

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ
4
1988

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

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

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637



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) BATAJNIČKI PUT BROJ 2 - JUGOSLAVIJA

Izdavač:

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

Redakcija:

11000 Beograd, Zmaj Jovina 21

Glavni urednik:

dr inž. ĐURO MARUNIĆ

Redakcioni odbor:

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

Redakcija:

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

U finansiranju časopisa učestvuje Republička zajednica za naučni rad, Beograd

SADRŽAJ

In memoriam

Eksploatacija mineralnih sirovina

PETAR MILANOVIĆ

Geomehanički pristup dimenzioniranju sigurnosnih stubova	5
Summary	8
Zusammenfassung	9
Rezjume	9

JEFTO BRALIĆ

Eksperimentalno proučavanje prostiranja naponskih talasa u stenama – standardni opit	10
Summary	14
Zusammenfassung	15
Rezjume	15

DRAGAN PAVLOVIĆ – VIDOSAVA OBRADOVIĆ

Karakteristike eksploatacije niskoprocentnih metalčnih ležišta i principi usavršavanja proizvodnih procesa	16
Summary	23
Zusammenfassung	23
Rezjume	24

Zaštita čovekove životne sredine

LJILJANA LAZIĆ

Uticaj zagađivača na mikrofloru u vodi reke Save	25
Summary	32
Zusammenfassung	32
Rezjume	32

Ventilacija i tehnička zaštita

DUŠAN STAJEVIĆ

Rešenje poboljšavanja provetranja komornih otkopa primenom impulsnog provetranja	33
Summary	37
Zusammenfassung	37
Rezjume	37

VLADIMIR IVANOVIĆ – BRANISLAV ŠREDER – OBREN KOPRIVICA – VLADAN RALOVIĆ

Analiza faktora koji utiču na zaprašenost pri površinskoj eksploataciji uglja BTU i BTO sistemima ...	39
Summary	44
Zusammenfassung	44
Rezjume	45

DRAGOSLAV GOLUBOVIĆ – ŽELJKO MARKOVIĆ – LJILJANA BELOVIĆ

Utvrđivanje kriterijuma kod skladištenja uglja	46
Summary	51
Zusammenfassung	51
Rezjume	51

Termotehnika

BORISLAV PERKOVIĆ

Radne karakteristike kotlovskih postrojenja pri promeni temperature napojne vode	52
Summary	58
Zusammenfassung	59
Rezjume	59

Informatika i ekonomika

SLOBODAN VUJIĆ

Uticaj primene računarske tehnike na razvoj rudarske i geološke nauke i prakse	60
Summary	64
Zusammenfassung	64
Rezjume	65

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

<i>Bibliografija</i>	68
----------------------------	----

IN MEMORIAM

prof. VINKO ROBLJEK, dipl.inž.rudarstva

Umro je još jedan iz plejade naših starih rudara.

Vinko Robljek je rođen 11. februara 1911. godine u Podkraju kod Vipave. Osnovnu školu i gimnaziju završio je 1930. godine u Kranju i upisao se na Tehnički fakultet – Odsek za rudarstvo, gde je i diplomirao 1935. godine.

Posle odsluženog vojnog roka u školi rezervnih oficira počeo je 15. jula 1936. godine da radi u rudniku kamenog uglja Tresibaba kao asistent. Upravnik rudnika postao je 1940. godine. Od 1. avgusta 1944. do 1. februara 1945. je upravnik rudnika Jelašnica, odakle odlazi u rudnik uglja Kostolac, gde radi na izgradnji termoelektrane i proširuje kapacitete rudnika.

Aprila 1949. godine počinje njegov rad u Banovićima, gde ostaje kao tehnički rukovodilac rudnika sve do 1962. godine, odakle prelazi u Tuzlu – Institut za rudarsko i hemijsko-tehnološka istraživanja i Rudarski fakultet da bi svoje bogato inženjersko iskustvo, stečeno u direktnoj rudarskoj praksi, preneo na kadrove Instituta i studente fakulteta. U Institutu je vršio dužnost direktora.

Na Rudarsko-geološkom fakultetu ostaje sve do odlaska u penziju 1976. godine. Predavao je „Pripremu mineralnih sirovina“ kao vanredni profesor i „Metode površinske eksploatacije“ kao redovni profesor. Obavljao je dužnost rukovodioca katedri za PMS i Površinsku eksploataciju kao i šefa Rudarskog odseka. Učestvovao je u nastavi na postdiplomskim studijama u Tuzli, Beogradu i Zagrebu.

Problemi koje je prof. Robljek rešavao u prvim godinama svoje inženjerske prakse bili su, uglavnom, vezani za neposrednu proizvodnju. Njegov kasniji rad, od 1962. godine pa dalje, imao je dva osnovna pravca: obrazovanje stručnih kadrova na Rudarsko-geološkom fakultetu u Tuzli i projektantska i istraživačka aktivnost u Institutu.

Prof. Robljek ostavio je brojne stručne i naučne radove, studije, referate sa domaćih i stručnih savetovanja, priručnike i stručna uputstva. Napisao je prvu knjigu iz oblasti površinske eksploatacije mineralnih sirovina. Iza njega ostalo je više stotina rudarskih stručnjaka, ostali su objekti koje je gradio po svojim projektima, uputstvima, recenzijama.

Za svoj uspešan rad odlikovan je i nagrađivan mnogim priznanjima. Treba istaći Orden rada II reda, Orden rada I reda, Povelju zaslužnog i počasnog člana SIT za rudarstvo, geologiju i metalurgiju SFRJ i NR Poljske, srebrnu plaketu Univerziteta u Tuzli, mnogobrojne nagrade rudnika Kostolac, Vlasenica, Rudarskog instituta – Tuzla i pozlaćenu značku rudnika Banovići.

Eminentni stručnjaci iz oblasti rudarstva predložili su da se prof. Robljeku na osnovu njegovih ljudskih, moralnih, društvenih, stručnih i naučnih kvaliteta dodeli počasno zvanje doktora tehničkih nauka iz oblasti rudarstva.

Slava mu!

GEOMEHANIČKI PRISTUP DIMENZIONIRANJU SIGURNOSNIH STUBOVA

(sa 4 slike)

Petar Milanović

Uvod

Problem dimenzioniranja sigurnosnih stubova u suštini se svodi na pravilno rešavanje dva problema:

- opterećenja na sigurnosne stubove i
- čvrstoća na pritisak stenskog masiva stubova.

Iz opšteg izraza za faktor sigurnosti stuba vidi se suština problema:

$$F = \frac{\sigma_M}{P_s} \quad (1)$$

gde je:

F – faktor sigurnosti
 P_s – napon u stubu, MPa
 σ_M – čvrstoća na pritisak stenskog masiva, MPa.

U ovom članku prvenstvena pažnja obratiće se na određivanje čvrstoće na pritisak stenskog masiva, a metodologija proračuna će se prikazati na dimenzioniranju stubova kvadratnog poprečnog preseka.

Čvrstoća na pritisak stenskog masiva

Određivanje čvrstoće na pritisak stenskog masiva „in situ“ je skup i komplikovan opit. Kod dimenzioniranja stubova stub se može posmatrati kao „veliki uzorak“. Različiti autori predložili su jednakačine čvrstoće na pritisak stenskog masiva različite strukture.

Razmotrimo opštu zakonitost promene čvrstoće na pritisak stenskog masiva. Poznato je da se sa povećanjem dimenzija uzorka smanjuje i čvrstoća na pritisak. Opšti zakon te promene može se izraziti sledećim odnosom:

$$K_2 = (h/h_0)^\alpha (W/W_0)^\beta \quad (2)$$

gde je:

K_2 – čvrstoća na pritisak referentnog uzorka visine h_0 i širine W_0 . Kada je $W = W_0$ i $h = h_0$, tada je $\sigma = K_2$.

Ova relacija važi za odnos $W/h \leq 5$, jer kad je $W/h > 10$ dolazi do loma krovinskog ili podinskog kontakta stuba. Koeficijenti α i β određuju se laboratorijskim ispitivanjem uzoraka različitih dimenzija.

Laboratorijska metoda procene čvrstoće na pritisak masiva

Osnovna postavka je da sa povećanjem zapremine uzorka raste broj mikropukotina, a čvrstoća na pritisak opada. Zakonitost ove promene određuje se ispitivanjem jednoaksijalne čvrstoće na pritisak uzoraka različitih dimenzija (npr. od 3 do 20 cm). Opšti oblik te zakonitosti je:

$$\sigma_1 = \sigma_0 (V_1/V_0)^{-a} \quad (3)$$

gde je:

σ_1 – čvrstoća uzorka na pritisak, dimenzija d_1 (masiv)

σ_0 – čvrstoća uzorka na pritisak, jednačine dimenzije
 a – parametar koji zavisi od vrste stene
 $V = V_1/V_0$ odnos zapremina uzorka dimenzije d_1 i jednačine.

Ispitivanja se mogu vršiti na uzorcima oblika cilindra ili prizme.

Primer

U tablici 1 dati su rezultati ispitivanja jednog broja uzoraka sa ciljem da se odredi empirički izraz za promenu čvrstoće sa promenom dimenzija uzorka. U toku ispitivanja zadržan je odnos $d/h = 2$.

Tablica 1

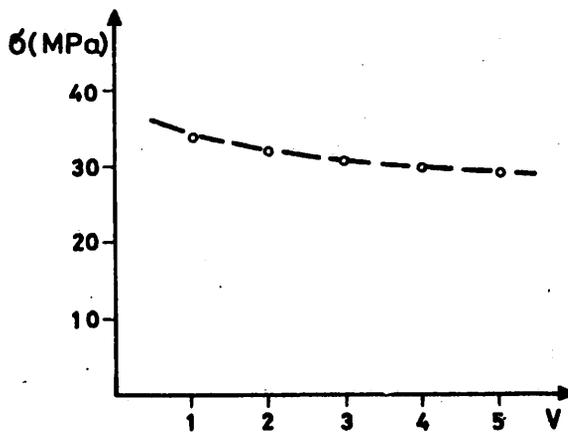
Br. opita	h (cm)	σ_c (MPa)	v (cm ³)	\bar{S} (MPa)
40	1,2	30,0	5,43	4,2
20	2,5	23,0	49,00	2,3
14	5,0	22,0	416,00	1,8
4	12,5	15,0	5193,00	2,4

Obradom ovih podataka na računaru korišćenjem stepene funkcije $Y = bX^m$ određeni su koeficijenti:

$b = \sigma_0 = 34$ MPa, $m = -a = -0,09$, koeficijent korelacije $r = -0,968$ tako da izraz koji daje čvrstoću masiva u funkciji zapremine uzorka glasi:

$$\sigma_M = \sigma_0 \cdot V^{-0,09} \quad (4)$$

Za $V = 1\text{m}^3$ normativna vrednost čvrstoće na pritisak je $\sigma_0 = 34$ MPa. Na slici 1 dat je grafički prikaz funkcije.



Kad se ispituju uzorci različitih dimenzija (prečnika i visine) funkcionalna veza se može izraziti oblikom:

$$\sigma_M = K_2 \cdot W^\beta h^\alpha \quad (5)$$

Obrada podataka ispitivanja može se izvršiti pomoću nelinearne regresije oblika:

$$Z = a \cdot X^{a_1} \cdot Y^{a_2} \quad (6)$$

i korišćenjem višestruke linearne regresije:

$$\ln Z = \ln a_0 + a_1 \ln X + a_2 \ln Y \quad (7)$$

gde su koeficijenti regresije: $\ln a_0, a_1, a_2$

Jedno takvo ispitivanje uzoraka uglja dalo je sledeću funkciju:

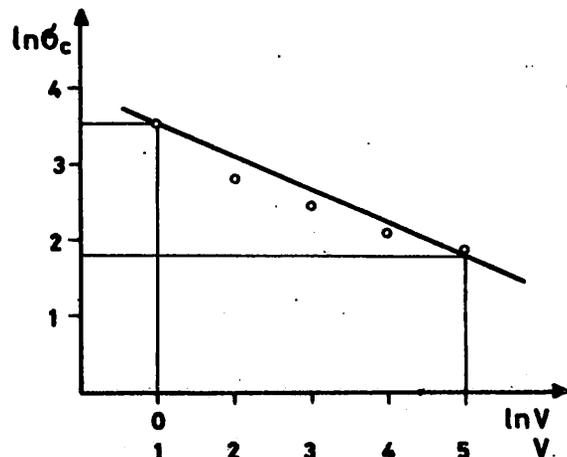
$$\sigma_M = 7.2 W^{0,46} \cdot h^{-0,66} \text{ (MPa)} \quad (8)$$

Za $W = h = 1$ m normativna čvrstoća masiva iznosi $\sigma_M = K_2 = 7,2$ MPa.

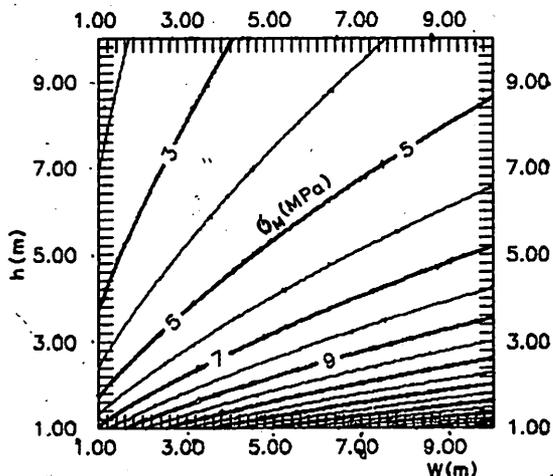
Na slici 2 data je grafička predstava ove relacije.

Procena čvrstoće masiva pomoću empiričkog zakona

U fazi istražnog bušenja, kada su za ispitivanja dostupna samo jezgra istražnih bušotina, za procenu čvrstoće masiva može se koristiti empirički zakon loma Hoeka i Browna, uz korišćenje geometričke klasifikacije stena po Bieniawskom.



Sl. 1 – Grafički prikaz promene čvrstoće sa zapreminom.



Sl. 2 – Čvrstoća masiva u funkciji W i h (jednačina 12).

Empirički kriterijum loma stenske mase bazira na rezultatima triakojalnih opita. Opšti oblik glasi:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m\sigma_c \sigma_3 + s\sigma_c^2} \quad (9)$$

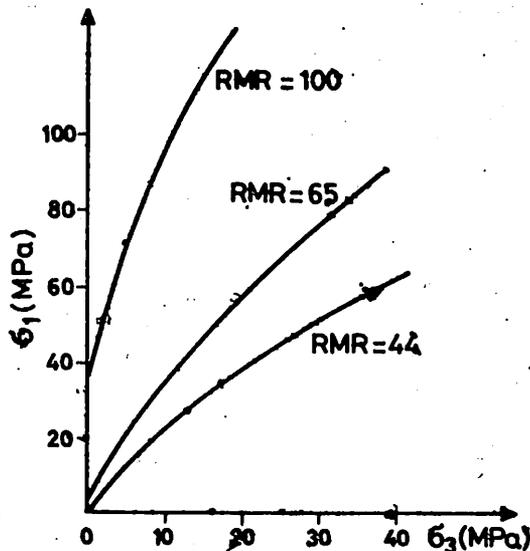
gde je:

- σ_c – čvrstoća na pritisak, MPa
- σ_3 – bočna komponenta napona, MPa
- s, m – konstante koje zavise od vrste i stepena ispucalosti. Za monolit $s = 1$.

Postupak određivanja čvrstoće masiva je sledeći:

- iz tablice geomehničke klasifikacije po Bieniawskom, a na osnovu mineraloško-petrografske analize (vrsta stene) i kvaliteta stene (RQD ili Q) određuju se RMR, konstante m i s, a time i empirička jednačina loma stenske mase
- jednoaksijalna čvrstoća monolita određuje se u laboratoriji
- za različite vrednosti σ_3 izračunavaju se vrednosti σ_1 i crta grafikona $\sigma_3 \div \sigma_1$, za jedan stepen ispucalosti stenskog masiva
- za različite stepene ispucalosti jedne iste stene (različita vrednost za RMR ili Q) određuju se odgovarajuće nove vrednosti m i s i izračunava novi niz vrednosti σ_1 i σ_3 (slika 3).
- kada je $\sigma_3 = 0$, tada je $\sigma_c = \sigma_1$ tj. jednak čvrstoći masiva za različite stepene ispucalosti stenske mase.

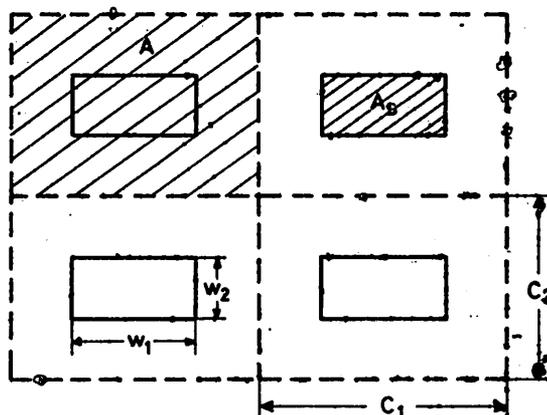
Ovaj postupak ima opravdanja kada geomehnička ispitivanja ne daju dovoljno podataka. Čvrstoća masiva određena na ovaj način uzima se kao čvrstoća stenskog masiva za proračun dimenzija stubova.



Sl. 3 – Opšti izgled grafikona $\sigma_1 \div \sigma_3$ za različite stepene ispucalosti.

Dimenzioniranje sigurnosnih stubova

Metodologija proračuna biće prikazana na dimenzioniranju stubova kvadratnog poprečnog preseka. Polazi se od postavke da stubovi nose cele opterećenje krovinskih stenskih masa (Turner, Ševjakov). Geometrijski odnosi dati su na slici 4.



Sl. 4 – Šema rasporeda stubova u planu.

gde je:

- A – ukupna površina, m^2
- A_0 – površina stuba, m^2
- A_0 – otkopana površina, m^2 ; $A_0 = A - A_1$

Za slučaj kvadratnih stubova $w_1 = w_2 = w$.

Ako se posmatra centralni deo ležišta, napon u stubu iznosi:

$$P_s = \rho \cdot g \cdot H(A/A_s) \text{ (kPa)} \quad (10)$$

(za $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ i $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$)

$$P_s \cong 25 \cdot H(A/A_s) \quad (11)$$

$$A = C_1 \cdot C_2 A_s = W_1 \cdot W_2$$

$$P_s = 25 \cdot H \frac{C_1 C_2}{W_1 W_2}; \sigma_M = K_2 W^\beta h^\alpha \quad (12)$$

$$F = \frac{\sigma_M}{P_s} \quad (13)$$

Kod kvadratnih stubova:

$$W_1 = W_2 = W, C_1 = C_2 = C, C = W + B$$

pa se dobija:

$$25 HF \frac{C^2}{W^2} = K_2 \frac{W^\beta}{h^\alpha} \quad (14)$$

odnosno za faktor sigurnosti

$$F = \frac{K_2 W^\beta \cdot W^2}{h^\alpha C^2 \cdot 25 \cdot H} = \frac{K_2 W^{2+\beta}}{25 \cdot H h^\alpha (W+B)^2} \quad (15)$$

Kod dimenzioniranja stubova obično postoje tri slučaja:

a) Određivanje faktora sigurnosti F kada su poznati B, H, W, h

$$Y = \frac{K_2 W^{2+\beta}}{25 \cdot H (W+B)^2} \quad (16)$$

$$F = \frac{Y}{h^\alpha} \quad (17)$$

b) Određivanje visine stuba h kada su poznati F, H, B, W

$$h = \left(\frac{Y}{F}\right)^{1/\alpha} \quad (18)$$

c) Određivanje širine stuba W.

U ovom slučaju se ne može dobiti direktno rešenje jednačine, već se mora primeniti metoda iteracije, tj.

$$W_{iM} = W_i + \Delta W_i$$

$$\Delta W_i = W_i \frac{(F/F_i) - 1}{(2 + \beta) - 2W_i/(W_i + B)} \quad (19)$$

gde je:

H – dubina, m

W – širina stuba, m

F – faktor sigurnosti

h – visina stuba, m

B – širina otkopa, m

F_i – faktor sigurnosti određen iz izraza (17) za dato W_i

ΔW_i – korekcija širine stuba posle i-te iteracije. Postupak iteracije se ponavlja sve dok korekcija ΔW ne postane manja od neke unapred zadate vrednosti (na primer 0,005 m).

Zaključak

U članku je izložen geomehnički pristup dimenzioniranju sigurnosnih stubova. Osnovna razmatranja su vezana za određivanje čvrstoće na pritisak stenskog masiva. Radi ilustracije dat je primer proračuna parametara kvadratnih sigurnosnih stubova kada su opterećeni težinom krovinskih masa do površine. Želja autora je bila da se ukaže na svu složenost rešavanja ovog problema, kao i mogući putevi za rešavanje. U raznim fazama projektovanja, a prema obimu geoloških i fizičko-mehaničkih podataka, može se izvršiti relativno pouzdano dimenzioniranje sigurnosnih stubova.

SUMMARY

A Geomechanics Approach to Design of Mine Pillars

The strength formulae are analysed. The calculation procedure for strength of massive based on the laboratory testing a specimens of different size and the Hoek-Brown empirical criterion are presented. A method for square mine pillars is given.

ZUSAMMENFASSUNG

Geomechanische Herantretung zur Dimensionierung der Sicherheitspfeiler

Im Artikel sind Gleichungen zur Bestimmung der Festigkeit von Steinen in Sicherheitspfeilern dargelegt. Es sind Beispiele zur Bestimmung der Festigkeit von Steinen auf Grund Laborversuchen von Proben verschiedener Dimension, sowie auch Nutzen vom empirischem Gesetz des Bruches nach Hoek und Brown gegeben. Es ist die Methode für die Dimensionierung quadratischer Pfeiler dargestellt.

РЕЗЮМЕ

Геомеханический подход определению размер предохранительных целиков

В статье сделан обзор уравнений для определения твёрдости массива предохранительных целиков. Даются примеры определения твёрдости массива на основе лабораторных исследований образцов различных размеров, как и пользование эмпирического закона Хоэка и Брауна о изломе. Демонстрируется метод для определения размеров предохранительных целиков формы квадрата.

Literatura

1. Bieniawski, Z. T., 1974: Geomechanics classification of rock masses and its application. Proc. Third Int. Congress Rock Mechanisc, Denver.
2. Hoek, E. and Brown, E. T., 1980: Empirical strength criterion for rock masses. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 106, No. GT9.
3. Grobbelaar, C. 1970: A theory for the strength of pillars, Voortrekkerpers Bpk, Johannesburg.
4. Budavari, S. 1983: Rock mechanics in mining practice, The South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg.
5. Afifi, A. and Azen, S., 1979: Statistical analysis a computer oriented approach, Academic Press, New York.
6. Coates, D., 1970: Rock mechanics principles, Mines Branch Monograph 874, Canada.
7. Hustrulid, W., 1976: A review of coal pillar strength formulas, Rock Mechanics, 8.

Autor: prof. dr inž. Petar Milanović, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
Recenzanti: dr inž. J. Bralić i dipl. inž. N. Jokić, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 26.12.1988, prihvaćen 23.1.1989.

EKSPERIMENTALNO PROUČAVANJE PROSTIRANJA NAPONSKIH TALASA U STENAMA — Standardni opit—

(sa 5 slika)

Jefto Bralić

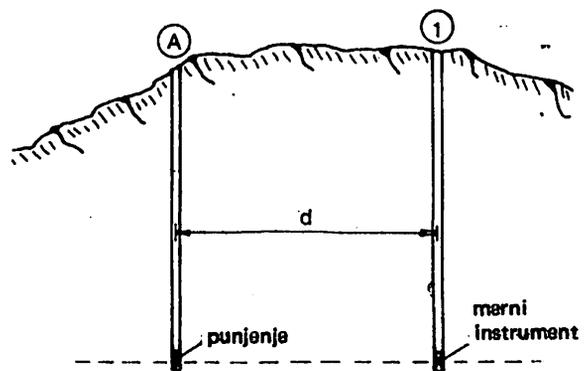
Sve efikasnija tehnologija izrade, a još više strateški ciljevi uslovljavaju da se značajan broj električnih centrala, vojnih fabrika, skladišta i skloništa grade kao podzemni objekti sa prvenstvenim ciljem da budu zaštićeni od napada i sredstava koja se pri tom koriste. U ovom slučaju ograničimo se na naponske talase stvorene eksplozijom hemijskih eksploziva na rastojanjima koja su relativno bliska centru iniciranja.

Treba imati u vidu činjenicu da se prostiranje naponskih talasa ne može proučavati na uzorcima stene u laboratorijskim uslovima, pošto takvi uzorci ne reprezentuju stenski masiv sa svim pukotinicama, uslojenošću i diskontinuitetima druge vrste. Prema tome, merenja se moraju vršiti na rastojanjima koja su dovoljno velika da obuhvate deo masiva, koji može biti reprezentativan za osobine čitavog masiva kao prenosnog medijuma.

Kako je cilj da se proučavaju naponski talasi koje su indukovala eksplozivna punjenja, sasvim je prirodno da se u opitima koristi eksploziv, pošto će se samo u tim uslovima rezultati opita moći primeniti za određene svrhe.

Najjednostavnija dispozicija opita data je na slici 1, gde su u steni izrađene dve bušotine. U

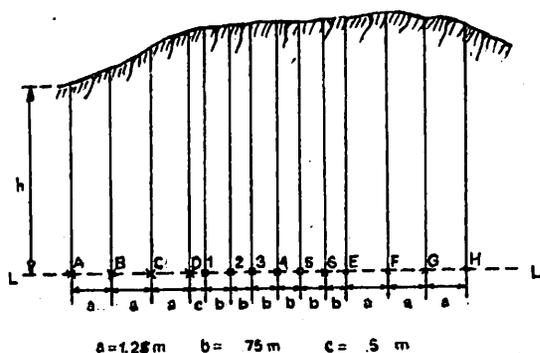
bušotinu A (na njenom dnu) smešteno je eksplozivno punjenje, a u bušotinu 1 ugrađen je prijemnik sa elementom za merenje. On može biti konstruisan na bazi elektrooptične merne trake (merenje lokalne deformacije u funkciji vremena) ili može biti merač ubrzanja, kojim se meri lokalno ubrzanje čestica u zavisnosti od vremena. Bušotina sa eksplozivnim punjenjem se zaliva betonom (u nekim slučajevima može biti i voda) da se obezbedi sferni talas. Posle aktiviranja eksplozivnog punjenja prijemnik će registrovati signal kao posledicu sfernog talasa, a nešto kasnije i signal talasa koji se odbio od površine. Prema tome, dubina bušotina u odnosu na njihovo međusobno rastojanje mora biti dovoljno velika, kako bi signal odbijenog talasa stigao posle primarnog signala sfernog talasa.



Sl. 1. — Osnovna šema opita.

Napomena: Istraživanja se vrše i uz učešće Republičke zajednice nauke Srbije.

Ako se osnovna šema proširi sa više prijemnih uređaja smeštenih u dodatne bušotine i poveća broj bušotina sa eksplozivnim punjenjem, dolazi se do šeme jednog stvarnog ispitivanja (nazvaćemo ga ispitivanjem ili opitom „A“) koja je data na slici 2. Bušotine A, B i sve do H koriste se za eksplozivna punjenja, a bušotine 1 do 6 za ugradnju prijemnika. Znači, moguće je da se dobije 48 signala merenih na različitim rastojanjima, što dalje omogućuje da se dobije eksperimentalna zavisnost deformacije, a samim tim i napona u odnosu na rastojanje. Da su umesto prijemnika za merenje deformacije ugrađeni merači ubrzanja, dobili bi smo krivu opadanja ubrzanja u zavisnosti od rastojanja.



Sl. 2 – Šema standardnog opita.

Pre razmatranja i analize rezultata opita treba se, unapred, pomiriti sa rasturanjem eksperimentalnih podataka. Prvi uzrok je sama priroda stenske mase koja se manifestuje kod svih vrsta opita, a drugi razlog je pojava sistematskih grešaka kao posledica nesavršenosti samog opita. Prvi izvor sistematskih grešaka je način indukovanja sfernog talasa. Nemoguće je postići da dva na oko identična eksplozivna punjenja indukuju u dve na oko identične bušotine iste vršne pritiske, s obzirom na lokalne razlike u steni u okolini punjenja, kao i razlike u samom procesu sagorevanja eksploziva.

Drugi izvor se nalazi u prijemnicima signala. Bez obzira na pažnju kod izrade bušotina, one imaju tendenciju zakošavanja, što se donekle ispravljaja pažljivim merenjem odstupanja od vertikalnosti; međutim, evidentno je da se položaj prijemnika ne određuje savršeno. Sa druge strane, prijemnici imaju strogo usmerenu osetljivost. Uprkos tome što se preduzimaju sve potrebne mere da bi se obezbedilo tačno dovođenje prijemnika u liniju sa prostiranjem talasa, ugrađivanje prijemnika predstavlja izvor netačnosti i koji se povećava za vreme cementiranja prijemnika. Znači, kod obrade

podataka moramo uneti popravne faktore: „faktor punjenja“ i „faktor prijemnika“.

Samo registrovanje signala vrši se, po pravilu, višekanalnim osciloskopima (po mogućnosti sa memorijom), a da bi se rizik od „gubljenja podataka“ sveo na minimum, poželjno je da se u sistem uključe i višekanalni magnetofoni.

Obrada podataka prikazaće se rezultatima opita „A“ datog na sl. 2. Korišćeno je 55 prijemnika*) na međusobnom rastojanju od $b \sim 0,75$ m i šest bušotina sa eksplozivnim punjenjima, čije je međusobno rastojanje iznosilo $\sim 1,25$ m. Minimalna dubina bušotina bila je 6 m, kako bi se izbegla interferencija od odbijenih talasa, a svako punjenje se sastojalo od 0,5 kg pentritnog voska.

Kod svakog snimljenog signala određena je maksimalna amplituda A_i koja u ovom slučaju meri jediničnu deformaciju, a srazmerna je naponu, jer je pre ugrađivanja prijemnik kalibrisan. Kako je poznat položaj prijemnika u odnosu na svako od eksplozivnih punjenja, rezultat opita predstavlja niz koordinata (d_i i A_i), gde d_i predstavlja stvarno odstojanje od punjenja, a A_i (kao što je ranije rečeno) maksimalnu amplitudu na tom rastojanju. Ovi podaci su dati u tablici 1 i uneti u dvostrukoj logaritamskoj razmeri na sl. 3. Iz tablice 1 isključeni su i nisu razmatrani rezultati sa rastojanjem manjim od 2,0 m, pošto se smatraju nepouzdanim. Razlog tome je što se kod uvođenja prijemnika u pravac sa smanjenjem rastojanja greška povećava.

Na sl. 3 uočava se da podaci ispoljavaju linearan odnos. Znači, međusobna zavisnost se izražava kao prava linija:

$$\ln A_i = \lambda \ln d_i + b \quad (1)$$

što ima potvrdu kako u teoretskim razmatranjima tako i kod praktičnih ispitivanja oscilovanja tla izazvanog eksplozijom.

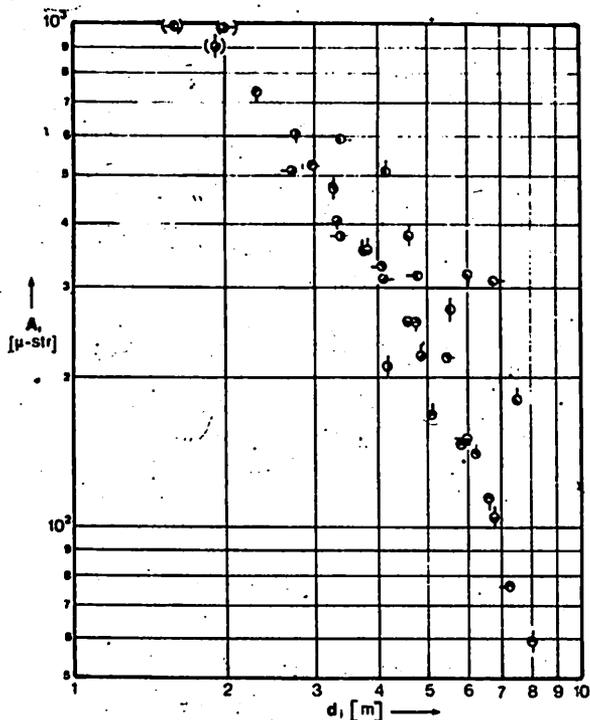
Ako se uzme da je:

$$x_i = \ln d_i ; y_i = \ln A_i \quad (2)$$

onda će prava liniji biti:

$$y = \lambda x + b \quad (3)$$

*) Prijemnik 1 nije korišćen, tako da je prijemnik 2 sa slike 2 dobio novi broj 1, broj 3 je dobio broj 2 itd.



Sl. 3 — Rezultati opita u Log/Log dijagramu.

a odstupanje v_i od nje može se izraziti za svaki sklop podataka kao:

$$v_i = y_i - \lambda x_i - b \quad (4)$$

Ranije je već naglašeno da je, bez obzira na činjenicu da su sva punjenja po svojoj masi bila ista, potrebno uvesti „faktor punjenja“ ($\beta_A, \beta_B, \dots, \beta_H$) za svako punjenje. Faktor punjenja treba da prilagodi razlike u ulaznom impulsu, a na slici 3 pokazane se kao vertikalno pomeranje tačaka za isti iznos od svake tačke jedne eksplozije. Prema tome, potrebno je da se vrednosti A_i zamene sa $\beta_A A_i, \beta_B B_i$ itd., pa se jednačina (4) zamenjuje sa:

$$v_i^{(A)} = y_i + \beta \ln A_i - \lambda x_i - b$$

$$v_i^{(B)} = y_i + \beta \ln B_i - \lambda x_i - b \quad (5)$$

i tako dalje.

