

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ 1
1984

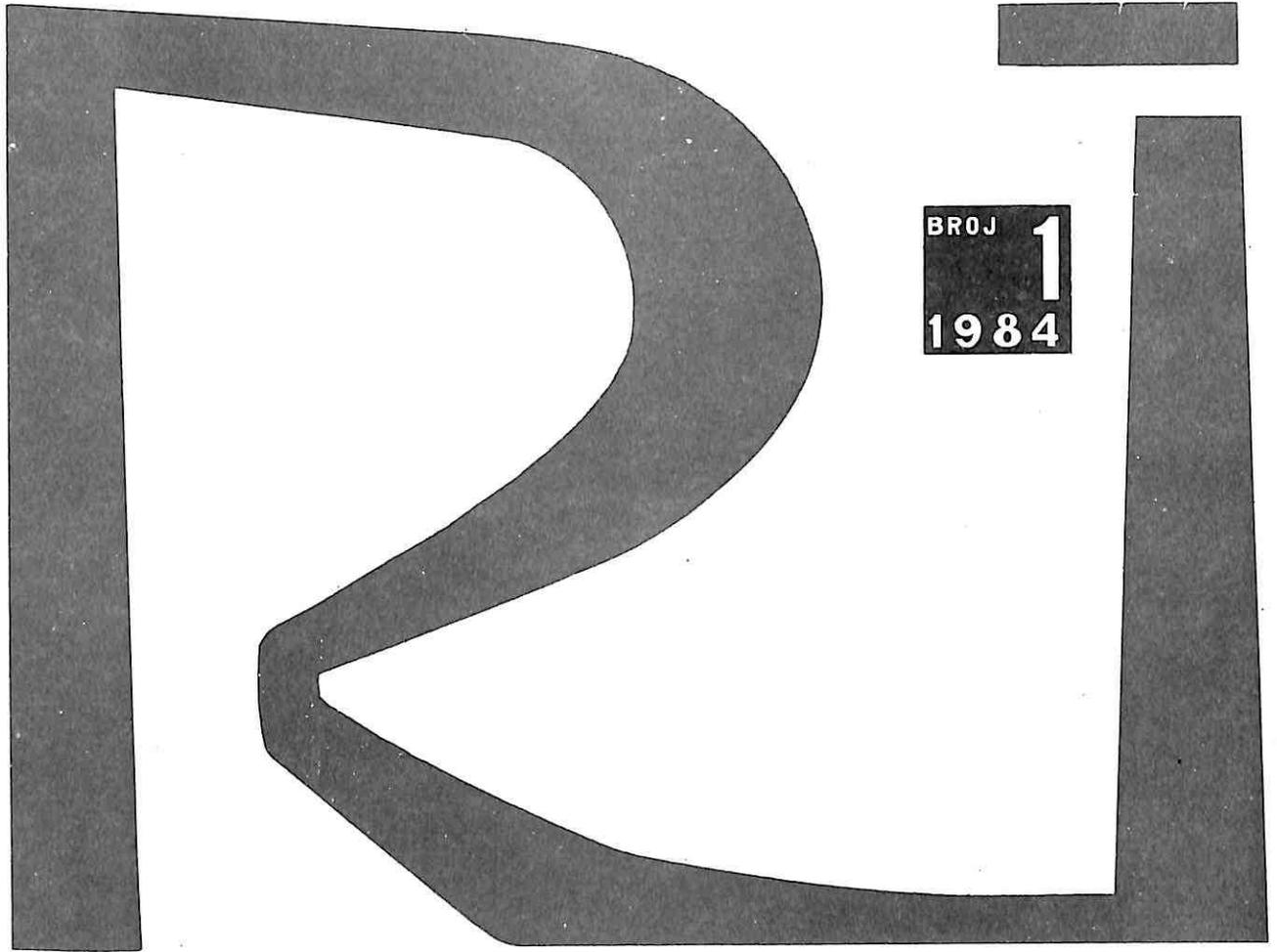
RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
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: BIRO ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU »JAROSLAV
ČERNI« - BEOGRAD

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637



RUDARSKI GLASNIK

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

GLAVNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana
BRALIĆ dr ing. JEFTO, Rudarski institut, Beograd
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje
ČURČIĆ dr ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd
DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko—geološki fakultet, Beograd
DUŠI prof. ing. MINIR, Rudarsko—metalurški fakultet, Titova Mitrovica
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko—geološki fakultet, Beograd
GRBOVIĆ dipl.ing. MILOLJUB, Rudarski institut, Beograd
HOVANEĆ prof. ing. GOJKO, Rudarski institut, Beograd
IVANKOVIĆ dr.ing. DRAGORAD, Rudarski institut, Beograd
JUJIĆ mr ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
MIHAJLOVIĆ dipl. ing. MARIJA, Rudarski institut, Beograd
MIHALDŽIĆ dipl. ing. NENAD, Rudarski institut, Beograd
PEJČINOVIĆ mr ing. JOVAN, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ prof. dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd
PERKOVIĆ dr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd
PRIBIĆEVIĆ dipl. ing. MILOŠ, Rudarski institut, Beograd
RADENKOVIĆ dr ing. ČEDOMIR, Rudarski institut, Beograd
STOJKOVIĆ mr ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd
TASEVSKI dipl.ing. APOSTOL, Rudarski institut, Skopje
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd
VESELINOVIĆ dipl. ing. RADOŠLAV, Rudarski institut, Beograd

**U finansiranju izdavanja časopisa učestvuje Republička zajednica
za naučni rad — Beograd**

S A D R Ź A J

Eksploatacija mineralnih sirovina

Dipl.inž. ZLATAN MATKO – mr inž. VLADIMIR PAVLOVIĆ	
Razmatranja o formiranju konture odlagališta i selektivnom odlaganju soluma u cilju rekultivacije	5
Summary	9
Zusammenfassung	10
Rezjume	10
Mr inž. VUKAJLO RAKONJAC	
Prognoziranje tehničkog kapaciteta rotornih bagera na površinskim kopovima uglja	11
Summary	15
Zusammenfassung	15
Rezjume	16
Dr inž. RADMILO OBRADOVIĆ – dipl.inž. ZORAN MILANOVIĆ	
Određivanje stepena istraženosti ležišta i njegov uticaj na potreban broj ispitivanja	17
Summary	21
Zusammenfassung	21
Rezjume	21

Priprema mineralnih sirovina

Prof. dr inž. DRAGO OCEPEK	
Teorijski aspekti procesa usitnjavanja	23
Summary	31
Zusammenfassung	31
Rezjume	31
Dipl.inž. KOSTA MIŠIĆ	
Razdvajanje kolektivnog Pb–Cu koncentrata iz flotacije rudnika Rudnik sulfatnom metodom	33
Summary	36
Zusammenfassung	36
Rezjume	36

Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl.inž. DUŠKO JANKOVIĆ – dipl.inž. BRANISLAV GRBOVIĆ	
Otprašivanje pretovarnih stanica 1, 2, 3 i 4 transportnih traka u drobilničnom postrojenju RB Majdanpek	37
Summary	43
Zusammenfassung	43
Rezjume	44
Dipl.inž. BOŽIDAR PAVLOVIĆ – dipl.inž. SLAVKO KISIĆ	
Otprašivanje aktivnih radilišta u Staroj jami rudnika mrkog uglja Zenica	45
Summary	50
Zusammenfassung	50
Rezjume	50

Termotehnika

Dr inž. BORISLAV PERKOVIĆ	
Promene parametara pare u turbinskim oduzimanjima i njihov uticaj na promenu temperature napojne vode	51
Summary	55
Zusammenfassung	56
Rezjume	56

Projektovanje i konstruisanje

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

Postrojenje za proizvodnju granulisanе elektrodne smole u KHK „Boris Kidrič” – Lukavac	57
Summary	63
Zusammenfassung	63
Rezjume	63

Informatika i ekonomika

Prof. dr inž. MIRKO PERIŠIĆ – mr inž. JOVAN VUJIĆ, dipl.mat.

