni u podzemnoj eksploataciji imaju radna mesta sa posebnim uslovima rada i radni staž sa uvećanim trajanjem – beneficirani.

Radnici koji rade na površinskim kopovima, termoelektranama, preradi uglja, Kolubara–metalni i ostalim objektima imaju delimično regulisana radna mesta sa posebnim uslovima rada, sa vrlo neujednačenim kriterijumima.

Prema zvanično dobijenim podacima, obrađenim u tablici 6, na radnim mestima sa posebnim uslovima rada rade radnici u EP Kolubara (površinski kopovi, prerada i ostalo), TE Obrenovac A i B, TE Kolubara i TE Morava. Ukupan broj radnika koji rade u ovim objektima iznosi 19.052, a od toga 79% ima radna mesta sa posebnim uslovima rada. Broj radnika koji rade u kombinatu Kostolac

Tablica 6

| Rudnik, elektrana i drugi objekti | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Učešće na broj zaposlenih | | 8 |
|--|-------|------|-------|------|------|-------|------------------------------|-----------------------------|---|
| | | | | | | | Posebni uslovi % | Benefici- rani staž % | |
| Termoelektrane A i B, | | | | | | | | | |
| Obrenovac | 2558 | 523 | 2129 | 3 | 232 | 83,23 | 9,07 | 0 | |
| Termoelektrana Kolubara | 720 | 34 | 182 | 0 | 0 | 25,28 | | | |
| Površinski kopovi | | | | | | | | | |
| Kolubara | 7521 | 1428 | 6677 | | | 88,79 | | | |
| Kolubara - prerada | 2318 | 644 | 1977 | | | 85,79 | | | |
| Kolubara - metal | 4019 | 1821 | 3280 | | | 81,61 | | | |
| Kolubara - promet | 816 | 67 | 215 | | | 26,35 | | | |
| Kolubara Univerzal | 409 | 4 | 32 | | | 7,82 | | | |
| Ugostiteljstvo Kolubara | 424 | 36 | 367 | | | 86,57 | | | |
| IEK Kostolac-Kombinat ukupno | 6365 | 28 | 292 | 6 | 91 | 4,59 | 1,43 | | |
| PO Drmno i | 4737 | 5 | 70 | 4 | 40 | 1,48 | 0,84 | | |
| IEK Kostolac bez po- vršinskih kopova | 1628 | 23 | 222 | 2 | 51 | 13,64 | 3,13 | | |
| TE Morava, Svrljajnac | 267 | 36 | 186 | 0 | 0 | 69,66 | 0 | | |
| Ukupno: Kolubara, TE | | | | | | | | | |
| Obrenovac, TE Kolubara i TE Morava | 19052 | 4557 | 15045 | | | 78,96 | | | |
| EP ukupno: PO, TE, prerada i ostalo | 25150 | 4585 | 15151 | 6 | 91 | 60,24 | 1,43 | | |
| Ukupno podzemna eksploata- cija - jarnski radnici | 4171 | 4171 | 4171 | 4171 | 4171 | 100 | 100 | | |

iznosi 6365, a od ovog broja samo 4,59% ima radna mesta sa posebnim uslovima rada. Neophodno je da se ovaj problem reši i u kombinatu Kostolac, s obzirom da se radi o istim ili sličnim tehnologijama, te da svi radnici treba da imaju isti tretman.

Nepotpuni podaci o beneficiranom stažu radnika takođe ukazuju da i ovaj problem nije rešen, a to se posebno odnosi na površinske kopove Kostolac i Drmno.

Predlog koeficijenta koji reguliše odnos ličnih dohodaka radnika u jami i na površini

Ovo poglavlje razmatra odnos ličnih dohodaka radnika u podzemnoj eksploataciji sa ostalim radnicima u energetici.

Prema uslovima rada, očigledno je da je rad u podzemnoj eksploataciji teži i rizičniji od rada na površini, što je analiza i pokazala. Međutim, ovo sigurno ne može da bude jedini kriterijum za ujednačavanje ličnih dohodaka.

Od 1956. godine je važio kriterijum da se rad u jami za istu kvalifikaciju, u odnosu na rad na površini, vrednuje za 30% više, a to se i do danas uglavnom zadržalo. Međutim, ovo sada ne može da bude merilo zato što su se uslovi rada u jamama drastično pogoršali. Eksploatacija se ranije odvijala na malim dubinama, sa manje metana, izboja gasa i materijala i u neuporedivo boljim tektonskim uslovima. Prema gruboj proceni, sadašnji uslovi rada su 3–4 puta teži i rizičniji.

Ako bismo uzeli u obzir raniji kriterijum od 30% i uslove pogoršane za 3–4 puta, tada bi realan kriterijum trebalo da bude da radnik u podzemnoj eksploataciji ima veći lični dohodak za 90–120%.

Predložen procenat, ma kako izgledao veliki, još uvek je mnogo niži od onog koji se primenjuje u istočnoevropskim zemljama (Poljskoj, SSSR-u, Češkoslovačkoj i dr.). Na primer, bravar u rudnicima Poljske ima 3 puta veću platu od bravara sa istim kvalifikacijama koji radi u fabrici rudarske opreme.

Realno je da koeficijent ovog odnosa bude $k = 1,9$ do $2,2$.

SUMMARY

Comparison of Work Risks in Underground Mines with That of Operation of Other Energy Producers in Serbia

The paper deals with working conditions and injuries at work in underground coal mines and compares them with openpit mines and other energy producers in Serbia. The results served as a base for proposing criteria for determination of personal incomes of underground mining manpower compared with openpit mines.

ZUSAMMENFASSUNG

Vergleichung von Arbeitsrisiko in den Bergwerken mit unterirdischer Eksploatacion mit dem Risiko der Arbeit anderen Energieproduzenten in Serbien

Im Ansatz sind die Bedingungen der Arbeit und der Arbeitsanfall in der unterirdischen Kohlen-eksploatacion, sowie die vergleichung mit den Arbeiter auf den Tagebauen und den anderen Produzenten der Elektrischer-Energie in Serbien bearbeitet. Auf Grund dieser Ergebnisse ist ein Kriterium für das persönliche Einkommen in der unterirdischer Eksploatacion vorgeschlagen im Verhältnis zur Arbeiter die in Tagebauen arbeiten.

Ћурчић

Р Е З Ю М Е

Сравнение риска работы в подземных рудниках с риском работы других производителей энергии в Сербии

В статье обработаны условия работы и повреждения работников на работе при подземной добыче угля и сравнены с повреждениями работников на карьерах и со другими производителями электроэнергии в Сербии. На основании этих результатов предложен критерий для установления заработной платы рабочих в подземной эксплуатации по отношению к рабочим на поверхности.

Literatura

1. Studija sagledavanja dalje proizvodnje uglja u rudnicima SR Srbije sa podzemnom eksploatacijom, obrađivači: grupa autora iz Rudarskog instituta, Rudarsko—geološkog fakulteta i Ugaljprojekta, arhiva Rudarskog instituta, Beograd, 1990.
2. Demografski podaci o radnicima na površinskim kopovima uglja, termoelektranama i prerađivačkim objektima u Srbiji, archive radnih organizacija

Autor: dr inž. Aleksandar Ćurčić, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta, Beograd

Recenzent: dr inž. Jefto Bralić, Beograd

Članak primijen 5. 1. 1991, prihvaćen 3. 4. 1991.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Mašina za postavljanje hodničke podgrade sa pokretnom monorail sekcijom

Ovaj postavljač hodničke podgrade sa radnom platformom i postavljačem je predviđen za hodnike izrađene miniranjem i one izrađene mašinama sa katarkom. Radna platforma i postavljač podgrade se mogu premeštati nezavisno. Radi lakšeg sklapanja i demontaže monorail koloseka za postavljače hodničke podgrade, firma GTA Bergbautechnik je izradila dvojni monorail kolosečni sistem. Glavno preimućstvo je u tome što se ovaj dvojni kolosek može pomerati napred uz pomoć pogonskog uređaja.

Mining reporter 1/90

Pneumatska instalacija za punjenje kontejnera kod sistema za transport materijala

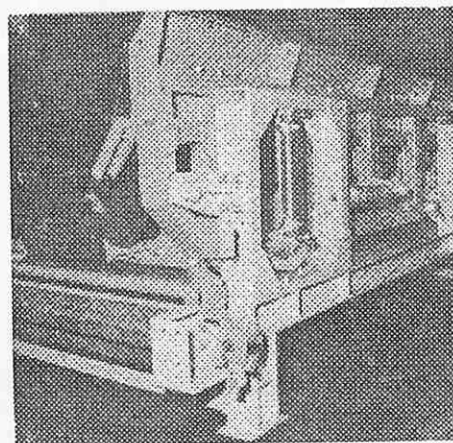
Do sada se za uobičajeni način punjenja transportnih kontejnera materijalom iz silosa koristio koritasti puž. Velika visina koritastog puža, naročito kada se koristi u hodnicima sa malim poprečnim presekom, često zahteva skupe zahvate. Pneumatska instalacija za punjenje firme Maschinenfabrik Karl Brieden GmbH i Co. smanjuje visinu za oko 1000 mm. Zajedno sa integrisanim ili nizvodnim filtrom ukupne dimenzije su takve da se silosi sa kapacitetom 20 m³ i duplim ispražnjivačima mogu postaviti u hodnicima od 16 m² poprečnog preseka i većim. Kada se transportuje prirodni anhidrit cevovodom DN 80 pod pritiskom od 0,3 do 0,4 bara i uz potrošnju potisnog vazduha od 150 m³/h, ostvariv je kapacitet od 15

m³/h. Postojeće instalacije se mogu preraditi na licu mesta uz male izdatke. Komande ne zahtevaju izmenu.