Koeficijenti λ i b za pravu liniju kao i „faktori punjenja“ β_A, β_B itd. odrede se linearnom regresijom, prema tome je:

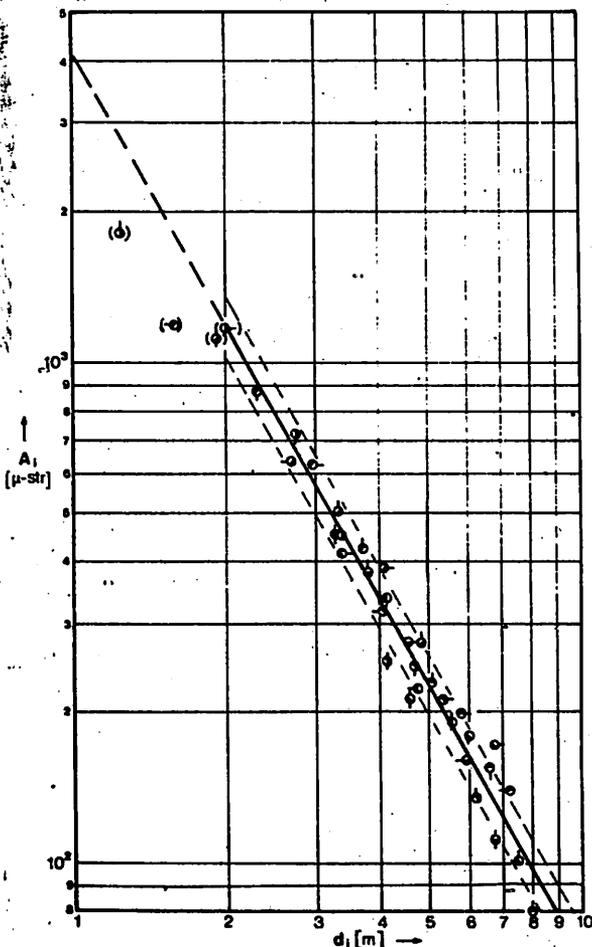
$$V = \sum_A (v_i^{(A)})^2 + \sum_B (v_i^{(B)})^2 + \dots \quad (6)$$

Da bi se odredile nepoznate veličine, uvode se uslovi:

$$\frac{\partial V}{\partial k} = 0, \frac{\partial V}{\partial b} = 0, \frac{\partial V}{\partial (\ln \beta_A)} = 0, \frac{\partial V}{\partial (\ln \beta_B)} = 0 \dots (7)$$

$$\ln \beta_A + \ln \beta_B + \dots + \ln \beta_H = 0 \quad (8)$$

Uslov (8) uslovljava „srednji vertikalni položaj“ svih punjenja pošto ni jedno ne sme da ima neku nad ostalim, a u isto vreme daje i poslednji uslov potreban za rešenje.



Sl. 4 — Podaci za opit „A“ ispravljeni faktorom punjenja i upoređeni sa pravom koja je dobijena proračunom.

Podaci iz opita „A“ podvrgnuti su već opisanom postupku, a rezultati prikazani na slici 4, na kojoj se primećuje da se svi podaci sa prijemnika br. 2 i 5 pojavljuju ispod prave koja determiniše zavisnost, pa izgleda kao da su skupljeni duž linije koja je paralelna sa njom. To ukazuje na činjenicu

da ova dva prijemnika pokazuju sistematska odstupanja. Ako ova dva prijemnika isključimo obradom podataka nalazimo da je:

$$\lambda = -1,7971, b = 8,32158 \quad (9)$$

Odstupanja od linije određene izrazom (9) sada se ispravljaju „faktorima prijemnika“ α_i koji se određuju za svaki prijemnik (misli se na prijemnike 2 i 5) tako da je srednje odstupanje jednako nuli. Na taj način dobijamo za „faktore prijemnika“:

$$\alpha_2 = 0,94, \alpha_5 = 1,17 \quad (10)$$

koji pokazuju sistematsko odstupanje od 6% odnosno 17% za navedena dva prijemnika. Sada se mogu ispraviti svi podaci, u skladu sa ovim podacima, koji su prikazani u tablici 1. Kod ovih ispravljenih podataka dobija se za:

$$\lambda = -1,7812, b = 8,30187 \quad (11)$$

kod standardnog odstupanja od:

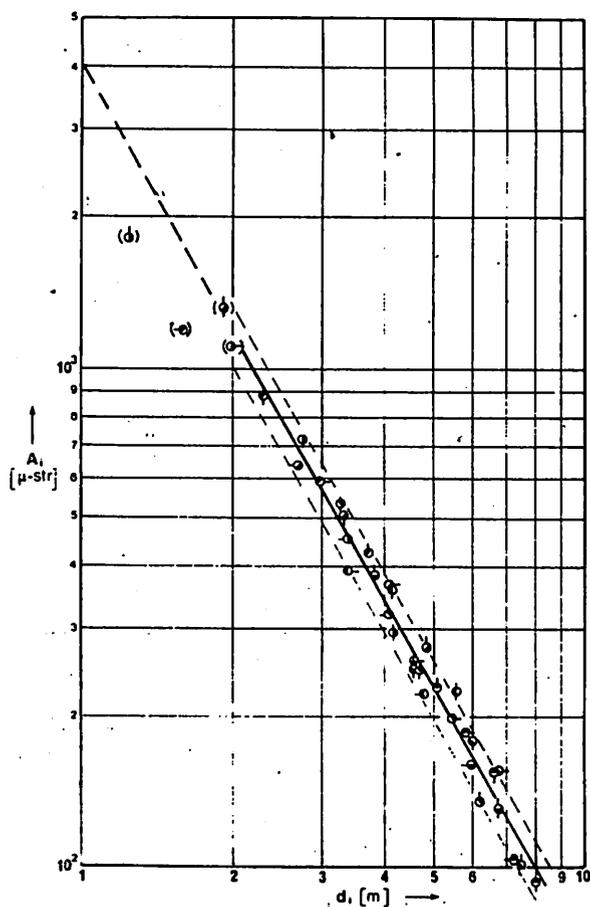
$$m = \pm 10,86\%$$

Konačan rezultat prikazan je na slici 5.

Podaci iz opita „A“

Tablica 1

Punjenja	Prijemnik	d_i (m)	A_i ($\eta \rightarrow$ def.)	Faktor punjenja	A_i korig.	Faktor prijemnika
A	1	5,08	168	1,35527	228	0,94
	2	5,83	147		187	
	3	6,59	114		165	
	4	7,22	76		103	
	5	8,00	59		94	1,17
B	1	3,82	356	1,07358	382	0,94
	2	4,57	257		259	
	3	5,33	—		—	
	4	5,96	150		161	
	5	6,74	104		131	1,17
C	1	2,63	—	0,70398	—	0,94
	2	3,38	590		390	
	3	4,14	509		358	
	4	4,77	316		222	
	5	5,55	272		224	1,17
D	1	(1,24)	(1510)	1,19842	(1810)	0,94
	2	(1,99)	(980)		(1104)	
	3	2,75	601		720	
	4	3,38	377		452	
	5	4,16	210		294	1,17
E	1	3,72	354	1,20081	425	0,94
	2	2,97	522		589	
	3	2,31	731		878	
	4	(1,58)	(988)		(1186)	
	5	(0,80)	—		—	1,17
F	1	4,84	220	1,25107	275	0,94
	2	4,09	311		366	
	3	3,33	404		505	
	4	2,70	510		638	
	5	(1,92)	(900)		(1317)	1,17
G	1	6,20	140	0,96657	135	0,94
	2	5,45	218		198	
	3	4,69	256		247	
	4	4,06	330		319	
	5	3,28	470		532	1,17
H	1	7,51	180	0,56046	101	0,94
	2	6,76	307		161	
	3	6,00	319		179	
	4	5,37	—		—	
	5	4,59	379		249	1,17



Sl. 5 — Rezultati opita „A” sa uključenim faktorom punjenja i prijemnika (konačan rezultat).

Uz ovo je potrebna i sledeća napomena:

- 1) da su odstupanja na nekima od prijemnika zaista sistematska, moraju imati isti red veličine bez obzira po kom putu ide talas, pa je neophodno da se opit izvede tako da se registruju nailazeći talasti sa dve strane, kako je to u opitu „A” i izvedeno.
- 2) snimci iz kojih su dobijeni podaci ne smeju pokazivati nikakve znakove o posebnim odstupanjima, ako se uporede sa sličnim snimcima drugih prijemnika.
- 3) faktor prijemnika mora veoma malo uticati na rezultat, bez obzira da li se uzimaju ili ne podaci

za koje se podrazumeva da ispoljavaju sistematsko odstupanje. U opisanom slučaju, upoređenjem rezultata iz (9) i (11), vidimo da su odstupanja neznatna.

Na kraju ovog članka, koji čitaoc treba da uputi u tok opita, njegove principe i obradu podataka dobijenih opitom, treba navesti još neke činjenice. Da bi se rezultati opita mogli koristiti u praktične svrhe potrebno je da se osigura jedinstven opit. Ovo se može obezbediti samo ako se na bar još jednoj lokaciji istog stenskog masiva opit ponovi. Podudaranje rezultata ispitivanja ili mala odstupanja potvrđuju da rezultati ispitivanja predstavljaju osnovu za praktičnu primenu.

Druga činjenica je da je opit vrlo skup, tako da pre njegovog izvođenja treba posebnim projektom detaljno razmotriti: izbor lokacija za pojedine serije, dubine bušotina, njihov prečnik, način bušenja i način kontrole vertikalnosti, količinu i vrstu eksploziva, način zalivanja bušotina u koje se smešta eksploziv, vrstu i broj prijemnika i način njihove ugradnje i na kraju, izbor opreme za registrovanje signala.

I na samom kraju stoji treća činjenica. Koliko je autoru članka poznato, opisani opit nije izvođen u našoj zemlji. Izuzetak čine preliminarna ispitivanja Rudarskog instituta i Vojnotehničkog instituta, oba iz Beograda, koja su (1978. god.), sa ograničenim brojem prijemnika (tri) i šest bušotina sa eksplozivom, imala prevashodan cilj: izbor prijemnika, izbor opreme za registrovanje signala, te rešavanje problema oko orijentacije prijemnika, njihove ugradnje, ugradnje eksploziva i dovođenja u fazu trenutka uključivanja registrujućih instrumenata sa trenutkom eksplozije. Ovim ispitivanjima rešeni su gotovo svi problemi koji se kod opita javljaju; međutim, dobijeni snimci nisu se mogli egzaktno koristiti, zbog izrazite heterogenosti stenskog masiva i malog broja pouzdanih podataka. Iz ovog razloga je opit prezentiran u članku preuzet iz literature.

Kako se dalje koriste rezultati dobijeni prikazanim opitom daće se u sledećim brojevima „Rudarskog glasnika”.

SUMMARY

Experimental Study of Stress Waves Propagation in Rocks — Standard Test

A description is given of the course of a standard test affording a functional correlation between the maximum deformation amplitude (particles stress or acceleration) of a rock and the path of a stress wave induced by classical explosive explosion. The correlation thus obtained supplies basic data necessary for practical solution of the problems of protection of underground object against nearby explosions caused by blasting operations.

ZUSAMMENFASSUNG

Experimentelle Erforschung der Ausdehnung von Spannungswellen in Steinen – Standardversuch

Es ist der Verlauf vom Standardversuch beschrieben, mit dem man eine funktionelle Abhängigkeit zwischen der maximalen Verformungsamplitude (der Spannung oder der Beschleunigung der Teilchen) vom Stein und dem Weg der Spannungswelle, der hervorgerufen ist durch Explosion mit klassischem Sprengstoff, bekommt. Mit den Versuchen bekommenen Abhängigkeit erhält man die grundsätzliche Daten welche für die praktische Lösung vom Schutz der Grubenbauen bei nahen Explosionen hervorgerufen durch Sprengarbeiten oder durch Angriffsmittel der klassischen Sprengladung notwendig sind.

РЕЗЮМЕ

Экспериментальное исследование простираения волн напряжений в горном массиве – стандартный опыт

Описывается ход стандартного опыта с помощью которого получают взаимозависимости максимальной амплитуды деформации /напряжения или ускорения частиц/ горного массива и пути перехода волны напряжения, которая возбуждена взрывом классического взрывчатого вещества. Зависимость получена опытом, дает основные данные, необходимые для решения, в практике, проблемы защиты подземных сооружений от близких взрывов вызванных работами на взрывании или средствами с классическим зарядом.

Literatura

1. Atcshison T. C., Pulgliese J. M., 1964: Comparative Studies of Explosives in Granite.
2. Persen L. N., 1975: Dinamics and Geophysical Exploration.
3. Sachs D. C., Swift L.M., 1959: Operation Teapot. – Underground Explosion Effects.
4. Metodologija izvođenja standardnog opita. – Rudarski institut i Vojnotehnički institut, Beograd, 1978.

Autor: dr inž. Jefto Bralić, viši naučni saradnik, Beograd
Recenzent: dr inž. R. Obradović, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 15.12.1988, prihvaćen 23.1.1989.

KARAKTERISTIKE EKSPLOATACIJE NISKOPROCENTNIH METALIČNIH LEŽIŠTA I PRINCIP I USAVRŠAVANJA PROIZVODNIH PROCESA

(sa 6 slika)

Dragan Pavlović – Vidosava Obradović

Uvod

U metaličnim ležištima poslednjih godina dolazi do konstantnog opadanja sadržaja metala, što je posledica otkopavanja ležišta na sve većim dubinama. Osim opadanja sadržaja metala pogoršavaju se i rudarsko-tehnički uslovi eksploatacije. Posebno je izražen problem obezbeđenja sigurnih uslova rada na koje utiču povećani jamski pritisak, visoka temperatura i povećane količine jamske vode. Pored toga, sa silaskom radova u dubinu javlja se i problem povećanja troškova proizvodnje odnosno njene rentabilnosti.

U takvim uslovima proizvodnja niskoprocenitnih ruda može biti rentabilna ako se poveća obim proizvodnje, pri čemu se mora težiti smanjenju troškova proizvodnje i usavršavanju proizvodnih procesa.

Iskorišćenje rude i kapacitet proizvodnje

Iskorišćenje rude u niskoprocenitnim ležištima direktno zavisi od dozvoljenog osiromašenja, odnosno donje granice sadržaja metala u ulazu u postrojenje za preradu, kao i od graničnih troškova proizvodnje i prerade jedne tone rude.

Radi ilustracije uzima se za primer rudnik čiji je kapacitet proizvodnje Q , a sadržaj metala po jednoj toni rude q . U drugom slučaju, sadržaj metala po jednoj toni rude opada na $q - dq$, a kapacitet proizvodnje se povećava sa Q na $Q + dQ$

	I	II	
– ukupna proizvodnja	Q	$Q + dQ$	(t)
– ukupna količina metala po 1 t rude	q	$q - dq$	kg/t
– troškovi po toni ukupne proizvodnje	T	$T + dT$	din/t
– prodajna cena metala	P	P	din/kg
– prihod	C	$C + dC$	din

U prvom slučaju prihod C je:

$$C = P \times Q \times q - T \times Q \quad (1)$$

U drugom slučaju prihod je uvećan za višak dC , pa je:

$$C + dC = dQ (P \times q - P \times dq - T - dT) + Q (P \times q - P \times dq - T - dT) \quad (2)$$

Oduzimanjem jednačina (1) i (2) dobija se vrednost viška prihoda koja iznosi:

$$dC = dQ (P \times q - P \times dq - T - dT) - Q (P \times dq + dT)$$

Granični uslovi dobijaju se u slučaju kad je $dC = 0$, tako da se mogu odrediti minimalni parametri rentabilnosti otkopavanja u zavisnosti od dT i dq .

Povećanje proizvodnje, odnosno količine rude po 1 t metala dato je kroz primer rude sa sadržajem metala m_1 i m_2 , pri čemu je $m_1 > m_2$.

Količina prerađene rude za 1 t metala iznosi:

$$Q_1 = \frac{m_k}{m_1 \cdot K_{im}} \quad (t)$$

$$Q_2 = \frac{m_k}{m_2 \cdot K_{im}''} \quad (t)$$

gde su:

m_k — sadržaj metala u koncentratu, %

m_1 i m_2 — sadržaj metala u rudi, %

K_1 i K_2 — koeficijenti iskorišćenja metala pri obogaćivanju

Razlika između Q_2 i Q_1 daje dodatnu količinu rovne rude koju je potrebno preraditi da bi proizvodnja metala bila kao u slučaju sadržaja m_1 .

Razlika u proizvodnji iznosi:

$$dQ = Q_2 - Q_1 = \frac{m_k (m_1 K_1 - m_2 K_2)}{m_1 K_1 \times m_2 K_2} \quad (t)$$

Pri otkopavanju rude po istoj metodi otkopavanja, troškovi po 1 toni rovne rude ostaju konstantni za pripremu, podgrađivanje, bušenje i miniranje, dok se menjaju troškovi transporta i izvoza i troškovi prerade.

Razlika u ceni po 1 t metala, usled smanjenja sadržaja metala sa m_1 na m_2 , iznosi:

$$C_m = dQ \cdot (T_u + T_t + T_p) + (dT_p + V_m) Q_2$$

gde su:

T_u — troškovi utovara i transporta na otkopu, din/t

T_t — troškovi transporta na horizontima i izvoza rude, din/t

T_p — troškovi prerade u postrojenjima za PMS, din/t

dT_p — povećani troškovi prerade po 1 toni rude, din/t

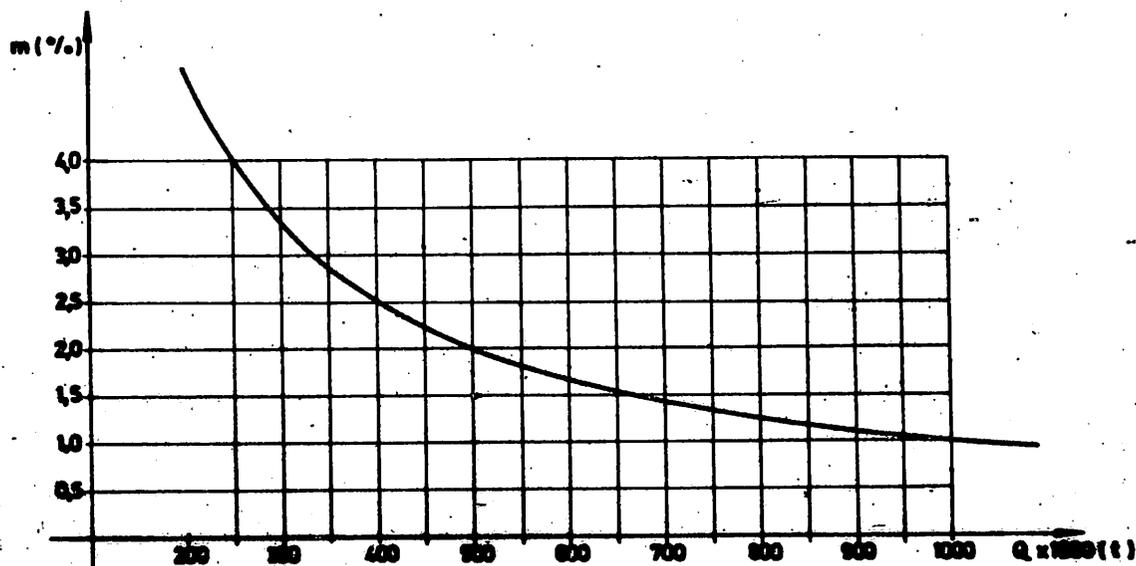
V_m — vrednost izgubljenog metala po 1 toni rude usled povećanog sadržaja jalovine, din/t

Na osnovu prethodnih obrazaca izrađeni su dijagrami na sl. 1 i 2. Dijagram na sl. 1 izrađen je za proizvodnju 10.000 t metala, ali isto tako može se izraditi i za bilo koji kapacitet, odnosno za planiranu proizvodnju bilo kog rudnika.

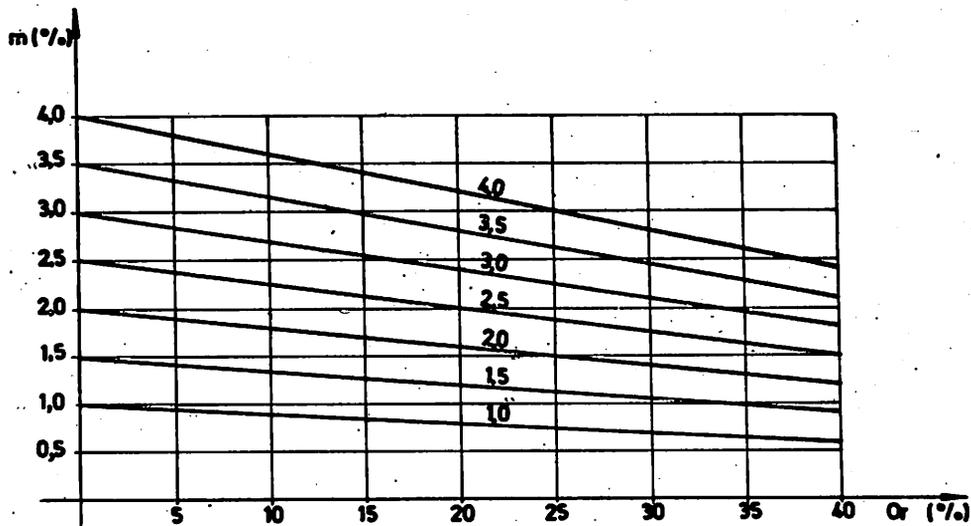
Prethodna analiza pokazuje da eksploatacija niskoprocentnih ruda može biti rentabilna uz povećanje obima proizvodnje pri čemu se mora težiti smanjenju troškova pripreme, otkopavanja, transporta i izvoza, odnosno optimizaciji ovih operacija primenom savremene mehanizacije.

Principi usavršavanja proizvodnih procesa

Usavršavanje proizvodnih procesa otkopavanja metalčnih ležišta bazira na usavršavanju i optimizaciji tehnoloških faktora otkopavanja, kao i modifikovanju i usavršavanju metoda otkopavanja.



Sl. 1 — Dijagram povećanja proizvodnje rovne rude za dobijanje 10.000 t metala u funkciji sadržaja metala.



Sl. 2 — Dijagram opadanja sadržaja metala u funkciji osiromašenja rude.

Usavršavanje proizvodnih procesa obuhvata:

- usavršavanje metoda otkopavanja za postizanje većih kapaciteta proizvodnje
- primenu ciklične tehnologije pri eksploataciji ležišta
- usavršavanje kadrova svih profila za primenu nove mehanizacije i novih tehničko-tehnoloških parametara otkopavanja,
- primenu savremene mehanizacije za otkopavanje.

Metode otkopavanja

Eksploatacija niskoprocenčnih ruda direktno je uticala na razvoj metoda otkopavanja koje omogućavaju velike kapacitete proizvodnje i produktivnosti rada, povećanje koeficijenta iskorišćenja i smanjenje osiromašenja rude.

Među metodama koje su pretrpele najveće izmene i modifikacije su komorno—stubne metode i metode podetažnog otkopavanja sa otvorenim otkopima, metode podetažnog i metode blokovskog zarušavanja. Usavršavanje ovih metoda imalo je za cilj pojednostavljenje pripreme. Za strma ležišta je bilo karakteristično veće učešće vertikalnih prostorija, dok se danas više koristi izrada kosih prostorija — rampi, koje su uslov za efikasnu primenu samohodne opreme.

Posebne izmene pretrpeo je sistem utovara rude na horizontima. Povećanje pouzdanosti utovara, odnosno eliminisanje zastoja usled zaglavlja

rude, postignuto je izbacivanjem pneumatskih i hidrauličnih zatvarača na sipkama. Točište se izrađuje u obliku hodnika (tranšeja) u koji pada oborena ruda, a utovar u vagone ili kamione se obavlja pomoću šinskih ili dizel utovarnih lopata.

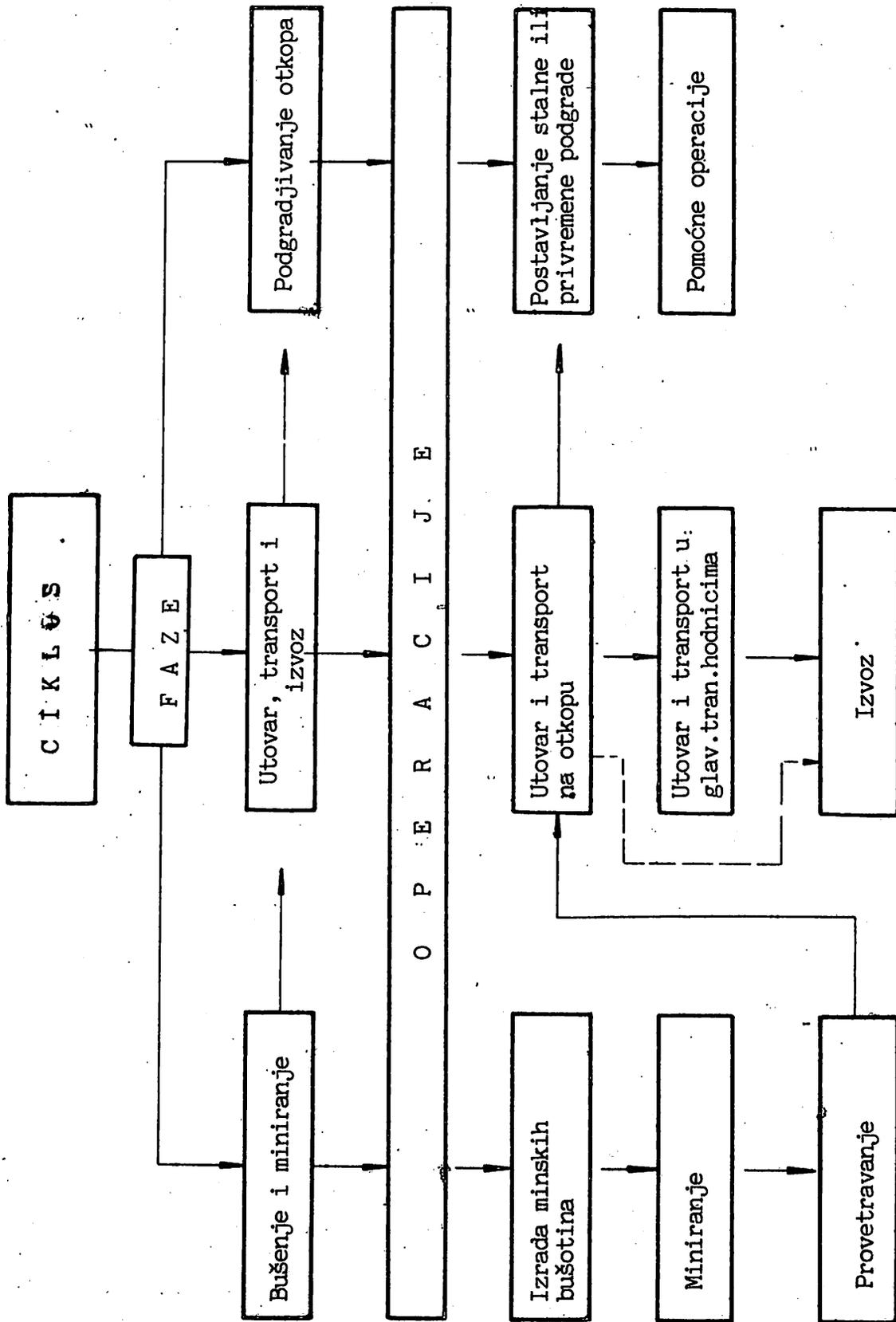
Dalje usavršavanje metoda otkopavanja treba da se odvija kroz:

- povećanje koncentracije proizvodnje, što podrazumeva rad na dva ili više otkopa uz pripremu narednih za otkopavanje
- pojednostavljenje pripreme i smanjenje dužine transportnih puteva
- smanjenje koeficijenta pripreme— povećanje koeficijenta iskorišćenja rude u ležištu
- smanjenje koeficijenta osiromašenja rude
- usavršavanje metoda sekundarnog otkopavanja sigurnosnih stubova i ploča i
- povećanje sigurnosti rudnika, s obzirom na povećanje dubine eksploatacije, usavršavanjem podgrađivanja i sprečavanjem gorskih udara.

Specifičnosti izrade pripremnih objekata

Primena savremene mehanizacije u rudnicima zahteva izradu transportnih puteva kojima se obezbeđuje pristup opreme do otkopa. Zbog toga se izrađuju servisno—transportni hodnici, servisno—transportni uskopi i servisno—transportne rampe.

Dimenzije poprečnog preseka ovih prostorija uslovljene su gabaritima opreme i potrebama ventilacije u skladu sa tehničkim propisima i standardima.



Sl. 3 — Šema faza i radnih operacija jednog tehnološkog ciklusa.

Specifičnosti izrade pripremnih prostorija posebno su izražene kod strmih i vrlo strmih ležišta, gde oprema mora da se premešta sa otkopa na otkop koji su raspoređeni jedan iznad drugog. U tom slučaju vrši se izrada servisno—transportnih uskopa i servisno—transportnih rampi.

U prvom slučaju oprema se spušta ili podiže u delimično ili potpuno rasklopljenom stanju, što je u današnjim uslovima neracionalno zbog konstruktivnih rešenja opreme.

Drugo, povoljnije rešenje predstavlja izrada servisno—transportnih rampi čiji nagib zavisi od tehničkih karakteristika opreme, ali treba težiti da bude u granicama koje su propisali proizvođači opreme. Poznato je da dizel oprema na usponima trpi znatna opterećenja, što se direktno odnosi na vek trajanja motora i prenosnika. Samim tim, učestalost tehničkih pregleda i servisiranja se rapidno povećava, što direktno utiče na troškove održavanja i broj jedinica opreme u rezervi.

Primena ciklične tehnologije

Primena ciklične tehnologije predstavlja osnovni uslov za izvođenje otkopavanja na više otkopa jednog ležišta sa aspekta postizanja velikog kapaciteta proizvodnje i maksimalnog iskorišćenja mehanizacije.

Kod primene ciklične tehnologije otkopavanje rudnih ležišta, s obzirom na njihove fizičko—mehaničke osobine, obavlja se isključivo bušenjem i miniranjem radne sredine.

Otkopavanje rude po tehnologiji bušačko—minerskih radova obavlja se po ciklusima koji se sukcesivno ponavljaju. Tehnološki ciklus je sastavljen od faza rada koje su podeljene na radne operacije. Ciklus se sastoji od sledećih faza:

- bušenje i miniranje
- utovar i transport
- podgrađivanje
- pomoćne operacije.

Svaka od ovih faza tehnološkog ciklusa podeljena je na radne operacije koje se nadovezuju jedna na drugu:

Bušenje i miniranje:

- izrada minskih bušotina
- punjenje i miniranje
- provetravanje.

Utovar, transport i odvoz:

- utovar i transport na otkopu
- utovar i transport u glavnim izvoznim hodnicima
- izvoz rude ili jalovine na površinu.

Podgrađivanje otkopa:

- postavljanje stalne ili privremene podgrade

Pomoćne operacije:

- produžavanje cevovoda, koloseka i sl.
- sekundarno miniranje
- servisiranje opreme.

Na slici 3 prikazana je šema faza i radnih operacija jednog tehnološkog ciklusa.

Ciklična tehnologija je zastupljena pri eksploataciji svih metalčnih ležišta, a primenjuje se kod metoda otkopavanja gde se otkopavanje izvodi bušačko—minerskim radovima.

Ciklična tehnologija otkopavanja je vezana za pripreme radove i za otkopavanje rude i to tako, što svaka tehnološka jedinica objedinjava sve faze i operacije jednog ciklusa.

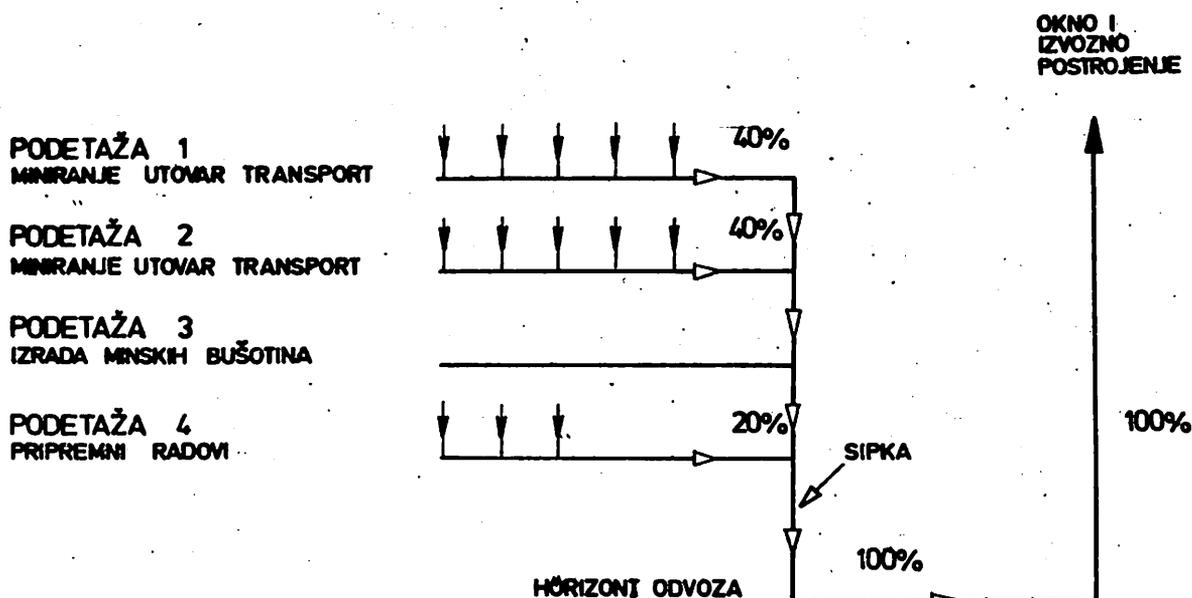
Ova osobina, odnosno kvalitet ciklične tehnologije, omogućava stepenasto pomeranje radnih operacija. To se prvenstveno odnosi na ležišta kod kojih se ruda otkopava na dva ili više otkopa, a istovremeno se vrši priprema sledećih otkopa.

Razvojem mehanizacije, posebno opreme za bušenje, utovar i transport, stvorene su mogućnosti da jedna mašina opslužuje više radilišta. Tako, dok se na jednom otkopu vrši izrada minskih bušotina, na drugom se vrši utovar i transport i obrnuto.

Ovakvom organizacijom rada maksimalni rezultati postižu se kod visokoproduktivnih metoda otkopavanja, uz maksimalno iskorišćenje opreme.

Na slici 4 prikazan je primer ciklične tehnologije kod metode podetažnog otkopavanja i šema kretanja rude — transporta.

Iz prethodne dve šeme se vidi da se transport u glavnim izvoznim hodnicima i izvoz obavljaju nezavisno od ostalih operacija. Ovaj slučaj postoji kod kombinovanog transporta i kada se ruda izvozi kroz izvozna okna skipovima ili koševima. U tom



Sl. 4 — Šema kretanja rude kod metode podetažnog otkopavanja.

slučaju utovar i transport na otkopima, ne zavise od izvoza.

Drugi je slučaj kada je ležište otvoreno rampom, što je sadašnja tendencija usavršavanja metode otkopavanja prouzrokovana usavršavanjem jamskog, kamionskog transporta. Tada se ruda direktno sa otkopa utovaruje u kamione i kroz rampe izvozi napolje.

Primena savremene mehanizacije za otkopavanje

Povećanje proizvodnje rovne rude uslovljeno je primenom savremene mehanizacije u svim fazama jednog tehnološkog ciklusa. To podrazumeva primenu visokoproduktivne opreme za bušenje, miniranje, transport, odvoz i podgrađivanje.

Bušenje i miniranje

Usavršavanje faza bušenja i miniranja uslovljeno je primenom pokretnih bušaćih kola sa jednom ili više bušaćih grana, zavisno od potrebnog kapaciteta bušenja i iste namene.

Uvođenje elektro—hidraulične opreme ima za posledicu povećanje kapaciteta bušenja i znatne uštede u energiji.

Ušteta u energiji najjednostavnije će se predstaviti pomoću koeficijenta korisnog dejstva pneumatskog i elektro—hidrauličnog bušaćeg čekića.