Analiza uticajnih faktora na produktivnost rada u rudnicima uglja SFRJ	65
Summary	76
Zusammenfassung	76
Rezjume	76

Nova oprema i nova tehnička dostignuća 77

Prikazi iz literature 80

Bibliografija 81

Obaveštenja 87

RAZMATRANJA O FORMIRANJU KONTURE ODLAGALIŠTA I SELEKTIVNOM ODLAGANJU SOLUMA U CILJU REKULTIVACIJE

(sa 3 slike)

Dipl.inž. Zlatan Matko — mr.inž. Vladimir Pavlović

Uvod

Masovna proizvodnja uglja površinskom eksploatacijom, omogućena primenom otkopno—utovarnih i transportnih mašina velikih kapaciteta zahvata sve veće površine za eksploataciju, a odnos otkrivke i uglja pomera u korist otkrivke i omogućava površinsko otkopavanje i veoma dubokih ležišta uglja. Paralelno s tim odlaganje jalovine zauzima sve veće površine terena, što utiče i na sve veći zahtev za rekultivacijom. Kako izgradnja jednog površinskog kopa zahteva i izgradnju brojnih drugih objekata, to se više pitanje razvoja površinske eksploatacije ne može sagledavati preko izdvojenih projekata, već se kroz projektovanu dokumentaciju, pored ostalog, moraju sagledati i elementi prostornog razmeštanja brojnih objekata koji prate izgradnju jednog površinskog kopa. To su, pre svega, odlagališta otkrivke i jalovine, zatim deponije uglja, potrošači uglja, komunikacije i dr.

Da bi rekultivacija bila što efikasnija, u članku je istaknut značaj i data metodologija formiranja konture odlagališta, kao i analiza mogućnosti selektivnog odlaganja soluma^{*)}.

Formiranje konture odlagališta

Kontura odlagališta zavisi, pre svega, od tehnologije odlaganja i preko nagiba kosina i prostornog položaja značajno utiče na mikroklimu. Oblik

^{*)} Plodni deo zemlje pogodan za obradu u poljoprivredi (najčešće mešavina humusa i peska)

odlagališta treba da obezbedi što jednostavniju rekultivaciju, kao i minimalnu plodnu površinu od oko 10^5 m^2 pri širini od 200 m. Sa povećanjem visine odlagališta, kao posledica sve većih odnosa otkrivke i uglja na površinskim kopovima, povećavaju se i troškovi rekultivacije i znatnije menjaju hidrogeološki i klimatski uslovi. Pravilna geometrijska figura projekcije odlagališta utiče ne samo na bolje iskorišćenje prostora, već i na estetski izgled odlagališta, što ima veliki značaj, s obzirom da se obično nalaze u blizini naseljenih mesta. Zbog toga je potrebno da se ublaže i ozelene kosine odlagališta koje se za naše površinske kopove uglja kreću u granicama uslova nagiba kosina od 8° do 20° i izložene su znatnom uticaju vetra i erozije. Parametri profila odlagališta u koje spadaju uglovi nagiba kosina, širine etažnih ravni i visina etaža, određuju se prema potrebnim uslovima za sađenje i održavanje biljaka uz mogućnost primene mašina za zemljane radove u poljoprivredi.

Širina etažne ravni odlagališta bez nanetog plodnog materijala može se dobiti iz izraza:

$$b' = b + h_e (\cot \alpha' - \text{ctg } \alpha), \text{ (m)}$$

gde je:

b' — širina etažne ravni bez plodnog materijala
 b — širina etažne ravni sa nanetim plodnim materijalom
 h_e — visina etaže odlagališta
 α' , α — uglovi nagiba kosina etaže sa nanetim plodnim materijalom i bez njega

Minimalna širina etažne ravni odlagališta za obezbeđenje blažeg ugla kosine radi pogodnijih uslova za rekultivaciju iznosi:

— slika 1—a:

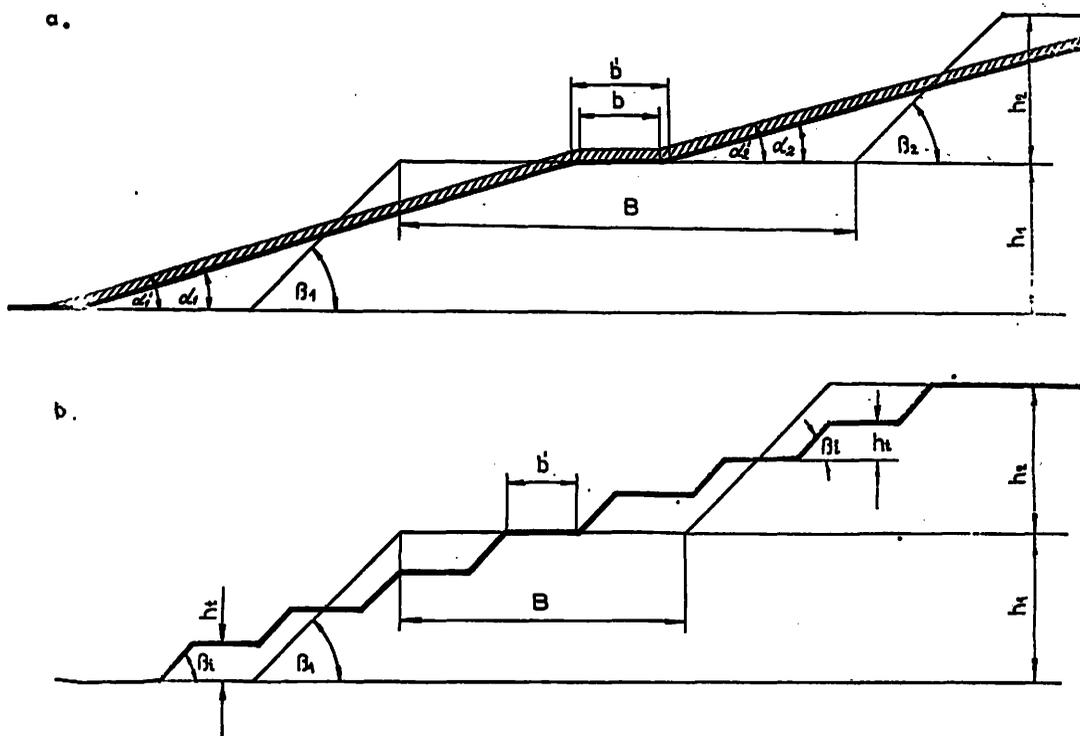
$$B = b' + 0,5 h_1 (\text{ctg } \alpha_1 - \text{ctg } \beta_1) + 0,5 h_2 (\text{ctg } \alpha_2 - \text{ctg } \beta_2), \text{ (m)}$$