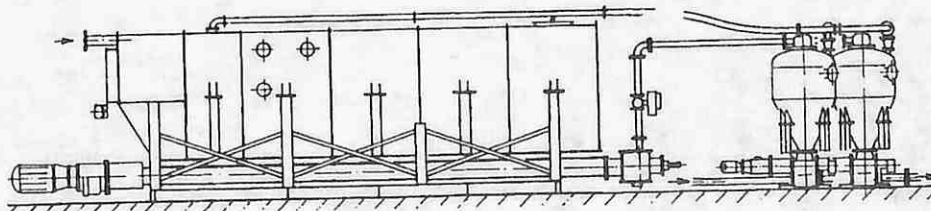
Mining reporter 1/90

Zaštitnik protiv cepanja transportnih traka

Uzdužno cepanje transportnih traka velikih dužina se može sprečiti sistemom za zaštitu od cepanja firme Walter Becker GmbH. Do sada je zaštita bila delotvorna za dužine cepanja od najviše osam metara. Dodavački sto levkastog oblika sa podesivim postavljanjem prihvaća proizvod. U



svom normalnom položaju, dodavački sto drže opruge koje deluju suprotno od transportnog pravca trake, a u kosim hodnicima se dodatne

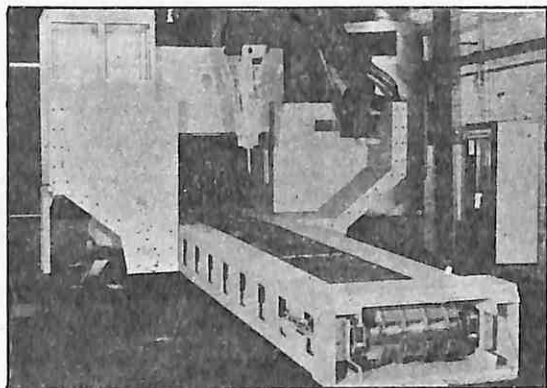


opruge opiru silaznim silama. Predmeti koji se zaglave na dodavačkom stolu dovode do pomerenja iz normalnog položaja i aktiviraju isključenje. Kada se predmet skloni, opruge vraćaju sto u prvobitni položaj i zaštitni sistem opet djeluje. Dodavački sto i aktivirajući uređaj su tako povezani da je moguće određivanje stepena defleksije.

Mining reporter 1/90

Polumodulni dodavač-usitnjivač sa čekićem za kamen

Polumobilni dodavači-usitnjivači firme Material de Fond et d'Industrie, filijala Westfalia Lünen, su predviđeni za kapacitet od 1200 t/h i namenjeni za izravnavanje protoka proizvoda od nekontinualne mašine za dobijanje sa tračnom instalacijom i za drobljenje tog proizvoda. Da bi se to ostvarilo, dodavač-usitnjivač je opremljen usit-



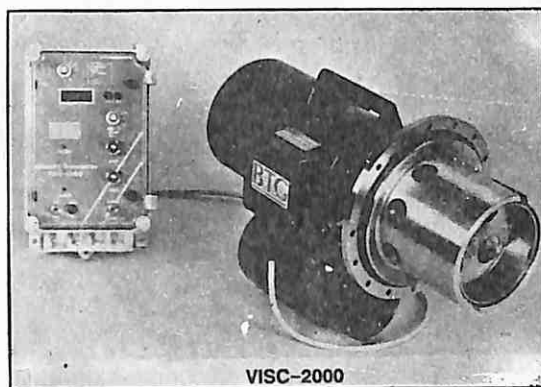
njivačkim valjkom sa klincima oko osovine, koji pogoni električni motor od 132 kW, i čekićem za kamen sa katarkom za krupniji proizvod. Podesivi zazor omogućuje promenu krupnoće proizvoda. Dopremni bunker ima širinu od oko 4,4 m, visinu 2 m i dužinu 6 m. Brzina transportera je 0,23 m/s i pogoni ga električni motor od 55 kW. Istovama visina na sledeći transporter je 1,7 m. Dodavač-usitnjivač je dug 14 m, ima težinu od 47 t i može se isporučiti sa guseničastom šasijom. Četiri takva usitnjivača već rade na površinskim kopovima u Indiji.

Mining reporter 1/88



In-line merač viskoziteteta za svaki merni zadatak

Gotovo u svim industrijskim procesima koji sadrže fluide, viskozitet je primarni parametar.



Viskozitet takođe može da označava koncentraciju, smrzavanje, likvefakciju, sadržaj kristala, „veloute“, itd. gdegod ova stanja ne mogu da se direktno odrede, linijski ili na licu mesta.

Pre 30 godina je BTG predstavio svoj prvi linijski merni predajnik za Njutnovske tečnosti (teška i dizel ulja) u industriji. Mada je ovaj predajnik prilično prilagođen raznim mernim potrebama, BTG je zaključio da jedan jedini merni princip ne može da zadovolji složenost i raznovrsnost tečnosti.

Danas BTG može da isporuči niz linijskih viskozimetara različite konstrukcije i principa merenja za tečnosti sa njutnovskim i ne-njutnovskim ponašanjem i viskozitetima od 10 do 100.000 cP, a u mnogim slučajevima od 5 cP ili do 300.000 cP. Merene tečnosti obuhvataju sva mineralna i goriva ulja, štirkove i jedinjenja za oblaganje, lepkove i želatin, kozmetiku i tečne deterdžente, šećernu melasu, kao i krajnje abrazivne ili zagađene tečnosti, kao što su crna lužina, isplaka, mineralne i ugljene suspenzije.

Predajnici viskoziteteta sa rotirajućim senzorima

VISC-21, kojih ima hiljade u radu na kopnu i na brodovima, je viskozimetar zasnovan na prilagođavanju njutnovske definicije viskoziteteta za linijsko merenje. Standardni merni raspon je od 25 do 750 cP.

VISC-2200 je instrument za linijsko merenje viskoziteta jako zagađenih i abrazivnih tečnosti, kao što su crna lužina, preparati od pigmentiranog širka i lepkovi. Predajnik se takođe može ugraditi na tankovima i rezervoarima i ima merni raspon od 5 do 350 cP.

VISC-2230 karakteriše veoma širok merni raspon. Odnos od 4000 : 1 između maksimalno i minimalno merljivog viskoziteta je tipičan. Glavna oblast primene su procesi evaporacije i kristalizacije.

Viskozimetar tipa RHA-4000 je predviđen za određivanje reološkog ponašanja tečnosti podvrgnutih smicajnom naprezanju (pseudoplastične, plastične, dilatantne i tiksotropne tečnosti). Step smicanja se može podesiti između 0 i 20.000 s⁻¹, u viskozitetnom rasponu od 5 do 100.000 cP. Izlazni signali brzine smicanja i smicajnog naprezanja se mogu prikazati pojedinačno ili kao protočne krive. Kod fluida kao što su isplaka ili mazivo, reološke osobine se mogu tačno odrediti.

Viskozimetri sa pokretnim perajima

MBT-150. Njegov jedinstveni ali, zapravo, veoma jednostavan merni princip čini ga najraznovrsnijim od svih BTG viskozitetnih predajnika sa mernim rasponom od 5 do 300.000 cP kod gotovo svih tečnosti koje se mogu pumpati. Merno peraje, pokretano konstantnom silom, kreće se u okviru dveju površina, stvarajući i kompresiju i vakuum. Meri se vreme potrebno da peraje pređe od jednog graničnog položaja do drugog, a koje je proporcionalno viskozitetu tečnosti i dobija se kao standardni izlaz 0/4 - 20 mA.

Na raspolaganju su razni modeli: interno bezbedni, EX-zaštićeni primenom vlaknaste optike sa prenosom signala svetlosnim kablom do 100 m C.I.P. MBT-100, koji radi na sličan način, se koristi tamo gde postoje krupnije čestice u tečnosti, na primer pulpa, šećerna melasa itd.

Zajedničko za sve ove linijske instrumente za kontinualno merenje su: robusna konstrukcija, jednostavna ugradnja i rad, lako kalibriranje, kao i velika osetljivost. Merenje nije pod uticajem normalnog protoka ili promena pritiska u vodi.