Teorijski koeficijent korisnog dejstva celokupnog sistema motor—kompresor—čekić iznosi od 0,03 do 0,054; međutim, u jamskim uslovima on je 0,015—0,02. Proizlazi da su gubici na prenos i transformisanje energije 98—98,5%, a da se samo 1,5—2% energije utroši na koristan rad; Specifična potrošnja električne energije za 1 m³ bušotine pri $\sigma_c = 120 - 160 \text{ MPa}$ iznosi oko 6—7 kWh.

Ukupni koeficijent korisnog dejstva elektro—hidrauličnog bušaćeg čekića za iste radne uslove iznosi od 0,34 do 0,46, što zavisi od konstrukcije hidrauličnog agregata. Potrošnja elektro—energije po 1 m³ bušotine iznosi 0,6—0,7 kWh, što znači da je potrošnja 10 puta manja od potrošnje kod pneumatskog čekića.

Radna operacija punjenja minskih bušotina ima direktan uticaj na uštedu u vremenu. S obzirom da se radi o minskih bušotinama velike dužine i prečnika, a kod lepeza minskih bušotina i o veoma nepovoljnim uslovima za ručno punjenje, ova operacija mora biti mehanizovana.

Mehanizovanjem procesa miniranja i boljom organizacijom može se u jednoj smeni izvršiti obaranje na dva fronta, a za vreme utovara i transporta u drugoj smeni vršiti bušenje i miniranje na još dva fronta otkopavanja (slika 5 i 6).

Tako se radni ciklus zatvara na svake dve smene, postiže bolje iskorišćenje opreme i povećava kapacitet proizvodnje.

SMENA	OTKOP 1	OTKOP 2	OTKOP 3
I	UTOVAR	BUŠENJE	MINIRANJE
II	BUŠENJE	MINIRANJE	UTOVAR
I	MINIRANJE	UTOVAR	BUŠENJE
II	UTOVAR	BUŠENJE	MINIRANJE
I	BUŠENJE	MINIRANJE	UTOVAR
II	MINIRANJE	UTOVAR	BUŠENJE

Sl. 5 — Raspored radnih operacija pri ručnom punjenju minskih bušotina.

SMENA	OTKOP 1	OTKOP 2	OTKOP 3
I	UTOVAR	BUŠENJE I MINIRANJE	UTOVAR
II	BUŠENJE I MINIRANJE	UTOVAR	BUŠENJE I MINIRANJE
I	UTOVAR	BUŠENJE I MINIRANJE	UTOVAR
II	BUŠENJE I MINIRANJE	UTOVAR	BUŠENJE I MINIRANJE
I	UTOVAR	BUŠENJE I MINIRANJE	UTOVAR
II	BUŠENJE I MINIRANJE	UTOVAR	BUŠENJE I MINIRANJE

Sl. 6 — Raspored radnih operacija pri mehanizovanom punjenju minskih bušotina.

Napomena: — paljenje mina obavlja se na kraju smene; III smena je neproduktivna.

Utovar i transport

Povećanje kapaciteta proizvodnje zahteva uvođenje visokoproduktivne opreme za utovar i trans-

port, odnosno zamenu pneumatskih utovarača samohodnom dizel ili električnom opremom.

Optimalni rezultati na dužinama od 200 m postižu se pomoću utovarno—transportnih mašina

na elektro ili dizel pogon, čija je zapremina kašike najčešće 2—5 m³.

Na rastojanju preko 200 m najbolji rezultati postižu se pomoću jamskih kamiona.

Izmenom načina istakanja rude u glavnim izvoznim hodnicima, izbacivanjem zatvarača na sipkama i izradom utovarno—istovarnih hodnika, uvode se za punjenje vagona elektro—hidraulične šinske utovarne lopate, čime se znatno povećava kapacitet i pouzdanost utovara.

Podgrađivanje

Da bi se povećala sigurnost rada na velikim dubinama usavršena je i primenjuje se oprema za ankerisanje, tako da se ova operacija izvodi potpuno automatizovano. Zbog toga su konstruisani novi tipovi ankeri koji se fiksiraju smolama i frikcionim ankeri (Split—set System) koji su veoma jednostavni za montažu, a daju dobre rezultate u podgrađivanju. U rudnicima Finske, SAD, Kanade i kod nas (rudnik urana Žirovski Vrh) primenjuje se novi sistem ankerisanja užetnim ankerima (Cable Bolt System), koji je veoma uspešan kod ankerisanja na većim dubinama. Za postavljanje ovih ankeri koriste se specijalne samohodne mašine

koje u već izrađene bušotine ubacuju i cementiraju užetne ankere.

Zaključak

Konstantno opadanje sadržaja metala u metalničnim ležištima poslednjih godina javlja se kao posledica otkopavanja plićih i bogatijih delova ležišta; a sa silaskom u dubinu sadržaj metala opada zbog nepovoljnih rudarsko—tehničkih uslova eksploatacije.

U takvim uslovima proizvodnja niskoprocentnih ruda može biti rentabilna samo ako se poveća njen obim, smanje troškovi i usavrše proizvodni procesi, tj:

- usavršavanjem metoda otkopavanja i izučavanjem mogućnosti za primenu metoda sa zarušavanjem
- primenom ciklične tehnologije pri otkopavanju ležišta
- primenom savremene mehanizacije za otkopavanje uvođenjem elektro—hidraulične opreme za bušenje i samohodne dizel opreme za utovar i transport
- iznalaženjem mogućnosti i metoda za sekundarno otkopavanje sigurnosnih stubova i ploča.

SUMMARY

Properties of Low Grade Metallic Deposits Mining and Principles of Production Processes Improvement

In metallic deposits, particularly those of non—ferrous metals, mined by underground methods the metal content is ever decreasing. On the other hand, mining is performed in increasing depths under unfavorable mining, technical and economic operating conditions.

The paper deals with the properties of mining low grade deposits and principles for improvement of operating processes with the aim of increasing the outputs and work productivity in line with operating costs reduction.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Charakteristik der Gewinnung minderprozentigen metallischen Lagerstätten und Grundsatz der Fortbildung von Produktionsprozessen

Bei Erzlagerstätten, besonders der Ne—Metallen, die man im Tiefbau gewinnt, kommt es zu einer konstanten Gehaltsverminderung vom Metall. Andererseits, die Gewinnung wird in immer grösseren Tiefen und ungünstigeren montan—technischen und ökonomischen Bedingungen durchgeführt.

Im Artikel sind die Charakteristiken der Gewinnung minderprozentigen Erzlagerstätten und die Grundsätze der Fortbildung von Produktionsprozessen mit dem Ziel der Erhöhung von Förderleistung und Arbeitsproduktivität bei Verminderung der Betriebskosten dargelegt.

РЕЗЮМЕ

Характеристики эксплуатации низкокачественных месторождений металлов и принципы совершенствования производственных процессов

На месторождениях металлов, особенно цветных металлов, эксплуатация которых выполняется подземным способом, происходит до непрерывного снижения содержания металлов. С другой стороны эксплуатация выполняется на более великих глубинах с более неблагоприятными горно-техническими и экономическими условиями эксплуатации.

В статье обработаны характеристики эксплуатации низкокачественных месторождений и принципы совершенствования производственных процессов с целью повышения производственной мощности и производительности труда при одновременном снижении производственных расходов.

Literatura

1. Istraživanja na razvoju tehnologije dobijanja rude obojenih metala. — Rudarski institut, 1988, Beograd.
2. Međunarodni simpozijum o podetažnom zarušavanju. — Zbornik radova, 1972, Stokholm.
3. V jugoslovenski simpozijum o podzemnoj eksploataciji. — Zbornik radova, 1986, Ljubljana.

Autori: dipl.inž. Dragan Pavlović i Vidosava Obradović, rud. tehn., Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dipl.inž.V.Kačunković, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 27.12.1988, prihvaćen 23.1.1989.

UTICAJ ZAGAĐIVAČA NA MIKROFLORU U VODI REKE SAVE

Ljiljana Lazić

Uvod

Predmet naših trogodišnjih istraživanja predstavljala je reka Sava na delu toka od ulaska u SR Srbiju do ušća u Dunav. Ukupna dužina toka ove reke iznosi oko 940 km. Dužina toka u SR Srbiji iznosi oko 200 km od mesta Jamena do Beograda.

Najznačajnije pritoke Save u donjem delu su Drina, Bosut i Kolubara.

Na proučavanom slivnom području zastupljene su praktično sve privredne grane, pa je poreklo otpadnih voda veoma različito. Najviše su zastupljene otpadne vode iz industrije celuloze i papira, prerade drveta, hemijske, tekstilne, prehrambene, metaloprerađivačke industrije i drugih.

Među značajne zagađivače na ovom delu sliva Save su: „Prva iskra“ — Barič, kolubarski rudarsko—industrijski kompleks, Valjevo sa svojom privredom, termoelektrane kod Obrenovca, Šabac sa industrijskim gigantom „Zorka“ i prehrambenom industrijom.

Pored navedenih, ima dosta zagađivača u široj zoni, zatim sa obradivih površina (unose se pesticidi), koji takođe utiču na kvalitet vode recipijenta. Ovakvo stanje ne popravljaju ni pritoke, jer i one donose vodu opterećenu zagađenjem.

Napomena: Istraživanja se vrše uz učešće Republičke zajednice nauke Srbije.

Sa porastom obima zagađenosti i pojavom ekscenih zagađenja od pre dvadesetak godina pa do danas počinje da se obraća veća pažnja kvalitetu reke Save. Tako, pored detaljnijih fizičko-hemijskih istraživanja, počinju intenzivnija biološka istraživanja. Najzapaženiji radovi iz oblasti limnološkog i mikrobiološkog proučavanja Save su radovi Matoničkina, Pavletića, Habdije, Stilinovića (1969; 1970), Obuškovića, Kalafraćića i drugih. Vrlo obimna istraživanja na celom toku Save obavili su saradnici Instituta za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ iz Beograda, istražujući hidrodinamiku reke, fizičko-hemijske i samoprečišćavajuće karakteristike vodotoka. Niz istraživača, posebno iz Zagreba, proučavao je uticaj teških metala na vodeni ekosistem, a u periodu od 1973. do 1978. godine proučavan je uticaj deterdženata na zagađenost Save (Miklićin, R. i dr. 1979.). Pored ovih radova, od 1965. godine su uvedena i stalna osmatranja republičkih hidrometeoroloških službi. A u periodu od 1986. do 1988. godine obavljena su već pomenuta obimna multidisciplinarna istraživanja o stanju zagađenosti reke Save na teritoriji SR Srbije. Navedena istraživanja finansirala je Republička zajednica nauke Srbije u okviru projekta „Istraživanje zagađivanja površinskih i podzemnih voda, rečnih sistema i mere zaštite“.

U sklopu ovih kompleksnih limnoloških istraživanja Rudarski institut je obrađivao mikrobiološku komponentu. Cilj istraživanja je bio da se prati uticaj brojnih zagađenja na kvalitativni i kvantitativni sastav pojedinih grupa bakterija, koje imaju značajnu ulogu u procesu degradacije organskih biorazgradivih materija.

Materijal i metoda rada

Ispitivani materijal je voda proučavanih reka.

Uzorcima vode uzimani su sa čamca, sterilnim bocama, 10–15 cm ispod površine vode, na poprečnim profilima sa tri tačke: pri levoj i desnoj obali i u sredini toka reke.

U uzetom materijalu ispitivana je brojnost prisutnih mikroorganizama i to: ukupan broj svih mikroorganizama, kao i ukupan broj nekih fizioloških grupa mikroorganizama: amonifikatori, proteoliti, fosfofikatori i fosfomobilizatori. Za ukupan broj i amonifikatore pravljeni su razređenja i korišćene uobičajene odgajivačke metode. Za ostale grupe bakterija korišćene su određene selektivne podloge u zavisnosti od njihovih fizioloških svojstava (Vinogradski, 1952, Ocevski, 1966).

Uzorcima za sva hidrobiološka ispitivanja uzimani su u isto vreme i sa istih lokaliteta, i to u periodu malih voda, tj. u jesenjem periodu.

Izbor mesta za uzimanje uzoraka za ispitivanje menjao se prema opštem programu, kao i na osnovu prethodnih istraživanja.

U prvoj istraživačkoj godini naša istraživanja su bila usmerena na osnovni tok reke Save, gde je odabrano pet karakterističnih profila: kod Jame, ispod ušća Bosuta, iznad TE „Nikola Tesla–B”, kod Ostružnice i pre ušća u Dunav. U drugoj godini ova istraživanja su proširena na najznačajnije pritoke: Bosut, Drinu i Kolubaru, pa je time bio obuhvaćen ceo sliv donjeg toka Save do ušća u Dunav.

U trećoj godini istraživanjima su bila obuhvaćena zagađenja šabačkog regiona koja su praćena nizvodno do sela Ušća, tako što su sve probe uzimane iz iste vodene mase samo na određenim udaljenostima. Prvi profil je bio iznad Šapca na 105. km, zatim drugi ispod Šapca na 97. km, treći kod Prova na 85. km i četvrti kod sela Ušća na 61. km.

Rezultati i diskusija

Rezultati naših istraživanja dati su u vidu brojčanih vrednosti i predstavljeni su u tablicama 1, 2, 3 i 4. Na tablicama 5 i 6 dati su osnovni podaci o fizičko–hemijskom kvalitetu ispitivanih voda na koje smo se osvrtni u diskusiji.

Mikrobiološke analize vode reke Save
(oktobar 1986. godine)

Tablica 1

Fiziološke grupe bakterija	Mesto uzimanja uzoraka			Sava kod Ostružnice			Sava kod ušća u Dunav		
	Sava kod s. Jamena	Sava ispod ušća Bosuta	Sava iznad TE Obrenovac kod Ušća	leva obala	sredina reke	desna obala	leva obala	sredina reke	desna obala
Datum uzimanja uzoraka	14.X 1986.	15.X 1986.	15.X 1986.	16.X 1986.	16.X 1986.	16.X 1986.	16.X 1986.	16.X 1986.	16.X 1986.
Broj uzorka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ukupan broj mikroorganizama u 1 ml	$114 \cdot 10^4$	$142 \cdot 10^3$	300	700	$51 \cdot 10^2$	$66 \cdot 10^2$	$90 \cdot 10^5$	$198 \cdot 10^4$	$139 \cdot 10^3$
Amonifikatori u 1 ml	$130 \cdot 10^4$	$160 \cdot 10^3$	600	900	$66 \cdot 10^2$	$78 \cdot 10^2$	$190 \cdot 10^5$	$288 \cdot 10^4$	$153 \cdot 10^3$
Proteoliti u 1 ml	100	$48 \cdot 10^2$	$70 \cdot 10^2$					$87 \cdot 10^2$	
Fosfofikatori u 1 ml	240	198		170	250	20	107	90	$110 \cdot 10$
Fosfomobilizatori u 1 ml	7					slab porast			7

Mikrobiološke analize vode reke Save i pritoka
(oktobar 1987. godine)

Tablica 2

Mesto uzimanja uzoraka	Reka Sava kod s. Jamena			Reka Sava kod s. Ušća			Reka Sava pre ušća u Dunav		
	leva obala	sredina reke	desna obala	leva obala	sredina reke	desna obala	leva obala	sredina reke	desna obala
Fiziološke grupe bakterija									
Datum uzimanja proba	13. X 1987.			15. X 1987.			16. X 1987.		
Broj uzorka	2			4			6		
Ukupan broj mikroorganizama	44·10 ⁴	41·10 ⁴	46·10 ⁵	166·10 ³	55·10 ²	211·10 ⁴	40·10 ⁴	70·10 ⁴	30·10 ⁵
Amonifikatori	56·10 ⁴	41·10 ⁴	56·10 ⁵	184·10 ³	59·10 ²	211·10 ⁴	50·10 ⁴	70·10 ⁴	52·10 ⁵
Proteoliti	105	700	176·10 ²	300	35·10 ²	170·10 ²	49·10 ³		105·10 ²
Fosfofikator	slab porast	10	4			4		10	41
Fosfomobilizatori									
Sve u 1 ml uzorka									

Mikrobiološke analize vode reke Save i pritoka
(oktobar 1987. godine)

Tablica 3

Mesto uzimanja uzoraka	Reka Bosut kod sela Morović			Reka Drina kod Balatuna			Reka Kolubara kod Obrenovca
	leva obala	sredina reke	desna obala	leva obala	sredina reke	desna obala	sredina reke
Fiziološke grupe bakterija							
Datum uzimanja proba	12. X 1987.			14. X 1987.			15. X 1987.
Broj uzorka	1			3			5
Ukupan broj mikroorganizama	40·10 ²	500	65·10 ³	52·10 ⁵	37·10 ²	65·10 ⁴	145·10 ⁴
Amonifikatori	40·10 ²	600	65·10 ³	64·10 ⁵	45·10 ²	82·10 ⁴	165·10 ⁴
Proteoliti	20	40	134	900	140·10 ²	40·10 ²	40·10 ²
Fosfofikator	4			9	slab porast	12	
Fosfomobilizatori				4			
Sve u 1 ml uzorka							

Podaci o mikrobiološkim ispitivanjima su jedan od indikatora zagađenosti ispitivanih recipijenata. Zastupljenost pojedinih ispitivanih grupa bakterija i promena gustine bakterijskih populacija ukazuju na moć vodotoka da prihvati uneta zagađenja, tj. da se izvrši transformacija unetih nepoželjnih materija u manje štetna jedinjenja ili da se dovede do njihove potpune mineralizacije.

Zapravo, ispitivane grupe bakterija svojim fiziološkim aktivnostima vrše prevođenje organskih biorazgradivih materija do mineralnog oblika neopodnog u procesu daljeg kruženja materija.

Uopšteno analizom rezultata trogodišnjih istraživanja zapaža se da se bogatstvo bakterijskog naselja, kako po kupnom broju tako i po brojnos-

Mikrobiološke analize voda reke Save
(oktobar 1988. godine)

Tablica 4

Fiziološke grupe bakterija	Sava iznad Šapca			Sava ispod Mišarske ade			Sava ispod Mišarske ade		
	leva obala	sredina reke	desna obala	leva obala	sredina reke	desna obala	leva obala	sredina reke	desna obala
Datum uzimanja uzorka	10. X 1988. u 11,10.h			10. X 1988. u 17,00.h			11. X 1988. g u 10,15.h		
Broj uzorka	1			2			3		
Ukupan broj mikroorganizama	42	44	81	53·10	150·10	140	74·10	159·10 ²	48·10 ²
Amonifikatori	82	76	217	65·10	216·10	230	78·10	173·10 ²	53·10 ²
Proteoliti	9	6		slab porast		30·10	5	2	200
Fosfofikatori		63	71	9	11	20			
Fosfomobilizatori	slab porast		slab porast		4		slab porast		3 slab porast
Sve u 1 ml uzorka									

Fiziološke grupe bakterija	Sava kod Prova			Sava kod sela Ušća		
	leva obala	sredina reke	desna obala	leva obala	sredina reke	desna obala
Datum uzimanja uzorka	11.X 1988. god. u 14,55.h			12. X 1988. god. u 8,00.h		
Broj uzorka	4			5		
Ukupan broj mikroorganizama	110·10 ²	165·10 ³	140	50·10	150·10 ²	90·10 ²
Amonifikatori	210·10 ²	174·10 ³	160	130·10	191·10 ²	120·10 ²
Proteoliti	90·10	11	100	19	33·10	10
Fosfofikatori		50	44			
Fosfomobilizatori	3	slab porast	3	slab porast	3	slab porast
Sve u 1 ml uzorka						

ti ostalih grupa bakterija, znatno razlikuje na ispitivanim profilima.

U vreme naših osmatranja najveća brojnost ukupnog broja mikroorganizama i amonifikatora zabeležena je na profilu na 201. km (kod Jamene) i na 2. km pri ušću kod Beograda. Visoka brojnost bakterija na ovim lokalitetima, verovatno je uslovljena ulivanjem otpadnih industrijskih i kanalizacionih voda. Na ovo navodi podatak da je u isto vreme na ovim profilima konstatovano fekalno zagađenje visokog stepena od 240,000/l koliform-

nih klica, a prema saprobiološkim analizama fitoplanktona kvalitet vode je u granicama III kategorije.

Da bi se dobila potpunija slika o stanju u vodotoku na ovim profilima navešćemo podatke dobijene fizičko-hemijskim ispitivanjima kvaliteta ovih voda. Na ovim lokalitetima zabeležana je koncentracija fenola od 8,40 µg/l što je iznad dozvoljenih granica, vrednost za HPK je visoka, a rastvoreni kiseonik ispod propisanih granica (4,87 mg O₂/l).

Karakteristike rečnih voda

Tabela 5

Profil Parametar	KOLUBARA Obrenovac	SAVA Sikla (62. km)	DRINA Crna Bara	SAVA Jamena	BOSUT Morović	SAVA Beograd (ušće)	MDK II
Datum i vreme uzorkovanja	15.10.87. 12,15	15.10.87. 10,15	14.10.87. 11,00	13.10.87. 9,30	12.10.87. 14,00	16.10.87. 09,15	
Temperatura vode, °C	15,0	15,5	15,2	15,0	17,7	16,5	28°C
pH vrednost	8,20	7,80	8,10	7,90	8,60	7,80	6,8–8,5
Specifična EL provodljivost $\mu\text{S}/\text{cm}, 20^\circ\text{C}$	579	474	294	492	486	430	—
Rastvoreni kiseonik, mg/l	1,0 s. d.o.	1. s. d.	1. s. d.	1. s. d.	1. s. d.	1. s. d.	6 (5)*
Utrošak KMnO_4 , mg/l	13,41	18,4	12,79	23,39	44,91	22,14	12
BPK ₅ , mg/l	1. s. d.	1. s. d.	1. s. d.	1. s. d.	1. s. d.	1. s. d.	4 (6)*
Fenoli, mg/l	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Ulja i masti, mg/l	0,043	0,059	0,081	0,058	0,078	0,081	0,05

*Kolubara na potezu od ušća r. Peštan do ušća u Savu je razvrstana u IIb kategoriju, za koju su nešto blaži kriterijumi. Rezultati su korišćeni iz dela projekta koje je radio Institut za vodoprivredu „Jaroslav Čarni“.

Karakteristike rečnih voda

Tablica 6

PROFIL	Datum zahvat.	bar. prit. mb	Rel. vlaž. %	t°C vaz- duha	t°C vode	pH	Spec. el. prov. S/cm, 20°C	Utroč. KMnO ₄ mg/l	Rastvoreni O ₂				Fenoli μg/l	Napomena		
									mg/l		BPK ₅					
								l.o.	sr.	d.o.	l.o.	sr.	d.o.			
JAMENA 201, km	13.10.86.	1005	36	17,5	15,2	7,70	533	41,40	5,35	5,12	4,87	1,97	2,06	2,16	8,40	sunčano povetarac slab vetar
BOSUT 159, km	14.10.86.	1006	36	13,8	14,8	7,80	495	29,55	6,59	6,52	6,52	3,02	2,29	2,17	5,40	sunčano, slab istočni vetar
UŠĆE 62, km	14.10.86.	1002	35	12,5	14,6	7,40	456	28,76	8,42	7,83	7,84	1,91	1,52	1,70	3,00	sunlačno, slab vetar uzvodne l.o. sr d.o. 6,1; 1,0; 4,3
OSTRUŽNICA 16, km	15.10.86.	1004	23	13,5	15,6	7,50	498	27,97	8,94	8,81	8,58	2,68	2,56	2,87	6,10	sunčano, povetarac istočni l.o. sr. d.o 5,4; 5,14; 5,90
VIŠNJICA – Dunav – 1162, km l.o.	15.10.86.			15,1	14,2	8,60	419	28,05	10,97	10,93	14,17	6,82	–	–	5,40	sunčano, povetarac istočni

Tablica je uzeta iz dela studije koju je obradio Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi”

Suprotno od podataka sa ovih lokaliteta, rezultati istraživanja sa dela Save kod sela Ušća i Ostružnice pružaju durgu sliku. Na ovim mestima nalazimo vrlo nisku brojnost bakterija. S obzirom da su male vrednosti, možemo pretpostaviti da je do njihove redukcije došlo zbog pada koncentracije organskih materija, ili povećanja uticaja nekih toksičnih materija. Ako uporedimo naše rezultate sa rezultatima drugih istraživača, možemo da uočimo izvesne sličnosti. Prema rezultatima istraživanja sa sanitarno–higijenskog aspekta, dobijeni podaci na ovim lokalitetima pokazuju nizak stepen fekalnog zagađenja sa 38.000/l koliformnih klica. Smanjen je utrošak $KMnO_4$ (na oko 27 mg/l), a povećana je koncentracija O_2 na 8,81 mg O_2 /l. Sadržaj fenola je smanjen na 3,00 μg /l, što je nešto iznad maksimalno dozvoljene koncentracije, ali je znatno manje nego na prethodnim profilima. Međutim, na ovim lokalitetima među zabeleženim fitoplanktonskim vrstama dominiraju one koje indiciraju α –međusaprobni stepen organskog zagađenja, što prema saprobiološkim analizama ukazuje da je kvalitet vode Save na prelazu iz II u III kategoriju. Analizom sadržaja teških metala u uzorcima planktona i faune dna zapaža se da se na lokalitetu kod sela Ušća značajno koncentrišu u akvatičnim organizmima, a što je delom i posledica njihove akumulacije u organizmima. Međutim, kolebanje brojnosti bakterija nema uvek određenu pravilnost, tako da se ne može govoriti o nekim određenim uticajima.

Istovremeno je vršeno ispitivanje značajnijih pritoka. Poređenjem dobijenih podataka sa rezultatima ispitivanja osnovnog toka može se konstatovati da pritoke ne unose neko osveženje jer su opterećene organskim zagađenjima. Ukupan broj bakterija kreće se u dijapazonu od 500 ćel/ml uzorka do $52 \cdot 10^5$ ćel na 1 ml.

U Drini je zabeležena najveća brojnost svih ispitivanih grupa bakterija. Izražena je dominantnost grupe amonifikatora. Kako je učešće ove grupe prema ukupnom broju bakterija visoko, to ukazuje na nešto povoljnije ekološke uslove u kojima je započet proces mineralizacije organskih materija. Na ostalim pritokama prema ovim pokazateljima, proces mineralizacije je veoma usporen.

U sklopu ovih istraživanja, prema programu, naša ispitivanja su usmerena na pojedine zagađivače, kako bi mogli da se prate određeni uticaji na promene u životnoj sredini.

Istraživanja, započeta u regionu Šapca, kao jednom od značajnih gradskih i industrijskih zaga-

đivača, sadrže jedno snimanje, što daje samo trenutno stanje i opštu predstavu o tom delu vodotoka, ali ne i dovoljno podataka za donošenje zaključaka.

Analizom dobijenih rezultata iz tog perioda, gledano prema brojnosti bakterioplanktona i zastupljenosti ispitivanih grupa, stanje vodotoka nije tako zabrinjavajuće. Zabeleženo je prisustvo svih ispitivanih grupa bakterija, što znači da postoje uslovi za njihove fiziološke aktivnosti. Brojnost nije velika, što odgovara sredinama koje nisu zagađene organskim materijama. Njihovo prisustvo različito je zabeleženo duž deonice i samih profila.

Naši nalazi na profilu iznad Šapca odgovaraju rekama koje imaju karakteristike čistih voda. Ispod regiona Šapca, od Mišarske ade pa prema profilu na lokalitetu Ušća, zastupljenost bakterioplanktona se povećava. Najveća brojnost zabeležena je na lokalitetu kod Prova od $165 \cdot 10^3$ ćel/ml.

Degradacija unetih zagađenja je veoma usporena, a razlog za to može da bude i konstantni priliv lokalnih zagađenja.

Osvrt na dobijene rezultate

Bakterijsko naselje reke Save i zastupljenost pojedinih fizioloških grupa mikroorganizama uslovljeno je kompleksom abiotičnih i biotičnih činilaca. Značajnu ulogu imaju proticaj, vodostaj, pH, temperatura, organske i mineralne materije i živi svet (fito, zooplankton i bentosni organizmi) i njihovi međusobni odnosi, modifikovani pod uticajem vremenskih prilika (padavine), kao i naseljenost obale. Poseban značaj imaju zagađivači.

Na osnovu obavljenih mikrobioloških istraživanja vode osnovnog toka reke Save i značajnijih pritoka u vreme niskog vodostaja, može se konstatovati sledeće:

- mikroflora u reci Savi je brojna i najzastupljeniji su amonifikacioni organizmi
- bogatstvo bakterioplanktona bilo je veće na lokalitetima kod Jamene i Beograda, gde su u pitanju i veća organska zagađenja
- pritoke ne mogu da utiču na poboljšanje kvaliteta osnovnog toka reke, jer i one donose vodu opterećenu zagađenjem
- potrebno je detaljnije ispitivanje uticaja zagađenja regiona Šapca na mikrofloru reke Save
- srednji deo toka ima karakter čistijih voda, što znači da je prijemna moć vodotoka velika i da bi

procesom samoprečišćavanja mogla da se razgrade uneta загаđenja kad ne bi bilo konstantnog priliva velikih količina otpadnih voda — treba stalno pratiti kvalitet ovih vodotoka s obzirom na moguća ekscresna загаđivanja i njihovu važnost za SR Srbiju.

SUMMARY

Pollutants Effect of Microflora in River Sava Water

The paper considers the results of changes of bacterial populations in River Sava water in the stretch through SR Serbia from Jamena to Belgrade with the aim of monitoring the effects of pollutants on the river stream self-cleaning potential. The investigations fall into the area of environmental protection.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss von Verunreinigungsmittel auf die Mikroflora im Wasser des Sava-Flusses

Im Artikel werden die Ergebnisse der Veränderung von Bakterien-nachwuchs im Wasser des Sava-Flusses im Teil von Jamen bis Beograd in der SR Serbien, wegen Verfolgung vom Einfluss, der eingetragenen Verschmutzungen auf das Vermögen der Selbstnachreinigung des Gewässers, betrachtet. Diese Untersuchungen gehören zum Bereich vom Schutz der Lebensmittel.

РЕЗЮМЕ

Влияние загрязняющих веществ на микрофлору в воде реки Сави

В статье рассматриваются результаты изменения бактериальных населений в воде реки Сави на части тока реки в СР Сербии от г. Ямена до г. Бездан, с целью наблюдения влияния внешних загрязняющих веществ на способность самоочистки водотоков. Эти исследования принадлежат в область деятельности защиты окружающей среды.

Literatura

1. Bogdanović, B., Vasiljević, M., Jovanović, Ž., Petrović, G., Janković, D., Obuškić, Lj., Mitrović, V., 1986–1987: Istraživanje загаđivanja površinskih i podzemnih voda rečnih sistema i mere zaštite (projekti iz arhiva Instituta za biološka istraživanja), Beograd
2. Matonićkin, I., Pavletić, Z., Habdija I., Stilić V., 1969 i 1975: Prilog valorizacije voda ekosistema. rijeke Sava. — Ekologija 4, Zagreb.
3. Matonićkin, I., Pavletić, Z., 1970: Zusammensetzung und Struktur der Biozonen der Sava einem Nebenfluss der Donau, in Jugoslawien. — Ekologija, 5 (1), str. 45–53, Zagreb.
4. Očevski, B., 1966: Posredne metode u ispitivanju mikroorganizama prirodnih voda. — Mikrobiol. mat. ispit. zemlj. i voda. — Priručnik za ispitivanje zemljišta, knj. 2, str. 80.
5. Ristić, O., 1978: Bakterioplankton Dunava na sektoru Bezdan—Kostolac. — Jugoslovenski naučni simpozijum 1978, Novi Sad.

Autor: Ljiljana Lazić, dipl.biolo., Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom Institutu, Beograd

Recenzent: dipl.inž. M.Mitrović, Beograd

Članak primljen 5.1.1989, prihvaćen 23.1.1989.

REŠENJE POBOLJŠAVANJA PROVETRAVANJA KOMORNIH OTKOPA PRIMENOM IMPULSNOG PROVETRAVANJA

(sa 4 slike)

Dušan Stajević

Uvod

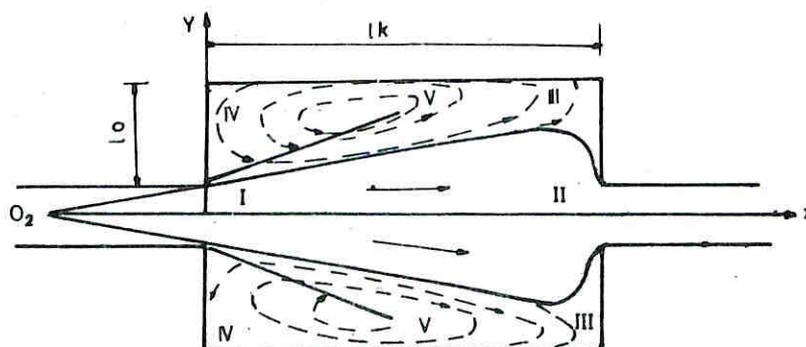
I pored uvedenog mehaničkog provetranja u rudnicima problem provetranja komornih otkopnih prostorija je i danas prisutan. Ovaj ventilacioni problem naročito je izražen u rudnicima Trepča — Stari Trg i Rudnik. U okviru ovog članka dato je jedno od mogućih rešenja efikasnog provetranja komora.

Jamske prostorije u obliku komore predstavljaju poseban problem za ventilaciju. Vrlo izražene teškoće kod provetranja komornih otkopa su uslovljene čitavim nizom faktora. Pre svega, to su velike dimenzije i nepravilan oblik komora, a zatim mala ventilaciona propusna sposobnost prostorija za dovod i odvod vazduha. Nepravilan raspored dovodnih i odvodnih prostorija omogućava provetranje malog dela od ukupne zapremine komore.

Provetranje u komorama se vrši pomoću slobodnih vazdušnih struja koje nastaju pri isticanju vazduha iz dovodne prostorije u komoru. Slobodne struje obrazuju aktivne vazdušne struje. Od rasprostranjenosti aktivnih vazdušnih struja, koju definiše koeficijent turbulentne difuzije, zavisi efekat provetranja.

U zavisnosti od geometrijskih karakteristika komore i položaja radilišta u njoj, veličina koeficijenta turbulentne difuzije može se kretati u širokom dijapazonu $K_{TD} = 0,15-1,00$. Pošto je potrebna količina vazduha za provetranje obrnuto proporcionalna koeficijentu turbulentne difuzije, njegova uloga u provetranju je ogromna.

Na slici 1 dat je šematski prikaz strujanja vazduha u komori gde se mogu uočiti sledeće zone strujanja:



Sl. 1 — Šematski prikaz strujanja vazduha u komori.