Ugao nagiba završne terasaste kosine odlagališta za ugao nagiba β_i iznosi:

$$\text{tg } \varphi = \frac{\sum_{i=1}^n h_{ti}}{\left(\sum_{i=1}^n h_{ti} \text{ctg } \beta_i + \sum_{i=1}^{n-1} b_i \right)^{-1}}$$

Planiranje kosina odlagališta

Rad pomoćne opreme na planiranju kosina odlagališta vrši se u rastresitom materijalu. Količi-



Sl. 1 — Mogućnosti smanjenja ugla završne kosine odlagališta.

dok je minimalna širina etažne ravni za terasasti profil kosine

— slika 1—b:

$$B = 0,5 / (b' + h_t \text{ctg } \beta_1) (n_1 - 1) + (b' + h_t \text{ctg } \beta_2) (n_2 - 1) / + b', \text{ (m)}$$

gde je:

h_1, h_2 — visina prve i druge etaže odlagališta
 α_1, α_2 — uglovi nagiba ublaženih kosina odlagališta
 β_1, β_2 — uglovi nagiba kosina odlagališta
 n_1, n_2 — broj terasa prve i druge etaže odlagališta
 h_t — visina terase

na prebačenog materijala za ublaženje nagiba kosine odlagališta iznosi:

$$V = 0,281 h_e^2 (\text{ctg } \sqrt[3]{\frac{5 \times 10^4}{h_e - 2,2}} - \text{ctg } \beta), \text{ (m}^3\text{)}$$

Posle planiranja kosina odlagališta neplodnog materijala potrebno je kamionima i buldozerima, odnosno skreperima odložiti i isplanirati plodni materijal visine h_p po dužini odlagališta L . Za odlagališta sa ublaženom kosinom količina plodnog materijala, koju treba naneti za rekultivaciju, iznosi:

$$V_p = L h_p \frac{h_g}{\sin \alpha} \quad (m^3)$$

dok je količina plodnog materijala za terasasti oblik ublažene kosine odlagališta:

$$V'_p = L/h_p \left(b + \frac{h_t}{\sin \alpha'} \right) + 0,5 h_t^2 (\operatorname{ctg} \alpha' - \operatorname{ctg} \alpha) / \quad (m^3)$$

Planiranje odlagališta

Pri odlaganju otkrivke odlagačima formiraju se pri cikličnom pomeranju srpoviti grebeni na odlagalištu sa maksimalnim vrednostima prema transporteru i minimalnim vrednostima prema odloženoj masi (sl. 2). Zapremina piramide odložene mase iznosi:

$$V_0 = 0,00145 \omega k^2 \operatorname{tg} \beta (R_i + p), (m^3)$$

gde je:

ω – ugao obrtanja odlagača u bloku

k – korak pomeranja odlagača

R_i – radijus istresanja odlagača

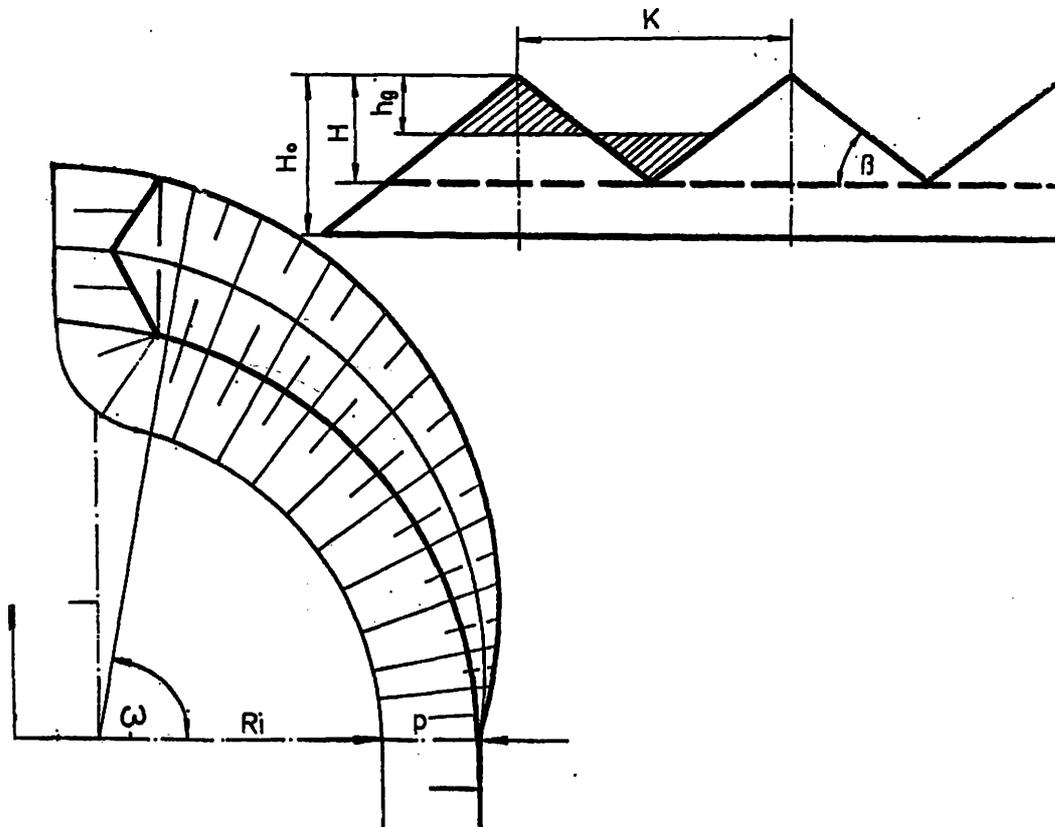
p – projekcija parabolične putanje materijala koji se odlaže

Količina materijala za planiranje površine odlagališta, za visinu grebena $h_g = 0,25 k \operatorname{tg} \beta$, iznosi:

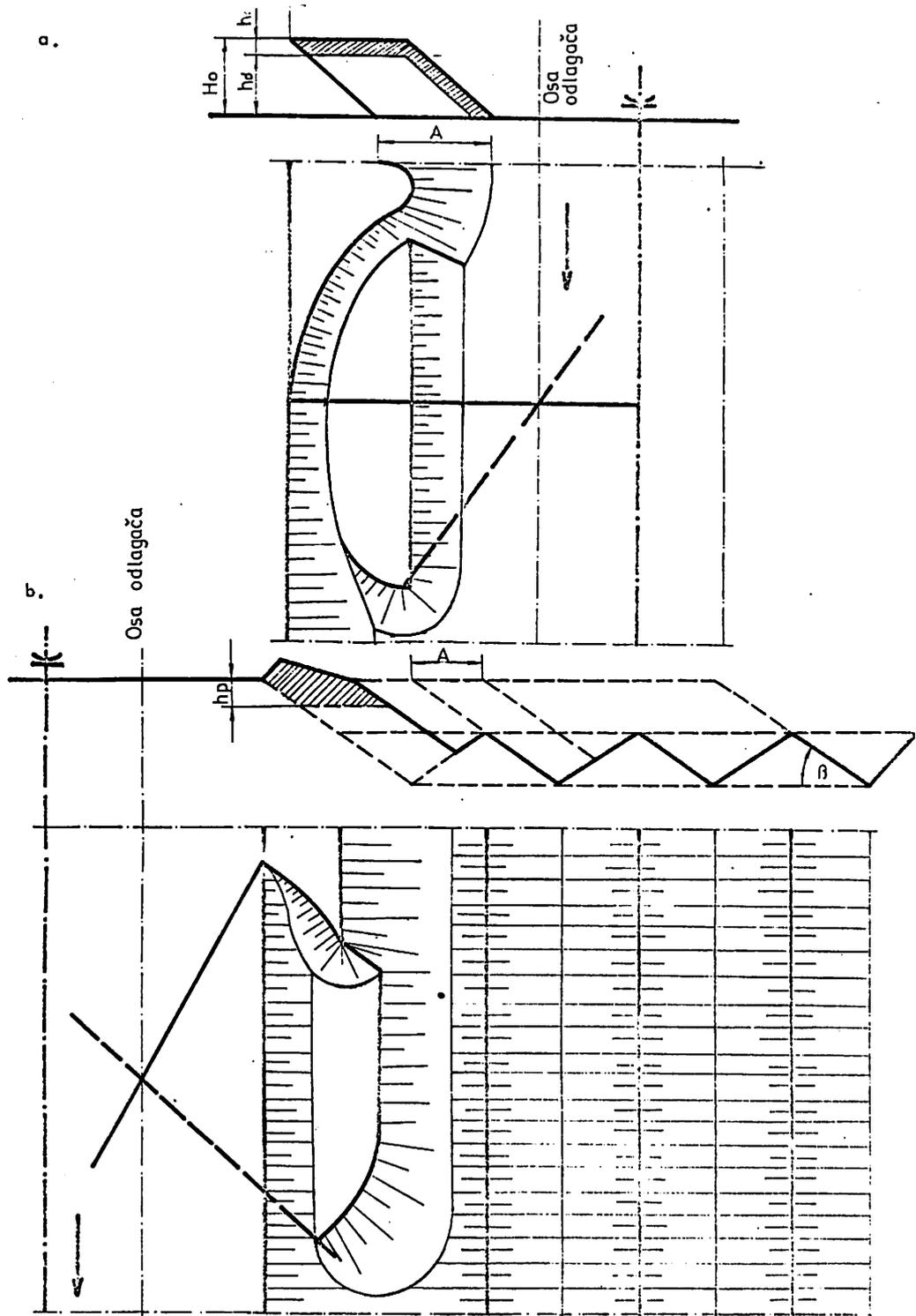
$$V_0 = 0,00036 k \omega (R_i + p) \operatorname{tg} \beta, (m^3)$$

Selektivno otkopavanje i odlaganje soluma

Kad radi na najvišoj etaži otkrivke, rotorni bager otkopava naizmenično u gornjem rezu plodni materijal i jalovinu, pa se u zavisnosti od materijala vrši selektivno odlaganje odlagačem. Kada odlagač radi visinski, a bager radi u plodnom materijalu, odlaganje vrši ispred sebe. Kad otkopa-



Sl. 2 – Planiranje odlagališta.



Sl. 3 – Selektivno odlaganje odlagačem: a – visinski rad odlagača; b – dubinski rad odlagača

va ostale rezove, odlagač odlaže iza sebe (slika 3—a). Na tako formiranu etažu odlagališta može se na metar dužni odložiti jalovina u količini od:

$$V_j = (R_i + p - c_o - h_j \operatorname{ctg} \beta) (h_j - 0,25 k \operatorname{tg} \beta), m^3$$

gde je:

h_j – visina odloženog jalovog materijala pod uslovom da je $h_j = h_e - c - h_p$, gde je c – vertikalno sigurnosno rastojanje odložene mase i katarke odlagača

c_o – horizontalno sigurnosno rastojanje od odložene mase do odlagača.

Minimalna količina plodnog materijala koji treba odložiti na metar dužni odlagališta iznosi:

$$V_p = A (h_i + h_p + 0,25 k \operatorname{tg} \beta) - A_j (h_j - 0,25 k \operatorname{tg} \beta), (m^3)$$

gde je:

A – ukupna širina bloka

A_j – širina bloka odlaganja jalovog materijala

$$A_j = (R_i + p - c_o - h_j \operatorname{ctg} \beta).$$

Pri selektivnom dubinskom radu odlagača, plodni materijal se odlaže po kosinama prethodno odloženog jalovog materijala iza sebe (slika 3—b). Širina bloka odlaganja iznosi:

$$A = R_i + p - c_o (h_p + 0,25 k \operatorname{tg} \beta) \operatorname{ctg} \beta,$$

a količina potrebnog plodnog materijala po metru dužnom odlagališta:

$$V_p = (R_i + p - c_o - h_p \operatorname{ctg} \beta - 0,25 k) (h_p + 0,5 \operatorname{tg} \beta), m^3.$$

Realizacijom prikazane metodologije formiranja kontura odlagališta, uz optimizaciju načina nanošenja plodnog materijala, mogu se projektovati i realizovati konture postojećih i budućih spoljnih i unutrašnjih odlagališta koje obezbeđuju pogodne uslove za konačnu rekultivaciju.

Razmotrena je varijanta selektivnog visinskog odlaganja soluma na zapadnom delu projektovanog spoljnog odlagališta budućeg površinskog kopa Kovin odlagačem A_2 RsB 7200, koji radi u sistemu sa rotornim bagerom SRs—2000. Mešavinu soluma i peska, moćnosti 6 m, rotorni bager otkopava u prvom rezu.

Količina odložene jalovine iznosi:

$$V_j = (100 - 15 \operatorname{ctg} 30^\circ) (15 - 0,25 \cdot 10 \operatorname{tg} 30^\circ) = 1000 m^3$$

Minimalna količina soluma koji treba odložiti iznosi:

$$V_p = 75 (16 + 0,25 \cdot 10 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ) - 1000 = 308 m^3$$

Rotorni bager radi u bloku širine 50 m, otkopava u prvom rezu oko $300 m^3$ po dužom metru, čime se praktično ostvaruje minimalna količina potrebnog solumana na odlagalištu.

Zajedno sa mogućom količinom odložene jalovine maksimalna visina etaže bagera iznosi 25 m, što u potpunosti odgovara projektovanoj tehnologiji otkopavanja.

SUMMARY

Considerations Regarding Formation of Wastedump Outline and Selective Disposal of Solum for the Purpose of Recultivation

Presented is the methodology of formation of wastedump slope by determination of dump profile parameters and planing the slopes and planes of the dump securing subsequent efficacious realization.

Particular attention was devoted to selective excavation and disposal of solum, as one of the economically and technically most justified methods of preparing waste dump surfaces for cultivation. The methodology is illustrated by the western part of outside disposal area of openpit mine Kovin.