Bibliografija

- Štele V. N.: Perspektive razvoja metodologije za obrazloženje tehnoloških rešenja u stadijumu upravljanja rudarskim radovima (Perspektivy razvitiya metodologii obosnovaniya tehnologičeskikh rešenij na stadii upravlenija gornymi rabotami) „Sistemn. modelir. tehnol. gorn. rabot: Sb. nauč. tr.“, Novosibirsk, 1989, str. 3–8, (rus.)
- Red. Mil'gram, M. G.: Pitanja efikasnosti rudarske proizvodnje (Voprosy effektivnosti gornogo proizvodstva) Mežvuz. sb. nauč. tr., Kaz politehn. in-t, Alma-Ata, 1989, 97 str., (rus.)
- Hoadley W. E.: Ekonomika i rudarstvo (The Economy and Mining) „Mining Conv. „On the Move Again“, Denver, Colo, Sept. 25–28, 1988“, Washington, 1988, str. 27–28, (engl.)
- Red. Terpososov, V. I.: Racionalno osvajanje ležišta čvrstih mineralnih sirovina (Racionalnoe osvoenie mestoroždenij tverdyh poleznyh iskopaemyh) AN SSSR. In-t probl. kompleks. osvoenija nedr“, M., 1989, 166 str., 15 il., 11 tabl., 44 bibl.pod., (rus.)
- Voropaev, V. N.: Ocena parametara ležišta i tehničko–ekonomskih pokazatelja njihovog otkopavanja na različitim stadijumima izučavanja i osvajanja (Ocena parametrov mestoroždenij i tehniko–ekonomičeskikh pokazatelej ih razrabotki na različnyh stadijah izučeniya i osvoeniya) „Iz VUZ Geol.“, (1990)5, str. 141–143, (rus.)
- Fefelov, V. S. i Filipov S. A.: Određivanje racionalnog nivoa iskorišćenja rezervi pri eksploataciji ležišta (Opredelenie racional'nogo urovnja izvlečenija zapasov pri eksploatacii mestoroždenij) „Kompleks. ispol'zov. mineral. syr'ja“, (1990)2, str. 84–89, (rus.)
- Bukašev, A. A.: Perspektivno kalendarsko planiranje razvoja rudarskih radova (Perspektivnoe kalendarnoe planirovanie razvitiya gornyh rabot) „Avtomatizir. proektir. i planir. pri kompleks. osvoenii rudn. mestorožd.“, Alma-Ata, 1990, str. 94–109, 1 il., 1 bibl.pod., (rus.)
- Smirnov, N. I. i dr.: Ekonomska ocena tehničkog nivoa rudarske proizvodnje (Ekonomičeskaja ocenka tehničeskogo urovnja gornorudnogo proizvodstva) „Vopr. effektiv. gorn. pr-va“, Alma-Ata, 1989, str. 23–29, 2 tab., 4 bibl.pod., (rus.)
- Berežnoj, A. P. i Mnuhin, A. G.: Uticaj socijalnih i tehničkih faktora na produktivnost rada (Vlijanie social'nyh i tehničeskikh faktorov na proizvoditel'nost' truda) „Ugol' Ukrainy“, (1990)7, str. 29–31, (rus.)
- Agoškov, M. I. i Gol'dman, E. L.: Cena istraženih rezervi mineralnih sirovina (Cena razvedannyh zaposov mestoroždenij poleznyh iskopaemyh) M., In-t probl. kompleks. osvoenija nedra, AN SSSR, 1990, 25 str., il., (rus.)
- Krivcova, L. V. i dr.: Investiciona ulaganja i povećanje efektivnosti proizvodnje (Kapital'nye vloženija i povyšenie effektivnosti proizvodstva) „Vopr. effektiv. gorn. pr-va“, Alma-Ata, 1989, str. 56–62, 1 tab., 2 bibl.pod., (rus.)
- Inženjerska geotehnika u svetlu uticaja površinskih voda. Radovi IX Evropske konferencije za mehaniku tla, Dablin 31 avg. – 3 sept. 1987.g. T.1.1 – Terenska i laboratorijska ispitivanja tla. 2. Kontrola površinskih voda. 3. Problemi okolne sredina. 4. Problemi površinskih voda i čvrstoće tla (orig. na egl.) Izd. Hanrahan, E.T. i dr., Rotterdam, Boston: A. A. Balkema, 1987, XIV, 530 str, il., (engl.)
- Pacheco, M. P. i dr.: Izračunavanje pornog pritiska u analizi konačnih elemenata (Pore pressure predictions in finite element analysis) „Int. journal of Numer. and. Anal. Methods. Geomech.“, 13(1989)5, str. 477–491, (engl.)
- Ishibashi, I i Fang, J.: Uticaj anizotropije čvrstoće na oblik površine klizanja (Dynamic earth pressures with different wall movement modes) „Soil and Found.“, 27(1987)4, str. 11–12, (engl.)
- Zav'jalov, G. A. i Martynova, E. A.: Uvod u mehaniku kompaktnih sredina (Vvedenie v mehaniku splošnyh sred) Sverdlovsk, izd. Univer., 1989, 142 str., il., (knjiga na rus.)
- Bajbatčev, A. B.: Tehnička priroda anizotropije fizičko–mehaničkih osobina stena (Tehničeskaja priroda anizotropii fiziko–mehaničeskikh svojstv gornyh porod)

- „Iz VUZ Gornyj žurnal“, (1990)6, str. 1–5, 2 il., 3 tabl., 1 bibl. pod., (rus.)
- K r a e v, Ju. K. i dr.: Prognoziranje čvrstoće stena u masivu (Prognozirovanie pročnosti porod v massive)
Iz VUZ Gornyj ž.“, (1990)7, str. 30–33, 1 tabl., 1 il., 5 bibl. pod., (rus.)
- B r a d y, B. H.: Mehanika stena i kontrola jamskog pritiska pri podzemnoj eksploataciji ležišta i izgradnji podzemnih objekata (Rock Mechanics and Ground Control for Underground Mining and Constructions)
„Rock Mech. as Guide Util. Natur. Resour.: Proc. 30th U.S. Symp., Morgantown, 19–22 juni 1989“, Rotterdam, Brookfield, 1989, str. 5–17, 8 il., 26 bibl. pod., (engl.)
- H u d s o n, J. A.: Principi mehanike stena i njihova primena u praksi (Rock Mechanics Principles and Engineering Practice) London etc.: Butterworth, 1989, 72 str., il., (engl.)
- K a r p u l o v, A. M. i dr.: Analiza konačnih elemenata u elastično–plastičnim deformacijama masiva tla sa promenljivim karakteristikama čvrstoće (Konečnoelementarnyj analiz uprugoplastičeskogo deformirovanija massiva grunta s izmenjajuščimsja karakteristikami pročnosti)
„Čisl. metody v geomeh. i optim. proektir. fundam.“, Joškar–Ola, 1989, str. 22–24, (rus.)
- K o r n o u h o v, M. B.: Optimizacija kod određivanja reoloških karakteristika glinovitog tla (Optimizacija opredelenija reologičeskikh karakteristikh glinistykh gruntov)
„Čisl. metody v geomeh. i optim. proektir. fundam.“, Joškar–Ola, 1989, str. 77–79, (rus.)
- Kontrola jamskog pritiska u rudarstvu (Ground Control in Mining)
„CIM Bull.“, 83(1990)936, str. 107, (engl.)
- B a u m g ä r t h e r, J. i R u m m e l, F.: Praksa u primeni postupka merenja napona u raspucalom stenskom masivu pomoću hidrauličkog kidanja (Experience with „fracture pressurization tests“ as stress measuring technique in jointed rock mass)
„Int. J. Rock Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abs.“, 26(1989)6, str. 661–671, 7 il., 2 tabl., 14 bibl. pod., (engl.)
- K u r i y a g a w a, M. i dr.: Primena hidrauličkog razaranja za merenje tenzora napona u nedirnutom stenskom masivu (Application of hydraulic fracturing to threedimensional in situ stress measurement)
„Int. J. Rock Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abs.“, 26(1990)6, str. 587–593, 10 il., 3 tabl., 7 bibl. pod., (engl.)
- L e e, M. Y. i H a i m s o n, B. C.: Statistička ocena mernih parametara napona pri hidrauličkom kidanju (Statistical evaluation of hydraulic fracturing stress measurement parameters)
„Int. J. Rock Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abs.“, 26(1989)6, str. 447–456, 8 il., 3 tabl., 31 bibl. pod., (engl.)
- M i h a j l o v, A. V. i S t e s e v, V. V.: Usavršavanje postupaka za povećanje stabilnosti jamskih prostorija (Soveršenstvovanie sposobov povyšeniya ustojčivosti vyrabotok)
Tez. 11 Komi resp. molod. nauč. konf., Syvtykar, 1990, str. 56, (rus.)
- P o n o m a r e n k o, P. I. i dr.: Stabilnost jamskih prostorija pri složenom naponskom stanju stenskog masiva (Ustojčivost' vyrabotok pri složnom napražennom sostojanii gornogo massiva)
„Iz VUZ Gornyj žurnal“, (1990)7, str. 11–14, 2 il., (rus.)
- B e l j a e v, A. N.: Određivanje oslonog pritiska na otkopu sa ustaljenim režimom njegovog pomeranja (Opredelenie opornogo davlenija v ustanovivšemsja režime ego dvizenija)
„Iz VUZ Gornyj ž.“, (1990)6, str. 27–31, 1 il., 2 tabl., (rus.)
- P r o t o s e n j a, A. G. i dr.: Koncentracija dinamičkih napona oko jamskih prostorija različitog preseka pri dejstvu nestacionarnih seizmičkih talasa (Koncentracija dinamičeskikh napraženij vokrug vyrabotok različnogo očertanija pri vozdejstvi nestacionarnykh sejsmičeskikh voln)
„Fiz.–tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh“, (1990)4, str. 22–29, 2 il., 5 bibl. pod., (rus.)
- D j a g i l e v, I. A. i B a r s u k o v, I. V.: Karakter i parametri pomeranja stenskog masiva (Karakter i parametry sdviženija massiva gornykh porod)
„Iz VUZ Gornyj ž.“, (1990)6, str. 42–46, (rus.)
- S c h i k o r a, K. i K u s p e r t, G.: Prenošenje opterećenja pri izgradnji podzemnih komora velikog preseka (Load transference in constructing large caverns)
„Tunnel“, (1990)2, str. 59–64, 8 il., 5 bibl. pod., (engl.)