I i II zona slobodne struje sa	$K_{TD} = 0,96$
II zona pripojenih tokova sa	$K_{TD} = 0,64$
IV zona granice slobodne struje sa	$K_{TD} = 0,54$
III zona recirkulacije sa	$K_{TD} = 0,34$

S obzirom na ove vrednosti K_{TD} nameće se sledeći zaključak:

– za efikasno provetranje svih delova komore neophodno je povećati intenzitet turbulentosti slobodne struje. Međutim, i ovo ima granične vrednosti, jer je praktično dejstvo slobodne struje u komori određeno sledećim odnosom:

$$l_{max} = 0,5 l_0 (1 + 2 \cdot a^{-1}) \quad (1)$$

gde je:

l_{max} – maksimalna dužina dejstva slobodne vazdušne struje, m

l_0 – maksimalno rastojanje dovodne prostorije od boka komore, m

a – koeficijent strukture slobodne vazdušne struje 0,06 – 0,1 za okrugle, 0,1 – 0,15 za ravne; deo komore $l_k - l_{max}$ neće se provetravati slobodnom strujom.

Efikasno rešenje ventilacije u uslovima kada je l_k – dužina komore znatno veća od l_{max} može se naći u primeni impulsnog provetranja.

Ovaj vid provetranja daje dobre efekte, a, s druge strane, i ekonomičan je.

Svrha impulsnog provetranja je da se dobace velike količine vazduha u obliku slobodnog mlaza na daljine od 30 m pa i do 60 m.

Primena impulsnog provetranja uslovljena je odnosom aerodinamičkog otpora prostorije u kojoj se postavlja ventilator za impulsno provetranje i kritične vrednosti otpora određene po obrascu:

$$Rk = 1,22 (S_v^{-1} - S^{-1}) \cdot S^{-1} \quad (Ns^2 m^{-8}) \quad (2)$$

gde su:

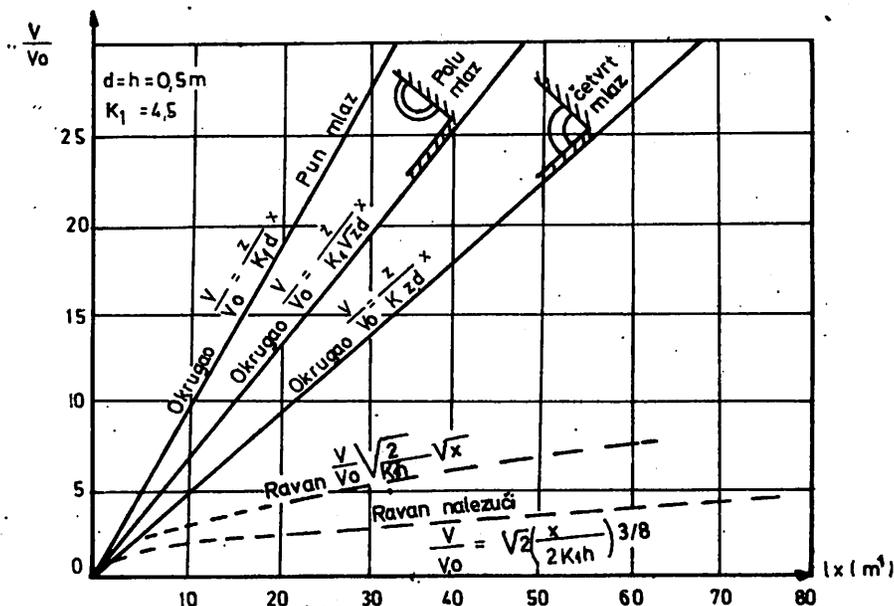
S_v – površina otvora impulsnog ventilatora, m^2 i

S – površina poprečnog preseka prostorije u kojoj se postavlja impulsni ventilator, m^2 .

U komornim otkopima vrednosti kritičnog otpora su zanemarljive tako da on nije uslovni parametar.

Principijelno mogući oblici slobodnog mlaza prikazani su na slici 2.

Na ordinati dat je odnos količina vazduha $V: m^3 s^{-1}$ u odnosu na početnu količinu $V_0: m^3 s^{-1}$ vazduha na udaljenosti l_x . U računskim formulama, prikazanim na slici 2, visina ravnog slobodnog mlaza h je izjednačena sa prečnikom ventilatora d . Puni mlazevi, kao i polumlazevi i četvrtmlazevi mogu se u rudarstvu očekivati samo na relativno maloj udaljenosti. Slobodni mlazevi udaraju u zidove jamske prostorije i prisiljeni su da se pretvore u drugi oblik mlaza.

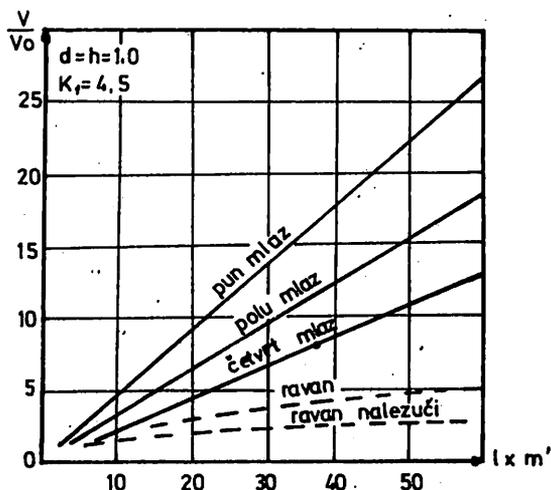


Sl. 2 – Prikaz odnosa V/V_0 za razne oblike slobodnog mlaza u slobodnom protoku.

Za provetravanje radilišta značajni su samo ravni odnosno ravnonaležući mlazevi. Kako ventilatori u prvi mah daju samo okrugle mlazeve, silom se mora postići ravnonaležući mlaz. To se postiže usmeravanjem mlaza duž jednog od bokova prostorije. Na sl. 2 može se videti da se kod tih oblika mlazeva zapremina vazduha vrlo sporo povećava pa se samim tim mogu postići mnogo veće daljine bacanja. Na daljini 30 m od ventilatora povećava se zapremina ravnog mlaza pet puta, a ravnonaležućeg samo tri puta. Na tom rastojanju pokrenuta količina vazduha je upravo ona, koja je potrebna za provetravanje čela radilišta ako na njemu radi dizel oprema.

Na osnovu navedenih računskih formula iz slike 2 vidi se da je prečnik ventilatora odnosno visina mlaza h u imenitelju, što znači da pri povećanom prečniku ventilatora odnos $V \cdot V_0^{-1}$ postaje manji ako ostali parametri ostaju isti. Ovo navodi na zaključak da se za impulsno provetravanje treba da koriste ventilatori sa većim prečnikom.

Na slici 3 prikazan je snop krivih za ravne oblike slobodnog mlaza.



Sl. 3 – Prikaz V/V_0 kod povećanja prečnika na $d = 1,0$ m.

Zadržan je isti izlazni faktor K_1 da bi se moglo izvršiti direktno upoređenje sa sl. 2.

Poređenjem tih vrednosti vidi se da utrostručene zapremine vazduha dolaze tek na udaljenosti od 67 m kod ravnonaležućeg mlaza.

Daljina dometa slobodnog mlaza može se izračunati na osnovu sledeće jednačine:

$$lx = (K_1 \cdot d \cdot V_0) \cdot V_x^{-1} \quad (3)$$

gde je:

K_1 – izlazni faktor koji se kreće u granicama od 4 do 5

d – prečnik ventilatora, m

V_0 – izlazna brzina vazduha iz ventilatora, ms^{-1}

V_x – maksimalna osna brzina na rastojanju, lx

Ako se za V_x usvoji brzina od $0,5 ms^{-1}$ i izlazni faktor $K_1 = 4,5$ može se zaključiti da daljina bacanja isključivo zavisi od prečnika ventilatora i brzine vazduha.

Potrebna količina vazduha za dimenzionisanje impulsnih ventilatora može se odrediti na osnovu sledećeg obrasca:

$$V_{IV} = 0,8 b_k \cdot V_k (l_{V1} \cdot l_k^3)^{-0,25} (S_V \cdot S_R)^{0,5} m^3 s^{-1} \quad (4)$$

gde je:

b_k – širina komore, m

V_k – potrebna količina vazduha za provetravanje cele komore, $m^3 s^{-1}$

l_{V1} – rastojanje ventilatora od čela radilišta, m

l_k – dužina komore, m

S_V – površina otvora ventilatora, m^2

S_R – površina poprečnog preseka čela radilišta, m^2

Ovako proračunata količina vazduha isključivo važi za ravnonaležući slobodan mlaz.

Kod izbora tipa ventilatora za impulsno provetravanje treba voditi računa o sledećem:

- utrošak energije isključivo ide na račun stvaranja dinamičkog pritiska, a sama potreba za statičkim pritiskom je mala
- s obzirom na prethodne uslove za prečnik ventilatora, treba birati ventilatore sa prečnikom od 0,8 do 1,0 m
- odnos izlazne brzine V_0 i prečnika d je dovoljan da bude $V_0 \cdot d = 6 - 12$
- specifična snaga kod ovih ventilatora je oko $N_s = 0,1 - 0,15$ kW za $1 m^3 s^{-1}$ vazduha

Povoljni efekti impulsnog provetravanja postižu se ako se na sam ventilator postavi konfuzor sa sledećim dimenzijama:

površina izlaznog otvora konfuzora S_k određuje se prema sledećem obrascu:

$$S_k = (0,3 - 0,5) S_v \quad (5)$$

gde je S_v – površina ventilatora, m^2

dužina konfuzora:

$$l_k = 0,5 \operatorname{ctg} \frac{\delta}{2} (d_v - d_k)$$

gde je:

$$\delta \approx 10 - 18^\circ$$

d_v i d_k — prečnici ventilatora i konfuzora, m

Da bi se potpunije prikazali uslovi za primenu impulsnog provetranja daju se primer rešenja i proračun za jedan karakterističan slučaj.

Na sl. 4 dat je šematski prikaz jednog komornog otkopa.

Maksimalno dejstvo slobodne struje u komori je:

$$l_{\max} = 0,5 l_0 (1 + 2 \cdot a^{-1}) = 0,5 \cdot 15 (1 + 2 \cdot 0,1^{-1}) = 36 \text{ m}$$

$$l_k - l_{\max} = 100 - 36 = 64 \text{ m}$$

što praktično znači da se 2/3 komora neće provetravati slobodnom vazdušnom strujom.

Komorni otkop treba da se provetrava količinom od $V_k = 6,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ vazduha. Za efikasno provetranje čela radilišta predlaže se primena impulsnog provetranja sa impulsnim ventilatorom. Kapacitet tog ventilatora određuje se prema obrascu (4), a predlaže se primena ventilatora sa prečnikom $d = 1,0 \text{ m}$.

Potrebna je sledeća količina:

$$V_{IV} = 0,8 \cdot 85 \cdot 6,2 (50 \cdot 10^3)^{-0,25} (0,785 \cdot 9,0^{-1})^{0,5} = 2,94 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

Ako su:

$$d = 1,0; K_1 = 4,5 \text{ i } V_x = 0,5 \text{ ms}^{-1} \text{ prema (3)}$$

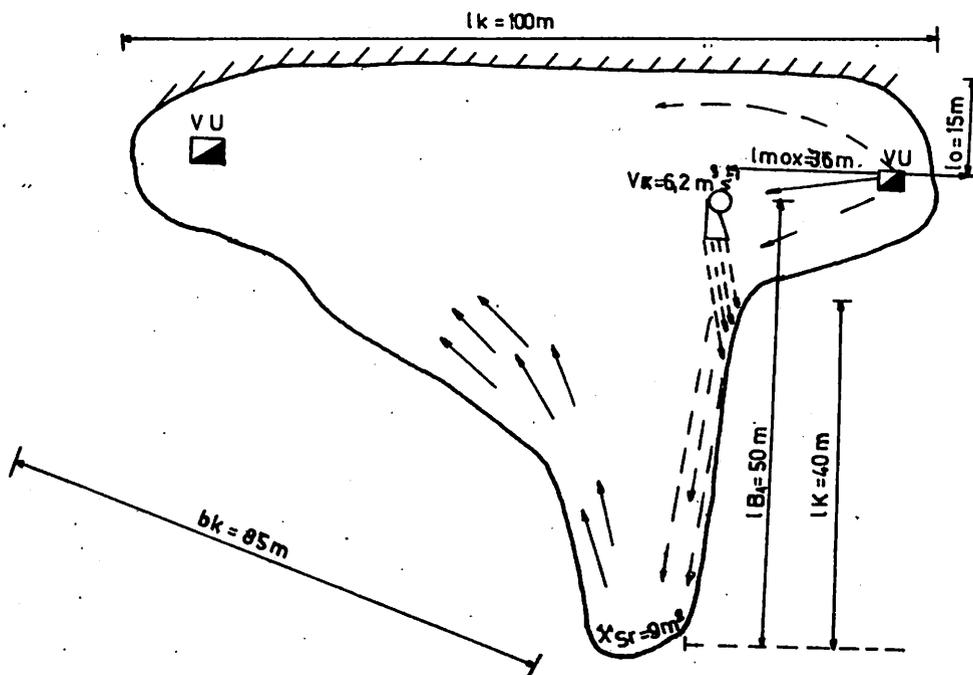
daljina dometa vazdušne struje iznosiće:

$$l_x = (4,5 \cdot 1,0 \cdot 6,2) \cdot 0,5^{-1} = 55,8$$

$$l_x = 55,8 \text{ m}$$

Izlazna brzina vazduha na konfuzoru (5) od $0,6 S_v = 0,6 \cdot 0,785 = 0,471 \text{ m}^2$
 $V_0 = 6,2 \text{ ms}^{-1}$

Ventilator treba da ostvari dinamički pritisak od:



Sl. 4 — Šematski prikaz primene impulsnog provetranja

$$h_{din} = V_0^2 \cdot \gamma \cdot (2g)^{-1} = 6,2^2 \cdot 11,77 (2 \cdot 9,81)^{-1}$$

$$h_{din} = 24,29 \text{ Pa}$$

S obzirom na dobijene karakteristike, predlaže se primena ventilatora iz proizvodnog programa „Klima“ Celje, tip AVV-6-100-8, sa motorom od $N = 2,0 \text{ kW}$ i $n = 745 \text{ o/min}$. Lokacija postavljanja ventilatora data je na šematskom prikazu komornog otkopa.

Zaključak

Na osnovu izloženog vidi se jedna od tehničkih mogućnosti za rešenje provetravanja komornih otkopa.

Primena impulsnog provetravanja ne zahteva velika ulaganja, a naši proizvođači ventilatora mogu da udovolje zahtevima koje impulsno provetravanje postavlja.

SUMMARY

Solution for Improved Ventilation of Chamber Stopes by Use of Impuls Ventilation

Disregarding the introduction of mechanical ventilation in mines the problem of chamber stopes ventilation is still present even today. This ventilation problem is particularly present in Mine Trepča - Stari Trg and Mine Rudnik.

The paper presents one of the technical possibilities for solution of chamber stopes ventilation.

Application of impuls ventilation does not require high capital investments, and domestic fan manufacturers are capable of meeting the requirements of impuls ventilation.

ZUSAMMENFASSUNG

Lösung der Verbesserung bei Kammerbau-Bewetterung mit Anwendung einer Impuls-Bewetterung

Trotz der eingeführten mechanischen Bewetterung in Gruben, ist das Problem von Bewetterung der Abbauräume bei Kammerbau auch heute anwesend. Dieses Bewetterungsproblem ist besonders in der Grube Trepča - Stari Trg und in der Grube Rudnik ausdrucksvoll.

Im Artikel ist eine der technischen Möglichkeiten zur Lösung der Bewetterung bei Kammerbau dargestellt.

Die Anwendung einer Impuls-Bewetterung fordert keine grosse Investitionen, und unsere Lüfterhersteller können die Förderungen für eine Impuls-Bewetterung befriedigen.

РЕЗЮМЕ

Решение для улучшения проветривания камерных забоев применением импульсного проветривания

Несмотря на введение механического проветривания в рудниках, проблема вентиляции очистных выработок в камерах присутствует до сих пор. Эта проблема вентиляции выражена, особенно, в рудниках Трпча - Стари Трг и Рудник.

В статье показана одна из технических возможностей для решения вентиляции камерных забоев.

Применение импульсного проветривания требует великих капиталовложений, а наши производители вентиляторов готовы удовлетворить требованиям для импульсных вентиляторов.

Literatura

1. J o v i č i ć, V., 1976: Odabrana poglavlja ventilacije – skripta za postdiplomske studije, Beograd
2. K r a u s e, D., K i r i n, B. F., 1975: Neue Bergbau-technik 5/75, Leipzig.
3. U š a k o v, K. Z., 1953: Rudnička aerologija. – „Nedra“, Moskva.
4. U š a k o v, K. Z., 1977: Priručnik za rudničku ventilaciju. – „Nedra“, Moskva.

Autor: dipl.inž. Dušan Stajević, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: mr inž. J. Pejčinović, Institut „Trepča“, Zvečan
Članak primljen 12.12.1988, prihvaćen 23.1.1989.

ANALIZA FAKTORA KOJI UTIČU NA ZAPRAŠENOST PRI POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI UGLJA BTU I BTO SISTEMIMA

Vladimir Ivanović – Branislav Šreder – Obren Koprivica
– Vladan Ralović

Rudarska preduzeća za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina imaju obavezu [1] da periodično ispituju stanje hemijskih i fizičkih štetnosti u radnim okolinama na površinskim kopovima. Na taj način, pored konstatacije trenutnog stanja u odnosu na postojeće prirodne i tehnološke karakteristike na površinskom kopu, statistička masa o fizičkim i hemijskim štetnostima dobijena iz više perioda, odnosno godina ispitivanja, može se koristiti za uporednu analizu, kojom se obuhvataju prirodne karakteristike ležišta, tehnološke karakteristike eksploatacije, klimatske i meteorološke prilike i specifičnosti radnog procesa, sa ciljem da se sagledaju objektivni parametri za efikasno sprovođenje mera zaštite i poboljšanje uslova rada.

U ovom članku je na konkretnom primeru jednog površinskog kopa za eksploataciju lignita prezentiran postupak uporedne analize relevantnih parametara štetne prašine da bi se dobili objektivni pokazatelji za dalju primenu mera zaštite.

Kao objekti uporedne analize obuhvaćene su sledeće prostorno-tehnološke celine, koje su karakteristične za površinsku eksploataciju uglja BTU i BTO sistemima:

- kabine rukovaoca bagera
- bravarske radionice na bagerima

Napomena: Istraživanja se vrše uz učesće Republičke zajednice nauke Srbije, Beograd.

- elektroradionice na bagerima
- kružne platforme na bagerima
- kabine rukovalaca trake na bagerima
- kabine rukovalaca traka u pogonskim stanicama
- spoljne radne okoline.

U drobilničnom postrojenju kao karakteristične prostorno-tehnološke celine uzete su:

- izolovane radne prostorije – kabine
- radni prostor u pogonskim halama.

Kod površinske eksploatacije uglja BTU i BTO sistemima agresivna mineralna prašina čini karakterističnu komponentu hemijskih štetnosti u vazduhu radnih okolina. Litološke karakteristike ležišta i petrografski sastav stena određuju sadržaj slobodnog SiO_2 u stenskoj masi, odnosno lebdećoj prašini i utiču na stepen agresivnosti lebdeće prašine u vazduhu.

Kao relevantni parametri za uporednu analizu koriste se:

N_k – izmerena koncentracija respirabilne prašine u vazduhu, mg/m^3

N_d – dozvoljena koncentracija respirabilne prašine, mg/m^3 . Ona se određuje po obrascu [2]:

$$N_d = \frac{10}{P_{\text{SiO}_2} + 2}$$

gde je:

P_{SiO_2} – sadržaj slobodnog SiO_2 u lebdećoj prašini, %

F_p – faktor prekoračenja

$$F_p = \frac{N_k}{N_d}$$

U članku su analizirani rezultati dobijeni za dva uzastopna perioda ispitivanja, zimski – januar i letnji – juli u jednoj kalendarskoj godini.

Prezentirana statistička masa usmerena je na sledeće elemente uporedne analize: potencijalna opasnost od štetnog delovanja mineralne prašine na radnike i zapašenost vazduha u radnim okolinama.

Interpretacija rezultata merenja

Potencijalnu opasnost određuje veličina faktora prekoračenja dozvoljene koncentracije respirabilne prašine (F_p).

U svim prostorno-tehnološkim celinama BTO sistema prisutna je potencijalna opasnost od štetnog delovanja prašine. Prosečan faktor prekoračenja $\bar{F}_p = 1,8$. Najveća potencijalna opasnost je u kabinama rukovalaca traka na bagerima, a najmanja u kabinama rukovalaca bagera i elektroradionica na bagerima. U spoljnim radnim okolinama je prisutna veća opasnost u poređenju sa zatvorenim prostorima (kabinama). Ne primećuju se bitne razlike u veličini potencijalne opasnosti u zimskom i letnjem periodu.

Kod BTU sistema prisustvo potencijalne opasnosti najviše se ispoljava u kabinama rukovalaca traka na pogonskim stanicama i nešto manje na kružnim platformama na bagerima. I u ovom slučaju važi konstatacija o većoj potencijalnoj opasnosti u spoljnim radnim okolinama u poređenju sa kabinama. Prosečne vrednosti faktora prekoračenja (\bar{F}_p) pokazuju za zimski period nešto manje izraženu potencijalnu opasnost, iako ne bitno, u poređenju sa letnjim periodom.

Ako se uporede dva posmatrana sistema razlika se ispoljava u manjoj potencijalnoj opasnosti

Prikaz karakterističnih parametara zapašenosti u prostorno-tehnološkoj strukturi radnih okolina

JALOVINSKI BTO SISTEMI

Kabina rukovaoca bagera

Letnji period		Zimski period	
N_k	F_p	N_k	F_p
1,20	1,4	0,22	0,3
1,20 $\bar{N}_k = 1,07$	1,3 $\bar{F}_p = 1,18$	1,64 $\bar{N}_k = 0,97$	1,8 $\bar{F}_p = 1,1$
0,81 $\sigma = 0,14$	0,9 $\sigma = 0,18$	1,04 $\sigma = 0,47$	1,3 $\sigma = 0,51$
1,02 $K_v = 0,13$	1,1 $K_v = 0,15$	1,19 $K_v = 0,48$	1,3 $K_v = 0,46$
1,11	1,2	0,77	0,8

Bravarske radionice na bagerima

Letnji period		Zimski period	
N_k	F_p	N_k	F_p
1,70 $\bar{N}_k = 1,3$	1,9 $\bar{F}_p = 1,3$	0,17 $\bar{N}_k = 0,15$	0,2 $\bar{F}_p = 1,16$
1,17 $\sigma = 0,24$	1,3 $\sigma = 0,24$	1,56 $\sigma = 0,48$	1,7 $\sigma = 0,52$
1,07 $K_v = 0,18$	1,2 $K_v = 0,18$	0,98 $K_v = 0,46$	1,2 $K_v = 0,45$
1,25	1,4	1,14	1,2

Elektroradionice na bagerima

Letnji period		Zimski period	
N_k	F_p	N_k	F_p
1,20 $\bar{N}_k = 1,06$	1,4 $\bar{F}_p = 1,22$	0,21 $\bar{N}_k = 0,57$	0,30 $\bar{F}_p = 0,67$
1,04 $\sigma = 0,08$	1,2 $\sigma = 0,1$	0,44 $\sigma = 0,29$	0,60 $\sigma = 0,33$
0,95 $K_v = 0,07$	1,1 $K_v = 0,08$	1,06 $K_v = 0,50$	1,10 $K_v = 0,49$
1,00	1,2		
1,09	1,2		

Kabina rukovalaca traka na bagerima

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
3,18 $\bar{N}_k = 2,67$	3,6 $\bar{F}_p = 3,0$	1,52 $\bar{N}_k = 2,33$	1,9 $\bar{F}_p = 2,65$
2,17 $\sigma = 0,50$	2,4 $\sigma = 0,25$	3,15 $\sigma = 0,81$	3,4 $\sigma = 0,75$
$K_v = 0,19$	$K_v = 0,08$	$K_v = 0,35$	$K_v = 0,28$

Kružne platforme na bagerima

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
2,93 $\bar{N}_k = 2,62$	3,3 $\bar{F}_p = 2,93$	1,61 $\bar{N}_k = 3,13$	2,0 $\bar{F}_p = 3,6$
2,75 $\sigma = 0,32$	3,1 $\sigma = 0,39$	3,65 $\sigma = 1,03$	4,6 $\sigma = 1,12$
2,19 $K_v = 0,12$	2,4 $K_v = 0,13$	4,39 $K_v = 0,33$	4,7 $K_v = 0,31$

Kabina rukovalaca traka u pogonskim stanicama

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
1,30	1,5	1,27	1,4
1,65 $\bar{N}_k = 1,25$	1,8 $\bar{F}_p = 1,41$	1,18 $\bar{N}_k = 1,74$	0,6 $\bar{F}_p = 1,95$
1,04 $\sigma = 0,17$	1,2 $\sigma = 0,18$	1,18 $\sigma = 0,75$	0,6 $\sigma = 1,18$
1,24 $K_v = 0,3$	1,4 $K_v = 0,3$	1,70 $K_v = 0,43$	2,2 $K_v = 0,60$
1,21	1,4	1,58	1,7
1,09	1,2	0,64	0,8
1,23	1,4	2,28	2,9
1,25	1,4	2,90	3,7
1,25	1,4	2,91	3,7

Spoljne radne okoline

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
0,92	1,1	0,37	0,5
2,80	3,1	4,64	5,0
2,67	3,0	2,69	1,3
1,22 $\bar{N}_k = 1,35$	1,4 $\bar{F}_p = 1,5$	2,88 $\bar{N}_k = 2,32$	1,4 $\bar{F}_p = 2,52$
2,17 $\sigma = 0,67$	2,4 $\sigma = 0,77$	2,09 $\sigma = 1,44$	2,7 $\sigma = 1,82$
1,03 $K_v = 0,50$	1,1 $K_v = 0,51$	1,56 $K_v = 0,62$	1,7 $K_v = 0,72$
1,02	1,1	1,07	1,4
0,97	1,1	1,04	1,1
0,47	0,5	2,85	3,6
0,85	1,0	0,81	0,9
1,00	1,1	4,07	5,2
0,85	1,0	2,36	3,0
1,25	1,4	5,14	6,5
1,64	1,8	0,89	1,0

UGLJENI BTU SISTEMI

Kabina rukovaoca bagera

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
1,35 $\bar{N}_k = 1,34$	1,5 $\bar{F}_p = 1,5$	0,61 $\bar{N}_k = 1,43$	0,3 $\bar{F}_p = 1,37$
1,23 $\sigma = 0,10$	1,4 $\sigma = 0,1$	1,26 $\sigma = 0,67$	0,6 $\sigma = 0,93$
1,44 $K_v = 0,07$	1,6 $K_v = 0,07$	2,48 $K_v = 0,47$	2,7 $K_v = 0,68$
		1,37	1,5

Bravarske radionice na bagerima

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
0,97 $\bar{N}_k = 1,12$	1,1 $\bar{F}_p = 1,27$	0,48 $\bar{N}_k = 1,66$	0,2 $\bar{F}_p = 1,6$
1,04 $\sigma = 0,15$	1,2 $\sigma = 0,17$	0,75 $\sigma = 1,35$	0,4 $\sigma = 1,59$
1,34 $K_v = 0,13$	1,5 $K_v = 0,13$	3,91 $K_v = 0,81$	4,2 $K_v = 1,00$
		1,50	1,6

Elektroradionice na bagerima

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
1,12 $\bar{N}_k = 1,13$	1,3 $\bar{F}_p = 1,3$	0,65 $\bar{N}_k = 0,79$	0,3 $\bar{F}_p = 0,4$
1,15	1,3	0,94 $\sigma = 0,17$	0,5
		$K_v = 0,31$	

Kabina rukovaoca traka na bagerima

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
1,72 $\bar{N}_k = 2,18$	1,9 $\bar{F}_p = 2,25$	1,26 $\bar{N}_k = 1,73$	0,6 $\bar{F}_p = 0,85$
2,64 $\sigma = 0,46$	3,0 $\sigma = 1,11$	2,20 $\sigma = 0,47$	1,1 $\sigma = 0,25$
$K_v = 0,21$	$K_v = 0,49$	$K_v = 0,27$	$K_v = 0,30$

Kružne platforme na bagerima

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
2,79 $\bar{N}_k = 2,59$	3,1	4,42 $\bar{N}_k = 3,36$	2,2 $\bar{F}_p = 1,7$
2,39 $\sigma = 0,19$		2,31 $\sigma = 1,05$	1,2 $\sigma = 0,50$
$K_v = 0,07$		$K_v = 0,31$	$K_v = 0,29$

Kabina rukovaoca traka u pogonskim stanicama

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
2,80 $\bar{N}_k = 2,95$	3,1 $\bar{F}_p = 3,3$	3,93 $\bar{N}_k = 2,52$	
3,11 $\sigma = 0,16$	3,5 $\sigma = 0,32$	3,60 $\sigma = 1,27$	
$K_v = 0,05$	$K_v = 0,10$	0,94 $K_v = 0,5$	
		1,63	

Spoljne radne okoliše

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
1,05 $\bar{N}_k = 1,94$	1,2 $\bar{F}_p = 2,18$	0,78 $\bar{N}_k = 2,84$	0,4 $\bar{F}_p = 1,64$
1,05 $\sigma = 1,11$	1,2 $\sigma = 1,23$	1,47 $\sigma = 1,72$	0,7 $\sigma = 0,85$
1,10 $K_v = 0,57$	1,2 $K_v = 0,57$	2,31 $K_v = 0,6$	2,5 $K_v = 0,85$
3,70	4,1	0,81	0,9
2,82	3,2	5,00	2,5
		5,66	2,8
		3,29	1,6
		3,38	1,7

DROBILIČNO POSTROJENJE

Kabine

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
1,45	0,5	1,77	0,9
1,51 $\bar{N}_k = 2,20$	0,5 $\bar{F}_p = 0,77$	2,47 $\bar{N}_k = 1,96$	1,2 $\bar{F}_p = 0,96$
2,29 $\sigma = 1,06$	0,8 $\sigma = 0,38$	2,29 $\sigma = 0,86$	1,1 $\sigma = 0,44$
1,10 $K_v = 0,48$	0,4 $K_v = 0,49$	0,99 $K_v = 0,44$	0,5 $K_v = 0,45$
3,43	1,2	2,72	1,4
3,39	1,2	3,08	1,5
0,83	0,3	2,06	1,0
3,63	1,3	0,29	0,1

Hale

Letnji period N _k	F _p	Zimski period N _k	F _p
3,57	1,3	3,21	1,6
4,61	1,7	5,64	5,8
5,22	1,9	5,12	2,6
4,21 $\bar{N}_k = 4,2$	1,5 $\bar{F}_p = 1,5$	4,20 $\bar{N}_k = 3,95$	2,1 $\bar{F}_p = 2,12$
4,81 $\sigma = 0,90$	1,7 $\sigma = 0,33$	4,19 $\sigma = 1,19$	2,1 $\sigma = 1,01$
4,22 $K_v = 0,21$	1,5 $K_v = 0,22$	2,80 $K_v = 0,30$	1,4 $K_v = 0,48$
4,91	1,8	4,62	2,3
3,31	1,2	4,05	2,0
2,85	1,0	2,35	1,2
5,71	2,1	6,39	3,2
5,35	1,1	5,45	2,7
3,17	1,4	1,95	1,0
3,98	1,3	2,53	1,3
3,55	1,2	2,86	1,4
3,41	1,8	3,58	1,8
4,88	1,6	3,88	1,9
4,40	1,5	4,09	2,0
4,22	0,8	4,32	2,2
2,31		2,53	1,3
		5,22	2,6

kod BTU sistema, prema prosečnim vrednostima faktora prekoračenja \bar{F}_p . Međutim, ta konstatacija ne važi u svim slučajevima kod pojedinačnog upoređivanja prostorno-tehnoloških celina.

U drobiličnom postrojenju je prisutna pojava da u izolovanim prostorijama – kabinama nema potencijalne opasnosti od štetnog delovanja prašine, dok je u radnim okolinama pogonskih hala ona izražena u značajnoj meri. U poređenju sa BTO i BTU sistemima, u ovom pogonu je manja potencijalna opasnost.

Zapašenost, odnosno koncentracija prašine u vazduhu (N_k), je pokazatelj koji ukazuje na intenzitet izdvajanja prašine i određuje karakter i potrebne efekte zaštite u budućoj primeni.

Iz priloženih podataka se vidi da su najveće nominalne vrednosti koncentracije prašine utvrđene u halama drobiličnog postrojenja, a zatim na

kružnim platformama bagera. Prosečne koncentracije prašine za posmatrana tri tehnološka kompleksa takođe su najveće u drobiličnom postrojenju. Odnos prosečnih koncentracija BTU i BTO sistema iznosi 1,17.

Prosečne vrednosti koncentracije prašine ne pokazuju bitne razlike za posmatrana dva karakteristična perioda ispitivanja. Podaci, koji reпреzentuju letnji period ispitivanja, pokazuju ujednačenost sa relativno malim odstupanjem od srednje vrednosti koncentracije prašine u vazduhu, maksimalno 19%.

U zimskom periodu je izražena znatno veća neujednačenost podataka gde odstupanje od srednje vrednosti koncentracije prašine u vazduhu iznosi i preko 80%. Kod BTO sistema najviše izražena neujednačenost podataka je u spoljnim okolinama, a zatim u elektroradionicama na bagerima. Vrlo blizu su i kabine rukovalaca bagera i

bravarske radionice na bagerima. Kod BTU sistema najveća neujednačenost podataka je prisutna u bravarskim radionicama na bagerima i u spoljnim okolinama. Kod drobilinog postrojenja je ta neujednačenost podataka izražena u nešto manjoj meri.

Zaključak

Izvršena uporedna analiza statističke mase parametara zaprašnosti, snimljene periodičnim ispitivanjem u prethodnoj godini, pokazala je, s obzirom na činjenicu o postojanju permanentne potencijalne opasnosti od agresivne mineralne prašine tokom cele kalendarske godine, da bi u narednim godinama periodična ispitivanja radne sredine na štetnost mineralne prašine, pored konstatacije trenutnog stanja zaprašnosti, trebalo usmeriti ka sledećim saznanjima:

— uticaju klimatskih faktora (padavine, vlažnost vazduha, brzina i pravac vetra) u zimskom i

letnjem periodu na zaprašnost u radnim okolinama:

- korelaciji parametara zaprašnosti u spoljnim okolinama i u zatvorenom prostoru (kabinama)
- uticaju kapaciteta tehnološke opreme na zaprašnost u strukturi prostorno—tehnoloških celina
- uticaju karakterističnih promena u tehnološkom procesu na zaprašnost u strukturi prostorno—tehnoloških celina
- uticaju petrografskog sastava stena u pojedinim fazama eksploatacije na veličinu potencijalne opasnosti od štetnog delovanja mineralne prašine na radnike.

Osnovna orijentacija u sprovođenju efikasnih mera zaštite od štetne mineralne prašine morala bi da ima selektivan pristup, putem kategorizacije radnih okolina po stepenu potencijalne opasnosti, čijom doslednom primenom bi trebalo da se uspostavi trend stalnog smanjenja zaprašnosti vazduha u praktičnim pogonskim uslovima. Za njeno uspešno ostvarenje nesumnjivo su potrebna i prethodno navedena saznanja.