ZUSAMMENFASSUNG

Betrachtungen über die Abraumkippenurrisse und über selektive Verkippung von Solum zwecks Rekultivierung

Es wurde die Methodik der Abraumböschungsbildung mit Hilfe der Parameterbestimmung von Abraumkippenprofilen und Planung von Kippenböschungen und der Abraum—Ebene, die eine weitere wirksame Ausführung sichert, dargelegt.

Gesondert wurde der selektive Abbau und Solumverkippung, als einer wirtschaftlich und technologisch günstigeren Vorbereitungsweise der Kippenoberfläche bearbeitet. Am Beispiel des Westteils der Aussenkippe des Tagebaus Kovin wurde die Methodik durch Bilder vorgestellt.

РЕЗЮМЕ

Рассмотрения насательно оформления контура хвостохранилища и селективного отвала солума в целях ренультивизации

Показана методика оформления склоа отвала при помощи определения параметра профиля хвостохранилища и планирования скосов хвостохранилища и плосности хвостохранилища, обеспечивающая дальнейшую эффективную реализацию.

Отдельно рассматривается селективная выемна и отвал солума как одного из экономически и технически оправданного способа подготовки площади хвостохранилища для культивизации. На примере западной части наружного хвостохранилища открытой разработки Ковин иллюстрируется показанная методика.

Literatura

1. Studija površinske eksploatacije PO Kovin. — Rudarski institut Beograd.
2. Investicioni program PO Kovin. — Rudarski institut, Beograd.
3. Konceptija površinske eksploatacije kolubarsko—tamnavskog lignitskog basena za potrebe prostornog plana. — Katedra za površinsku eksploataciju Rudarsko—geološkog fakulteta, Beograd.
4. Simić, R., Pavlov, V., Kovačević, S., Matko, Z.: Planiranje i uređenje prostora u zonama velikih strukturalnih promena na primeru REIK Kolubara. Prikaz površinske eksploatacije kolubarsko—tamnavskog lignitskog basena kao osnove za prostorno planiranje. — Naučni skup.
5. Kun, J., 1982: Površinska eksploatacija uglja (I i II deo), Beograd.
6. Popović, N.: Naučne osnove projektovanja površinskih kopova.
7. Simić, R.: Uticaj površinske eksploatacije ležišta mineralnih sirovina na okolinu i mere za njihovo ublažavanje. — Tehnika br. 7.

Autori: dipl.inž. Zlatan Matko, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd i mr inž. Vladimir Pavlović, Rudarsko—geološki fakultet, Beograd

Recenzant: dr inž. J. Kun, Beograd

Članak primljen 5.2.1984, prihvaćen 5.4.1984.

PROGNOZIRANJE TEHNIČKOG KAPACITETA ROTORNIH BAGERA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA UGLJA

(sa 1 slikom)

Mr inž. V u k a j l o R a k o n j a c

Opšta razmatranja

Kapacitet rotornih bagera je dosta širok pojam. Poslednjih godina o ovoj oblasti tehnike razvijena je čitava teorija. Pojam kapaciteta rotornih bagera obuhvata pojmove teoretskog, tehničkog, eksploatacionog, garantovanog, planiranog, ostvarenog, vršnog, trenutnog i drugih kapaciteta.

U ovom članku određiće se tehnički kapacitet rotornih bagera i njegovo prognoziranje na površinskim kopovima uglja koristeći savremena tehnička i naučna dostignuća teorije i prakse u našoj zemlji.

Da bi se pravilno izvršila prognoza kapaciteta mašine prethodno mora da se utvrdi njegova pouzdanost. Ona, kao pokazatelj, zavisi od više faktora: konstruktivnih karakteristika mašine, radne sredine, odabrane tehnike i tehnologije rada, održavanja, organizacije, itd. U savremenoj praksi, a na nivou tehničkog razvoja, traži se obezbeđenje pouzdanosti rada mašina i opreme. Pouzdanost mašine izražava njen kvalitet, tehnički nivo i efikasnost.

Uopšte rečeno, kapacitet je količina otkopnog materijala dobijena u jedinici vremena. Međutim, kapacitet bagera nije potpuno definisan, kad je izražen količinom i vremenom. Struktura ova dva člana koji definišu kapacitet, kao što će se videti, je vrlo složena.

Da i se analizirao rad bagera i utvrdio njegov kapacitet, njegov rad mora da se posmatra kroz

jedan zatvoreni ciklus. Ciklus je vremenski interval u toku koga se izvrše sve radne i pomoćne operacije.

Proizvodnja (rad) koja je ostvarena za određeni deo kalendarskog vremena je

$$V_K = \sum_1^n Q_{ti} T_{Ri}, \quad m^3 \quad (1)$$

gde je:

n — kvantitativno stanje mašine, koje se odlikuje vrednošću tehničkog kapaciteta Q_{ti}

T_{Ri} — čisto vreme rada mašine (vreme neposrednog rada) u i -tom stanju mašine, bilo koji deo kalendarskog vremena.

Ako je ukupno vreme rada mašine u toku posmatranog kalendarskog dela vremena $T_{sum} = T_R$, deo vremena ili verovatnoća rada mašine u i -tom (po kapacitetu) stanju $p(T_{Ri})$ je

$$T_{Ri} = T_R p(T_{Ri})$$

pa jednačina (1) dobija oblik

$$V_K = T_R \cdot \sum_1^n Q_{ti} p(T_{Ri}), \quad m^3 \quad (2)$$

Prosečni tehnički kapacitet bagera, koji otkopava na primer više blokova, etaža, slojeva, sa određenim kalendarskim delom vremena je

$$Q_t = \sum_1^n Q_{ti} p(T_{Ri}), \quad m^3/h \quad (3)$$

Jednačina rada mašine ima oblik

$$V_K = Q_t T_R, \quad u \ m^3 \quad (4)$$

Ako se čisto radno vreme izrazi koeficijentima tehnološkog, tehničkog i organizacionog iskorišćenja, jednačina rada ima oblik

$$V_K = Q_t T_K K_{ti} K_{or}, \quad m^3 \quad (5)$$

Izvođenje jednačine (5) detaljno je obrađeno u literaturi (2).

Prognoziranje tehničkog kapaciteta

Kao ciklus rada bagera usvaja se vreme obrade jednog bloka, u kojem se izvršavaju sve radne i pomoćne operacije. Tada se tehnički kapacitet rotornog bagera izražava odnosom

$$Q_t = \frac{V_b}{T_{Bb}}, \quad m^3/h \quad (6)$$

ili, pri otkopavanju bloka ili blokova za bilo koji deo kalendarskog vremena, tehnički kapacitet se izražava

$$Q_t = \frac{V_k}{T_R}, \quad m^3/h \quad (7)$$

gde je:

- V_b – zapremina bloka, m^3
- T_{Bb} – vreme otkopavanja bloka, h
- V_k – zapremina otkopanog materijala za posmatrani deo vremena, m^3
- T_R – čisto radno vreme bagera za isti deo vremena, h.