Vervort, A.: Ispitivanje uticaja parametara mehanizovane podgrade na stanje krovine pomoću terenskih osmatranja i metode konačnih elemenata (Influence du soutènement mecanise sur l'occurrence de chutes: étude nasée sur des observations souterraines et des simulations par la méthode des éléments finis)

„Mines et carrieres, Suppl Techn”, 72(1990)2–3, str. 3–9, 13 il., 1 tabl. 14 bibl.pod., (franc.)

Nawrocki, P.: Iniciranje gorskih udara kao fenomen nestabilnosti (Rock burst initiation as an instability phenomenon)

„Arch. Mining Sci.”, 35(1990)1, str. 115–159, 22 il., 1 tabl., 31 bibl.pod., (engl.)

Ivanov, V. V. i dr.: Statistička teorija emisionih procesa u opterećenim strukturno–nehomogenim stenama i zadatak prognoziranja dinamičkih pojava (Statističeskaja teorija emisionnyh processov v nagružennyh strukturno–neodnorodnyh gornyh porodah i zadača prognozirovanija dinamičeskij javlenij)

„Fiz.–tehn. probl. razrab. polezn. iskopaemyh”, 4(1990), str. 59–65, 5 il., 10 bibl.pod., (rus.)

Gusel'nikov, L. M. i dr.: Praksa kontrole naponsko–deformacionog stanja masiva pri otkopavanju slojeva opasnim po gasnodinamičkim pojavama (Opyt upravlenija naprjaženno–deformirovannym sostojaniem massiva pri otrabotke plastov opasnyh po gazodinamičeskij javlenijam)

„Nauč.–tehn. dostiž. i pered. opyt v ugol'n. prom-sti”, (1990)4, str. 6–8, (rus.)

Karnuhin, E. D. i dr.: Oprema za bušenje minskih bušotina na površinskim kopovima (Oborudovanie dlja burenija vzryvnyh skvažin na razrezah)

Obz. inf. Dobyča uglja otkr. sposobom. CNII ekon. i NTI ugol. promsti, 1989, Nr. 4, str. 1–10, (rus.)

Uređaji za bušenje minskih bušotina firme Tamrock (Tamrock blasthole drills)

„World Mining Equip.”, 13(1989)6, str. 47, (engl.)

Popov, G. P. i dr.: Stabilnost minskih punjenja akvatola (Stabil'nost' zarjadov akvatola)

„Bezopas. truda v prom–sti”, (1990)7, str. 70–72, (rus.)

Bah'tin, A. K. i dr.: Industrijska ispitivanja patrona od amonala M–10 sa polietilenskom oblogom (Promyšlennye ispytaniija patronov iz ammonala M–10 s polietilenovoj oboščkoj)

„Gornyj ž.”, (1990)7, str. 33–34, (rus.)

Švedov, K. K.: Neka pitanja sadašnjeg stanja razvoja industrijskih eksploziva i metoda njihovog ispitivanja (Nekotorye voprosy sovremennogo sostojanija razvitija promyšlennyh VV i metodov ih ispytanij)

„Fiz.–tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh”, (1990)4, str. 93–104, 4 tabl., 21 bibl.pod., (rus.)

Kucarov, B. i dr.: Eksplozivna smeša za podzemne rudnike koja se sastoji od amonijačne šalitre povećane poroznosti i nafte (Vzrivna smes za podzemnite rudnici ot amonijeva selitra s povišena poročnost i nafta)

„Minno delo”, 45(1990)1, str. 10–12, 1 gabl., 8 bibl.pod., (bugar.)

Haney, K.: Pravila sigurnosti pri čuvanju i transportu eksploziva (Rules and regulations for transporting and storing explosives)

„Pit and Quarry”, 82(1990)10, str. 66, (engl.)

Kločkov, V. F. i Jarohno, M. S.: Energetska metoda usavršavanja postupka rušenja stena miniranjem (Energetičeskij metod soveršenstvovanija vzryvnogo sposoba razrušenija gornyh porod)

„IzVUZ Gornyj ž.”, (1990)7, str. 64–67, 1 il., 1 tabl., (rus.)

Sprott, D. L. i Martin, B. W.: Analiza rezultata eksplozije (Blast performance analysis)

„Int. Mining”, 7(1990)4, str. 20–22, 4 il., (engl.)

Klimova, T. G.: Algoritam za izbor faktora koji određuju osnovne pravce usavršavanja bušenja i miniranja (Algoritm vybora faktorov, opredeljajuščih osnovnye napravlenija soveršenstvovanija burvzryvnyh rabot)

„Vopr. efekt. gorn. pr-va”, Alma–Ata, 1989, str. 8–13, 11 bibl. pod., (rus.)

Usavršavanje tehnologije miniranja (Blasting technology advances)

„Int. Mining”, 7(1990)4, str. 13–14, 18–19, 4 il., 3 bibl.pod., (engl.)

Primena kompjutera u cilju povećanja efektivnosti dobijanja uglja (Computers help mine coal more efficiency)

„Colliery Guard”., 238(1990)4, str. 5/10–5/11, (engl.)

Sorokin, N. R.: Proračun eksploatacionih gubitaka uglja u ležištu kod komorne metode otkopavanja (Raščet ekspluatacionnyh poter' uglja v

nedrah pri kamernoj sisteme razrabotki)

„Kolyma“, (1990)7, str. 9–10, 2 il., 3 bibl.pod., (rus.)

D y m č e n k o, E. A. i dr.: **Usavršavanje tehnologije dobijanja uglja iz strmih slojeva Donbasa** (Soveršenstvovanje malooodhodnoj tehnologiji dobyči uglja iz krutych plastov Donbassa) „Ugol“, (1990)8, str. 25–27, (rus.)

P l e s k o v, P. M. i dr.: **Tehnologija otkopavanja uglja iz moćnih strmih slojeva opasnih na izboj** (Tehnologija vyemki uglja na moščnyh udaropasnyh plastah krutogo padenija) „Soveršen. podzemn. razrabot. mestorožd.“, Kemerovo, 1990, str. 84–91, (rus.)

S i e b e r t, C.: **Povećanje efektivnosti otkopavanja zahvaljujući primeni novih sredstava transporta** (Neue Aspekte für den Strebbau durch einföhrung eines neuen Fördersystems) „Bergbau“, 41(1990)7, str. 320–322, 324–325, 3 il., (nem.)

N i k i š i č e v, B. G.: **Usavršavanje otkopavanja ugljenih slojeva u složenim rudarsko–geološkim uslovima** (Soveršenstvovanje razrabotki ugoľnyh plastov v složnyh gorno–geologičeskih uslovijah) „Nauč.–tehn. dostiž. i pered. opyt v ugoľn. prom–sti“, CNII ekon. i NTI ugoľ. prom–sti“, (1990)1, str. 4–7, (rus.)

Z a p a d i n s k i j, L. A. i dr.: **Praksa potkopavanja ugljenih slojeva u Kuzbasu** (Opyt podrabotki ugoľnyh plastov v Kuzbasse) „Ugol“, (1990)7, str. 26–27, (rus.)

M e l ' n i c k i j, V. S. i dr.: **Usavršavanje sistema otkopavanja strmih ležišta** (Soveršenstvovanje sistemy razrabotki krutopadajuščih mestoroždenij) „Cv. metallurgija“, (1990)5, str. 7–10, (rus.)

M a k a r o v, S. V. i B a l a š k o v, V. V.: **Otkopavanje ruda gvožđa i obojenih metala na velikim dubinama** (Razrabotka rud černyh i cvetnyh metallov na bol'ših glubinah) „Itogi nauki i tehn. Ser.: Razrab. mestorožd. tverd. polezn. iskopaemyh“, VINITI, 1990, No. 50, str. 65–117, 5 il., 3 tabl., 30 bibl.pod., (rus.)

I v a n o v, N. F. i dr.: **Otkopavanje komora povećane visine** (Otrabotka kamer uveličennoj vysoty) „Gornyj ž.“, (1990)8, str. 28–28, 3 il., (rus.)

N e č a e v, Ju. D. i dr.: **Industrijska ispitivanja tehnologije otkopavanja tankih žila primenom**

kompleksa KOV–25 (Promyšlennye ispytaniya tehnologii razrabotki tonkih žil s primeneniem kompleksa KOV–25) „Gornyj ž.“, (1990)8, str. 26–28, (rus.)

E f i m e n k o, A. A. i D o l o t k i n, Ju. N.: **Fizičko–hemijsko učvršćivanje nestabilne krovine u jamama PO „Vorkutugolj“** (Fizikohimičeskoe upročnenie neustojčivyh kroveľ na šahtah PO „Vorkutugolj“) Nauč. – tehn. dostiž. i pered. opyt v ugoľ. prom–sti“, CNII ekon. i NTI ugoľ. prom–sti, (1989)7, str. 11–13, (rus.)

E g o r o v, M. F.: **Intenzifikacija radova na otkrivenju u PO „Ekibastuzugolj“** (Intensifikacija vskryšnyh rabot v PO „Ekibastuzugolj“) „Nauč.–tehn. dostiž. i pered. opyt v ugoľ. prom–sti“, CNII ekon. i NTI ugoľ. prom–sti, (1990)4, str. 33–34, (rus.)

U s y n i n, V. I. i R a š e t n j a k, S. P.: **Ciklično–kontinualna tehnologija sa pokretnim drobilično–pretoyarim kompleksima za duboke površinske kopove** (Ciklično–potočnaja tehnologija s peredvižnyimi drobil'no–peregružočnyimi kompleksami dlja glubokih kar'erov) „Fundam. nauki – narod. h–vu“, M, 1990, str. 648–649, (rus.)