SUMMARY

Analysis of Dustiness Influential Factors in Opencast Mining of Coal by Excavator — Conveyor — Loader and Excavator — Conveyor — Stacker Systems

On a case study of an openpit coal mine a comparative analysis was made regarding dustiness relevant parameters with the objective of providing realistic indices for future application of protective measures. Included are the results of investigations of dustiness parameters over two characteristic periods (summer and winter) in a single year.

The completed analysis indicated that potential hazard from harmful dust is present in areal — technological entities characteristic in mining by excavator — conveyor — loader and excavator — conveyor — stacker systems. It also indicated the need for new knowledge expected to serve as future control testing in order to achieve improved protection effects.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse der Einflussfaktoren auf die Verstaubung bei Tagebaugewinnung der Kohle mit BBV und BBK Systemen

Am Beispiel eines Tagebaues für Kohlegewinnung ist eine Vergleichsanalyse von wichtigen Kennwerten der Verstaubung durchgeführt um objektive Daten für die perspektive Anwendung von Schutzmassnahmen zu erhalten. Es sind die Untersuchungsergebnisse von Kennwerten der Verstaubung für zwei charakteristische Perioden (Winter und Sommer) im Jahr umgefassen.

Die durchgeführte Analyse zeigt dass die potentiale Gefahr von schadhafte Staub ständig in den raumlich—technologischen Gesamtheiten, die charakteristisch sind für die Gewinnung bei BBV und BBK Systemen, anwesend ist. Sie deutete auch auf ein Bedürfnis neuer Erkenntnisse hin, denen man die zukünftige Überprüfungen zulenken soll um grössere Schutzwirkung zu erreichen.

РЕЗЮМЕ

Анализ влиятельных факторов на запыленность при добыче угля на карьерах с помощью ЭП и ЭТО системами

На конкретном примере одного карьера для добычи угля, выполнен сравнительный анализ относительных параметров запыленности в целью получения объективных показателей в последующем применении защитных мер. Этим анализом охвачены результаты исследований параметров запыленности в двух характеристичных периодов времени /в зимном и летнем/ в одном году.

Выполненный анализ показал что потенциальная опасность от вредной пыли постоянно присутствует в промышленных средах характерных для добычи угля ЭП и ЭТО системами. Указано и на потребность о новых сазнаний к которым надо направить будущие контрольные исследования в целью достижения лучших факторов защиты.

Literatura

1. Pravilnik o tehničkim normativima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina. — „Sl. list SFRJ“ br. 4, 1986, Beograd.
2. Godišnji izveštaj o istraživanjima na temu „Ergonomska istraživanja u uslovima površinske eksploatacije uglja“, Rudarski institut, 1988, Beograd.

Autori: dipl.inž. Vladimir Ivanović, mr inž. Branislav Šreder i dipl.inž. Obren Koprivica, spec. sci., Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd i dipl.inž. Vladan Ralović, Tamnavski kopovi — Istočno polje, REIK Kolubara.

Recenzent: dr inž. A. Ćurčić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 6.1.1989, prihvaćen 23.1.1989.

UTVRĐIVANJE KRITERIJUMA KOD SKLADIŠTENJA UGLJA

Dragoslav Golubović—Željko Marković—Ljiljana Belović

Uvod

U Jugoslaviji se kod proizvođača, snabdevača, industrijskih korisnika i termoelektrana deponuje godišnje više desetina miliona tona uglja raznih vrsta i asortimana.

Istraživanja su pokazala da su svi naši lignitski i mrki ugljevi, a oni se najviše i koriste; izrazito skloni samozapaljenju. Zavisno od uslova, odnosno dinamike i redosleda potrošnje, deponovani ugalj najčešće „leži“ po nekoliko meseci, a kod nekih rudnika i godinu dana. U ovakvim slučajevima najčešće dolazi do samooksidacije lagerovanog uglja, što predstavlja veliki problem u sigurnosnom i ekonomskom smislu. S druge strane, deponovanje uglja je nužno zlo koje se ne može izbeći jer je potražnja za ugljem neujednačena, a u jesen je i tri puta veća od potražnje u drugim periodima, pa je nužno da se ugalj pripremi — deponuje za sezonu potrošnje. Korišćenje uglja u termoelektranama je, takođe, neujednačeno, u odnosu na godišnja doba i neravnomernu potrošnju električne energije. Termoelektrane, uglavnom, rade punim kapacitetom u jesen i zimu, dok u proleće i leto vrše remontne radove i deponuju ugalj.

Problem deponovanja uglja i svi rizici i posledice koji iz toga proizlaze nameću obavezu da se iznađu načini, metode, postupci i projektna rešenja kako bi se deponije odnosno ugalj na njima sačuvali od samooksidacije i ostalih štetnih uticaja

Napomena: Istraživanja se vrše uz učešće Republičke zajednice nauke Srbije.

na kvalitet uglja. Način čuvanja navedenih vrsta ugljeva u većim količinama, a da ne dođe do samooksidacije a kasnije i upale, ima bitan značaj za njegovo ekonomično iskorišćenje. U nekim slučajevima, zbog upale, ugalj na deponiji u potpunosti izgubi svojstva energetske sirovine.

Osnovni pojmovi i definicije

Skladište — deponija uglja je specijalno izdvojeno i na odgovarajući način pripremljeno mesto ili prostorija namenjena za držanje uglja.

Vrste skladišta uglja u odnosu na namenu

- *Izravnavajuće skladište uglja* je namenjeno za održavanje rezerve uglja koja rezultira kao razlika između količine uglja koja se jednokratno doprema korisniku i količine uglja koju taj korisnik troši u toku jednoga dana.
- *Rezervno skladište uglja* namenjeno je za održavanje rezerve uglja koja rezultira iz perioda smanjene potrošnje, većih isporučenih količina u odnosu na stvarne potrebe. Ovo skladište praktično služi pokrivanju manjkova u isporukama za vreme povećane potrošnje uglja.
- *Odlagalište — stovarište uglja* je mesto gde se ugalj istovaruje u obliku pravilnog geometrijskog tela, na primer kao prizma ili kupa.

Vrste skladišta uglja u odnosu na prostor

- *Otkriveno odlagalište* je odlagalište na otvorenom terenu koje nije pokriveno krovom.
- *Odlagalište uglja ispod krova* je odlagalište koje je odozgo pokriveno krovom.
- *Rezervoar uglja* je posebna građevina — objekat isključivo namenjen za skladištenje uglja.
- *Otkriveni rezervoar uglja* je objekat koji odozgo nije pokriven krovom.
- *Otkriveni rezervoar uglja sa punim dnom* je objekat bez krova i bez otvora na dnu objekta i zidovima kroz koje bi mogao da ulazi vazduh.
- *Otkriveni rezervoar uglja sa dnom u vidu kanala* koji su namenjeni transportnim uređajima preko kojih se rezervoar uglja prazni.
- *Zatvoreni rezervoar uglja* je objekat koji je odozgo pokriven krovom, a dole poseduje otvor za ispuštanje uglja (npr. silosi i sl.).
- *Skladište uglja u obliku komora* je deo zgrade u kome je smešten ugalj (na primer podrum).

Vrste skladišta u odnosu na količinu uglja

- *Malo skladište uglja* prima 50 do 500 tona.
- *Srednje skladište uglja* prima od 500 do 5.000 tona.
- *Veliko skladište uglja* prima od 5000 do 50.000 tona.
- *Vrlo veliko skladište uglja* prima preko 50.000 tona.

Samozapaljivost uglja na skladištima

Prirodna sklonost ugljeva samoooksidaciji predstavlja prirodnu potencijalnu opasnost za upalu skladištenog uglja. Opasnost je različita i zavisi od vrste ugljeva (kameni, mrki i lignit) kao i drugih prirodnih uslova. Pokazatelj samozapaljivosti uglja S_z pokazuje intenzitet reakcije odnosnog uglja sa vazduhom u određenim uslovima ($u^{\circ}\text{C}/\text{min}$). Ovaj se pokazatelj utvrđuje eksperimentalnim putem.

Stepeni samozapaljivosti uglja

- *I stepen samozapaljivosti uglja* — ugalj sa malom sklonošću ka samozapaljenju gde je $S_z = 80^{\circ}\text{C}/\text{min}$
- *II stepen samozapaljivosti* — ugalj sa srednjom sklonošću ka samozapaljenju, gde je $S_z = 81^{\circ}$ do $100^{\circ}\text{C}/\text{min}$
- *III stepen samozapaljivosti* — ugalj visoke sklonosti ka samozapaljenju, gde je $S_z = 101^{\circ}$ do $120^{\circ}\text{C}/\text{min}$
- *IV stepen samozapaljivosti* — ugalj sa vrlo velikom sklonošću ka samozapaljenju, gde je S_z veće od $120^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

Osnovni principi kod izbora skladišta uglja

Veličina skladišta

Skladište uglja treba da bude toliko da se u njemu može uskladištiti bar rezerva uglja neophodna da obezbedi punu sposobnost rada organizacije koja ugalj troši, u periodima između isporuka novih količina uglja, kao i u vreme kada dođe do smetnji u redovnom snabdevanju.

Najmanje rezerve uglja Z_{min} određuju se iz odnosa:

$$Z_{\text{min}} = q \times n$$

gde je:

- q — dnevna potrošnja uglja u tonama izračunata kao srednja godišnja potrošnja ili kao srednja sezonska potrošnja u slučaju da se ugalj koristi u izvesnim periodima godine
- n — broj dana u toku kojih treba da bude dovoljna količina uglja na skladištu.

Princip gradnje skladišta

Otvorena skladišta

- Za skladišta treba odabrati teren koji ne ugrožavaju poplave i koji se nalazi iznad mesta gde se periodično skupljaju atmosferske padavine. Teren treba da je suv, bez podzemnih voda, a ako ih ima, treba prethodno smanjiti njihov nivo.
- Na mestima istovara — deponovanja uglja zabranjeno je da se nalaze instalacije parnih ili grejnih voda, električni kablovi, kanali za vodu i druge instalacije koje omogućavaju dovod toplote ili vazduha u zonu podloge skladišta.

- Teren za skladištenje uglja, po pravilu, treba da je u zavetrini u odnosu na vladajuće pravce vetrova, a ako to nije onda se veštačkim putem eliminiše jak uticaj vetra (zasuni i zasloni).
 - Odabrani teren treba da omogući nesmetan prilaz vozilima i drugoj odabranoj mehanizaciji.
 - Podloga otvorenih skladišta uglja treba da ima pad u jednom pravcu od 3—8%. Podloga je, po pravilu, tvrda ili veštački nabijena i otporna na mehaničko delovanje uređaja za odlaganje i preuzimanje uglja.
 - U malim, srednjim i velikim skladištima (do 50.000 tona) preporučuje se ubacivanje metalnih ili betonskih podloga. Kod vrlo velikih otvorenih skladišta preporučuje se da podloga bude od nabijenog i izvaljanog ugljenog mulja, koji se polaže neposredno na prirodnu ili veštačku podlogu. Ovo je naročito važno ako je podloga od sloja šljake, otpadaka od cigle, granitnog tucanika ili sličnog materijala jer ove podloge nisu dobre za deponiju uglja pošto propuštaju vazduh. Prirodna podloga se dozvoljava samo ako je kompaktna — nepropustljiva za vazduh i vodu (npr. glina). Površina podloge za skladištenje uglja mora biti očišćena od primesa organskog porekla (treset, drvo, korov, papir, krpe i sl.) i metalnih otpadaka.
 - Putevi na odlagalištu su veoma važni i moraju imati tvrdi veznu površinu. Minimalna širina ovih puteva je 3 m.
 - Opremanje ovih odlagališta zavisi od primenjene tehnologije deponovanja i korišćenja uglja. Tu su uglavnom oruđa i uređaji za odlaganje uglja (odlagači, kamioni buldozeri, utovarne lopate, trake i dr.) i za uzimanje uglja sa deponije (rotorni bageri, utovarne lopate, kamioni, trake, buldozeri i dr.). Kapaciteti svih ovih uređaja treba da su saglasni sa postojećim kapacitetima dopreme i potrošnje uglja.
 - Geometrija — oblik odlagališta zavisi od njegovog kapaciteta i brzine potrošnje. To su uglavnom kupe (mala i srednja odlagališta) ili prizme (velika i veoma velika odlagališta). U principu se retko primenjuju kupe kao oblik odlagališta. Najčešće su to odlagališta u obliku trapeza. Dimenzije odlagališta treba tako odabrati da uređaji za uzimanje uglja mogu prići svakoj tački odlagališta (naročito u slučaju pojave požara). Visina odlagališta kreće se od 4 do 8 m u zavisnosti od vrste ugljeva (kameni, rovni, lignit, briket i sl.) kao i stepena prirodne opasnosti od samozapaljenja uz napomenu da se visina odlagališta nabijanjem uglja ili ugljenih muljeva ne ograničava.
 - Način ispitivanja (nabacivanje uglja) odlagališta je različit i zavisi od vrste ugljeva. Visina ispitivanja (padanja uglja) kreće se od 1 m do najviše 7 m. Ispitivanje se obavlja u slojevima ne većim od 1,5 m uz obavezno razgrtanje i nabijanje (valjak, buldozeri i sl.). Neophodno je da se obrati pažnja na završne kosine odlagališta kod kojih treba odstraniti krupne komade uglja, a zatim nabiti.
 - Mešanje klasa raznih vrsta ugljeva u principu se izbegava, a kada se to čini, obavezno se ugalj nabija u slojevima.
 - Vreme skladištenja najviše zavisi od prirodne sklonosti uglja samozapaljenju i kreće se od 2 do 3 nedelje (IV grupa opasnosti od samozapaljenja) do više meseci (I i ostale grupe lignitskih ugljeva). Kod uzimanja uglja neophodno je brižno voditi računa o redosledu potrošnje deponovanog uglja i po pravilu trošiti ugalj koji najduže stoji na skladištu.
- Otvorena skladišta sa krovom*
- Osnovni principi gradnje ovih skladišta, u odnosu na izbor terena, podloge i putevi u skladištu su identični onima kod otvorenih skladišta bez krova.
 - Krov i stubovi koji ga nose treba da se izvedu od nezapaljivog materijala. Čelični stubovi treba da su u betonu do visine odlagališta.
 - Opremanje skladišta uglja krovom u odnosu na deponovanje i potrošnju uglja slično je već opisanim opremanjem kod otvorenih odlagališta bez krova.
- Skladišta uglja u rezervoarima*
- Kako je već naglašeno skladišta uglja u rezervoarima mogu biti:
- a. otvoreni rezervoari uglja
 - b. zatvoreni rezervoari uglja
- Za oba tipa rezervoara materijal od koga se izrađuju mora biti vatrostalan.

- Zidovi i dno rezervoara moraju biti tako nagnuti da se prilikom pražnjenja rezervoara uglja na njemu ne zadržava. Unutrašnje površine, zidovi i dno rezervoara treba da budu glatki.
- Rezervoari treba da su bezbedni od prodiranja podzemnih voda, a atmosferska voda (otvoreni rezervoari) se odvodi sistemom cevovoda uz napomenu da otvori za odvodnjavanje treba da imaju sifonske zatvarače.
- Istovarni kanali u rezervoarima sa dnom treba da imaju zaptivne poklopce koji ne dozvoljavaju ulaz vazduha.
- Zidovi i dno zatvorenih rezervoara treba da su zaptivani kako u rezervoaru ne bi strujao vazduh kroz ugallj.
- Poklopci zatvorenih rezervoara treba da nalažu tesno uz zidove. Na njima treba da se nalazi mesto koje omogućava regulaciju vazduha.
- Svi otvori u zatvorenom rezervoaru (usipni i isipni) treba da imaju zaptivne zatvarače. Isipna mesta treba zatvarati pomoću zasuna. Izuzetno kao zatvarač može da posluži dodavač koji mora da obezbeđuje dobru zaptivenost mesta isipavanja uglja. Ulazni otvori na rezervoaru treba da se zatvaraju navrtkama.
- Opremanje skladišta rezervoarima otvorenim ili zatvorenim treba da obezbeđuje intervenciju radnika (sigurnosni pojasevi, stubišta) i uključuje opremu za protivpožarnu zaštitu.
- Kod punjenja i pražnjenja skladišta tipa rezervoara treba poštovati preporuke za otvorena odlagališta, naročito one koje se odnose na slojevitost, nabijanje i visinu padanja uglja.

Skladišta uglja u komorama

- Podloga komore, zidovi, tavanica i prozori treba da su od nezapaljivih materijala.
- Unutrašnjost komora treba da bude obezbeđena od dotoka atmosferskih i podzemnih voda.
- Vrata moraju biti od nezapaljivog materijala i dovoljno velika da obezbede punjenje i pražnjenje komore.
- Komore treba da imaju električno osvetljenje sa čvrstim armaturama otpornim (hermetičnim) na

ugljenu prašinu i vodu. Uključivanje i isključivanje svetla obavezno se vrši izvan komore.

- Kod presipanja uglja iz komore treba ukloniti sve materijale i svaku prljavštinu. Komora se puni ugljem tako da ostane slobodan prostor do tavanice u visini od 2 m.

Kontrola skladišta uglja

Bez obzira o kakvom tipu skladišta se radi neophodno je da se redovno vrši njegova kontrola.

Vizuelna kontrola skladišta

Dve nedelje posle deponovanja prve partije uglja skladište miruje, a posle toga, u toku naredna tri meseca, skladište treba svaki dan vizuelno osmatrati. Posle tri meseca vizuelno osmatranje uglja treba obavljati najmanje dva puta nedeljno. U toku ovog posmatranja treba obratiti pažnju, zbog opasnosti od upale uglja, na sledeće:

- pojavu vlažnih delova na površini uglja u rane jutarnje sate (ovu pojavu ne vezivati sa rosom koja ravnomerno pada na celu površinu uglja)
- brzo mestimično sušenje atmosferskih padavina
- pojavu oblačića vodene pare
- pojavu mirisa pepela i sumpora
- oslobađanje dima sa karakterističnim mirisom.

U slučaju da se navedeni simptomi primete, na mestu njihove pojave treba izvršiti provizornu kontrolu temperature i to na sledeći način: čelični štap sa prečnikom 15 mm dužinom oko 2 m i jednim zaoštrenim krajem treba nabiti u sloj uglja i držati 5 minuta. Štap se zatim brzo izvadi iz sloja uglja i provlači kroz dlan šake. Ako je ugallj zagrejan, dlan šake će to odmah osetiti, što je znak da postoji opasnost od upale uglja na skladištu.

Kontrola temperature skladištenog uglja

Merodavan pokazatelj opasnosti od upale skladištenog uglja je promena njegove temperature na pojedinim deonicama skladišta po površini i dubini skladištenog uglja. Po pravilu, neophodno je da se svako skladište uglja na kome je preko 500 tona opremi priborom za merenje temperature. Navedena oprema može biti raznovrsna ali, uglavnom, svodi se na sledeće:

- merne čelične cevi, dugačke oko 3 m sa unutrašnjim prečnikom prilagođenim prečniku termometra. Ove cevi su dole zatvorene i zašiljene,
- termistorski ili drugi električni termometri, zatim stakleni živini ili daljinski živini termometri sa signalizacijom.

Mesta merenja temperature

Merne cevi se postavljaju na skladištima sa otkrivenim odlagalištima i u otkrivenim rezervoarima uglja, nezavisno od načina ubacivanja uglja u njih, na mestima koja se smatraju na datom odlagalištu opasnim i pri gornjoj ivici škarpe, po strani na kojoj najčešće duvaju vetrovi.

Na skladištima sa pokrivenim odlagalištima i u komorama za skladištenje merne cevi treba postavljati u gornjem delu ugljenog sloja u blizini bočnih površina. Ne bi trebalo da udaljenost između pojedinih mernih cevi bude veća od 30 m.

Učestalost merenja temperature

Merenje temperature treba obavljati dva puta nedeljno nezavisno od svakodnevnih vizuelnih osmatranja. Ukoliko se u toku dva meseca ne konstatuje porast temperature uskladištenog uglja onda se merenje temperature može vršiti samo jedanput u dve nedelje.

Način merenja

Merni instrument (termometar, termopara) treba da se stavi u mernu cev na dubini od oko 2 metra. Ako se koriste tzv. maksimalni termometri, onda termometar treba ostaviti u mernoj cevi najmanje 10 minuta, pa zatim pročitati temperaturu.

Registrowanje rezultata kontrole

Rezultati kontrole uskladištenog uglja treba da se upisuju u dnevnik skladištenja koji se posebno vodi za svako odlagalište, rezervoar ili komoru skladišta uglja.

Protivpožarna zaštita

Protivpožarni uređaji i oprema

Mala i srednja skladišta treba da budu opremljena najmanje jednim aktivnim hidrantom, koji se

nalazi najdalje 50 m od skladišta, odgovarajućom dužinom ispravnih vatrogasnih creva i brizgaljka. Velika i vrlo velika skladišta treba da se opreme mrežom hidranata, lociranom iza odlagališta uglja, koja su uzajamno udaljena najviše po 75 m, kao i ispravnim crevima i brizgaljkama. Uslovi koji se odnose na lokaciju instalacije hidranata, kapacitet i pritisak vode treba svaki put usaglašavati sa vatrogasnom službom.

Preventivne mere

Ukoliko se u okviru kontrole utvrdi da se ugalj zagreva do 45°C mesto treba tretirati kao ugroženo požarom.

U tom slučaju treba:

- a. izvršiti valjanje ugroženog dela odlagališta (kosi-ne i gornju površinu)
- b. u toku sledećih dana povećati učestalost merenja temperature.

"Ako se utvrdi rast temperature uglja iznad 60°C tu ugroženu partiju uglja treba odmah izuzeti sa skladišta i uključiti u tekuću potrošnju. Ukoliko su nastala veća izrazita gnezda vatre, tu ugroženu partiju treba izuzeti, razasuti u tankom sloju na mestu koje je za to predviđeno i obilno politi vodom. Pošto se ugasi, ugalj treba što brže potrošiti."

Ako se konstatuje stabilizovanje temperature uglja posle obavljenog valjanja, treba i dalje svaki dan vršiti merenje temperature, sve dok se ona ne smanji.

Gašenje požara uskladištenog uglja

U slučaju da se utvrdi opasnost od požara uskladištenog uglja, treba postupati shodno protivpožarnoj instrukciji, koja na svakom skladištu uglja treba da se nalazi na vidnom mestu. Instrukcija treba da sadrži način gašenja požara, a posebno:

- a. nedozvoljeno potcenjivanje primarnih simptoma ugroženosti uglja požarom
- b. neophodnost održavanja odgovarajućih sredstava protivpožarne zaštite.

SUMMARY

Determination of Coal Storage Criteria

In the paper, the authors review the unavoidability of coal storage due to ununiform consumption. Oxidation, heating and self-inflammability are the major problems of coal storage. For the purpose of avoiding this risk, the authors described several methods and procedures to be applied in order to protect against self-oxidation and other harmful effects on stored coal grade.

ZUSAMMENFASSUNG

Feststellung vom Kriterium für Kohlenlagerung

Die Verfasser geben im Artikel ein Rückblick auf die Unvermeidlichkeit der Kohlenlagerung wegen ungleichmässigen Verbrauch. Ein grosses Lagerungsproblem stellt die Oxydation, die Erwärmung und die Selbstentzündung dar. Um dieses Risiko zu vermeiden, haben die Verfasser mehrere Methoden und Verfahren beschrieben, welche man zum Schutz von Selbstoxydation und anderen schädlichen Einflüssen auf die Qualität gelagerter Kohle anwenden soll.

РЕЗЮМЕ

Установливање критериј при складирању угља

В статье авторы принимают во внимание неизбежность складирования угля из-за неуравновешенного потребления. Окисление, подогрев и самовозгорание представляют собой великую проблему. Что бы уклонить этой риск, авторы описывают несколько методов и способов, которое надо применять в целью защиты от самоокисления и других вредных влияний на качество угля.

1. Poljske norme PN—76 C—07010
2. Čehoslovačke norme ČSN 44 1315
3. Pavlović, N., 1979: Tehnički uslovi za uskladištenje uglja sa ciljem zaštite od intenzivnih oksidacionih procesa, Rudarski institut, Beograd.

Autori: dipl.inž. Dragoslav Golubović, dipl.inž. Željko Marković i Ljiljana Belović, hem. tehn., Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. Đ. Marunić, Beograd
Članak primljen 6.1.1989, prihvaćen 23.1.1989.

RADNE KARAKTERISTIKE KOTLOVSKIH POSTROJENJA PRI PROMENI TEMPERATURE NAPOJNE VODE

(sa 6 slika)

Borislav Perković

Osvrt na radne karakteristike kotlovskih postrojenja

Procesi koji se odvijaju u kotlovskim postrojenjima su vrlo kompleksni, jer u njima učestvuju razni vidovi nosilaca energije kao gorivo, dimni gasovi, vazduh, voda i para, i razni vidovi energije kao hemijska, mehanička, toplotna, električna i sl.

Da bi se svi ovi procesi mogli što uspešnije pratiti, treba, između ostalog, poznavati radne karakteristike kotlovskih postrojenja. Ovde se pod pojmom „radne karakteristike“ podrazumevaju međusobne veze izlaznih i zahtevanih parametara od ulaznih i zadatih. Ove karakteristike se odnose na dato postrojenje i čine njegovu specifičnost. Prema tome, pri definisanju i određivanju radnih karakteristika treba iznaći funkcionalne zavisnosti tehničko—ekonomskih i sigurnosnih pokazatelja postrojenja u celini i njegovih pojedinih delova od uslova eksploatacije i konstruktivnih osobenosti.

Produkcija pare kotlovskog postrojenja se u toku eksploatacije menja u širokim granicama, koje su određene koncepcijom postrojenja i zahtevima elektroenergetskog sistema. U termoelektroenergetskim sistemima, koje su predviđene za pokrivanje baznog opterećenja, kotlovska postrojenja obično dugotrajno rade u opsegu od maksimalne, odnosno nominalne produkcije do 50 — 60 % produkcije. Niža opterećenja od ovih se pojavljuju epizodno (pri kretanju, zaustavljanju, kvarovima pomoćnih uređaja i sl.) i nisu predmet razmatranja u ovom radu,

Nominalna produkcija je posebno karakteristična, jer se na osnovu nje određuju veličine grejnih površina pri zadatom stepenu korisnosti i parametrima, a donja granica opterećenja za dugotrajn rad zavisi od tipa kotlovskog postrojenja, vrste goriva, uslova eksploatacije i sl. i može se odrediti uglavnom samo eksperimentalnim putem.

Kao najvažniji tehničko—ekonomski pokazatelj smatra se stepen korisnosti, odnosno gubici toplote koji ga definišu, kao i potrošnja svih vidova energije za sopstvene potrebe (odnosno bruto i neto stepen korisnosti). Kao kriterijumi sigurnosti obično se mogu smatrati temperatura metala i gradijent njene promene u karakterističnim delovima postrojenja. O sigurnosti se, takođe, može voditi računa i sa aspekta erozije, zašljakivanja, korozije i sl., dok parametri pare mogu biti i tehničko—ekonomski i sigurnosni pokazatelji.

Faktori koji definišu režim rada kotlovskog postrojenja mogu se, u principu, podeliti u nekoliko grupa.

Prvu grupu sačinjavaju veličine i parametri koji su zadati spolja, kao što su produkcija pare, temperatura okoline, karakteristike goriva i sl. Produkcija je zadata zahtevima elektroenergetskog sistema i njoj je podređen celokupni rad postrojenja.

Drugu grupu čine parametri koji se održavaju upravljanjem i regulacijom, a na osnovu zahteva pouzdanosti i ekonomičnosti. U ovu grupu spada-

ju, pored ostalog, parametri pare, višak vazduha, brzine i raspored količina vazduha po gorionicima, finoća mlevenja i sl.

Treću grupu čine konstruktivni faktori čije se funkcionalne zavisnosti određuju ispitivanjima u cilju poboljšanja uslova rada postrojenja, a tu spadaju rekonstrukcije pojedinih grejnih površina, periodi zamene habajućih elemenata mlinova i gorionika itd.

Svi navedeni faktori i procesi su u najvećem broju slučajeva funkcija vrlo velikog broja različitih zavisnosti, čiji su uticaji na rad postrojenja različiti.

Tako, na primer, stepen korisnosti kotlovskog postrojenja zavisi od niza uticajnih faktora, pa se može predstaviti u sledećem obliku:

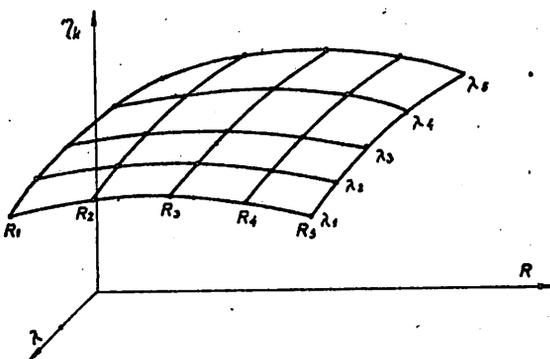
$$\eta_k = f(Q_1, \lambda, t_g, t_1, H_d, W, A, R, \tau, t_{nv})$$

Ovakav vid zavisnosti je vrlo komplikovan za rešavanje bilo teorijskim bilo eksperimentalnim putem.

Uzmimo prost slučaj funkcije dva parametra, npr. zavisnost stepena korisnosti kotlovskog postrojenja od koeficijenta viška vazduha i finoće mlevenja tj. $\eta_k = f(\lambda, R)$.

Da bi se odredila ova funkcija (koja predstavlja krivolinijsku površinu u trodimenzionalnom sistemu) potrebno je izvršiti serije ispitivanja sa različitim vrednostima λ i R .

Grafička interpretacija funkcije dve promenljive, tj. zavisnost stepena korisnosti od koeficijenta viška vazduha i finoće mlevenja, prikazana je na slici 1.



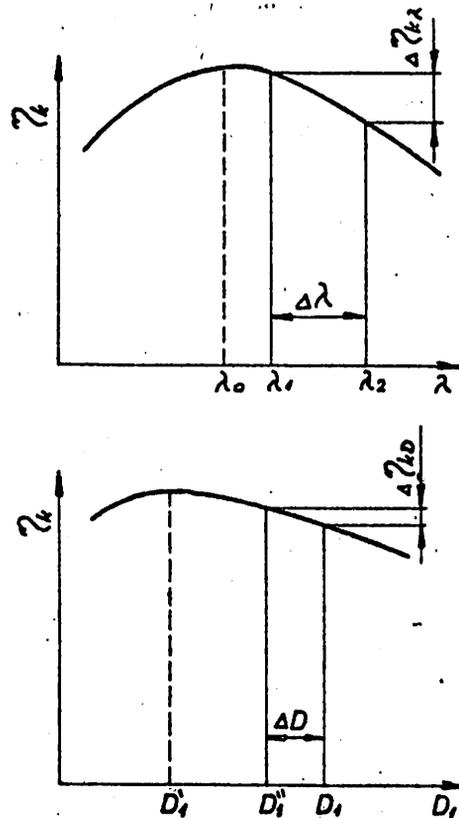
Slika 1.

Ako se zna da su za dobijanje jedne krive eksperimentalnim putem potrebne najmanje četiri tačke, treba izvršiti najmanje 16 ispitivanja. Proširujući ovaj postupak za funkciju 3 promenljive, pri istim zahtevima, potrebna su 64 ispitivanja, za 4 promenljive 256 ispitivanja itd. ($4^2, 4^3, 4^4$ itd.).

Jasno je da je strogo rešavanje ovakvih zadataka praktično nemoguće, pa je jedan od osnovnih zadataka istraživačkog rada u ovoj oblasti da se pronađe pravi put za smanjivanje broja ispitivanja. Ovo se može postići na taj način da se zavisnost $\eta_k = f(\lambda, R)$ formira kao serija zavisnosti tipa $\eta_{k\lambda} = f_1(\lambda)$, a da svi ostali faktori pri tome ostanu što je moguće više konstantni.

Dva primera zavisnosti navedenog tipa prikazana su na slici 2, na kojoj je data promena stepena korisnosti u zavisnosti od promene:

- koeficijenta viška vazduha
- produkcije pare.



Slika 2.

Kako se u uslovima eksploatacije postrojenja ne može obezbediti apsolutna konstantnost ostalih promenljivih faktora, to je kvalitet ispitivanja

utočak koji je manje odstupanje svih uticajnih faktora. Idealan slučaj bi bio kada bi se unapred znale optimalne vrednosti pojedinih promenljivih veličina. No, kako je to nemoguće, onda je i reprezentativnost rezultata ispitivanja veća što su vrednosti promenljivih bliže optimalnim. Zbog toga je najbolje da se sve uticajne veličine za vreme ispitivanja drže na vrednostima koje su date projektom, ili su poznate iz literature, a vrlo je korisno koristiti iskustva ispitivanog ili sličnog postrojenja.

Poznavanje navedenih zavisnosti omogućava da se dobije što korektniji odgovor na niz pitanja koja su merodavna za ocenu kvaliteta rada kotlovskih postrojenja i preduzimaju blagovremeno intervencije za njihovo što pravilnije i potpunije korišćenje.

Promene temperatura dimnih gasova i ostalih karakteristika kotlovskih postrojenja pri promeni temperature napojne vode

Kao što je poznato, pri smanjenju snage turbopostrojenja i pri isključenju sistema regenerativnih zagrejača visokog pritiska [3,4], dolazi do sniženja temperature napojne vode na ulazu u kotlovsko postrojenje. Pri tome dolazi do niza promena u samom postrojenju, koje se odražavaju na način rada i ostale karakteristike. Jedna od najznačajnijih promena pri tome je promena temperaturnih stanja u pojedinim elementima kotlovske postrojenja. Kako se pri promeni temperature

napojne vode menja potrebna količina pare za rad turbopostrojenja, to u kotlovskom postrojenju dolazi do promene niza veličina.

Posmatrajmo dva karakteristična slučaja koji mogu nastati pri isključivanju regenerativnih zagrejača visokog pritiska:

- a) ukupna toplotna produkcija kotlovske postrojenja ostaje konstantna ($Q_1 = \text{const.}$) i
- b) količina proizvedene pare ostaje konstantna ($D_1 = \text{const.}$).

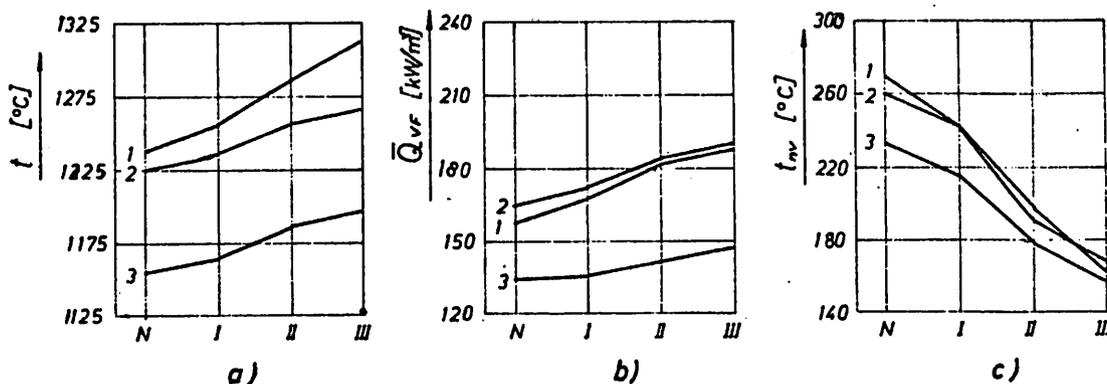
Sva ostala stanja koja se u pogonu mogu pojaviti su kombinacija ova dva granična slučaja.