Struktura ukupnog vremena za otkopavanje bloka sastoji se iz:

T_R – vreme direktnog kopanja bloka sa proračunatim (dokumentacionim) teoretskim kapacitetom

$$T_R = \frac{V_b K_r}{Q_{teor}}, \quad h \quad (8)$$

gde je:

K_r – koeficijent rastresitosti

zatim:

ΔT_R – gubici vremena, koji se odnose na neslaganje ostvarenih pokazatelja reza u odnosu na proračunate, ili što je isto, gubici koji se određuju odstupanjem ostvarenog prosečnog kapaciteta kopanja od teoretskog kapaciteta bagera, h

T_P – proračunato vreme za obavljanje pomoćnih tehnoloških operacija kod otkopavanja bloka kao zaustavljanje i vraćanje radnog točka na kraju svakog reza, prelaz iz podetaže u podetažu, iz bloka u blok, iz jedne etaže u drugu, iz slojau sloj, h

ΔT_P – dopunski gubici vremena zbog povećanja ili smanjenja u upoređenju sa proračunatim vremenom pomoćnih tehnoloških operacija, h.

Prema tome, ukupno vreme otkopavanja bloka je:

$$T_{Bb} = T_R + \Delta T_R + T_P + \Delta T_P, \quad h$$

Za bolju prognozu tehničkog kapaciteta i njegovo bolje praktično korišćenje uvode se neki pojmovi vremena i njihovih odnosa, a to su: koeficijent kapaciteta K_k , prvi koeficijent upravljanja K'_y i drugi koeficijent upravljanja K''_y .

Koeficijent kapaciteta K_k dobija se iz odnosa vremena T_R i zbira vremena T_R i T_P .

Vrednost ovog koeficijenta određuje se proračunski, koristeći pokazatelje kopa, za konkretne uslove rada i konstruktivne karakteristike bagera.

Prvi koeficijent upravljanja K'_y dobija se iz odnosa vremena T_R i zbira vremena T_R i ΔT_R .

Vrednost ovog koeficijenta zavisi od održavanja bagera, bageriste i njegove osposobljenosti rukovanja bagerom i njegove angažovanosti u radu.

Drugi koeficijent upravljanja K''_y dobija se iz odnosa zbira vremena T_R , ΔT_R , T_P i T_b . Veličina ovog koeficijenta određuje se izražavanjem kvalifikacije personala na održavanju.

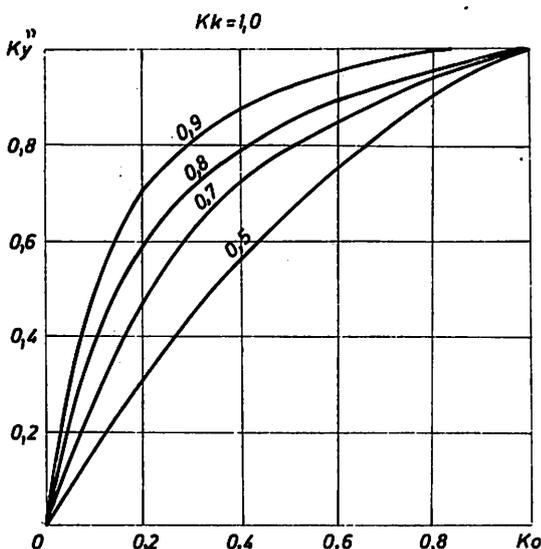
Prema tome, ukupno vreme otkopavanja bloka izražava se odnosom

$$T_{Bb} = \frac{T_R}{K'_y K''_y K_k} \cdot h \quad (9)$$

a tehnički kapacitet, uvažavajući i odnos (3), je

$$Q_t = \frac{Q_{teor.}}{K_k} K_k K'_y K''_y, \quad m^3/h \quad (10)$$

Ako se zavisnost izraza (10) analizira, može da se zaključi da prva dva člana zavisnosti Q_t/K_r i K_k karakterišu svojstva bagera pri radu u određenoj radnoj sredini, a druga dva člana K'_y i K''_y stepen umešnosti u upravljanja bagerom.



Sl. 1 – Zavisnost drugog koeficijenta upravljanja K''_y od koeficijenta rada K_0 za različite vrednosti koeficijenta kapaciteta K_k .

Koeficijenti upravljanja u praksi objašnjavaju postojeća odstupanja tehničkog kapaciteta pri radu na istom kopa – u istoj radnoj sredini.

Koeficijent kapaciteta (produktivnosti) i kapaciteti bagera mogu biti određeni računskim putem.

Koeficijenti upravljanja određuju se samo eksperimentalnim putem. Naime, oni su odraz objektivnih faktora, koji su posledica realnih mogućnosti bageriste pri upravljanju datom mašinom i odraz subjektivnih razloga, koji su određeni kvalifikacijom i pažnjom osoblja, koje upravlja bagerom.

Eksperimentalno utvrđene vrednosti prvog koeficijenta upravljanja bilo kojeg kopa, mogu biti

primenjene, za datu mašinu, za rad na drugim kopovima sa različitim pokazateljima. To znači, da ovaj koeficijent ne zavisi od parametra kopa, ukoliko taj koeficijent karakteriše samo izmene ostvarenog kapaciteta kopanja. Prosečna vrednost tog koeficijenta u uslovima drukčijim nego što su bili pri ispitivanju mogu se desiti samo promenom kvalifikacije bageriste.

Drugi koeficijent formuliše dopunske gubitke vremena zbog povećanja, u odnosu na proračunate dužine pomoćnih tehnoloških operacija pri obradi određenog bloka. Ovaj koeficijent zavisi, kao što je ranije istaknuto, i od vremena neposrednog kopanja.

Ako ne postoji proporcionalna veza između vremena neposrednog kopanja i dopunskih gubitaka, koji su određeni ispitivanjem, vrednost tog koeficijenta vredi samo za pokazatelje kopanja, identične onim za koje je vršeno ispitivanje.

Pri određenoj kvalifikaciji bageriste dopunski gubici vremena, zbog produžavanja pomoćnih tehnoloških operacija (ΔT_p) uvek ostaju proporcionalni neophodnom (proračunatom) vremenu za izvršenje tih pomoćnih tehnoloških operacija. Tada se pojavljuje odnos vremena za obavljanje pomoćnih tehnoloških operacija (T_p) kod obrade blokova i zbira vremena za navedeno obavljanje pomoćnih tehnoloških operacija (T_p) i dopunskih gubitaka vremena zbog povećanja pomoćnih tehnoloških operacija (ΔT_p). Taj odnos izražava koeficijent rada K_0 . On karakteriše deo dopunskih gubitaka vremena u ukupnom vremenu, koje se troši za izvršavanje dopunskih tehnoloških operacija.

Vrednosti ovog pokazatelja, koji je određen ispitivanjima za određene uslove, ne zavisi od pokazatelja kopa. One mogu biti prenete u bilo koje uslove. Promena srednje vrednosti ovog koeficijenta karakteriše samo kvalifikaciju osoblja bagera.

Imajući u vidu izraz (8) i koristeći definicije i zavisnosti koeficijenata K_k , K'_y , K''_y i K_0 vreme obrade bloka izražava se

$$T_{Bb} = \frac{T_R [1 - K_k (1 - K_0)]}{K'_y K_k K_0}$$

Stavljajući ovaj izraz u odnos sa izrazom (9) dobija se drugi koeficijent upravljanja

$$K''_Y = \frac{K_O}{1 - K_k (1 - K_O)} \quad (11)$$

Na bazi izraza (11) urađen je dijagram na sl. 1, na kome je data zavisnost drugog koeficijenta upravljanja K''_Y od koeficijenta rada K_O za različite vrednosti koeficijenta kapaciteta K_k .