Z o l o t y h, V. S. i dr.: **Ocena perspektivnih tehnologija selektivnog otkopavanja stenske mase pri kompleksnom osvajanju ležišta Kurske magnetne anomalije površinskim otkopavanjem** (Ocena perspektivnyh tehnologij selektivnoj razrabotki gornoj massy pri kompleksnom osvoenii mestoroždenij KMA otkrytym sposobom) „Vopr. osvoenija mestorožd. v slož. geol. – gidrogeol. uslovijah“, Belgorod, 1989, str. 10–16, 2 il., 2 tabl., (rus.)

Š a l a m a n o v a, E. i dr.: **Operativno upravljanje kvalitetom uglja na površinskim kopovima** (Operativno upravljenie na kačestvo na v'gliščha v otkriti rudnici) „Standarti i kačestvo“, 13(1988)1, str. 21–24, 40, 1 il., (bugar.)

D o m y š e v, A. I.: **Mehanizacija pomoćnih procesa na površinskim kopovima** (Mehanizacija vspomogatel'nyh processov na razrezah) Nauč. – tehn. dostiž. i pered. opyt v ugoľ. prom–sti“, CNII ekon. i NTI ugoľ. prom–sti“, (1989)7, str. 8–9, (rus.)

B e k e, J. i S z a b o, J.: **Površinski kopovi**

mrkog uglja Mađarske (Lignitförderung im Tagebau in Ungarn)

„Berg- und Hüttenmänn. Monatsh.“, 135 (1990)4, str. 123–130, 10 il., 2 tabl., 10 bibl.pod., (nem.)

Kovalenko, A. I. i Romančenko, V. K.: Karakteristike određivanja konačnih granica površinskih kopova Kurske magnetne anomalije (Osobnosti opredelenija konečnyh granic kar'erov KMA)

„Vopr. osvoenija mestorožd. v slož. geol.–gidrogeol. uslovijah“, Belgorod, 1989, str. 3–9, 3 bibl.pod., (rus.)

Filippov, S. A.: Određivanje veka rada površinskog kopa prema kvalitetu rude i tehnološkim faktorima (Operedelenie sroka služby kar'era po cennosti rudy i tehnologičeskim faktoram)

„Kompleks. ispol'z. mineral. syr'ja“, (1990)4, str. 76–79, 1 il., 3 bibl.pod., (rus.)

Montagnon, M.: Dobijanje rude nikla na površinskim kopovima Kaledonije (Sous le Caillou, le nickel)

„Chant. fr.“, (1990)230, str. 29–36, 20 il., (franc.)

Karasev, Ju. G. i dr.: Optimalni pravci razvoja rudarskih radova u kamenolomu prirodnog kamena (Optimal'nye napravlenija razvitija gornyh rabot kar'erov prirodnogo kamnja)

„Razrab. sredstv mehaniz. ènergoobesp. i avtomatizir. otkr. razrab.“, M., 1989, str. 61–68, 3 il., 2 tabl., 5 bibl.pod., (rus.)

Titovskij, V. I. i Timotievič, K. D.: Tehnološka šema radova na odlaganju i rekultivaciji pri željezničkom transportu primenom bagera „direktna lopata“. Tehnologičeskaja shema otval'no–rekul'tivacionnyh rabot pri železodorožnom transporte s primeneniem èkskavatora „prjamaja lopata“)

„Vopr. osvoenija mestorožd. v slož. geol.–gidrogeol. uslovijah. Č. 2“, Belgorod, 1989, str. 24–28, 2 il., (rus.)

Dergilev, M. A. i dr.: Efektivnost upravlja brzinom opterećivanja vodozasiećenih stena osnove odlagališta (Èffektivnost' upravljenija skorost'ju nagruženija vodonasyščennyh porod osnovanija otvalov)

„Vopr. osvoen. mestorožd., v slož. geol.–gidrogeol. uslovijah.“, Belgorod, 1989, str. 53–57, 2 il., 1 tabl., 2 bibl.pod., (rus.)

Steinmetz, R.: Premeštanje otkrivke u odlagalište pomoću kompleksa opreme sa direktnim nasipavanjem (Direktversturz kombinationen – eine rationelle Lösung zur Abraumbewegung)

„Braunkohle Tagebautechn.“, 42(1990)7, str. 5–9, 8 il., 1 tabl., 8 bibl.pod., (nem.)

Željbovskij, Ju. G. i Tyšlek, V. V.: Fotogrametrijski postupak za određivanje deformacija etaža na površinskim kopovima (Fotogrammetričeskij sposob opredelenija deformacij ustupov kar'erov)

„Kolyma“, (1990)7, str. 5–6, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)

Afanas'ev, B. G. i Šmonin, I. B.: Proračun stabilnosti kosina uz učešće dejstvujućih bočnih sila (Rasčet ustojčivosti otkosov s učetom dejstvujućih bokovyh sil)

„IzVUZ Gornyj ž.“, (1990)5, str. 41–44, 3 il., 1 tabl., 1 bibl.pod., (rus.)

Burger, J. R.: Nova oprema firme Caterpillar (The Caterpillar contender)

„World Mining Equip.“, 14(1990)2, str. 22, (engl.)

Kompaktni hidraulički bageri (Kompaktbagger mit modenster Technik)

„Bd.: Baumaschinendienst“, 26(1990)2, str. 86, 1 il., (nem.)

Grimshaw, P.: Razvoj konstrukcije koračajućih dreglajna serije 8000 firme Marion (Booms born in Alberta: the 8000 series surface mining)

„World Mining Equip.“, 14(1990)2, str. 27–30, 2 il., (engl.)

Veliki koračajuć dreglajn za australski površinski kop uglja (Curragh Queensland Mining orders fourth Marion dragline: Latest 8750 order comes with a near 20% increase in allowable load)

„Skil. Mining Rev.“, 79(1990)2, str. 34, (engl.)

Thiels, W.: Automatsko upravljanje rotornim bagerom (Entwicklung einer automatisierten speicherprogrammierbaren Schaufelradbagger–Steuerung unter Verwendung einer PC–Karte)

„Braunkohle Tagebautechn.“, 42(1990)5, str. 12–16, 4 il., 9 bibl.pod., (nem.)

Hardygora, M.: Osnove za izbor parametara konvejemih traka uz vođenje računa o uslovima eksploatacije (Grundlagen zur Wahl von Fordergurtparametern unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen von Gurtbandförderern)

„Braunkohle Tagebautech.“, 42(1990)5, str. 22–26, 6 il., 7 bibl. pod., (nem.)

Gardziš, V. A. i dr.: **Automatska kontrola utovara i proračun rada kiperu na površinskim kopovima** (Avtomatizirovannyj kontrol' zagruzki i učet raboty kar'ernyh avtosamosvalov) „Gornyj ž.“, (1990)7, str. 42–43, 2 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Bejsembaev, B. B. i dr.: **Podzemno perkolaciono izluživanje olovo–cinkovih ruda** (Podzemnoe perkolacionnoe vyščelačivanie svincovo–cinkovyh rud) „Cv. metallurgija“, (1990)5, str. 18–19, (rus.)

Bugrov, Ju. M i Zolotarev, O. K.: **Korišćenje prirodnih ceolita u tehnologiji podzemne gasifikacije uglja** (Ispol'zovanie prirodnyh ceolitov v tehnologiji podzemnoj gazifikacii uglej) Prirod. ceolity v narod. h-ve: Tez. Vses. sovešč., Kemerovo, 18–19 apr. 1990, Novosibirsk, 1990, str. 51–52, (rus.)

Matveev, G. I. i Palatinskaja, I. P.: **Povećanje efektivnosti konvekcione ventilacije optimizacijom troškova za energiju** (Povyšenie efekktivnosti konvektivnoj ventilacii putem optimizacii ženergopatrat) „Ohrana truda v cvet. metallurgii: tezisy dokl. nauč.–tehn. konf.“ Čeljabinsk, 1990, str. 43–45, (rus.)

Ventilacioni uređaj za glavno provetranje (Ventilacionnaja ustanovka glavnogo provetranija) „Racional. predloženija i izobret., rekomenduem. m-vom dlja vnedrenija v ugol. prom-sti“ (CNII ekon. i NTI ugol. prom-sti, (1989)9, str. 28–30, (rus.)

Kaufman, A. L. i dr.: **Uticao faktora ventilacije na izbor šema otvaranja novog horizonta jame** (Vlijanie faktora ventilacii na vybor shem vskrytija novogo gorizonta šahty) „Razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh“, (1990)86, str. 18–22, (rus.)

Lapko, V. V. i dr.: **Matematički model aerodinamike jamske prostorije kao objekta automatskog upravljanja** (Matematičeskaja model' aerodinamiki gornoj vyrabotki kak ob'ekta avtomatičeskogo upravljanija) „Razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh“, (1990)86, str. 22–26, (rus.)

Zimin, L. B.: **Proračun izmene toplote između ventilacione struje i vlažne površine jamskih pros-**

torija (Rasčet teplomessoobmena ventilacionnoj strui s vlažnoj poverhnost'ju vyrabotok) „Razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh“, (1990)86, str. 43–46, (rus.)

Se meško, E. T.: **Optimizacija parametara aparata za hlađenje vazduha u stacionarnim uređajima za kondicioniranje vazduha u jamama** (Optimizacija parametrov vozduhoohladitelej staconarnyh ustanovok kondicionirovanija vozduha v šahtah) „Prom. teplotehn.“, 12(1990)3, str. 19–24, (rus.)

Maksimovič, V. A. i dr.: **Ocena i mogućnosti regulisanja jamske mikroklimae** (Ocenka i vozmožnosti regulirovanija šahtnogo mikroklimata) „Razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh“, (1990)86, str. 56–58, (rus.)