Ponašanje kotlovske postrojenja u navedenim slučajevima je različito, pa će se posmatrati promene do kojih dolazi u oba slučaja.

Pri sniženju temperature napojne vode i pri nepromenjenoj toplotnoj produkciji, količina proizvedene pare se smanjuje i ona se, na primer, za kotlovsko postrojenje bez naknadnog pregrevanja može odrediti iz sledeće jednačine:

$$D'_1 = D_1 \frac{(i_s - i_{nv}) + m(i_k - i_{nv})}{(i_s - i'_{nv}) + m(i_k - i'_{nv})}$$

U ovoj jednačini su sa ' obeležene veličine koje se odnose na režim rada sa sniženom temperaturom napojne vode. Ako se, pak, količina pare i njeni parametri zadrže konstantnim, onda se povećava toplotna produkcija kotlovske postrojenja,



Slika 3.

Oznake na slici 3 imaju sledeće značenje:

- N — svi zagrejači visokog pritiska su u pogonu; I — isključen jedan zagrejač visokog pritiska; II — isključena dva, a III — isključena sva tri zagrejača visokog pritiska; a' — promena temperature dimnih gasova na kraju ložišta; b — promena toplotnog opterećenja ložišta, c — promena temperature napojne vode; 1 — postrojenje TPP-200; 2 — TPP — 210; 3 — TP — 100.

jer se povećava potrebna količina goriva. U ovom slučaju dolazi do povećanja toplotnog opterećenja ložišta i do povišenja temperature dimnih gasova na vrhu odnosno kraju ložišta.

Karakterističan tok temperatura na kraju ložišta, toplotnog opterećenja ložišta i promene temperature napojne vode pri isključenju sistema zagrejača visokog pritiska dat je na slici 3 (prema literaturi [1]). Kriva 1 se odnosi na kotlovsko postrojenje TPP–200, kriva 2 na postrojenje TPP–210, a kriva 3 na postrojenje TP–100. Navedena kotlovska postrojenja je izvodio Taganrogskij zavod, SSSR za blokove snage 200, 300 i 800 MW, a njihove osnovne karakteristike su date u tablici 1.

Kao što se vidi, pri sniženju temperature napojne vode i u slučaju da je $D_1 = \text{const.}$ i bez promene parametara sveže i naknadno pregrejane pare, toplotna produkcija kotlovskih postrojenja se povećava, što prvenstveno dovodi do povećanja toplotnog opterećenja ložišta i do povišenja temperature dimnih gasova na kraju ložišta. Pri isključenju sva tri zagrejača visokog pritiska toplotno opterećenje ložišta se povećava za ~ 20 %, a temperatura na kraju ložišta postaje viša za oko 50–60°C.

Pri radu u navedenom režimu za ova postrojenja, kao i za sva druga, treba strogo voditi računa da ovo povišenje temperature gasova ne dovede do pojave zašljakivanja i povećane zaprljanosti grejnih površina.

U tom slučaju je neophodno preduzeti mere da do zašljakivanja ne dođe (npr. češćim uključivanjem duvača gara) ili izbegavati navedeni način forsiranja postrojenja. O svemu ovome se mora voditi računa i pri naručivanju, odnosno dimenzionisanju kotlovskih postrojenja.

Temperatura izlaznih dimnih gasova pri isključenju zagrejača visokog pritiska zavisi od uloge i rasporeda zagrejača vode u traktu kotlovskog postrojenja. Tako na postrojenju TP–100 zagrejač vode je smešten u zonu temperatura dimnih gasova reda 380°C i pri isključenju zagrejača visokog pritiska temperatura izlaznih dimnih gasova se snižava za 10°C (što dovodi do povećanja stepena korisnosti za oko 0,6%).

Na kotlovskom postrojenju TPP–210 zagrejač vode je smešten u zonu temperature dimnih gasova reda 520°C, pa se pri isključenju zagrejača visokog pritiska temperatura izlaznih dimnih gasova praktično ne menja.

Prema tome, uticaj isključenja zagrejača visokog pritiska na raspored temperatura dimnih gasova duž kotlovskih grejnih površina (a time i na stepen korisnosti) je za razna postrojenja različit i zavisi od koncepcije postrojenja, a posebno od rasporeda zagrejača vode.

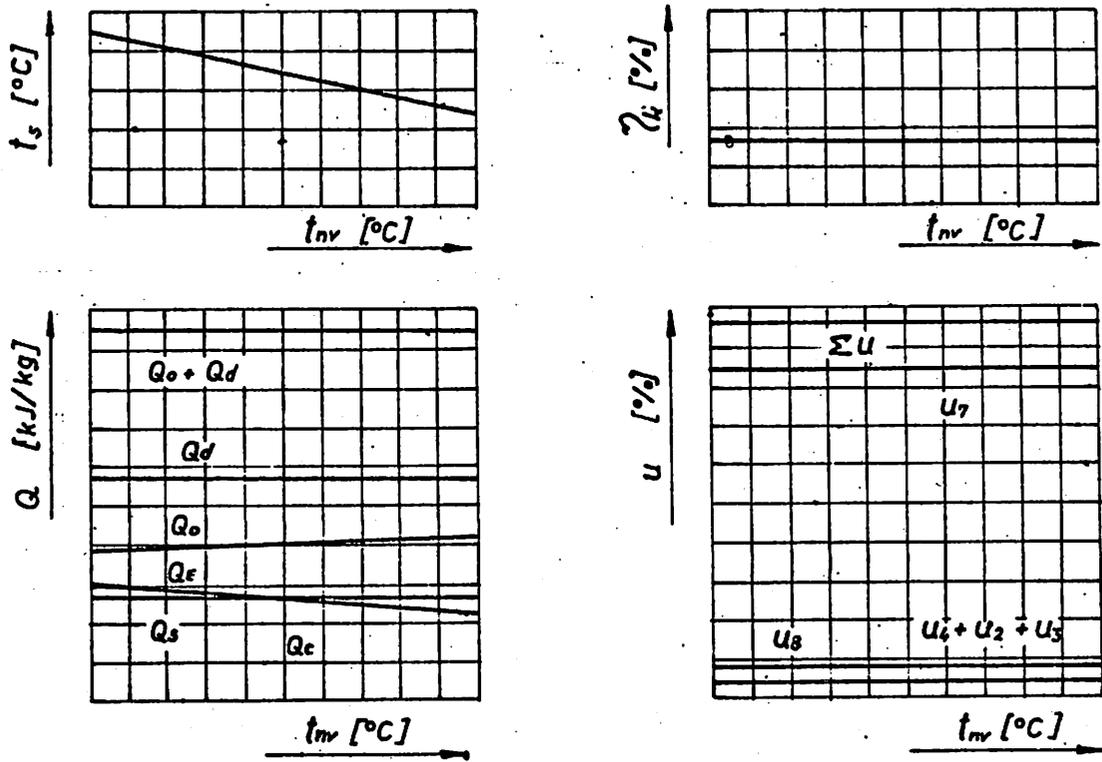
Uslovi za rad pregrejača pare za kotlovska postrojenja sa prirodnom i prinudnom cirkulacijom su različiti.

Osnovne karakteristike kotlovskih postrojenja

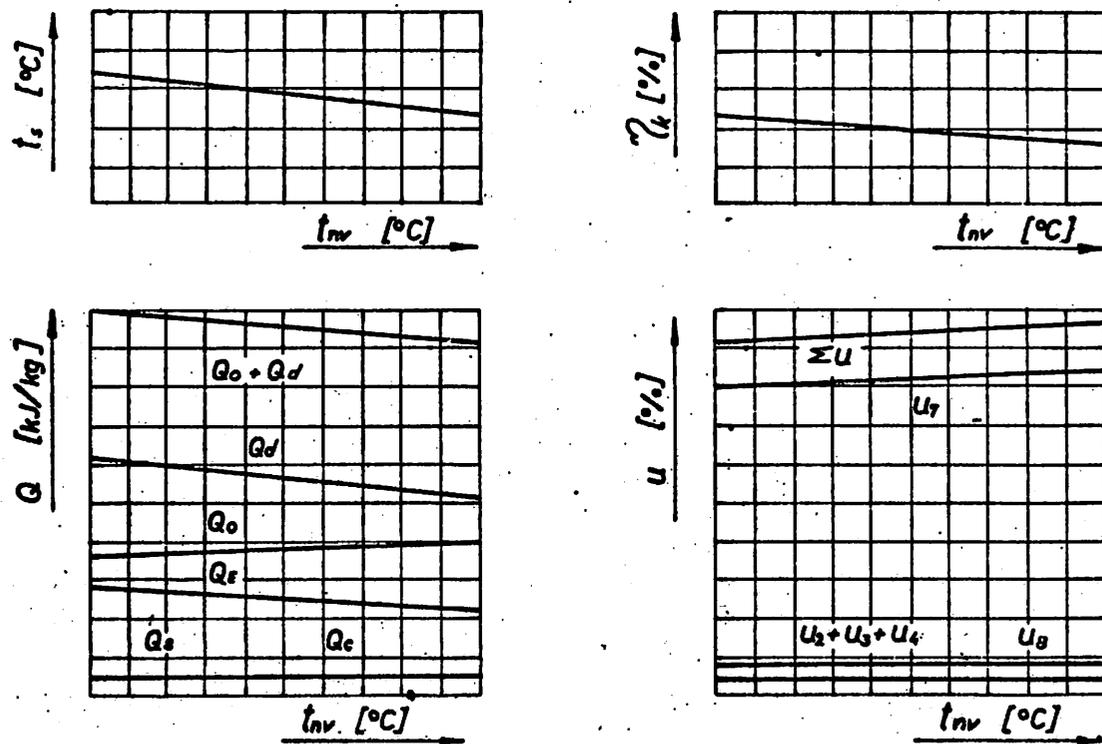
Tablica 1

Veličine	Postrojenje			Jedinica
	TPP–200	TPP–210	TP–100	
Snaga bloka	800	300	200	MW
Produkcija sveže pare	695	264	178	kg/s
Pritisak sveže pare	25,5	25,5	14,0	MPa
Temperatura sveže pare	565	565	570	°C
Pritisak naknadno pregrejane pare	3,7	3,7	2,6	MPa
Temperatura naknadno pregrejane pare	570	570	570	°C
Vrsta cirkulacije	prinudna	prinudna	prirodna	
Vrsta goriva	antracit i mrki ugalj	antracit i mrki ugalj	antracit i gas	
Temperatura dimnih gasova na kraju kotla	123	131/154*	132/122*	°C
Temperatura napojne vode	270	260	230	°C
Stepen korisnosti	91,5	90,0	87,0/92,0*	%

*Prva cifra se odnosi na rad sa antracitom, a druga na rad sa mrkim ugljem, odnosno gasom



Slika 4.



Slika 5.

U slučaju prirodne cirkulacije, pregrevanje pare počinje u grejnim površinama odmah posle izlaska pare iz kotlovske doboša i početak pregrevanja ne zavisi od promene temperature napojne vode.

U slučaju konstantne produkcije pare dolazi do povišenja temperature pregrejene pare za ovu vrstu postrojenja, jer se povećavaju potrošnja goriva i brzine dimnih gasova u zoni pregrejača, a to dovodi do povećanja koeficijenta prolaza toplote.

Pri tome se može smatrati da je $\frac{\Delta t_{nv}}{\Delta t_s} = 2,5-3$

(prema literaturi [2]). U slučaju konstantne toplotne produkcije, pri sniženju temperature napojne vode smanjuje se protok pare kroz pregrejač, pa uz nepromenjenu razmenu toplote opet dolazi do povišenja temperature pregrejene pare.

Opšti oblik promena karakterističnih veličina kotlovske postrojenja sa prirodnom cirkulacijom (temperatura pregrejene pare, količine razmenjene toplote u cevnoj rešetki, pregrejaču pare, u ozračnom delu, zagrejaču vode, ukupno razmenjena toplota u konvektivnom delu, stepen korisnosti kotlovske postrojenja, pojedini gubici toplote koji prate proces transformacije energije) sa promenom temperature napojne vode dat je na slici 4 za slučaj $D_1 = \text{const.}$, odnosno na slici 5 za slučaj $Q_1 = \text{const.}$

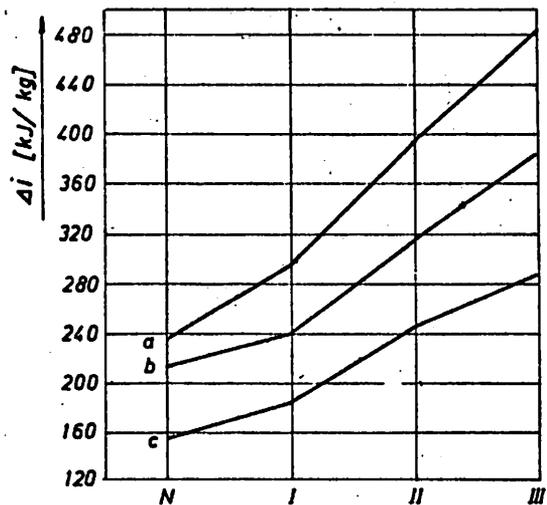
Za kotlovska postrojenja sa prinudnom cirkulacijom početak pregrevanja pare se pomera sa promenom temperature radnog fluida duž vodeno-parnog trakta. Zbog toga sniženje temperature napojne vode kod ovog tipa postrojenja izaziva odgovarajuće sniženje temperature pregrejene pare, pa je za njeno održavanje na normalnoj vrednosti potrebna dodatna količina goriva. Sve ovo ima znatan uticaj na temperaturski režim cevi pregrejača pare. Kompleksna analiza ponašanja pregrejača u ovim uslovima prevazilazi obim ovog rada i o tome se mogu pronaći odgovarajući podaci u literaturi [1].

U izlaznim konvektivnim paketima pregrejača pare, za sve razmatrane tipove kotlovske postrojenja, povišenje temperature zida cevi nastaje kao rezultat porasta toplotnog opterećenja i povećane razmene toplote u tim paketima. Do znatnijeg povišenja temperature zida cevi dolazi u srednjim paketima pregrejača postrojenja sa prirodnom cirkulacijom i pri isključenju sva tri zagrejača visokog pritiska temperatura metala pojedinih grejnih površina se povišava i za više od 30°C .

Međutim, kod postrojenja sa prinudnom cirkulacijom ozračene grejne površine rade u povoljnijim temperaturskim uslovima u slučaju povećanja toplotnog opterećenja, jer se sniženje temperature napojne vode i radnog fluida (vode i pare) u tim grejnim površinama ispoljava više od povećanja toplotnog opterećenja.

U svim razmatranim režimima temperatura naknadno pregrejene pare uglavnom ostaje konstantna, a temperatura zida cevi naknadnog pregrejača se vrlo malo menja. Do ovog dolazi jer pri sniženju temperature napojne vode temperatura gasova ispred naknadnog pregrejača neznatno raste, a količina naknadno pregrejene pare se povećava, pa se na taj način poboljšava hlađenje cevi naknadnog pregrejača.

Temperatura dimnih gasova u zoni zagrejača vode se malo menja pri razmatranim režimima. Pri isključenju zagrejača visokog pritiska znatno se povećava količina toplote koju prima voda u zagrejaču vode i to zbog povećanih temperaturskih razlika između vode i gasova. Zbog toga se, za slučaj konstantne toplotne produkcije, snižava temperatura izlaznih dimnih gasova. Promena prirasta entalpije vode u zagrejaču vode pri sniženju temperature napojne vode prikazana je na slici 6 (prema literaturi [1]).



Slika 6.

Povećana razmena toplote u zagrejaču vode doprinosi stabilnijem radu izlaznog dela i izlaznog kolektora zagrejača vode, kao i grejnih površina koje se po hodu vode nalaze iza zagrejača vode.

Kod zagrejača vode u kojima je predviđeno delimično isparavanje vode, pri sniženju temperature napojne vode smanjuje se količina isparavanja, a kod neisparavajućih zagrejača vode temperaturna razlika između temperature ključanja i izlazne temperature vode se povećava, što dovodi do povećanog učešća dela zagrejača vode u ekranskim grejnim površinama.

Sniženje temperature napojne vode ima najveći uticaj na cevi zagrejača vode i na napojne cevovode, jer su oni prvi po toku vode. Najveća promena temperature napojne vode pri isključenju svih zagrejača visokog pritiska iznosi za savremena postrojenja oko 90°C. Kako vreme koje je potrebno za isključenje sistema zagrejača vode iznosi oko 1,5 minuta, a pare oko 2–5 minuta, to maksimalna brzina promene temperature napojne vode iznosi oko 60°C/min, a pri isključenju sa strane pare oko 18–45°C/min. Uzimajući u obzir izvesnu akumuliranu toplotu u metalu cevovoda, stvarne promene temperature vode su nešto manje.

Da bi se izvršila ocena dozvoljene brzine promene temperature napojne vode potrebno je da se za dato postrojenje izvrši proračun dopunskih tangencijalnih naprezanja na cevima zagrejača vode i napojnog cevovoda. Ova naprezanja zavise, u najvećoj meri, od brzine promene temperature napojne vode. Prema [1], u najvećem broju slučajeva dopunska tangencijalna naprezanja se zbog ove promene nalaze u dozvoljenim granicama za razmatrana postrojenja. Međutim, preporučljivo je da se dozvoljena brzina promene temperature napojne vode određuje na osnovu dugotrajnih ispitivanja pri radu sa isključenim sistemom zagrejača visokog pritiska za svako konkretno postrojenje.

Kao što je napomenuto, sniženje temperature izlaznih dimnih gasova pri jednakom sniženju temperatura napojne vode je različito za razna

kotlovska postrojenja i zavisi od rasporeda i udela zagrejača vode u toplotnom bilansu kotlovske postrojenja, kao i njegove konstrukcije. Prema raspoloživim podacima, ovo sniženje iznosi 1–4°C na svakih 10°C sniženja temperature napojne vode.

Promena temperature dimnih gasova u zoni zagrejača vode dovodi do odgovarajućih promena u zoni zagrejača vazduha. Ova promena utiče na rad postrojenja uglavnom na dva načina. Naime, zbog snižene temperature dimnih gasova na ulazu u zagrejač vazduha dolazi do odgovarajućeg sniženja temperature zagrejanog vazduha. Zbog toga se snižava teorijska temperatura u ložištu, menja se raspodela razmene toplote u ozračenom i konvektivnom delu kotlovske postrojenja, jer se smanjuje količina toplote koja se razmenjuje zračenjem. Drugi uticaj promene temperature dimnih gasova u zoni zagrejača vazduha se odražava na temperaturu izlaznih dimnih gasova, a time i na stepen korisnosti kotlovske postrojenja. Promenom stepena korisnosti menja se potrebna količina goriva (do ove promene i inače dolazi, jer se za istu snagu turbopostrojenja menja potrebna količina pare), a time se menja opterećenje postrojenja za dopremu i pripremu goriva, menjaju se otpori u vazдушnom i gasnom traktu, a time i uslovi rada ventilatora vazduha i dimnih gasova, menjaju se uslovi rada postrojenja za otpremu šljake i pepela, kao i postrojenja za hemijsku pripremu vode. Na taj način se menja i sopstvena potrošnja energije, odnosno menja se i neto stepen korisnosti kotlovske postrojenja.

Na kraju se napominje da će o uticaju promene temperature napojne vodena radne karakteristike zagrejača vode i zagrejača vazduha, posebno u uslovima eksploatacije velikih kotlovske postrojenja, biti reči nekom drugom prilikom.

SUMMARY

Boiler Plant Operating Properties during Changes of Feed Water Temperature

The paper deals with operating properties of large boiler plants during changes of feed water temperature. A review is given of operating properties, i.e. major changes taking place in boiler plants operation in power generating plants during steam plant operation with switched off high pressure heating system. Also, due consideration is paid to the problem of defining the operating properties experimentally, indicating the importance of correct determination of individual parameters for regular operation of a given plant.

The paper is a continuation of previous research of the author in the area of defining the effects of feed water temperature changes on the properties of individual sections of power generating plants.

ZUSAMMENFASSUNG

Arbeitscharakteristik der Kesselanlagen bei Temperatursänderungen vom Speisewasser

Im Artikel wird über die Arbeitscharakteristiken der grossen Kesselanlagen bei Temperatursänderungen vom Speisewasser gesprochen. Man gibt ein Rückblick auf die Arbeitscharakteristiken, bezüglich der bedeutsamsten Änderungen zu welchen es bei der Arbeit von Kesselanlagen in Thermokraftwerken mit der Arbeit des Dampfblockes bei ausgeschlossenenem System des Hochdrucks-Erwärmer. Ebenso ist auch das Problem zur Bestimmung der Arbeitscharakteristiken nach experimenteller Weise betrachtet und es ist die Bedeutung der richtigen Bestimmung einzelner Parameter für die Richtigkeit der Nutzung von der Anlage gezeigt. Diese Arbeit ist die Fortsetzung früherer Untersuchungen vom Verfasser auf dem Gebiet der Bestimmung beim Einfluss der Speisewassertemperatur auf die Charakteristiken einzelner Anlagen in Thermokraftwerken.

РЕЗЮМЕ

Рабочие характеристики котельных установок при изменении температуры питательной воды

В статье говорится о рабочих характеристиках великих котельных установок при изменении температуры питательной воды. Дается обзор о рабочих характеристиках то есть о самых важных изменениях до которых произошло в работе котельных установок в ТЭС при работе парового блока с выключенной системой гревателя для высокого давления. Также рассматривана проблема определения рабочих характеристик с помощью опытов и указывается на значение точного определения отдельных параметров для правильной эксплуатации горе упомянутой установки. Эта работа представляет собой продолжение раньше автором выполненных исследований в области определения влияния изменений температуры питательной воды на характеристики отдельных установок в ТЭС.

Literatura

1. Z i k o v, S. A., R i ž e n k o v, V. E., 1967: I s l e d o -
vanje vozmožnosti forsirovanija mošnyh kondensacio-
nih blokov. — Teploenergetika 6.
2. K a č a n, A. D., 1978: Režimy raboty i eksploatacii
teplovyh električeskikh stancij, Minsk.
3. P e r k o v i ć, B., 1981: Prilog određivanju uticaja pro-
mene temperature napojne vode na karakteristike rada i
stepeni korisnosti parnog bloka — doktorska disertacija,
Mašinski fakultet, Beograd.
4. P e r k o v i ć, B., 1985: Uticaj promene temperature
napojne vode na stepen korisnosti i specifičnu potroš-
nju toplote turbopostrojenja. — Rudarski glasnik, Vol.
24, br. 4, Beograd.

Autor: dr inž. Borislav Perković, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. V. Vuetić, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 6.1.1989, prihvaćen 23.1.1989.

UTICAJ PRIMENE RAČUNARSKE TEHNIKE NA RAZVOJ RUDARSKE I GEOLOŠKE NAUKE I PRAKSE*

Slobodan Vujić

Uvod

U geologiji i rudarstvu, kao komponentama ukupnog naučnog i privrednog sistema, dolazi do značajnih promena u skladu sa najnovijim tokovima opšteg naučnog i tehničkog razvoja.

Ove promene karakteriše intenzivna „matematizacija i kompjuterizacija“ geologije i rudarstva, kako u pogledu rešavanja određenih teorijskih pitanja, tako i — što je mnogo značajnije — u pogledu rešavanja konkretnih — praktičnih problema.

Era mikroprocesorske tehnologije, odnosno naučna i tehnička dostignuća u oblasti izrade i korišćenja elektronskih računarskih mašina kod rešavanja raznorodnih naučnih i privrednih problema poslužila su kao osnova i za njihovo uvođenje u geološku i rudarsku nauku i praksu.

Vrlo intenzivna istraživačka delatnost na polju primene matematike i računarske tehnike u geologiji i rudarstvu teče u četiri osnovna pravca.

Prvi pravac obuhvata primenu metoda matematičke statistike, teorije verovatnoće, geostatistike, matematičke logike i heurističkih metoda kod obrade geoloških istražnih informacija.

Drugi pravac je vezan za korišćenje linearne algebre, numeričkih metoda, metoda operacionih istraživanja, stohastičkih i determinističkih matematičkih pristupa, kao i drugih matematičkih

metoda za modelovanje uz pomoć računara pojava i procesa u geologiji i rudarstvu.

Treći pravac obuhvata informacione i informaciono—upravljačke (procesne) aspekte primene računarske tehnike u geologiji i rudarstvu. Razvoj veštačke inteligencije (ekspertnih sistema) predstavlja sintetizovanu višu nadgradnju, odnosno danas najviši nivo kreativne primene računarske tehnike. Možemo ga deklarirati kao *četvrti pravac*. Ovu podelu treba uslovno shvatiti; ona ne definiše funkcionalne međe koje zapravo i ne postoje, već, pre svega, pokazuje širinu opsega primene matematike i računara u geologiji i rudarstvu.

Geologija i rudarstvo sa aspekta primenljivosti računarske tehnologije pripadaju klasi visoko aplikativnih oblasti.

Ostvareni su značajni rezultati na ovom polju u svetu, pre svega u visokorazvijenim industrijskim zemljama.

Dok s jedne strane, visokorazvijene zemlje Zapada spremno koračaju u postindustrijski period gde mikroračunarska tehnologija dostiže punu zrelost, računarska pismenost, nivo opšte pismenosti, a primena računarske tehnike nivo rutinske primene, dotle preostali svet nije završio ni potpunu industrijalizaciju.

Razlike u uvođenju i korišćenju računarske tehnologije su očito vrlo izražene.

O primeni računara u rudarstvu i geologiji

U oblasti geologije ležišta mineralnih sirovina uočljivi su vrlo intenzivna istraživačka delatnost i značajni pomoci u filozofiji i razvoju novih pristupa. U svim fazama geoloških planiranja, istraživa-

*Oslonac pri pisanju bio je rad pod brojem osam naveden u literaturi.

nja, interpretacije, analitičke obrade, informatike i projektovanja primena matematičkih metoda i računara u razvijenim zemljama dostigla je toliki stepen da se smatra uobičajenom – rutinskom. Na žalost kod nas, ako se izuzmu pojedine institucije i manji broj pojedinaca, primenjena matematika i računari još uvek generalno imaju status novog. Broj učesnika (preko 500), teme i kvalitet saopštenih naučnih i stručnih radova, na Prvom jugoslovenskom simpozijumu o primeni matematičkih metoda i računara u rudarstvu i geologiji, koji je održan (30.V–3.VI 1988) u Beogradu, ohrabruje i ukazuje na sve veće interesovanje stručnjaka, širenje znanja iz računarstva i primenjene matematike, kao i na tendencije njihovog uvođenja u praksu. Može se očekivati da će se ovaj trend nastaviti u pozitivnom smislu, pošto je u novije vreme u nekim značajnim geološkim kućama počeo proces opremanja kvalitetnijom računarskom opremom i školovanjem kadrova.

U oblasti geologije ležišta mineralnih sirovina nema discipline u kojoj računar i matematika nisu našli primenu.

Savremena razvojna istraživanja i interesovanja stručnjaka na ovom polju u svetu kreću se sledećim fokusnim pravcima:

- a. *Matematičko modeliranje geoloških procesa.* Ovde su prisutna dva stohastička prilaza: prvi – modelovanje pojava i procesa i drugi – modelsko odnosno matematičko opisivanje objekta.
- b. *Geološke klasifikacije na matematičkoj osnovi.* Razmatraju se matematičke metode klasifikacije za rešavanje različitih geoloških zadataka kao što su: prognoziranje, klasifikacija stena, geološko rejoniranje, određivanje starosti u paleontologiji i dr.
- c. *Geostatistika.* Veliku primenu imaju različite procedure krigovanja, prilagođene rešavanju zadataka iz oblasti proračuna rezervi, geološko – ekonomske ocene, geometrizacije ležišta i dr. Važan naučni pravac je razrada složenih matematičkih modela za automatizovano prognoziranje veličine rezervi potencijalnih ležišta na osnovu raspodele hemijskih elemenata ili njihovih jedinjenja (savremeni geostatistički modeli prognoze rezervi obuhvataju geohemijske parametre, granični sadržaj, cenu koštanja jedinice resursa, dubinu na kojoj se planira otvaranje ležišta i dr).
- d. *Prognoziranje i ocena geoloških resursa uz pomoć računara.* Ovde su posebno aktuelni sledeći pravci istraživanja: metodologije i metode izrade

automatizovanih sistema prognoze rudnih i naftno–gasonosnih ležišta; izrada uz pomoć računara prognoznih karata; prognoziranje uz pomoć računara pojedinih svojstava geoloških objekata; tehnologija izrade automatizovanih sistema obrade geoloških podataka za prognoziranje i dr; pri izradi tematskih prognoznih karata najčešće se koriste modeli trenda, splajn–funkcija, ortogonalnih razlaganja, metode Monte Karlo i dr.

e. *Načini prikupljanja, čuvanja, obrade, distribucije i korišćenja geoloških podataka (informatika):*

- teorijski i metodološki problemi stvaranja informacionih sistema u geologiji, razrada i primena informacionih sistema;
- razrada i analiza eksploatacije postojećih automatizovanih sistema naučno–tehnoških istraživanja u geologiji;
- postoje dva različita principa izrade višejezičnog tezaurusa za geološke nauke (Međunarodna komisija za geološku dokumentaciju, KOGEO DOK I GEOINFORM).

f. *Razvoj veštačke inteligencije – ekspertnih sistema*

Uslovi eksploatacije ležišta mineralnih sirovina definisani složenom geometrijom ležišta, često vrlo izraženom anizotropijom korisne mineralne sirovine i pratećih stena, složenim hidrogeološkim i inženjersko–geološkim karakteristikama radne sredine, tehnološkim karakteristikama proizvodnog procesa, složenim uslovima uzajamnih veza i tokova informacija u proizvodnim procesima, izraženim stohastičkim karakterom promene, tehničko–tehnoških i ekonomskih činilaca zahtevaju primenu moćne inženjersko–kreativne tehnologije u istraživanju, projektovanju, kontroli i upravljanju proizvodnih procesa u rudarstvu. Naučna i tehnološka dostignuća u oblasti izrade i korišćenja računarske tehnike kod rešavanja raznorodnih privrednih problema poslužila su kao osnova i za njeno uvođenje u rudarsku nauku i praksu.

Eksploatacija čvrstih mineralnih sirovina (metaličnih, nemetaličnih i ugljeva) i nafte i gasa predstavlja pogodno tlo za efikasno uvođenje matematičkih metoda i računara u oblasti inženjersko – kreativne delatnosti kao što je projektovanje, inženjerska analiza i planiranje, ali i u sferu neposredne proizvodnje.

Trend primene računara u neposrednoj proizvodnji u rudarstvu danas ima izraženi karakter u razvoju informacionih i kontrolno–upravljačkih (monitoring) sistema.

U inženjersko—kreativnoj delatnosti u rudarstvu danas se u svetu koristi široka lepeza matematičkih metoda: numerika, matricni račun, statistika, teorija verovatnoće, metoda Monte Karlo, metode operacionih istraživanja, metoda konačnih elemenata, teorija grafova, splajn tehnika i dr. Kod rešavanja konkretnih problema koriste se pojedine metode ili kombinacije više metoda uz oslanjanje na usko stručno definisane pristupe ili pristupe koji integrišu znanja drugih naučnih disciplina (npr. mehanika, hidraulika i dr.) van rudarstva i geologije.

Očito je da se radi o vrlo složenim matematičkim modelima koji oslonac nalaze u širokoj matematičkoj i stručno—tehničkoj bazi.

Modeli koji se koriste u istraživanjima, analiza, nižim i višim nivoima projektovanja u rudarstvu često osnovni razvoj imaju u nekoj od oblasti geologije; tako se npr. matematički modeli ležišta, razvijeni u fazi obrade geoloških istražnih radova, koriste u projektovanju, kod ocena graničnih zahvata ležišta, geometrijskih i tehnoloških analiza, a koriste se i u neposrednoj proizvodnji kao izvori dragocenih informacija za pravilno vođenje eksploatacionog procesa na rudniku. Ovakvih primera ima dosta. Oni, istovremeno, govore o integrisanosti geologije i rudarstva, bar kada je u pitanju primena matematičkih metoda i računara.

Matematičke metode i računarska tehnika imaju, možda ne podjednako značajno zastupljenju, primenu u svim oblastima rudarstva. Možemo konstatovati da je kod nas nekoliko instituta i preko desetak rudarskih radnih organizacija opremljeno relativno kvalitetnom računarskom opremom, ali ne dovoljno iskorišćenom sa aspekta o kome je reč.

Drugi pravac primene računara u rudarstvu odnosi se na informacionu i procesnu primenu. Danas se u svetu dosta radi na razvoju informacionih, kontrolno—upravljačkih i ekspertnih računarskih sistema za rudarstvo. Uvođenjem ovakvih računarskih sistema omogućava se prikupljanje, čuvanje i obrada (analitika) informacija, donošenje korektnih odluka i pravovremeno upravljačko dejstvo na proizvodni proces, a sve sa ciljem efikasnijeg upravljanja i racionalnije proizvodnje. Na četiri naša rudnika su uvedena, a na dva se planira uvođenje kontrolno—upravljačkih računarskih sistema za praćenje i upravljanje tehnološkog procesa eksploatacije ili za praćenje i upravljanje pojedinim aktivnostima (npr. odvodnjavanje). Do nedavno, kontrolno—upravljačka primena računarskih sistema bila je pre svega orijentisana na kontinualne tehnološke sisteme, sisteme koji su prikladniji za „kompjuterizaciju“. Diskontinualni

tehnološki sistemi u kojima su prostorna i vremenska komponenta tehnološkog procesa izrazito dinamične, još uvek nisu dostigli stepen „kompjuterizacije“ kontinualnih sistema, ali su u poslednje tri godine napravljeni značajni pomaci u razvoju telemetrijskih elemenata za određena merenja na bagerima sa jednim radnim elementom i damperima. Time se omogućava viši nivo automatizacije i uvođenja računarskih kontrolno—upravljačkih sistema na rudnicima sa diskontinualnim tehnologijama.

Potrebno je istaći, da nekoliko naših istraživačko—razvojnih institucija nastoje da održe korak sa svetom u razvoju hardverskih rešenja za kontrolno—upravljačke sisteme u industriji i rudarstvu. Kada je u pitanju razvoj softvera za kontrolno—upravljačke sisteme, ove se institucije oslanjaju gotovo isključivo na softver koji se koristi u svetu. Iako se radi bez sumnje o kvalitetnim softverskim rešenjima, ona često traže velike izmene da bi bila potpuno adaptivna konkretnim uslovima na jednom rudniku.