Prema tome, koeficijent rada K_O dozvoljava, koristeći podatke dobijene ispitivanjem u konkretnim uslovima, da se prognozira tehnički kapacitet za razne uslove primene bagera date klase i tipa. Ispitivanjem se određuju prvi koeficijent upravljanja K'_Y i koeficijent rada K_O . Znajući njih, a u zavisnosti od uslova rada bagera, određuje se opšti koeficijent upravljanja K_Y .

Ispitivanja koja su obuhvatila sve pokazatelje za definisanje, a potom i prognoziranje tehničkog kapaciteta rotornih bagera, u našoj zemlji nisu do sada publikovani niti izvršeni. Ovakva kompletna ispitivanja su izvršena u SSSR na bageru ERŠR–1600 za vreme njegove probno–industrijske eksploatacije u Morozovskom ugljenom basenu. U procesu ispitivanja, na oscilogramu su potpuno evidentirana trajanja svih tehnoloških operacija i ostvarene vrednosti tekućeg kapaciteta kopanja. U toku ispitivanja otkopana su tri bloka. Regulisanje brzine radnog točka u toku rada vršeno je ručno i automatski.

U toku ispitivanja određivani su sledeći pokazatelji:

- zapremina bloka V_b, m^3
- ostvareno vreme otkopavanja bloka T_{Bb}, min ,
- potrebno vreme neposrednog kopanja T_R, min
- gubici, vezani za promenu kapaciteta kopanja T_R, min
- proračunati gubici vremena za izvršenje pomoćnih operacija T_p, min
- dopunski gubici vremena za izvršenje pomoćnih operacija T_p, min
- koeficijent kapaciteta K_k
- prvi koeficijent upravljanja K'_Y
- drugi koeficijent upravljanja K''_Y
- koeficijent upravljanja $K_Y = K'_Y K''_Y$
- koeficijent rada K_O
- ostvareni tehnički kapacitet $Q_{Te}, m^3/h$.

Izvršena je analiza parametara koji su dobijeni ispitivanjem. Utvrđeno je da se za orijentacione proračune mogu da koriste sledeće vrednosti koeficijenta upravljanja: prvi koeficijent upravljanja, pri ručnom radu je $K'_Y = 0,92$ do $0,95$, pri automat-

skom radu je $K'_Y = 0,97–0,98$, koeficijent rada $K_O = 0,80–0,84$.

Vrednosti drugog i skupnog – rezultatnog koeficijenta upravljanja, za konkretne uslove rada bagera, određuju se izrazom (11) i izrazom $K_Y = K'_Y K''_Y$.

Isto tako, za orijentacione proračune skupni–rezultantni koeficijent upravljanja je $K_Y = 0,85–0,90$.

Za svaki tip bagera i za svaku izmenu upravljanja mašinom proračunate vrednosti koeficijenata moraju se potvrditi na osnovu ispitivanja.

Izneta teoretska razmatranja ilustruće se praktičnim primerom i na taj način se potvrditi. Za primer se uzima sistem bager–transporteri–odlagač površinskog kopa Tamnava–istočno polje. Ulazni podaci za proračun–prognoziranje kapaciteta izvedeni su iz ostvarenih tehničkih pokazatelja pri dokazivanju garantovanog kapaciteta sistema na jalovini.

Ulazni pokazatelji su sledeći:

– zapremina bloka (ostvarena proizvodnja)	
V_b, m^3	200.000
– ostvareno vreme otkopavanja bloka	
T_{Bb}, h	112,88
– čisto radno vreme T_R, h	83,33
– gubici, vezani za promenu kapaciteta kopanja T_R, h	4,33
– proračunati gubici vremena za izvršenje pomoćnih operacija T_p, h	20,62
– dopunski gubici vremena za izvršenje pomoćnih operacija T_p, h	4,60
– koeficijent rastresitosti K_r	1,20
– teoretski kapacitet sistema $Q_{teor}, m^3 \text{ čm/h}$	4.100

Da bi se prognozirao tehnički kapacitet potrebno je da se odrede koeficijenti K_k, K'_Y i K''_Y , pa je:

– koeficijent kapaciteta:

$$K_k = \frac{T_R}{T_R + T_p} = 0,80$$

– prvi koeficijent upravljanja:

$$K'_Y = \frac{T_R}{T_R + \Delta T_R} = 0,95$$

– drugi koeficijent upravljanja:

$$K''_Y = \frac{T_R + \Delta T_R + T_P}{T_b} = 0,96$$

– prognozirani tehnički kapacitet:

$$Q_t = \frac{Q_{teor}}{K_r} K_k K'_Y K''_Y = 2.492$$

$$\underline{Q_t = 2.492 \text{ m}^3 \text{ čm/h}}$$

To znači, iskorišćenje teoretskog kapaciteta je 61%, čemu treba da se teži.

Na kraju, treba da se naglasi da se u praksi obično koriste tri pojma tehničkog kapaciteta rotornog bagera:

– garantovani tehnički kapacitet Q_{tg} , pod kojim se podrazumeva tehnički kapacitet, koji garantuje isporučilac opreme

– proračunati tehnički kapacitet Q_{tp} , pod kojim se podrazumeva proračunati tehnički kapacitet pri radu na konkretnom kopu u datom ležištu

– ostvareni tehnički kapacitet bagera Q_{to} , pod kojim se podrazumeva stvarno dobijeni prosečni tehnički kapacitet pri otkopavanju konkretnih masa u bloku, etaži ili za bilo koji kalendarski vremenski interval, kao smena, dan, mesec, godina, pa je

$$Q_{to} = \frac{V_i}{T_{Ri}} \quad (12)$$

Ostvareni kapacitet bagera, čak za iste uslove rada i iste kvalifikacije bageriste, ima tendenciju variranja u zavisnosti od slučajne promenljive koeficijenta upravljanja, koji određuje, pri ostalim jednakim uslovima, vrednosti tog kapaciteta. Stabilnost ostvarenog kapaciteta bagera se, svakako, povećava sa povećanjem broja eksperimenata ili, bolje rečeno, dužim praćenjem rada bagera na otkopavanju.

SUMMARY

Prediction of Bucket–Wheel Excavator Technical Capacities on Openpit Coal Mines

The paper outlines theoretic and practical consideration of predicting technical capacities of bucket–wheel excavators operation on openpit coal mines. Due consideration was also paid to the general concept of excavator capacity. A capacity was defined as expressed by realized output per unit of time. The capacity is presented as an arbitrary variable in function of time. Indices are given for definition of capacity reliability.

The procedure for predicting technical capacities is developed in full detail. Mining of a block, or several blocks over a specified calendar time is used as a unit for defining excavator capacity. The block mined and the time in which it is mined represent a closed cycle in which all techno-technological operations take place. The following terms were introduced for definition of technical capacity: capacity coefficient, control coefficient and operating coefficient.