Zborščik, M. M. i dr.: **Uslovi autogenog zagrevanja ruda koje sadrže pirit** (Uslovija samonagrevanija piritosoderžaščih gornyh porod) „Razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh“, (1990)86, str. 36–43, (rus.)

Privalov, N. I. i dr.: **Gašenje požara u otkopanim prostorima jama** (Tušenje požarov v vyrabotannyh prostranstv šaht) „Bezopasn. truda v prom-sti“, (1990)9, str. 35–37, 1 il., (rus.)

Ponašanje hidrauličkih tečnosti pri požaru (Verhalten von Hydraulikflüssigkeit bei Bränden) „Glückauf Forschungsh“, (1990)4, str. 163–172, 5 il., 10 tabl., 9 bibl. pod., (nem.)

Kamere otkrivaju samozapalivanje (Cameras detect spontaneous combustion) „Mining Mag.“, 161(1989)6, str. 534, 1 il., (engl.)

Kostin, Ju. V.: **Metodske osnove za ocenu tehničkog nivoa borbe sa prašinom u jamama uglja i škriļjaca i na površinskim kopovima** (Metodičeskie osnovy ocenki tehničeskogo urovnja bor'by s pyl'ju na ugol'nyh i slancevyh šahtah i razrezah) „Vnezap. vybrosy uglja i gaza, rudnič. aerolog.“, M., 1989, str. 106–109, (rus.)

Borba sa prašinom na rudničkim putevima, u skladištima i dr. (Dust control for mine haul roads, stockpiles, etc.) „Mining Mag.“, 161(1989)6, str. 535, (engl.)

Bobin, V. A.: **Uticao strukture ugljeva na termokinetiku procesa apsorpcije gasa u sistemu „gas – prirodni sorbent“** (Vlijanie struktury uglej na termokinetiku processov gazopogloščenija v siste-

me „gaz – prirodnyj sorbent“)

„Prognoz i predotvraščenie opas. gazoprojavlenij pri razrab. ugol. mestorožd.“, M., 1990, str. 31–45, (rus.)

Galduk, L. A. i Svitin, V. N.: Postavljanje zadataka modeliranja filtracije gasa u slojeve iznad i ispod strmih ugljenih slojeva (Postanovka zadači modelirovanija fil'tracii gaza v pod- i nadrabatyvaemyh krutyh ugol'nyh plastah)

„Prognoz i predotvrašč. opas. gazoprojavlenij pri razrab. ugol. mestorožd.“, M., 1990, str. 71–76, 2 il., 5 bibl.pod., (rus.)

Kusova, V. N.: Određivanje sadržaja metana akustičnom metodom u slojevima uglja (Opredelenie soderžanija metana v ugol'nyh plastah akustičeskim metodom)

„Netradicion. sposoby dobyči i ispol'zovanija uglja“, M., 1989, str. 106–109, (rus.)

Sistem za praćenje metana predviđen za jamske prostorije (Methane monitoring system available for underground use)

„Mining Engne“, 160(1989)8, str. 148, 1 il., (engl.)

Schelter, H.: Obezbeđenje sigurnosti na radu – osnovni zadatak rudarskih inženjera (Die Gewährleistung der Arbeitssicherheit – eine Hauptaufgabe des Bergingenieurs)

„Bergbau“, 41(1990)7, str. 291–295, (nem.)

Vinogradova, O. N. i dr.: Kinetika i mehanizam oksidacije ksantogenata natrijum hipohloritom (Kinetika i mehanizm okislenija ksantogenata gipohloritom natrija)

„Intenzif. processov obogašč. mineral. syr'ja i očištki stoč. vod“, Novosibirsk, 1990, str. 52–60, (rus.)

Kondrat'ev, S. A.: O oceni krupnoće flotiranih čestica koja se dostiže u aparatima za flotaciju penom (K ocenke krupnosti flotiruemyh častic, dostigaemoj v apparatah pennoj flotaciji)

„Intenzif. processa obogašč. mineral. syr'ja i očištki stoč. vod“, Novosibirsk, 1990, str. 91–103, (rus.)

Afanas'eva, R. V. i dr.: Ispitivanje uticaja malih količina gama-zračenja na promenu flotacionih i elektrofizičkih karakteristika galenita (Issledovanie vlijanija malyh doz gamma-oblučenija na izmenenie flotacionnyh i elektrofizičeskih harakteristik galenita)

„IzVUZ Cvet. metallurgija“, (1990)2, str. 486–497, (rus.)

Kawatra, S. K.: Analiza flotacionih procesa (Flotation process analysis)

„Mining Engng“, 42(1990)2, str. 6–9, (engl.)

Skrylev, L. D. i dr.: Finodispergovani čvrsti rastvori primarnih alifatičnih amina u parafinu kao flotacioni kolektori jona urana (Tonkodispergirivannye tverdye rastvory pervičnyh alifatičeskih aminov v parafine kak flotacionnye sobiratelii ionov urana)

„IzVUZ Cvet. metallurgija“, (1990)2, str. 2–6, 3 il., (rus.)

Gruner, H. i dr.: Razrada i optimizacija flotacionih šema na bazi cikličnih laboratorijskih eksperimenata (Entwicklung und Optimierung von Flotationsstammbäumen auf der Grundlage zyklischer Laborflotationsversuche)

„Freiberg. Forschungshefte“, A(1990)804, str. 73–84, 5 il., 5 tab., 3 bibl.pod., (nem.)

Boteva, A. i Vecheva, B.: Dejstvo sintetičkog organskog depresora koji sadrži sumpor pri selektivnom razdvajanju kolektivnih koncentrata (Mechanism of the action of sulphur containing synthetic organic depressors upon selection of collective concentrates)

„Gosp. surov. miner.“, 6(1990)1, str. 111–116, 4 il., 2 tabl., 4 bibl.pod., (engl.)

Nosov, I. A. i Sryvcev, B. P.: Primena novog kolektora koji sadrži azot pri flotaciji nekih tipova fluoritnih ruda (Primenenie novogo azoto soderžaščego sobiratelja pri flotaciji nekotoryh tipov fljuoritovyh rud)

„Intenzif. processov obogašč. mineral. syr'ja i očištki stoč. vod“, Novosibirsk, 1990, str. 34–42, (rus.)

Red. Bočkarev, G. R.: Intenzifikacija procesa obogaćivanja mineralne sirovine i čišćenja otpadnih voda (Intensifikacija processov obogašč. nija mineral'nogo syr'ja i očištki stočnyh vod) “ Sb. nauč. tr. AN SSSR. SO In-t gorn. dela, Novosibirsk, 1990, 128 str., il., (knjiga na rus.)

Tomova, C. i Davčeva-Ilčeva, N.: Jedan kriterijum za ocenu tehnologija i procesa obogaćivanja ruda (Edin kriterij za ekoloģična ocenka na rudoobogatitelnite tehnologii i procesi) „Minno delo“, 45(1990)5, str. 3–5, (bugar.)

Nikitin, I. N.: Intenzifikacija procesa obogaćivanja ugljenog mulja korišćenjem selektivnih flokulanata (Intenzifikacija processov obogašč. nija ugol'nyh šlamov putem ispol'zovanija selektivnyh flokuljantov)

- „Obz. inf. Ser. koksihim. pro-vo – CNII inf. i tehn.–ekon. issled. čer. metallurg.“, (1990)2, str. 1–30, 17 bibl.pod., (rus.)
- Dvornikova, A. N. i Tretjakov, S. A.:** *Metodske osnove za ocenu obogaćivanja uglja pri formiranju šarže na površinskim kopovima (Metodičke osnove ocenki obogatimosti uglej pri formiranju šihthy na kar'erah)*
„Osvoenie topliv. – ènerg. kompleksov vost. rajonov strany“, Novosibirsk, 1989, str. 147–159, (rus.)
- Potapova, T. N. i dr.:** *Optimalna varijanta grupisanja ugljeva za separatno obogaćivanje (Optimal'nyj variant grupirovanija uglej dlja differencirovannogo obogašćenija)*
„Koks i himija“, (1990)8, str. 3–6, (rus.)
- Egorova, A. D.:** *O racionalnoj šemi konusnih drobilica (O racional'noj sheme konusnyh drobilok)*
Ivanov. inž.–stroit. in-t, Ivanovo, 1990, 15 str., (Rukopis deponovan u CNIIEstrojmašu, 15.05.90, Nr. 37–sd90, (rus.)
- Razvoj tehnike i tehnologije drobljenja i mlevenja (Development in comminution)**
„Mining Mag.“, 161(1989)6, str. 485–486, (engl.)
- Ispitivanja na finom mlevenju ruda u Australiji (Fine Grinding Study in Australia)**
„Mining J.“, 314(1990)8077, str. 517–518, (engl.)
- Haubold, S. i dr.:** *Ispitivanje tehnologije mlevenja u razmerama od laboratorijskog do krupno industrijskog (Untersuchungen zur Mahltechnologie vom Labormasstab bis zur Grossmahlanlage)*
„Freiberg. Forshungsh.“, (1990)804, 7 il., 18 bibl.pod., (nem.)
- Bočkarjev, G. R. i dr.:** *Intenzivna magnetna separacija ruda i koncentrata koji sadrže gvožđe korišćenjem radijaciono–termičke obrade (Intensifikacija magnitnoj separaciji železosoderžaščih rud i koncentratov s ispol'zovaniem radiacionno–termičeskoj obrabotki)*
„Intensif. processov obogašč. mineral. syr'ja i očistki stoč. vod“, Novosibirsk, 1990, str. 3–10, (rus.)
- Meneacci, M. C.:** *Kako se boriti protiv abrazivnog habanja sita na rešetu? (How to fight screen abrasion?)*
„Rock Prod.“, 93(1990)5, str. 55–57, 4 il., (engl.)
- Thompson, J. V. i Welker, M.:** *Konstrukcija i primene Humphrey-evog spiralnog koncentrata (Development and application of Humphrey spiral concentrator)*
„Skilling Mining Rev.“, 79(1990)8, str. 4–15, 25 il., 1 tabl., 21 bibl.pod., (engl.)
- Cikloni „Water–Only“ (Water–Only Cyclones)**
„Mining Mag.“, 162(1990)4, str. 266–268, 3 il., (engl.)
- Separator za obogaćivanje u teškim suspenzijama (Separator dlja obogašćenija v tjaželyh suspenzijah)**
„Obz. pol. tehn.“, (1990)1–2, str. 22–23, (rus.)
- Sandoval, S. P. i dr.:** *Uticao nejnogenih površinsko–aktivnih materija na luženje halkopirita u uslovima hemijskog luženja sa gomile (Effect of nonionic surfactant on chalcopyrite leaching under dump chemical conditions)*
„Bureau of Mines – Rept Invest. US Dep. Inter.“, (1990)9311, str. 1–12, 6 il., 12 tabl., 23 bibl.pod., (engl.)
- Guljamov, Ju. M. i dr.:** *Postupak uvođenja veziva pri delimičnom briketiranju (Sposob vvoda svjazuščego pri častičnom briketirovanii uglej)*
„Koks i himija“, (1990)8, str. 6–8, (rus.)
- Djukanov, A. G. i dr.:** *Nova veziva za tehnologiju delimičnog briketiranja ugljenih šarži (Novoe svjazuščee dlja tehnologii častičnogo briketirovanija ugol'noj šihthy)*
„Koks i himija“, (1990)9, str. 2–3, (rus.)