U pripremi mineralnih sirovina matematika i računari, kao i uopšte u rudarstvu, imaju širok opseg primene, sa orijentacijom na dva osnovna pravca: inženjersko-kreativni i procesni.

Sa ciljem da se smanje investicioni i proizvodni troškovi do minimalnih nivoa koji obezbeđuju krajnje postavljene zahteve u pogledu kapaciteta i kvaliteta proizvoda, inženjeru koji projektuje postrojenja za pripremu mineralnih sirovina postavljaju se sledeći zahtevi:

- tačno predviđanje krajnjih tehnoloških rezultata koje će dati svako predviđeno rešenje
- što je moguće približnije određivanje ukupnih troškova koje nosi predloženo rešenje
- mogućnost izbora varijantnih rešenja u sklopu datog rešenja.

Navedeni zahtevi ne mogu se ispuniti upotrebom klasičnih metoda rada, koje se koriste kod projektovanja, zbog obimnih proračuna za čiji je završetak potrebno duže vreme i veliki broj stručnjaka. Jedini način da se ostvare postavljeni ciljevi u kratkom vremenskom periodu je upotreba dovoljno pouzdanih simulacijskih modela za određene faze u tehnološkom procesu.

Simulacija procesa u pripremi mineralnih sirovina godinama je bila interesantan objekat istraživanja mnogih inženjera i značajan progres je napravljen za nekoliko faza tehnološkog procesa, kao što je smanjenje krupnoće u zatvorenom sistemu drobljenja i prosejavanja i kod mlevenja i klasiranja u zatvorenom sistemu koji se sastoji od

mlina sa šipkama, mlina sa kuglama i hidrociklonom. U ovim sistemima mogu se sa dovoljnom tačnošću predvideti tehnološki parametri i osobine sistema pri različitim radnim uslovima, na bazi laboratorijskih i industrijskih podataka.

U pogledu ostalih faza u tehnološkom procesu, intenzivno se radi na istraživanju i prikupljanju dovoljno pouzdanih podataka za izradu odgovarajućih matematičkih modela.

Kao drugi pravac naveli smo procesnu primenu računara u pripremi mineralnih sirovina. Stvaranje uslova za ovakvu primenu računara omogućeno je preradom sve siromašnijih ruda, padom cena metala na svetskom tržištu i sve većih proizvodnih troškova po jedinici proizvoda. Navedene promene primorale su kako rudnike u inostranstvu tako i kod nas da izlaz iz sve nepovoljnijih situacija pronađu u optimizaciji kako postojećih tako i novoprojektovanih tehnoloških procesa.

Pojavom mikroprocesora i odgovarajućim razvojem pratećih uređaja stvoreni su povoljni uslovi za uvođenje računarske kontrole tehnoloških procesa.

Umesto zaključka

Stečena saznanja u pogledu primene matematike i računarske tehnike u rudarstvu i geologiji pružaju nam mogućnost sagledavanja sadašnjeg stanja i realne procene trendova daljeg razvoja na ovom polju. Što se jugoslovenskog prostora tiče postoji izvestan nesklad u pogledu korišćenja ove moćne inženjersko-kreativne i procesne tehnologije. Dok smo u izvesnim oblastima postigli rezultate koji se mogu meriti sa svetskim dostignućima, dotle se u nekim oblastima nalazimo na samim počecima. Ovakvo stanje i svetski trendovi imaju neposredan uticaj na naša dalja opredeljenja.

Može se očekivati da će pažnja svetske i naše stručne javnosti biti težišno skoncentrisana na probleme razvoja informacionih tehnologija, informaciono-upravljačkih sistema, veštačke inteligencije i razvoja i uvođenje novih inženjersko-kreativnih metoda i tehnologija, koje baziraju na matematičkim i razvoju mikroprocesorske tehnike. Zbog toga moramo značajnu pažnju posvetiti problemu edukacije, utoliko pre, što u ovom trenutku na tom polju znatno zaostajemo za razvijenim svetom.

Ilustracije radi, na većini tehničkih fakulteta u zapadnim visoko razvijenim zemljama norma je da broj studenata po jednom računarskom radnom mestu bude 2 do maksimalno 10. Primera radi Massachusetts Institute of Technology (oko 4600 studenata i 1000 nastavnika) ima u mreži 70 mini računara, 100 grafičkih radnih stanica, 500 perso-

nalnih računara i mreža se širi za još 2100 radnih stanica.

Za istočne zemlje nemamo sličnih podataka, ali je poznato da se čine veliki napori u osavremenjavanju nastavnog procesa na univerzitetima uvođenjem računarske tehnike.

Ovi ilustrativni primeri rečito govore o dimenzijama i trendovima uvođenja računarske tehnologije u svetske visoke škole. Karakteristično je da se znanja iz računarstva u ovakvim školama stiču permanentno u toku studija od prve do poslednje godine, direktno kroz nastavu iz programiranja i specijalizovanim kursevima o inženjerskoj primeni računara i indirektno, kroz nastavu iz gotovo svih stručnih predmeta.

Kakva je situacija kod nas?

Prema podacima iz časopisa „Univerzitet danas“ (broj 2–3, Beograd, 1986.) *kod nas postoje tehnički fakulteti sa 500 do 1000 studenata na jedno računarsko radno mesto*, a oni sa 50 studenata na jedno radno mesto su vrlo retki. Naši fakulteti, koji školuju kadrove za rudarstvo i geologiju, pouzdano se uklapaju u ove proseke.

Komentar nije potreban, ali ćemo ponoviti pitanje akademikā prof. dr B. Matića: kako će na taj način školovani stručnjaci stvoriti robe i usluge konkurentno sposobne u svetu sa robama i uslugama koje će stvoriti studenti koji 20 časova nedeljno imaju pristup računaru?

Mora se istaći i činjenica da je navedena statistika još nepovoljnija ako se uzme u obzir da iskazana računarska mešta nisu dostupna studentima bilo zbog stručnog i naučno-istraživačkog rada nastavnika na raspoloživoj opremi, bilo zbog toga što i sami nastavnici nisu u stanju da računarsku opremu animiraju u nastavnom procesu.

Ovo nas upućuje na zaključak, da računarskom edukacijom moraju biti obuhvaćeni studenti u toku redovnih, postdiplomskih, specijalističkih i doktorskih studija, inženjeri u praksi, pa i većina univerzitetskih nastavnika.

Istina je da su sredstva namenjena nabavci opreme na fakultetima preskromna za opremanje kvalitetnom računarskom ili drugom potrebnom laboratorijskom opremom. Međutim, istina je da se ta skromna sredstva dele, usitnjavaju i usmeravaju u druge pogrešne pravce.

Činjenica je da postoji i veliko opiranje inicijativama o nabavci i uvođenju računarske opreme u nastavni proces i uopšte u delatnost na fakultetima.

Nameće se i drugi zaključak po pitanju edukacije, a to je da raspoložive materijalne resurse

moramo mnogo racionalnije i osmišljenije trošiti i efikasnije usmeravati ka konačnom produktu koji se zove znanje.

Uzimajući u obzir ukupno sadašnje stanje i slabo nastojanje da se računarstvo odomaći na

našim fakultetima koji školuju kadrove za rudarstvo i geologiju, ima razloga za veliku zabrinutost, utoliko više što se ovo direktno reflektuje na ukupno stanje naše nauke i prakse. Mirno ležimo na pruzi dozvoljavajući da nas voz progressa pregaži.

SUMMARY

Influence of Applied Computer Technique on the Development of Mining and Geological Science and Practice

The paper supplies and analysis of the following directions of application of mathematical and computer techniques in geology, mining and mineral dressing: a) mathematical modelling of geological processes; b) geological classification on mathematical basis; c) geostatistics; d) estimation and evaluation of geological resources aided by computer; e) method of collection, maintenance, processing, distribution and utilization of geological data; f) development of artificial intelligence — expert systems.

The author feels that there is some discordance under Yugoslav conditions between regarding utilization of this powerful engineering, creative and processing technology. While we have achieved results comparable with worldwide achievements in some areas on one hand, we are only at the very beginning in others.

In future changes and improvement of application of mathematical and computer techniques in Yugoslav mining industry and geology particular care should be devoted to staff education — starting from students to university professors.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der Rechnertechnik auf die Entwicklung von Bergbau- und Geologie-Wissenschaft und ihrer Praxis

Im Artikel sind folgende Richtungen der Anwendung rechnerischen Methoden und Rechnertechnik in der Geologie, dem Bergbau und der Aufbereitung von Erze analysiert: a. Mathematische Modellierung von geologischen Vorgängen; b. Geologische Klassifizierungen auf mathematischer Basis; c. Geostatistik; d. Prognose und Schätzung der geologischer Mineralschätze mit Hilfe von Rechnern; e. Art der Sammlung, Aufbewahrung, Bearbeitung, Distribution und Nützung von geologischen Daten; f. Entwicklung der künstlichen Intelligenz —Experten—Systeme.

Der Verfasser sieht an, dass in den jugoslawischen Verhältnissen eine bestimmte Unstimmigkeit in der Hinsicht dieser kräftvoller Ingenieur-schöpfender und Verfahrens-Technologie besteht. Bis wir auf gewissen Gebieten Ergebnisse, die man mit Welterrungenschaft messen kann, erreicht haben, sind wir in einigen Bereichen am Anfang.

Bei bevorstehenden Änderungen und der Beförderung zur Anwendung der rechnerischen Methoden und der Rechnertechnik im jugoslawischem Bergbau und Geologie muss man aussergewöhnliche Aufmerksamkeit der Kader — von Studenten bis zu universitäts Professoren — schenken.

РЕЗЮМЕ

Влияние применения вычислительной техники на развитие горной и геологической науки и практики

В статье анализированы следующие направления методов и вычислительной техники в геологии, горном деле и обогащении полезных ископаемых: а/ математическое моделирование геологических процессов; б/ геологическая классификация основана на математическими методами; в/ геостатистика; г/ прогнозирование и оценка геологических ресурсов с помощью вычислительных машин; д/ способы собирания, обработки, распределения и использования геологических данных; е/ развитие искусственного интеллекта – экспертные системы.

Автор считает что в югославских условиях существует некоторое несогласие с точки зрения использования этой мощной инженерно-творческой и процессной технологии. С одной стороны, в некоторых областях достигнуты результаты на мировом уровне, а с другой стороны, в некоторых областях находится на самом начале.

В будущих изменениях и совершенствованиях применения математических методов и вычислительной технике в югославском горном деле и геологии, особое внимание надо обращать образованию кадров – от студентов до профессоров.

Literatura

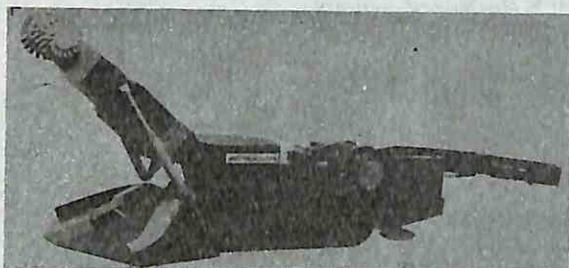
1. 19th International Symposium Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry, Pennsylvania State University, 1986.
2. Univerzitet danas, časopis Zajédnice univerziteta Jugoslavije, broj 2–3, Beograd, MCMLXXXVI.
3. Lynch A. J., 1977: Mineral Crushing and Grinding Circuits, Elsevier, Amsterdam.
4. Mining Magazine, brojevi iz 1976. i 1977.
5. World Mining Equipment, brojevi iz 1977.
6. Zbornik radova sa XXVII svetskog geološkog kongresa, Moskva, 1985.
7. Mathematical Geology, brojevi iz 1976. i 1977.
8. Grupa autora: Primena matematičkih metoda i računara u geologiji i rudarstvu Jugoslavije, Zbornik radova Prvog jugoslovenskog simpozijuma, Beograd, 1988.
9. Vujić S., Milovanović D. i Milivojević M. 1988: Kompjutersko obrazovanje u funkciji naučno-tehnološkog razvoja, Zbornik radova Konferencije „Strategija naučno-tehnološkog razvoja u geologiji, rudarstvu i metalurgiji Jugoslavije“, Opatija.

Autor: prof. dr.inž. Slobodan Vujić, Rudarsko–geološki fakultet, Beograd
Recenzent: prof. dr.inž. D.Milovanović, Rudarsko–geološki fakultet, Beograd
Članak primljen 23.12.1988, prihvaćen 23.1.1989.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Mašina sa ozubljenom glavom za dobijanje rude i izradu hodnika WAV 130

Mašina za dobijanje rude i izradu hodnika Westfalia 130 upotpunjuje seriju mašina za izradu hodnika koje nudi Westfalia Lünen. WAV 130 ima pogon rezne glave od 130 kW uz izbor poprečno ili čeonu rotirajuće glave. Mašina je teška 32 tone i ima visinu od oko 1,55 m i to zahteva minimalni presek hodnika od 1,7 m visine i 2,3 m širine. WAV 130 ima dužinu od 10,5 m i u stanju je da reže stene pogodnog uslojenja kompresionom snagom do 100 N/mm^2 . Otkopani materijal se tovori u vedro pomoću dva hidraulička skrepera za čišćenje.



Mining Reporter 15

Smeša za ankerovanje 1000-1

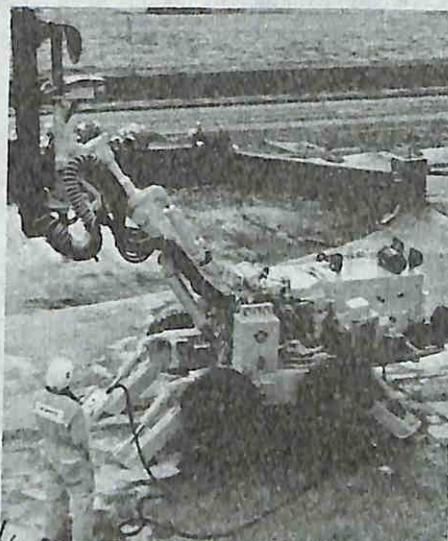
Smeša za ankerovanje koju nudi Quick-Mix-Gruppe GmbH i Co. KG obezbeđuje, kako se tvrdi, sigurno i neometano ankerovanje čak i u jako dekonsolidovanim naslagama. Njena posebna tehnologija pruža lako rukovanje i veliku nosivost. Učvršćeni anker izdržava do 400 kN posle 24 časa. Smeša za ankerovanje 1000-1 se već dokazala kod sigurnosnih ankerova, protivsmicajnog ankerovanja i kombinacije ankerovanja sa torkretiranjem. Ne postoje nikakva ograničenja u izradi određenih vrsti dimenzija ankerova.

Mining Reporter 18

Džambo BDS-RO3-21

Kompanija Boart Canada Inc. je konstruisala džambo BDS-RO3-21 sa jednom katarkom. Mašina teži oko 6,5 t, opremljena je dizel motorom

od 33 kW, može da pokreće bušaču katarku 48 stepeni nagore i nadole od horizontale i da postavlja ankere dugačke oko 2 m u hodnike čija je visina 3 do 4,4 m. Radni pritisak hidraulike je oko 150 bara, a obrtni moment burgije 350 Nm. Daljinsko kablovsko upravljanje obezbeđuje siguran rad na daljinama do 10 m. U radnom položaju četiri stabilizacione nožice smanjuju opterećenje šasije i podižu mašinu 300 mm.



Mining Reporter 69

Uređaji za analiziranje ruda i drugih materijala

Uređaj RLP-1 je predviđen za laboratorijsku analizu tečnih, tvrdih i praškastih uzoraka i njihovu automatsku promenu pomoću diska-nosača sa kapacitetom do 12 uzoraka. Uređaj je stacionaran. Oblik uzoraka je takav da se oni mogu bez problema postaviti u plastične okrugle nosače, tzv. kivete. Tečni uzorci koji se talože ne mogu se ispitivati bez prethodne pripreme. Određuje se istovremeno do 15 elemenata, sa najnižom koncentracijom do 0,001% i osnovnom srednjokvadratnom greškom manjom od 5%. Princip rada je rendgeno-fluorescentna metoda sa izazivanjem karakterističnog zračenja elemenata radio-nuklearnim izvorima Fe-55, Cd-109, Gd-153, Am-241 i Pu-238. Uređaj se priključuje na kompjuter. Dijapazon atomskih brojeva elemenata koji se određuju je od 20 do 92. Vreme merenja je do 300 sekundi, a radna prostorija treba da ima normalne klimatske uslove.

R K C — M 1 je predviđen za brzu mnogoelementnu analizu rastresitih materijala i ruda u pokretnim transportnim posudama (vagoneti, kamioni, trake itd.). Princip rada zasnovan je na rendgeno—fluorescentnim i gama—gama metodama, ozračivanjem materijala radio—nukleidnim izvorima. Uređaj je stacioniran iznad transportne posude i ima mogućnost priključivanja na kompjuter. Atomijski brojevi elemenata koji se određuju su od 26 do 92. Istovremeno se određuje sadržaj 2 do 3 elementa sa najnižom koncentracijom.

Na primer, za Pb/Ba/Zn rude ... za Pb = 0,2% ... za Ba = 1,0% ... za Zn = 0,4%.

Greške analize ... za Pb do 8% ... za Ba do 5% ... za Zn do 10%

Temperatura radne sredine je od -20 do + 50°C. Vreme merenja jedne posude u kretanju je do 10 sekundi.

R A P — M 1 je uređaj predviđen za brzo određivanje sadržaja elemenata sa atomskim brojevima od 13 do 92 u svim praškastim i tečnim (bez taloženja) uzorcima bez njihove prethodne pripreme. Zavisno od tipa davača istovremeno se određuju od 2 do 70 elemenata. Merenja traju od 10 sekundi do 10 minuta zavisno od tipa postavljenog analitičkog zadatka. Uređaj može biti i stacionaran

i prenosiv. Uobičajena primena prenosivog uređaja je u rudnicima — analiziranje čela i zidova jame itd. Prag otkrivanja je 0,02%, a osnovna greška je 0,2% od izmerene vrednosti. Radne temperature — 10 do + 60°C. Uređaj se priključuje na kompjuter. Princip rada zasnovan je na izazivanju karakterističnog zračenja elemenata radio—nukleidnim izvorima Fe—55, Cd—109 i Am—241.

R C P — M 1 je sistem davača i uređaja predviđen za kontrolu sadržaja metala u tvrdom delu pulpi neposredno u tehnološkim tokovima najčešće u flotacionim fabrikama. Princip rada je zasnovan na radio—fluorescentnoj metodi putem radio—nukleida Pu—238, Cd—109 i Am—241. Istovremeno se može određivati do 10 različitih elemenata na 15 različitih mesta analize. Atomijski brojevi određivanih elemenata od 20. Prag otkrivanja je 0,001%, a raspon određivanih koncentracija 0,005 do 70%. Vreme analize je do 10 minuta, zavisno od zadatka. Sistem je priključen na kompjuter. Postoji mogućnost automatskog upravljanja procesom flotacije preko povezivanja sa izvršnim uređajima—dodavanje vode, rude, reagenasa itd.

Uređaje je proizveo Svesavezni naučno—istraživački institut radijacione tehnike, u Moskvi, SSSR, a zastupnik je RO Jugometal iz Beograda.

Suhoručenkov, A. I. i dr.: **Upravljanje rezervama mineralnih sirovina** (Upravljenie zapasami poleznych iskopaemyh)

„Gornyj ž.“, (1988)7, str. 32–3, 1 il., (rus.)

Reich, K. i Student, Z.: **Problemi i pravci naučno-tehničkog progressa u mehanizaciji industrije kamenog uglja** (Problemy i kierunki postepu naukowo-technicznego w mechanizaciji gornictwa wegla kamiennego)

„Mech. i autom. górn.“, 26(1988)2, str. 6–13, 3, (polj.)

Primena elektronike i informatike u rudarstvu (Aplicacion de la electronica y de la informatica a las tenicas minera)

„Rocas y miner“, 16(1988)197, str. 104–106, 3 il., (špan.)

Yancik, J. J. i Fraser, S. J.: **Upoređivanje strukture troškova na odabranim rudnicima uglja SAD i Kolumbije** (Comparison of cost structures at selected US and Colombian coal mines)

„Natur. Resour. Forum“, 12(1988)2, str. 129–136, 3 tabl., 12 bibl.pod., (engl.)

Barteczko, J. i Jadczyk J.: **Modernizacija rudnika na primeru jame „Rymer“** (Modernizacija kopalni wegla kamiennego na przykladzie KWK „Rymer“)

„Zesz. nauk. PSL. Górn.“, (1987)158, str. 219–234, 6 il., 2 tabl., (polj.)

Veselov, Ju. A. Pokotij, V. V. i Kozariz, V. Ja.: **Prognoziranje optimalnih pokazatelja dubljenja okana** (Prognozirovanie optimal'nyh pokazatelej uglubki stvolov)

„IVUZ. Gornyj ž.“, (1988)6, str. 23–26, 1 tabl., (rus.)

Bittner, F.: **Korišćenje merne tehnike za osmatranje stanja okna Voerde koje je izrađeno zamrzavanjem stena** (Messtechnische Untersuchungen beim Gefrierschacht Voerde)

„Glückauf“, 49(1988)3, str. 107–110, 2 il., 3 tabl., 12 bibl. pod., (nem.)

Kociuba, W.: **Primena metode konačnih elemenata pri rešavanju reoloških problema stenskog masiva** (Zastosowanie metody elementow skonczo-nych do reologicznych zagadnien mechaniki gorotworu)

„Pr. nauk. Plub. Górn.“, (1988)23, str. 5–15, 6 il., 8 bibl.pod., (polj.)

Crouch, S. L. i Tian, Y.: **Primena direktne metode graničnih elemenata za rešavanje dvodimenzionalnih dinamičkih zadataka teorije elastičnosti** (A two-dimensional direct boundary integral method for elastodynamics)

„Int. J. Rock, Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abstr.“, 25(1988)3, str. 149–159, 6 il., 19 bibl.pod., (engl.)

Palarski, J. i dr.: **Mogućnosti korišćenja sitnozrnih otpadaka njihovim skladištenjem u stenskom masivu i u jamskim prostorijama** (Mozliwosci utylizacji odpadow drobnofrakcyjnych poprzez depowanie ich w gorotworze i wyrobiskach podziemnych)

„Zesz. nauk. PŚI. Górn.“, (1987)158, str. 39–49, 4 il., 6 bibl.pod., (polj.)

Getalo, A. I. i dr.: **Usavršavanje tehnologije zasipavanja na osnovu upravljanja faznim stanjem samovezujućeg zasipa** (Soveršenstvovanie tehnologii zakladočnyh rabot na osnove upravljenija fazovym sostojaniem tverdejuščej zakladki)

„Metallurg. i gornorudn. prom-st““, Dnepropetrovsk, (1988)1, str. 45–47, 3 il., 3 bibl.pod., (rus.)

Red. Bolgožin, Š. A.: **Kontrola jamskog pritiska. Sistemi otkopavanja sa samovezujućim zasipom u Džezkazganskom ležištu** (Upravljenie gornym davleniem. Sistemy razrabotki s tverdejuščej zakladkoj na Džezkazganskom mestoroždenii)

Alma-Ata, Nauka, 1988, 99 str., 32 il., 26 tabl., 51 bibl.pod., (knjiga na rus.)

Cohrs, H. H.: **Bušaći uređaji za izradu tunela i horizontalnih jamskih prostorija** (Bohrwagen für den Tunnel- und Stollenbau)

„Bd.: Baumaschinendienst“, 24(1988)5, str. 344–346, 10 il., (nem.)

Peltir, M. A. i dr.: **Priručnik za obučavanje minera** (Blasters training manual for metal-nonmetal miners)

„Inf. Circ. Bur. Mines. U.S. Dep. Inter.“, (1988)9185, str. 40–44, (eng.)

Dekov, D., Panajotov, A. i dr.: **„Vglenit-2“ – novi eksploziv za otvoreno miniranje u jamama koje su opasne na izboj prašine i gasa** („Vglenit-2“ – novo vzrivno veščestvo za otkrito vzrivjavane v rudnici, opasni po gaz i prah)

„Minno delo“, 42(1988)2, str. 13–16, 5 il., 9 bibl.pod., (bugar.)

- Salganik, V. A. i Voroteljak, G. A.: Stanje i perspektive razvoja miniranja u domaćim i inostranim podzemnim rudnicima (Sostojanje i perspektivy razvitija vzryvnyh rabot na otečestvennyh i zarubežnyh podzemnyh rudnikah) „Čern. metallurgija”, (1988)5, str. 2–13, 7 il., 3 tabl., 25 bibl.pod., (rus.)
- Kalašnikov, A. G., Krasavin, S. V. i dr.: Uticaj oblika minskog punjenja na rušenje visoke etaže (Vlijanje formy zarjada na razrušenje vysokogo ustupa) „IVUZ. Gornyj ž.”, (1988)8, str. 59–62, 3 il., (rus.)
- Davydov, S. A.: Neki rezultati analize prakse konturnog miniranja (Nekotorye rezul'taty analiza praktiki konturnogo vzryvanija) „Energ. str-vo”, (1988)7, str. 41–43, 3 il., 1 tabl., 2 bibl. pod., (rus.)
- Ivanov, V. G. i Zadorožnyj, V. A.: Izbor tehnologije izrade jamskih prostorija (Vybor tehnologii provedenija vyrabotok) „Ugol' Ukrainy”, (1988)7, str. 2–3, 1 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)
- Bogomolov, I. D., Načev, K. V. i Burcev, V. Ju.: Mehanizovana izrada uskopa (Mehanizirovanoe provedenie vosstajuščih vyrabotok) „Bezopasn. truda v prom-sti”, (1988)5, str. 42–44, 2 il., 1 tabl., (rus.)
- Kotljarskij, A. I.: Upravljanje otkopnim kombajnom u profilu sloja (Upravlenie očistnym kombajnami v profile plasta) „IVUZ. Gornyj ž.”, (1988)8, str. 104–108, 3 il., (rus.)
- Solod, S. V. i dr.: Postupci i sredstva za kontrolu režima rada otkopnih kombajna (Sposoby i sredstva kontrolja režimov raboty očistnyh kombajnov) „Obz. inf. CNII ekon. i NTI ugol. prom-sti. Dobyča uglja podz. sposobom”, (1988)11, str. 1–58, (rus.)
- Chodura, J. i Siwiec, J.: Analiza frakcionog sastava uglja koji se otkopava kombajnima (Analiza sklada zirnogovogo wegla urabianego kombajnami frezujacymi) „Zesz. nauk. PSI. Górn.”, (1987)154, str. 153–169, 15 il., 4 tabl., 3 bibl.pod., (polj.)
- Rose, W.: Projektovanje i pripremanje otkopne zone sa pneumatskim zasipavanjem u jami Haus Aden (Planung und Vorbereitung eines Blasversatzbetriebes im Bergwerk Haus Aden) „Glückauf”, 124(1988)8, str. 429–439, 7 il., 2 tabl., (nem.)
- Kundel, H.: Mehanizacija otkopnih radova u rudnicima kamenog uglja SR Nemačke u 1987. god. (Die Strebtechnik im deutschen Steinkohlenbergbau im Jahre 1987.) „Glückauf”, 124(1988)9, str. 493–496, 4 il., 9 tabl., 24 bibl.pod., (nem.)
- Borger, V. G. i Hamimoldanova, B. Ž.: Optimalna visina otkopavanog sloja kod komorno-stubnog sistema otkopavanja (Optimal'naja vysota otrabatyvaemogo sloja pri kamerno-stolbovoj sisteme razrabotki) „Kompleks. ispol'z. mineral. syr'ja”, (1988)5, str. 85–86, (rus.)
- Kieefeld, R.: Ispitivanje jamskih hidrauličkih stupaca na dinamičko opterećenje (Badania gornych stojakow hydraulicznych o roznej podpornosci poddanych obciazeniom dynamicznym) „Zesz. nauk. PSI. Górn.”, (1987)154, str. 395–410, 11 il., (polj.)
- Holodnjakov, G. A. i Rupyščev, A. L.: Metoda određivanja kapaciteta površinskog kopa u odnosu na sporedne mineralne sirovine (Metod opredelenija proizvoditel'nosti kar'era po poputnym poleznym iskopaemym) „Kompleks. ispol'z. mineral. syr'ja”, (1988)7, str. 35–38, 2 il., (rus.)
- Beljaev, M. A. i dr.: O geološkoj pripremi i praktičnom iskorišćavanju stena otkrivke na Učalinskom GOKu (O geologičeskoj podgotovke i praktičeskom ispol'zovanii vskryšnyh porod na Učalinskom GOKe) „Mineral. tehnogeneza i mineral. – syr'ev. kompleksy Urala”, Sverdlovsk, 1984, str. 94–102, (rus.)
- Akišev, A. N., Popov, Ju. S. i Kuleščova, T. P.: Automatizovana rudarsko-geometrijska analiza površinskih kopova jednostavnog oblika sa kamionskim transportom stena „IVUZ. Gornyj ž.”, (1988)9, str. 20–23, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)
- Reska, P.: Otkopavanje kamenoloma visokim etažama (Vandabbau mit strossenartigem Verhieb Erfahrungen der Steirischen Montanwerke AG) „Berg und Hüttenmänn. Monatsh.”, 133(1988)4, str. 181–183, 4 il., (nem.)

Vender, C. S.: Stabilnost kosina na površinskom kopu Beulah (Slope stability at the Beulah mine)

„Geotechn. Stab. Surface Mining: Proc. Int. Symp., Calgary, 6–7 nov. 1986“, Rotterdam, Boston, 1986, str. 395–399, 17 il., (engl.)

Odlagač sa trakom za površinske kopove mrkog uglja – Indija (Bandabsetzer für Braunkohlen-tagebau, India)

„Hebezeuge und Fördern.“, 28(1988)5, str. 152–153, (nem.)

Scoble, M. J. i dr.: Kompleksna metoda proračuna stabilnosti stenskih kosina pri projektovanju i planiranju površinskog otkopavanja (An integrated stability assessment system for surface mine design)

„Geotechn. Stab. Surface Mining: Proc. Int. Symp., Calgary, 6–7 nov. 1986“, Rotterdam, Boston, 1986, str. 51–60, 7 il., 17 bibl.pod., (engl.)

Dmitruk, S.: Geotehnički aspekti izbora optimalnih geometrijskih parametara površinskog otkopavanja (Geotechnicze aspekty wymiarowania wyrobisk odkrywkowych)

„Górn. odkryw.“, 30(1988)1, str. 19–29, 5 il., 23 bibl.pod., (polj.)

Močalov, A. M. i Abdyl daev, E. K.: Oцена naponsko–deformacionog stanja kosina i realizacija proračunskih modela sredina metodom konačnih elemenata (Ocena naprjaženno–deformirovanog sostojanja otkosov i realizacija rasčetyh modelej sred metodom konečnyh élementov) „Markšejd. delo v soc. stranah. T. 11“, L., 1988, str. 194–205, 3 il., 2 bibl.pod., (rus.)

Wojtkowiak, F.: Parametri stabilnosti ivica površinskih kopova i metode njihove kontrole (La stabilite des flancs de mines et carrieres a ciel ouvert: methodes d'étude et de surveillance)

„Ind. miner. Mines et carrieres“, 70(1988)maj, str. 37–47, 15 il., 6 bibl.pod., (franc.)

Veliki hidraulički bager na površinskom kopu talka (Grossbagger bei der Talk–Gewinnung in 1800 m Höhe)

„Steinbruck und Sandgrube“, 81(1988)7, str. 397–398, 2 il., (nem.)

Montaguon, M.: Primena frezerske mašine Wirtgeu SF2100 na površinskom kopu mermersa Comblanchien – Francuska (Une fraiseuse miniere au travail dans le Comblanchien)

„Chant. Fr.“, (1988)209, str. 89–90, 4 il., (franc.)

Peters, H.: Pобољšanje rada kompaktnih rotornih bagera (Verbessere Compact–Schaufelradbagger für unterschiedliche Anwendungsgebiete)

„Bergbau“, 39(1988)6, str. 258–260, 2 il., 1 tabl., (nem.)

Šapal', A. G. i dr.: Optimizacija parametara transportno–pretovarnih kompleksa na površinskim kopovima (Optimizacija parametrov transportno–peregruzočnyh kompleksov na kar'erah)

M., „Nedra“, 1988, 208 str., 72 il., 33 tabl., 17 bibl.pod., (knjiga na rus.)

Borczyk, Z.: Mikroprocesorski uređaj za merenje kapaciteta transportera sa trakom (Urządzenie mikroprocesorowe do pomiaru wydajności objętościowej przenosników tasmowych)

„Mech. i autom. górn.“, 26(1988)3, str. 22–25, 2 il., (polj.)

Alimov, I.: Hidrodinamički proračuni parametara procesa podzemnog izluživanja mineralnih sirovina po filtracionoj šemi (Gidrodinamičeskie rasčety parametrov processa podzemnogo vyščela čivaniya poleznyh iskopaemyh po fil'tracionnoj sheme)

„Vopr. vyčisl. i prikl. mat.“, Taškent, (1988)84, str. 11–20, 7 bibl.pod., (rus.)

Furmanik, K. i dr.: Nova tehnološka sredstva za prevoz ljudi koja se koriste u rudnicima uglja raznih zemalja (Nowe srodki techniczno jazdy ludzi stosowane w zagranicznyk kopalniach wegla kamiennego)

„Mech. i autom. górn.“, 26(1988)3, str. 25–33, 3 il., 7 tabl., (polj.)

Utovarna mašina sa kontinualnim dejstvom (VOEST–ALPINE News XI Kontinuierliche Draw–point–Lademaschine Alpine Loader AL–60/DP)

„Berg– und Hüttenmänn. Monatsch.“, 133(1988)4, str. 200, 2 il., (nem.)

Pastuhov, A. A., Dinkel', A. A. i Kotelnikov, I. G.: Stohastički model vučnih motora rudničkih trolej vozova (Statističeskaja model' tjagovyh dvigatelej rudničnyh kontaktnykh élektrovozov)

„IVUZ. Gornyj ž.“, (1988)8, str. 97–100, 2 tabl., 2 bibl.pod., (rus.)

Kaczmarczyk, J. i Kotlarski, S.: Ispitivanje transportera sa trakom tipa GWAREK za transport ljudi u rudnicima uglja (Przystosowanie przenosników tasmowych typu GWAREK do jaz-

dy ludzi w kopalniach PW)

„Mech. i automat. górn.”, 26(1988)3 str. 34–37, 6 il., 4 bibl. pod., (polj.)

Novi transporter u rudniku mrkog uglja (UT-Förderbandanlagen bei der Salzach-Kohlenbergbau GmbH)

„Berg- und Hüttenmänn. Monatsh.”, 133(1988)4, str. 198–199, 1 il., (nem.)

Najsavremenija izvozna mašina sa četiri užeta (World's most modern four-rope mine winder)

„Mining J.”, 310(1988)7971, str. 902, 1 il., (engl.)