BIBLIOGRAFSKI PODACI ZA ČLANKE U RUDARSKOM GLASNIKU

| | |
|--|---|
| <p>351.777:622.271+622.693.25</p> <p>Urošević Dragoljub: Mogućnosti rešavanja problema zaštite vazduha u okolini površinskih otkopa i odlagališta</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 44–49</p> <p>Predložena je izrada modela koji opisuje procese emisije prašine sa površinskih otkopa i odlagališta i data su teoretska razmatranja za formiranje osnove za unapređenje projektovanja i sprovođenja kompleksnih mera zaštite životne sredine od prašine.</p> | <p>622.271+622.693.25 : 553.5</p> <p>Sagner Rolf – Willnauer Hartmuth: Dalji razvoj kontinuirane tehnologije površinskog otkopavanja u čvrstim stenama</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 10–21</p> <p>Prikazan je razvoj CSM i KSM uređaja, mogućnosti primene KSM uređaja i ostvareni rezultati u radu. Primenom KSM uređaja u stenama sa čvrstoćom od 50 MPa nije potrebno koristiti vrtanje, miniranje i drobljenje.</p> |
| <p>621.879.3/.6.001.42</p> <p>Čirić Dragoljub: Metoda određivanja konstruktivne i tehnološke dubine otkopavanja bloka kod rada bagera sa teleskopskom katarkom</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 5–11</p> <p>Određivanjem konstruktivnih i tehnoloških vrednosti dubina bloka primenom ove metode omogućava se racionalno korišćenje rotornog bagera sa teleskopskom katarkom, odnosno postižu se bolji efekti njegovog rada.</p> | <p>622.271.002.5:681.142</p> <p>Rakonjac Vukajlo: Metodologija za određivanje racionalnog funkcionisanja kontinualnih sistema na površinskim otkopima primenom računarske tehnike</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 15–24</p> <p>Opisana metodologija, primenjena i potvrđena na konkretnom primeru, omogućava rukovodno–organizacionom osoblju da prati odvijanje tehnološkog procesa racionalnog funkcionisanja sistema i oceni da li postoje rezerve koje se kriju u korišćenju vremena i kapaciteta, te sprovede odgovarajuće mere za bolje funkcionisanje sistema.</p> |
| <p>621.879.3/.6.001.42</p> <p>Maksimović Nebojša: Prikaz proizvodnih mogućnosti rotornog bagera SRs1300 24/5 VR na prvom jalovinskom sistemu površinskog kopa Kosovo u Bečačevcu</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 12–23</p> <p>Članak pokazuje kako i za koliko se može povećati proizvodnja u konkretnim uslovima otkopavanja rotornim bagerom. Metodološkim pristupom problemu se razrešavaju neke dileme vezane za mogućnost povećanja proizvodnje.</p> | <p>622.73 : 622.8.07</p> <p>Čišić Slavko–Andrić Momir – Krnić Dragan: Otprašivanje primarnog drobljenja rude u jami rudnika Bor</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 41–47</p> <p>Na osnovu novih iskustava na polju otprašivanja, Rudarski institut je projektovao novi sistem za otprašivanje primarnog drobljenja u jami rudnika Bor, u kojem se kao predodvajач grubih čestica koristi multiciklon, a za fino prečišćavanje je ugrađen vrećasti filter. Opisan je i način hermetizacije opreme.</p> |
| <p>622.26:622.344</p> <p>Blažević Ljubomir–Crnobrić Dušan: Otvaranje i razrada II horizonta u rudniku Sase, Srebrenica</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 1(29), 1990, str. 5–11</p> <p>Otvaranjem i razradom II horizonta u rudniku Sase omogućuje se primena novog tehnološkog procesa, i to ne samo na II horizontu već i pri otkopavanju uvođenjem savremene visokoproduktivne opreme i odgovarajućih metoda otkopavanja.</p> | <p>622.73.002.5.004.6</p> <p>Magdalinić Nedeljko: Zamena šarže kugli u mlinu</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 1(29), 1990, str. 41–43</p> <p>Obrađen je problem zamene šarži kugli u mlinu. U slučaju zamene kuglama drugog kvaliteta, a da se pri tome u mlinu ostave stare kugle do definitivnog habanja i nestanka, autor daje proračun potrebnog vremena da se izvrši ova zamena.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>622.271.002.5.004.68:621.311.22</p> <p>Ivković Slobodan: Potrebe za revitalizacijom i modernizacijom rudarske opreme koja obezbeđuje ugalj za termoelektrane</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 11–14</p> <p>Razmatrane su mogućnosti i potrebe za revitalizacijom i modernizacijom opreme rudnika koji snabdevaju ugljem termoelektrane u Srbiji, u svetlu činjenice da se električna energija sve više obezbeđuje produženjem veka postojećih termoelektrani umesto izgradnjom novih.</p> | <p>622.332:622.271:622.693.25</p> <p>Makar Nenad: Mogućnost proširenja odlagališta Mlava na PO Kostolac sa dvokrilnim razvijanjem fronta radova</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 23–28</p> <p>Na polju Čirikovac je moguće izvršiti proširenje spoljašnjeg odlagališta dvokrilnim razvijanjem fronta radova. Ono što je karakteristično za odlagalište Mlava–Mogila je odlaganje masa sa dva sistema sa po dva bagera, čime se praktično otkopavaju četiri etaže.</p> |
| <p>622.273.2</p> <p>Stanković Radivoje – Milev Miroslav: Otkopavanje rude ležišta Golema Reka zasipavanjem otkopa</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1(29), 1990, str. 31–40</p> <p>Izloženo je rešenje metode otkopavanja olova i cinka u ležištu Golema Reka. Otkopavanje se izvodi u nepovoljnoj radnoj sredini zbog prisustva krovinskog škrljca sklonog zarušavanju, pa je primenjena metoda krovnog otkopavanja u horizontalnim slojevima sa hidrozasipavanjem otkopa. Podgrađivanje krova otkopa je rešeno prema zahtevima radne sredine.</p> | <p>622.34(591):622.271.003.1</p> <p>Simić Mileta – Jovičić Ratko: Procena zlatonosnog ležišta Kyaukpahto u Burmi i optimizacija površinskog kopa</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 24–30</p> <p>Modeliranje ležišta je izvedeno prema geološkoj dokumentaciji burmanskih geologa, a u postupku procene količina zlata je primenjena geostatistička metoda. Optimiranje granica kopa je izvršeno po kriterijumu maksimalne količine zlata u zahvatu površinskog kopa.</p> |
| <p>622.273.2 : 622.64.001.3</p> <p>Marunić Đuro – Milev Miroslav: Dimenzionisanje cevovoda za hidrozasipavanje u rudniku Golema Reka</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1(29), 1990, str. 25–30</p> <p>Dat je kratak pregled dimenzionisanja cevovoda za hidrozasipavanje u rudniku Golema Reka u Makedoniji. Prikazana je metodologija proračuna koja je bazirana na empirijskim obrascima eminentnih stručnjaka iz ove oblasti.</p> | <p>622.342:622.271(591)</p> <p>Ljabinović Miodrag–Kosić Svetlana: Kyauk–Pah–To, površinski kop zlata u SR Burmi</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 5–9</p> <p>U osnovnim crtama je prikazano projektno rešenje površinske eksploatacije ovog ležišta u specifičnim uslovima. Projekat je obuhvatio rešenje optimalnog razvoja kopa, uvažavajući kvalitet rude, obim godišnje proizvodnje i veoma nepovoljne klimatske uslove.</p> |
| <p>622.332 „Kosovo“: 551.24</p> <p>Tanasković Miladin: Kosovski ugljeni baseni – tektonske odlike prostora Srednje Kosovo</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 29–37</p> <p>Prikazani su rezultati višegodišnjih istraživanja ugljonosnih naslaga kosovskog tercijarnog basena, kojima je konstatovano jedinstveno ležište na površini od oko 250 km². Predmet istraživanja u ovom radu su geološko–tektonske odlike jednog užeg područja, označenog kao Srednje Kosovo.</p> | <p>622.344.002.1</p> <p>Vukajlović Ljubomir – Blažević Ljubomir – Radojević Jovan: Primena savremenih metoda razrade i pripreme rudnih tela u ležištu Trepča, Stari Trg</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 5–10</p> <p>Tehničkim rešenjem razrade i pripreme predviđa se izrada rampe u obliku izdužene spirale u podini rudnih tela i veza rampe sa otkopima na svakih 9 m visinskog intervala, kojim se omogućava otkopavanje tri otkopna pojasa. Menja se tehnologija zasipavanja (hidrozasip umesto suvog) i uvodi bešinska oprema.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>622.368:622.75/.77</p> <p>Branković Božidar: Koncentracija magnezitske atapulgiške rude iz Australije postupkom termičke obrade minerala i pneumatske koncentracije</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 32–39</p> <p>Obavljenim ispitivanjima je tretirana veoma siromašna ruda magnezita. Kombinovanim postupkom pranja rude, sušenja, termičke obrade minerala i koncentracije u vazdušnoj mašini taložnici, utvrđena je mogućnost proizvodnje koncentrata sa sadržajem MgO od 87,44%, 1,94% SiO₂, 3,45% Al₂O₃, 1,45% Fe₂O₃, 3,40% CaO i 2,48% GŽ.</p> | <p>622.693.25:662.613 „TE Gacko“</p> <p>Grbović Miloljub – Knežević Dinko – Todorović Dušan: Diskontinualni transport i deponovanje hidromešavine pepela TE Gacko na postojećoj deponiji Dražljevo</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 25–31</p> <p>Suština procesa se zasniva na prevođenju osnovne komponente pepela, CaO, u kalcijum hidroksid i potom u CaCO₃. Tehnički uslovi su diktirali primenu diskontinualnog sistema pripreme i transporta hidromešavine, kao logički nastavak diskontinualnog transporta suvog pepela autocisternama od elektrane do deponije.</p> |