Solomencev, A. I. i dr.: Osnovne tendencije u razvoju jamskih izvoznih mašina (Osnovnye tendencii razvitiija šahtnyh pod'emnyh ustanovok)

„Obz. inf. CNII ékon. i NTI ugol. prom-sti. Dobyča uglja podzem. sposobom”, (1988)12, str. 1–28, (rus.)

Galinskaja, M. N. i Pivnik, I. A.: Automtizacija jamomerske kontrole u jamskim oknima (Avtomatizacija markšejderskogo kontrolja v šahtnyh stvolah)

„Markšejd. delo v soc. stranah, T. 11”, L., 1988, str. 163–169, 3 il., (rus.)

Hvastek, J.: Jamomerstvo u zaštiti okolne sredine najvećeg poljskog površinskog kopa mrkog uglja Belhatov (Markšejderskoe delo v zaštite okružajuščej sredi krupnejšego pol'skogo burogoľ'nogo kar'era „Belhatov”)

„7 Meždunar. kongr. po markšejd. delu, Leningrad, 28 juna–2 jula 1988”, L., 1988, str. 141–142, (rus.)

Finarevskij, I. I. i Fomičev, L. V.: Osnovni pravci usavršavanja fotogrametrijskih metoda jamomerskih radova na površinskim kopovima (Osnovnye napravlenija sovršenstvovanija fotogrametričeskijh metodov markšejderskogo obespečenija gornyh rabot na kar'erah)

„7 Meždunar. kongr. po markšejd. delu, Leningrad, 28 juna–2 jula 1988”, L., 1988, str. 29–30, (rus.)

Gren, K.: Asimetrija u raspodeli pomeranja zemljine površine koja su izazvana rudarskim radovima (Asimetrija v raspredelenii sdviženij zemnoj poverhnosti, vyzvannyh gornym rabotam)

„7 Meždunar. kongr. po markšejd. delu, Leningrad, 28 juna – 2 jula 1988”, L. 1988, str. 86, (rus.)

Boršč-Komponiec, V. I., Makarov, A. B. i Majksner, H.: Prognoziranje i upravljanje procesom pomeranja stena kod komorno-stubnog sistema otkopavanja (Prognozirovanie i upravljenie processom sdviženija gornyh porod pri kamerno-stolbovoj sisteme razrabotki)

„7 Meždunar. kongr. po markšejd. delu, Leningrad 28 juna – 2 jula 1988”, Lenjingrad, 1988, str. 93, (rus.)

Trofimov, N. A. i Mohirev, N. N.: Merenje pritiska vazduha u jamskim prostorijama (Izmerenie davljenija vozduha v gornyh vyrabotkah)

„IVUZ. Gornyj ž.”, (1988)8, str. 52–53, 1 il., (rus.)

Kulinič, S. V.: Povećanje efektivnosti provetravanja čela (Povyšenie éffektivnosti provetriveranija očistnyh zaboev)

„Bezopasn. truda v prom-sti”, (1988)6, str. 17–18, il., (rus.)

Demiševa, E. F. i dr.: Postupak automatskog provetravanja pripremnim jamskim prostorijama (Sposob avtomatičeskogo provetriveranija podgotovitel'nyh vyrabotok)

„Issled. i razrab. sposobov i sredstv bor'by s dispers. sistemami, zagrizajajušč. okruž. sredu”, Karaganda, 1987, str. 71–78, (rus.)

Obuhov, Ju. D. i dr.: Načini za normalizaciju atmosfere površinskog kopa Karagadinskog GOKa (Puti normalizacii atmosfery kar'era Karagandinskogo GOKa)

„Issled. i razrab. sposobov i sredstv bor'by s dispers. sistemami zagrizajajušč. okruž. sredu”, Karaganda, 1987, str. 63–66, (rus.)

Podhajsky, M.: Pitanje ocena klime u podzemnim prostorijama (Prispevek k hodnoceni klimatu vu dulnich dilech)

„Rudy”, 36(1988)6, str. 171–174, 2 il., 1 tabl., 23 bibl. pod., (češ.)

Westerberg, R. i Tuttas, E.: Sistem za veštačko hlađenje vazduha u jami Nordstern (Das Wetterkühlsystem des Bergwerks Nordstern)

„Glückauf”, 124(1988)8, str. 438–444, 7 il., 1 tabl., (nem.)

Guerrero, C. M. R. i Lavilla, C. F.: Prognoziranje verovatnoće samozapaljivanja uglja (Prediccion del riesgole inflamacion espontanea del carbon)

„Ind. min.”, 30(1988)279, str. 33, 35–38, 2 il., 3 tabl., 4 bibl. pod., (špan.)

- Stefanov, T. P.:** Hlađenje požarnih gasova u jamskim prostorijama i ventilacionim mrežama (Ohlaždenie požarnyh gazov v gornyh vyrabotkah i ventilacionnyh setjah)
„Fiz.–tehn. probl. razrab. polezn. iskopaemyh“, (1988)4, str. 101–110, 7 il., 8 bibl.pod., (rus.)
- Terasov, T. F. i Kožel'skaja, S. B.:** Ispitivanje uticaja sastava prašine i njene disperznosti na sposobnost kvašenja pomoću površinsko–aktivne materije (Issledovanie vlijanija sostojanija pyli i ee disperznosti na smačivajuščuju sposobnost PAV)
„Issled. i razrab. sposobov i sredstv. bor'by s disperzn. sistemami, zagrazjajušč. okruž. sredu“, Karaganda, 1987, str. 53–57, 2 il., 2 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)
- Beresnevič, P. V., Nalivajko, V. G. i dr.:** Postupak borbe protiv zagađivanja atmosfere površinskog kopa produktima eksplozije (Sposob bor'by s zagraznieniem atmosfery kar'erov produktami vzryvov)
„Bezopasn. truda v prom–sti“, (1988)5, str. 44–46, 2 il., 1 tabl., (rus.)
- Ettinger, I. L. i Radčenko, S. A.:** Vreme relaksacije kao karakteristika prenosa metana kroz ugali (Vremja relaksacii kak harakteristika metanoperenosa v ugljah)
„Fiz.–tehn. probl. razrab. polezn. iskopaemyh“, (1988)4, str. 97–101, 1 il., 2 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)
- Krivickaja, R. M. i dr.:** Kinetika izdvajanja metana kao pokazatelj opasnosti slojeva na izboj (Kinetika metanovydelenija kak pokazatel' vybrosoopasnosti plastov)
„Bezopasn. truda v prom–sti“, (1988)5, str. 50–51, (rus.)
- Swidzinski, A.:** Izbor aktivnih metoda borbe protiv iznenadnih izboja u zavisnosti od fizičkih karakteristika uglja i uslova zaleganja sloja (Dobor aktywnych sposobov zwalczania wyrzutow w zalezności od parametrov fizycznych wegla i warunkow zalegania pokladu)
„Zesz. nauk. PSI. Górn.“, (1987)158, str. 133–158, 11 il., 3 tabl., 15 bibl.pod., (polj.)
- Jaki, R.:** Problemi odvodnjavanja u mađarskoj jami Nagygyhaza (Wasserhaltungsprobleme in der Grube Nagygyhaza im Revier Tatabanya, Ungarn)
„Berg– und Hüttenmänn.“, 133(1988)6, str. 274–281, 7 il., (nem.)
- Riefenthaler, J.:** Pumpe za podzemno odvodnjavanje (Pumpentechnik für die Wasserhaltung im Untertagebau)
„Berg– und Hüttenmänn.“, 133(1988)6, str. 305–309, 15 il., (nem.)
- Koket'ev, A. Ž. i Fedoseev, V. I.:** Uticaj athezije i kohezije na procese filtracije suspenzija jamskih voda (Vlijanie adgezii i kogezii na processy fil'tracii suspenzii šahtnyh vod)
„Soveršen. prirodohran. meroprijatij v ugol'n. prom–sti“, Perm 1988, str. 31–35, 2 il., 5 bibl.pod., (rus.)
- Snžavanje nivoa vode na površinskim otkopima mrkog uglja Rajnskog basena (Rebattre la nappe phreatique, un imperatif pour eytraire les lignites en Rhenanie)**
„Ind. miner. Mines et carrieres“, 70(1988)juni, 9 il., (franc.)
- Kaufmann, E. i Gubany, I.:** Osvetljavanje pod zemljom u slučaju havarije (Sicherheitsbeleuchtung auf Bausellen unter Tage)
„Tiefbau–Berufsgenoss.“, 100(1988)7, str. 508–515, 15 il., 4 tabl., 5 bibl.pod., (nem.)
- Safronov, E. V., Miljaev, M. N. i Hramcov, S. I.:** Sigurnost opreme u uslovima automatizovane proizvodnje (Bezopasnost' oborudovanija v uslovijah avtomatizirovannyh proizvodstv)
„Bezopasn. truda v prom–sti“, (1988)5, str. 63, (rus.)
- Dombrovskij, K. i Mitas, S.:** Filtraciono–ventilacioni uređaj (Fil'troventilacionnoe ustrojstvo)
„Obz. pol. tehn.“, (1988)1, str. 9–10, 1 il., (rus.)
- Lipovčan, A. i Rabštyn, T.:** Prenosni uređaji za merenje vibracija u dijagnostici rudarskih mašina (Perenosnye izmeriteli vibracii v diagnostike gornyh mašin)
„Obz. pol. tehn.“, (1988)1, str. 11–13, 2 il., (rus.)
- Peters, R. H.:** Ljudski faktori u nesrećnim slučajevima koji su vezani za obrušavanje stena u rudnicima uglja (Human factors contributing to ground fall accident in underground coal mines: workers views)
„Int. Circ. Bur. Mines. US Dep. Inter.“, (1988)9185, str. 31–39, 5 tabl., (eng.)
- Borohovič, A. I. i dr.:** Načini za sniženje buke ventilatora za lokalno provetravanje (Puti sniženija šuma ventilatorov mestnogo provetriva-

nija)

„IVUZ. Gornyj ž.“, (1988)8, str. 75–78, 3 bibl. pod., (rus.)

Kostarev, A. P.: Nedostaci u proučavanju i realizaciji planova za likvidaciju havarija (Nedostatki u izučenii i realizaciji planov likvidaciji avarij) „Bezopasn. truda v prom–sti“, (1988)5, str. 56–58, (rus.)

Zakirov, D. G.: O povećanju efektivnosti mera za zaštitu prirode (O povyšenii éffektivnosti prirodohrannyh meroprijatij) „Soverš. prirodohran. meroprijatij v ugol'n. prom–sti“, Perm, 1988, str. 15–21, (rus.)

Belonov, I. M. i dr.: Optimizacija troškova za rekultivaciju zemljišta na površinskim kopovima (Optimizacija zatrat na vosstanovlenie zemel' pri otkrytyh gornyh rabot) „Soveršen. prirodohran. meroprijatij v ugol'n. prom–sti“, Perm, 1988, str. 137–141, (rus.)

Laburunov, S. A.: Dostignuća u obogaćivanju uglja 1988.g. (Getting the most from coal preparation 88) „Coal“, (formerly „Coal Age“ and „Coal Mining“), 25(1988)2, str. 52–53, 1 il., (engl.)

Tehnologija obogaćivanja i korišćenja uglja (U.S. clean coal technology efforts progressing) „Oil and Gas J.“, 86(1988)18, str. 16, (engl.)

Vorob'ev, N. P., Bogdanov, V. S. i El'cov, M. Ju.: Matematički model kretanja drobećih tela u bubnjastom mlinu. Opšti principi izrade (Matematičeskaja model' dviženija meljuščih tel v barabannyh mel'nicach, Obščie principy postroeni-ja) „IVUZ. Gornyj ž.“, (1988)8, str. 116–119, 2 il., 3 bibl. pod., (rus.)

Merinov, N. F. i dr.: Ispitivanje procesa suve dezintegracije i klasifikacije ruda (Issledovanie processa suhoj dezintegracii i klassifikacii rud) „IVUZ. Gornyj ž.“, (1988)9, str. 111–113, 1 tabl., (rus.)

Nova čeljusna drobilica (Jaw crusher for Mount Fsa Mine) „Mining Mag.“, 158(1988)5, str. 430, 1 il., (engl.)

Šohin, V. N. i dr.: Obogaćivanje fosforita u teškoj sredini (Tjaželosrednoe obogaščenie fosforitov)

„Tr. Gos. NII gornohim. syr'ja“, (1987)81, str. 119–131, 9 bibl. pod., (rus.)

Majka–Myrcham B. i Sobieraj, S.: Uticaj jonskih reagenata–kolektora i površinske oksidacije na flotaciju kamenog uglja apolarnim kolektorima (Wplyw kolektorow jonowych i utlenienia powierzchni na flotacje wegla kamiennych zbieraczem apolarnym) „Zesz. nauk. PSI. Górń.“, (1987)160, str. 45–56, 1 tabl., 8 il., 10 bibl. pod., (polj.)

Zelesnik, I. B. i dr.: Povećanje iskorišćenja pratećih metala iz ruda olova i cinka (Povyšenje izvlačeniya soputstvujuščih metallov iz svincovo–cinkovyh rud) „Cv. metallurgija“, (1988)6, str. 26–28, 4 tabl., (rus.)

Magnetna separacija uz korišćenje superprovodničkih magneta (Superconducting high gradient magnetic separation) „Austral. Mining“, 80(1988)5, str. 43, 46, 48, (engl.)

Stadtmuller, A. A. i dr.: Usavršavanje kriogenske magnetne separacije (Developments in superconducting magnetic separation) „Ind. miner.“ (Gr. Brit.), (1988)248, str. 58–60, 63–64, 67–69, 12 il., 9 bibl. pod., (engl.)

Subramanian, S. i Natarajan, K. A.: Ispitivanje selektivne flokulacije minerala ruda gvožđa (Selective flocculation studies on iron ore minerals) „Trans. Indian Inst. Met.“, 40(1987)6, str. 489–496, 11 il., 1 tabl., 14 bibl. pod., (engl.)

Kosenko, G. G.: Karakteristike zaprašenosti u modernim postrojenjima za obogaćivanje uglja (Harakteristika zapylenosti na sovremennyh ugleobogatitel'nyh fabrikah) „Issled. i razrab. sposobov i sredstv bor'by s dispers. sistemami, zagrjaznajušč. okruž. sredu“, Karaganda, 1987, str. 66–70, 1 tabl., 4 bibl. pod., (rus.)

Sobota, J. i Jodlowski, P.: Ispitivanje karakteristike toka pulpe voda–ugalj u horizontalnom cevovodu (The investigation of the flow characteristics of the coal–water mixture in a horizontal pipeline) „Arch. mining Sci.“, 33(1988)2, str. 221–231, 8 il., 10 bibl. pod., (engl.)

S a a r e l a, J.: Zakonodavstvo po pitanjima projektovanja taložnika za mulj i izgradnju jalovišnih brana (Fly ash ponds and the dam legislation in Finland)

„Proc. 2nd Int. Conf. Reclam., Treat. and Util. Coal Mining Wastes, Nottingham, Sep. 7–11, 1987“, Amsterdam, 1987, str. 239–244, 2 il., 2 bibl.pod., (engl.)

M c S w e e n e y, K. i M a d i s o n, F. W.: Formiranje zacementiranog sloja u sulfidnim odlagalištima (Formation of a cemented subsurface horizon in sulphide minewastes)

„J. Environ. Qual.“, 17(1988)2, str. 256–22, 6 il., 3 tabl., 26 bibl.pod., (engl.)

K u r t z, R.: Dobijanje suvog uglja i briketa (Tro-ckenkohlen- und Brikettherstellung)

„Braunkohle“, 40(1988)7, str. 200–201, 204–208, (nem).

T h o m a s, H.: Obogaćivanje ruda volframa iz ležišta Salai (Le traitement des minerais de tungstene a Salau)

„Ind. miner. Mines et carrieres. Techn.“, 69(1987)10, str. 423–427, 1 il., (franc.)

F e i n a n d e s, R. P. M.: Primena spiralnih separatora australijskog tipa za obogaćivanje sitnih frakcija sideritne rude (Aplication de las espirales tipo australiano a la concentration de finos de siderite)

„Ind. min.“, (Esp.), 30(1988)279, str. 19, 21–25, 27–29, 31–32, 11 il., 7 tabl., (špan.)

Kompanija Goldsworthy – prva australijska firma koja je koristila taloženje kod obogaćivanja ruda gvožđa (Goldsworthy to be first Australian user of jigs iron ore dressing)

„Eng. and Mining J.“, 189(1988)3, str. 14, (engl.)

D r a k e, B.: Efektivna prerada skupih kamenih materijala (Mining a profit from high-cost stone)

„Pit and Quarry“, 80(1988)1, str. 29–31, 6 il., (engl.)

BIBLIOGRAFSKI PODACI ZA ČLANKE U „RUDARSKOM GLASNIKU“ U 1988.

<p>614.8 .</p> <p>Ivanović Marija: Ispitivanje radnih uslova pri radu ispred video terminala</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 2(27), str. 31–44</p> <p>Ispitivanja su pokazala da osvetljenost radnog prostora i radnih mesta nije prilagođena poslovima i radnim zadacima, što dovodi do velikog indeksa refleksije i zaslepljivanja, i da specifičan način rada pri sedenju izaziva „smetnje pri sedenju“, tj. bol u potiljku, desnom ramenu, gornjem delu leđa. Dat je predlog kako da se ove štetnosti umanje. One ne mogu da se potpuno otklone, pa se preporučuje premeštanje na druge poslove posle određenog broja godina.</p>	<p>621.86.067:622.33:628.511</p> <p>Guzijan Dragan: Ispitivanje eksperimentalno izvedenog aspiracionog sistema otprašivanja kotlovskeg bunkera u TENT–B, Obrenovac</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 46–52</p> <p>Potrebne količine vazduha za odsisavanje zapašenog vazduha određene su pomoću matematičkog modela, a rezultati merenja zapašenosti su zadovoljavajući – zapašenost je svedena u granice MDK. Predloženo rešenje predstavlja novinu u idejnom i tehničkom smislu, kao i sa aspekta zaštite čovekove životne i radne sredine, kad su u pitanju bunkerski prostori za uskladištenje uglja u termoelektričkim postrojenjima.</p>
<p>621.532.3.001.2 .</p> <p>Vuletić Vojislav – Kocić Dragomir: Istraživanje uticaja gasodinamičkog otpora na prelazne procese u magistralnom gasovodu metodom digitalne simulacije</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 53–61</p> <p>Rezultati istraživanja su pokazali da prelazni gasodinamički procesi po karakteru mogu da budu od tipično oscilatornih za male do čisto aperiodičnih za velike gasodinamičke otpore.</p>	<p>622.243 : 66.963.4</p> <p>Hovanec Gojko – Mitrović Zvonko – Milošević Milan – Tokov Atanas: Rezultati ispitivanja mogućnosti luženja minerala bakra iz zaostale rude u jami Bor</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 20–27</p> <p>Čilj ispitivanja je da se vidi koliko je zaostala ruda iz jame Bor pogodna za ekstrakciju bakra primenom postupka luženja. Na bazi rezultata ove faze istraživanja počelo bi ispitivanje tehno–ekonomske opravdanosti iskorišćenja bakra luženjem „in situ“ rude iz jame Bor.</p>
<p>621.18</p> <p>Perković Borislav: Radne karakteristike kotlovskeg postrojenja pri promeni temperatura napojne vode</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 4(27), str. 52–59</p> <p>Dat je osvrt na radne karakteristike i najznačajnije promene do kojih dolazi u radu kotlovskeg postrojenja u TE pri radu parnog bloka sa isključenim sistemom zagrevača visokog pritiska. Razmatran je i problem određivanja radnih karakteristika eksperimentalnim putem i ukazano je na značaj pravilnog određivanja pojedinih parametara za pravilnost eksploatacije datog postrojenja.</p>	<p>622.271:622.333 (679)</p> <p>Matko Zlatan – Rosić Zoran – Marjanac Simeun: Mogućnosti površinske eksploatacije kamenog uglja „Moatize“ – Mozambik</p> <p style="text-align: center;">„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 5–11</p> <p>Članak daje pregled potrebne opreme i visinu ulaganja za dve varijante. Pregled je napravljen na bazi iskustva u jugoslovenskim rudnicima sa sličnim rudarsko–geološkim uslovima.</p>

622.271:622.355

Rosić Zoran: Vrsta i proračun rudarskih radova na otvaranju površinskog kopa krečnjaka brdskog tipa ležišta Čikatovo kod Prištine

„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 8–12

Prikaz rudarskih radova sa proračunom tehnološkog procesa u fazi otvaranja PK za sirovine koje osim humusnog ili tankog jalovinskog sloja praktično predstavljaju celokupan stenski masiv koji treba eksploatirati interesantan je, jer se kod njih otvaranje tretira kao nezavisna faza u eksploataciji.

622.33.006.5

Golubović Dragoslav – Marković Željko – Belović Ljiljana: Utvrđivanje kriterijuma kod skladištenja uglja

„Rudarski glasnik“ br. 4(27), str. 46–51

Kako su svi naši lignitski i mrki ugljevi skloni samozapaljenju, u članku su prikazani osnovni principi za utvrđivanje kriterijuma kod skladištenja uglja. Prikazani su razni tipovi skladišta, vršenje kontrole skladišta, kao i protivpožarna zaštita.

622.271:628.511

Ivanović Vladimir – Šreder Branislav – Koprivica Obren – Ralović Vladan: Analiza faktora koji utiču na zaprašenost pri površinskoj eksploataciji uglja BTU i BTO sistemima

„Rudarski glasnik“ br. 4(27), str. 39–45

Izvršena analiza pokazuje da je potencijalna opasnost od štetne prašine stalno prisutna u prostorno-tehnološkim celinama karakterističnim za eksploataciju BTO i BTU sistemima. Ona ukazuje i na potrebu novih saznanja kojima bi trebalo da budu usmerena buduća kontrolna ispitivanja sa ciljem da se postignu veći efekti zaštite.

622.332 „Ivangrad“: 628.511

Ivanović Marija: Kategorizacija jame Petnjik, Ivangrad po stepenu opasnosti od agresivne mineralne prašine preko koncentracije alveolarne prašine

„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 38–43

Kategorizacija je izvršena pomoću lebdeće prašine i sadržaja slobodnog SiO_2 u njoj. Na osnovu dobijenih podataka određena je MDK za jamu i radilište pojedinačno. Određen je indeks prekoračenja lebdeće prašine uglja koja sadrži agresivni slobodni kristalni SiO_2 za jamu u celini (preko proseka) i za radilišta pojedinačno.

622.271.005

Rosić Zoran: Metoda pripreme čvrstih stena za rad kontinualne mehanizacije na površinskim kopovima

„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 12–19

Analiziran je sistematski pristup tehnologiji otkopavanja tvrdih elemenata otkrivke i izbor tehnologije eksploatacije. Kao rezultat istraživanja predložen je čitav spektar specijalizovane opreme i kontinualne tehnologije otkopavanja.

622.334.006.4

Krasin Duško: Tehničko rešenje grejanja pogonske zgrade rudnika olova i cinka Zaplanina, Kopaonik

„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 62–65

Prikazan je objekat „pogonska zgrada“ rudnika Zaplanina projektovan tako da u potpunosti zadovoljava propise JUSa i izborom materijala za objekat i standardnim elementima za postrojenje grajanja i pripremu tople vode, kako bi se racionalno koristila energija.

<p>622.341/349</p> <p>Pavlović Dragan — Obradović Vidosava: Karakteristika eksploatacije niskoprocenatnih metaličnih ležišta i principi usavršavanja proizvodnih procesa</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(27), str. 16—24</p> <p>Obrađene su karakteristike eksploatacije niskoprocenatnih ležišta i principi usavršavanja proizvodnih procesa sa ciljem da se poveća kapacitet proizvodnje i produktivnost rada uz smanjenje troškova proizvodnje.</p>	<p>622.362:622.74.</p> <p>Jakšić Danilo — Pajkić Nikola — Jeramić Slobodan: Tehničko — tehnološki pokazatelji rada separacije kvarcnog peska iz podine ugljenog sloja „Polje D“, Kolubara</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(27), str. 20—27</p> <p>Tehnološki proces obuhvata pranje i odmuljivanje sirovine, klasiranje po krupnoći i odvodnjavanje sa sušenjem gotovog proizvoda. U separaciji se proizvode livački pesak, pesak za gas—beton i pesak za građevinarstvo. Tehnološki proces se snabdeva tehnološkom vodom iz sistema odvodnjavanja površinskog kopa uz korišćenje recirkulacije vode u procesu</p>
<p>622.342:622.55/.77 : 546.49</p> <p>Bužalo Andrijana: Određivanje žive kao štetne komponente u metalurškoj obradi koncentrata rude zlata u ležištu Kvauc—Pah—To, Burma</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 27—31</p> <p>Dat je prikaz određivanja ukupnog sadržaja žive u rudi i koncentratu kao i fazna analiza koja se odnosi na oksid i sulfid žive. Istovremeno je prikazana spektrohemijska i hemijska analiza uzorka rude, koje daju podatke o sadržaju i ostalih parametara, bitnih za ocenu pri metalurškoj preradi.</p>	<p>622.367,3:622.7</p> <p>Radojičić Dragan: Rezultati preliminarnih tehnoloških ispitivanja mogućnosti koncentracije talkšista sa Goča</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 22—26</p> <p>Rezultati preliminarnih tehnoloških ispitivanja ukazuju da se postupcima pripreme ne mogu postići visokokvalitetni koncentrat talka zbog visokog sadržaja Fe—oksida u njima. Prikazan je pokušaj da se ispita mogućnost valorizacije zasad vanbilansnih ruda talka, kojih ima u Jugoslaviji, ali je njihova eksploatacija još pod znakom pitanja zbog visokog sadržaja Fe—oksida.</p>
<p>622.343</p> <p>Hovanec Gojko — Mitrović Zvonko — Milošević Milan — Tokov Atanas: Ispitivanje mogućnosti proizvodnje bakra iz jamske „plave“ vode u Boru</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(27) str. 14—19</p> <p>Cilj je da se stvore neophodni podaci na osnovu kojih bi se sagledala mogućnost proizvodnje bakra iz jamske „plave“ vode postupkom cementacije. Zaključeno je da 500—750 t bakra može da se na ovaj način proizvede u Boru godišnje. Date su sugestije za dalja merenja, razmatranja i preduzimanje odgovarajućih mera i akcija, kako bi se ovaj vid proizvodnje ostvario u Boru.</p>	<p>622.42</p> <p>Stajević Dušan: Rešenje poboljšavanja provetravanja komornih otkopa primenom impulsnog provetravanja.</p> <p>„Rudarski glasnik“, br. 4(27), str. 33—38</p> <p>I pored mehaničkog provetravanja u rudnicima, problem je prisutan i danas, naročito u rudniku Trepča — Stari Trg i rudniku Rudnik. U članku je prikazana jedna od mogućnosti za rešenje provetravanja komornih otkopa. Primena impulsnog provetravanja ne zahteva velika ulaganja, a naši proizvođači ventilatora mogu da udovolje sve zahteve ovog provetravanja.</p>

<p>622.625.007.2:628.5</p> <p>Ivanović Vladimir: Uticaj hemijsko—fizičkih štetnosti kao bitnog faktora radnih uslova na skraćenje radnog veka radnika na površinskim kopovima</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 35—45</p> <p>Upoređivanjem vrednosti bitnih parametara primećeno je da kod radnika na površinskim kopovima postoji potencijalna opasnost od mineralne prašine, štetnih gasova, buke i vibracija. Izvršena analiza je ukazala na postojanje uzročnih faktora koji mogu uticati na smanjenje radne sposobnosti kod vozača teških vozila i rukovaoca pomoćnih mašina na površinskim kopovima.</p>	<p>622.794:622.333:65.012.2</p> <p>Andrić Ljiljana — Petković Dragan — Mitrović Mira — Rapačić Ljiljana: Modeliranje procesa za sušenje uglja zasićenom vodenom parom</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(27), str. 50—58</p> <p>Model bazira na eksperimentalno potvrđenom svojstvu da se ugljevi koji u prirodi apsorbuju istu količinu vlage slično ponašaju i u atmosferi zasićene pare. Model služi za brzu ocenu adekvatnosti primene „Fleissner“ sušenja s obzirom na krajnje dostignutu vlagu i precizniji izbor oblasti provere dobijenih rezultata kako u laboratoriji tako i u industriji. Greška na prelazu $\pm 3,5\%$.</p>
<p>622.693.25</p> <p>Knežević Dinko: Uticaj tehničko—tehnoloških rešenja pri formiranju deponija pepela i šljake na smanjenje zagađenja okoline</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 1(27), str. 28—34</p> <p>Najuspešnija i najjeftinija zaštita kod deponija je kad se tehnologija nadgradnje prilagodi zaštiti okoline. Pri tom mere i postupci za zaštitu bitno utiču na stabilnost deponije, što je karakteristično za hidrauličke deponije. Dobrom organizacijom i tehnološkom disciplinom može se formirati deponija sa minimalnim negativnim uticajem na okolinu.</p>	<p>622.83:65.02.2</p> <p>Milanović Petar — Zajić Borisav: Opis programa graničnih elemenata za određivanje stabilnosti rudarskih prostorija i otkopa</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 5—7</p> <p>Program ima relativno prost način unošenja podataka i ne zahteva veliki računar. Omogućava projektantu da izvrši analizu i odabere optimalni oblik prostorije i dimenzije otkopa i prostorija.</p>
<p>622.73:621.317.78</p> <p>Magdalinović Nedeljko: Prilog tačnijem proračunavanju potrošnje elektroenergije u mlinu sa kuglama</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(27), str. 28—30</p> <p>Na bazi eksperimentalno utvrđene zavisnosti obrađena je mogućnost poboljšanja postupka F.C. Bonda za proračun specifične potrošnje elektroenergije mlina sa kuglama. S obzirom na utvrđenu zavisnost između krupnoće proizvoda mlévanja i samlevenog proizvoda dat je poboljšani postupak za proračun potrebne energije.</p>	<p>622.831</p> <p>Bralić Jefto: Eksperimentalno proučavanje prostiranja naponskih talasa u stenama — standardni opit</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(27) str. 10—15</p> <p>Opisan je tok standardnog opita kojim se dobija funkcionalna zavisnost između maksimalne amplitude deformacije stena i puta prelaska naponskog talasa koji je indukovana eksplozijom klasičnog eksploziva.</p>

<p>622.838.51</p> <p>Milanović Petar: Geomehanički pristup dimenzioniranju sigurnosnih stubova</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(27), str. 5–9</p> <p>Date su jednačine za određivanje čvrstoće masiva sigurnosnih stubova, kao i primeri određivanja čvrstoće masiva na osnovu laboratorijskih ispitivanja uzoraka sličnih dimenzija i pomoću empiričkog zakona Hoeka i Browna. Data je metoda dimenzioniranja kvadratnih stubova.</p>	<p>628,511.622.647</p> <p>Grbović Branislav – Mrvoš Miroslav – Isailović Ratomir: Uticaj hermetizacije pretovarnih mesta trakastih transportera na efekta otprašivanja</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(27), str. 45–49</p> <p>Aspiracioni sistemi zahtevaju veliku pažnju pri projektovanju i održavanju. Osnovni faktor za ostvarivanje potpunog efekta otprašivanja je pravilan izbor tipa prekrivke i hermetizacije odsisnih mesta na izvorima zapašenosti. Treba predvideti vek trajanja za sve delove hermetizacije i obezbediti da se posle isteka tog roka menjaju.</p>
<p>624.15</p> <p>Obradović Radmilo: Fundiranje na steni</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 2(27), str. 5–13</p> <p>Prikazane su tipične strukture mehanizma stvaranja šupljina u krečnjacima i problemi fundiranja u steni. Data su osnovna uputstva za primenu normiranih dozvoljenih opterećenja stenovitih i polustenovitih tla. Preporučuje se za homogenu stenu primena jednačine Terzaghija sa faktorom nosivosti po Meyerhofu.</p>	<p>628.515</p> <p>Lazić Ljiljana: Uticaj zagađivača na mikrofloru u vodi reke Save</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(27), str. 25–32</p> <p>Razmatraju se rezultati promena bakterijskih populacija u vodi reke Save na delu toka u SR Srbiji od Jamene do Beograda sa ciljem praćenja uticaja unetih zagađenja na moć samopračišćavanja vodotoka. Ova ispitivanja spadaju u domen zaštite životne sredine.</p>
<p>624.53:65.012.2</p> <p>Vujić Jovan: Proračun stabilnosti kosina metodom konačnih elemenata za slučaj kombinovanog kružno–ravnog loma</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 44–48</p> <p>Poboljšan je program za proračun stabilnosti visokih kosina metodom konačnih elemenata na taj način što je uzeta u obzir moguća ravan slabljenja. Program automatski nalazi kritičnu kombinovanu kružno–ravnu površ loma i odgovarajući koeficijent stabilnosti kosine, što omogućuje da rezultati što više odgovaraju stvarnom stanju kosine u slučaju izrazite površi diskontinuiteta ili slabljenja.</p>	<p>66,047,006.3:628,511</p> <p>Guzijan Dragan – Mrvoš Miroslav: Doprinos rešenju problema povećane zapašenosti u radnoj sredini klasirnice sušenog uglja u RO Kolubara – Prerada</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 32–37</p> <p>Pomoću originalnog matematičkog modela date su količine zapašenog vazduha koje treba odsisavati sa izvora zapašenosti, da bi zapašenost radne sredine u klasirnici bila u dozvoljenim granicama. Dato je i rešenje dogrevanja aspiracionog vazduha u cevovodu sistema otprašivanja, kako bi se sprečilo spuštanje temperature aspiracionog vazduha ispod tačke rose.</p>

<p>662.74</p> <p>Ercegovac Marko: Uticaj teksture i strukture na kvalitet i reaktivnost koksa</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 3(27), str. 13–21</p> <p>Razmatra se mogućnost primene mikroskopije za objašnjenje nastanka anizotropnih oblika ugljenika u različitim fazama karbonizacije, a posebno njen značaj za definisanje mezofaznog mehanizma. Poseban značaj imaju istraživanja vezana za problematiku nomenklature i klasifikacije različitih anizotropnih tekstura iz vezivne faze i faze punjenja.</p>	<p>681.14: (622+55)</p> <p>Vujić Slobodan: Uticaj primene računarske tehnike na razvoj rudarske i geološke nauke i prakse</p> <p>„Rudarski glasnik“ br. 4(27), str. 60–65</p> <p>Analizirani su sledeći pravci primene matematičkih metoda i računarske tehnike u geologiji, rudarstvu i pripremi mineralnih sirovina: matematičko modeliranje geol. procesa, geološke klasifikacije na matematičkoj osnovi, geostatistika, prognoziranje i ocena geoloških resursa pomoću računara, razvoj veštačke inteligencije – ekspertni sistemi.</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 FAVORABLE ALTERNATIVE BY USE OF MODERN METHODS AND MATHEMATICAL MODELS

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

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

RUDARSKI GLASNIK

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

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNIČU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd – Zemun, Batajnički put broj 2

Telefon 195-112; 198-112

(Teleks 11830·YU RI) Poštanski fah 116.

RI

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

guarantee:

FAST
CONTEMPORARY
HIGH QUALITY

services in above activities

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

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2

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

RI

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