| <p>622.693.25</p> <p>Rakonjac Vukajlo: Tehničko–ekonomski uticaj veličine spoljnih odlagališta, pomoćnih i infrastrukturnih objekata na krajnju veličinu površinskog otkopa u uslovima površinskih otkopa lignita SR Srbije</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1(29), 1990, str. 12–24</p> <p>Obrađeni su faktori od ekonomsko–tehničkog uticaja na krajnju veličinu površinskog otkopa, koji imaju glavni i pomoćni proizvodni objekti. Analiza ukazuje na logičnosti i zakonitosti u kojima se kreću približne veličine pomoćnih objekata kod nekog površinskog kopa.</p> | <p>622.7:622.33</p> <p>Đokić Stevan – Čanić Mihajlo – Šer Vilić: Garancijska ispitivanja eksperimentalnog „Parnaby“ postrojenja za čišćenje uglja u Bogovini</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 45–49</p> <p>Ispitivanjima su dokazani svi parametri koje je garantovao proizvođač opreme, osim kapaciteta koji iznosi 45 umesto 60 t/h. Pored prikazivanja rezultata, obrađeni su i mogući uzroci pada kapaciteta.</p> |
| <p>622.693.25</p> <p>Lazić Predrag–Knežević Dinko: Istraživanje uslova deponovanja pepela industrijske termoenergane Incel, Banja Luka</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 38–44</p> <p>Dati su rezultati laboratorijskih ispitivanja kontinuiranog cevnog transporta pepela u obliku guste hidromešavine, sa mogućnošću deponovanja u širem krugu TE (1000 m) i diskontinuiranog kamionskog transporta pepela okrupnjenog u peletir tanjirima, sa mogućnošću deponovanja na proizvoljno udaljenoj deponiji.</p> | <p>662.742.002.6</p> <p>Barač Gordana – Ercagovac Marko: Strukturno – teksturne karakteristike metalurškog koksa dobivenog iz mešavine američkog i sovjetskog uglja</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 31–37</p> <p>Strukturno–teksturne karakteristike metalurškog koksa, dobijenog iz mešavine američkog i sovjetskog uglja (80% prema 20%), određene su savremenim metodama mikro-petrografskih i hemijsko–tehnoloških istraživanja, koja su pokazala da je ispitivana mešavina dobrog kvaliteta.</p> |
| <p>622.693.25</p> <p>Sovrlić Milica – Cimbaljević Stanija – Belović Ljiljana: Deponije jalovine iz tehnološkog procesa mokre separacije ugljeva kao izvori zagađivanja vazduha</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 50–56</p> <p>Dobijeni rezultati ispitivanja, za koja je korišćena standardna metodologija, pokazuju da je deponija izvor zagađivanja vazduha i da je najznačajnija zagađujuća materija vodoniksulfid.</p> | <p>622.794.001.42:622.331</p> <p>Guzijan Dragan – Borojević Stevo: Istraživanje sistema za dosušivanje u novom postrojenju za sušenje lignita po postupku Fleissner u RO Kolubara – Prerada</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1(29), 1990, str. 49–56</p> <p>Prikazana su ispitivanja sistema za ubacivanje svežeg vazduha i sistema za izvlačenje bridovih para. Na osnovu dobijenih rezultata i uočenih nedostataka u radu ovih sistema dati su predlozi za njihov efikasan rad.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>622.86</p> <p>Ćurčić Aleksandar: Upoređenje rizika rada u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom sa rizikom rada ostalih proizvođača energije u Srbiji</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(29), 1990, str. 57–65</p> <p>Obrađeni su uslovi rada i povrede na radu radnika u podzemnoj eksploataciji i upoređeni sa radnicima na površinskim kopovima i ostalim proizvođačima električne energije u Srbiji.</p> | <p>628.512:662.613</p> <p>Dimić Vojmir: Kontrola emisije štetnih materija u dimnom gasu u termoelektranama koje sagorevaju sprášeni lignit</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 53–61</p> <p>TE koje sagorevaju sprášeni lignit predstavljaju jedne od glavnih objekata koji podležu kontroli emisije štetnih polutanata. Polazeći od tehničko–ekonomske analize, uvođenje tzv. monitoring sistema je jedan od značajnih koraka u kontroli i smanjenju zagađenja životne sredine.</p> |
| <p>628.5.001.8</p> <p>Urošević Dragoljub: Metodologija za izradu investiciono–tehničke dokumentacije iz oblasti zaštite životne sredine</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 38–43</p> <p>Predložena je metodologija za izradu investiciono–tehničke dokumentacije koja se odnosi na analizu uticaja novoprojektovane tehnologije na životnu sredinu i primenu tehničkih rešenja za sprečavanje zagađivanja životne sredine.</p> | <p>628.515 „Kolubara“</p> <p>Lazić Ljiljana: Uticaj zagađivača na mikrofloru vode reke Kolubare</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 51–54</p> <p>U toku 1990. godine su obavljena mikrobiološka ispitivanja vode reke Kolubare, od izvořišnih grana pa do ušća u Savu. Na osnovu istraživanja se može reći da reka prima zagađenje duž čitavog toka, mada to nema vidnijeg uticaja na sastav ispitivane bakterioflore reke Save ispod uliva Kolubare.</p> |
| <p>628.511.002.52</p> <p>Grbović Branislav: Određivanje efikasnosti otprašivača tipa venturi skruber</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(29), 1990, str. 48–52</p> <p>Sumirani su osnovni elementi koji se koriste pri razmatranju mogućnosti primene venturi skrubera. U svetu nisu poznate univerzalne metode i postupci za njihovo dimenzionisanje i proračun, s obzirom na kompleksno kretanje fluida u njima.</p> | <p>662.62:662.933+621.187.1</p> <p>Šakić Dušan: Opšti aspekt korišćenja mešavine ugalj–voda (I)</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(29), 1990, str. 56–60</p> <p>Rad je uvodni deo teme „Eksperimentalno poluindustrijsko postrojenje za sagorevanje mešavine ugalj–voda i/ili tečno gorivo“. Pored objašnjenja osnovnih pojmova, dat je i prikaz dosadašnjih radova koji su izvršeni uglavnom u SAD i Japanu.</p> |
| <p>628.511.006.3:622.331:622.794</p> <p>Guzijan Dragan – Janković Duško – Borojević Stevo – Mrvoš Miroslav: Tehničko rešenje kompleksnog otprašivača sistema za lagerovanje sušenog uglja</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1(29), 1990, str. 44–48</p> <p>Da bi se postigla potrebna zaštita od prašine i pare u sistemu za dopremu i skladištenje sušenog uglja u bunke, ugrađena su 3 sistema otprašivanja. Ugrađeni su mokri otprašivači tipa venturi–skruber. Radi sprečavanja nalepa prašine na unutrašnjim zidovima cevovoda, projektovan je sistem mlaznica za raspršivanje mlaza vode, tako da se pri strujanju javlja dvofazna dvokomponentna smeša.</p> | |



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

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

Na principu inženjeringa, 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 elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite

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

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

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski Institut izdaje kvartalni časopis:

RUDARSKI GLASNIK



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

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

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

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

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

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

RUDARSKI GLASNIK