In predicting a capacity, time and operator have an important effect, in addition to the working environment and machine operating in it.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorausbestimmung der technologischen Leistung von Schaufelrad baggern in den Kohlentagebaubetrieben

Es wurden theoretische und praktische Ueberlegungen zur praktischen Bestimmung der technischen Leistung von Schaufelradbaggern in Kohlentagebaubetrieben dargestellt. Die Kapazität wurde durch in einer Zeiteinheit vollzogene Arbeit dargestellt. Die Kapazität wurde als Zufallsvariable in der Zeitfunktion dargestellt. Die Zuverlässigkeit definierende Kennziffern wurden gegeben.

Es wurde das Verfahren der Vorausbestimmung der technischen Kapazität ausgearbeitet. Zu definierende Baggerleistungseinheit ist Abbau eines oder mehrerer Blöcke in bestimmten Abschnitt der Kalenderzeit. Der Block und die Zeit in der ein Block abgebaut wird, bilden einen geschlossenen Zyklus, in dem alle technisch-technologische Operationen vergegenständlicht werden. Zur Definierung der technischen Kapazität wurden Begriffe eingeführt: Koeffizient der Kapazität, der Steuerung und der Arbeit.

Bei der Vorausbestimmung der Kapazität neben Arbeitsmitte und Maschine, die in derselben arbeitet, wichtigen Einfluss übt die Zeit und der arbeitende Mesch aus.

РЕЗЮМЕ

Прогнозирование технической производительности роторных экскаваторов на открытых разработках угля

Показано теоретическое и практическое рассмотрение прогнозирования технической производительности роторных экскаваторов на угольных открытых разработках. Рассмотрено вообще понятие производительности экскаватора. Уточнена производительность уточненная осуществленной работой в единице времени. Производительность показана как случайная изменяемая в функции времени. Приведены показатели уточняющие устойчивость производительности.

Подробно разработан способ прогнозирования технической мощности. Единица для уточнения мощности экскаватора — выемка одного блока или несколько блоков в определенной части календарного времени. Блок выемочный и время его выемки создают один закрытый цикл в котором осуществляются все технико-технологические операции. Для уточнения технической производительности приняты понятия: коэффициент производительности, коэффициент управления и коэффициент работы.

При прогнозировании производительности, кроме рабочей среды и машины работающей в ней, решающее влияние оказывают время и работающий человек.

Literatura

1. R a k o n j a c, V., 1976: Prilog utvrđivanju terminologije, obeležavanja i sistematizacije kalendarskog vremena rada mašina i sistema u površinskoj eksploataciji. — Tehnika, Beograd.
2. R a k o n j a c, V., 1981: Opšti pokazatelji pouzdanosti mašina u radu na površinskim kopovima. — Tehnika, Beograd.
3. Š e n d e r o v, A. I., J e m e l j a n o v, O. A., Q d i n, I. N., 1976: Nadežnost' i proizvoditel'nost' kompleksov gomotransportovogo oborudovanija. — Nedra, Moskva.

Autor: mr inž. Vukajlo Rakonjac, REIK Kolubara, Vreoci
Recenzent: dr inž. J. Kun, Beograd
Članak primljen 1.2.1984, prihvaćen 5.4.1984.

ODREĐIVANJE STEPENA ISTRAŽENOSTI LEŽIŠTA I NJEGOV UTICAJ NA POTREBAN BROJ ISPITIVANJA

(sa 1 slikom)

Dr inž. Radmilo Obradović — dipl.inž. Zoran Milanović

Danas je obim istraživanja fizičko-mehaničkih svojstava tla najčešće određen standardima i instrukcijama. Međutim, cifre koje se u njima daju nemaju teoretski dokaz. Zbog toga je bilo predloženo nekoliko postupaka koji omogućuju da se odredi potreban broj ispitivanja.

Jedan od postupaka polazi od upoređenja rezultata dobijenih u procesu istraživanja sa izvesnim kriterijumom. Opšta osobina ovog postupka je da se broj opita utvrdi u procesu istraživanja, a dobijeni rezultati ne zavise ni od faze projektovanja, ni od tipa objekta za koji se vrše istraživanja.

Drugi postupak bazira na rešenjima dobijenim statističkom analizom i omogućuje da se odredi potreban broj opita sa traženom sigurnošću. Korišćenje statističkog načina određivanja potrebnog broja ispitivanja zahteva poznavanje standardne devijacije generalnog skupa vrednosti datog pokazatelja.

Algoritam procedure proračuna razradio je Sten i sastoji se u sledećem: prema podacima prethodnih istraživanja izračunava se standardna devijacija

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

gde su:

\bar{X} — aritmetička sredina rezultata
 X_i — vrednost svakog pojedinačnog pokazatelja
 n — broj ispitivanja

Potreban broj ispitivanja može se odrediti sledećim izrazom:

$$n_1 \geq \frac{4 \sigma^2 t^2}{\Delta^2}$$

gde su:

t — veličina određena stepenom slobode i nalazi se iz tablica normalne raspodele
 Δ — interval u čijim se granicama nalazi srednja vrednost.

Broj ispitivanja koja treba izvesti je:

$$m = n_1 - n$$

Interval (Δ) je udvojena vrednost tačnosti (ϵ) pomoću koje treba naći srednju vrednost pokazatelja tako da se (n_1) može izračunati:

$$n_1 \geq \frac{\sigma n^2 \cdot t^2}{\epsilon^2}$$

Veličina (ϵ) se uzima iz tablica gde su date vrednosti za određene fizičko-mehaničke osobine.

Vrlo dobro izučeni parametri su oni kod kojih je $K_p \geq 0,9$, a neizučeni gde je $K_p < 0,7$.

Pregled tačnosti određivanja pojedinih fizičko-mehaničkih karakteristika

Tablica 1

Naziv pokazatelja	Granice promene pokazatelja					
	20	10 – 20	5 – 10	1 – 5	0,5 – 1	0,5
Kohezija (kN/m^2)	20	10 – 20	5 – 10	1 – 5	0,5 – 1	0,5
Tačnost određivanja	0,15	0,1 – 0,15	0,05 – 0,1	0,01 – 0,05	0,05 – 0,001	0,001 – 0,005
Vlažnost (%)	10	10 – 20	20 – 40	40 – 60	60	–
Tačnost određivanja	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	–
Zapreminska težina (kN/m^3)	23	21 – 23	1,8 – 2,1	1,6 – 1,8	1,6	–
Tačnost određivanja	0,1	0,05	0,05	0,03	0,02	–

Drugi način da se izračuna potreban broj ispitivanja je pomoću stepena izučenosti (K_p):

$$n_1 = 1.353 (1 - 2 V^2)(1 - K_p)^{-2} + 1$$

gde je:

V – koeficijent varijacije.

Pokazatelj koji karakteriše izučenost materijala je koeficijent izučenosti koji iznosi:

$$K_p = 1 - \frac{1.645}{\sqrt{2(n-1)}} \cdot \sqrt{1 + 2 V^2}$$

Koeficijent izučenosti (K_p) zavisi ne samo od broja ispitivanja (n) nego i od koeficijenta varijacije.

Posle izračunavanja koeficijenta izučenosti (K_p) za parametre koji ulaze u proračun stabilnosti izračunava se zbirni koeficijent izučenosti datog materijala kao srednja geometrijska vrednost koeficijenta izučenosti proračunskih parametara.

Prema stepenu izučenosti parametri se mogu podeliti u četiri grupe i to:

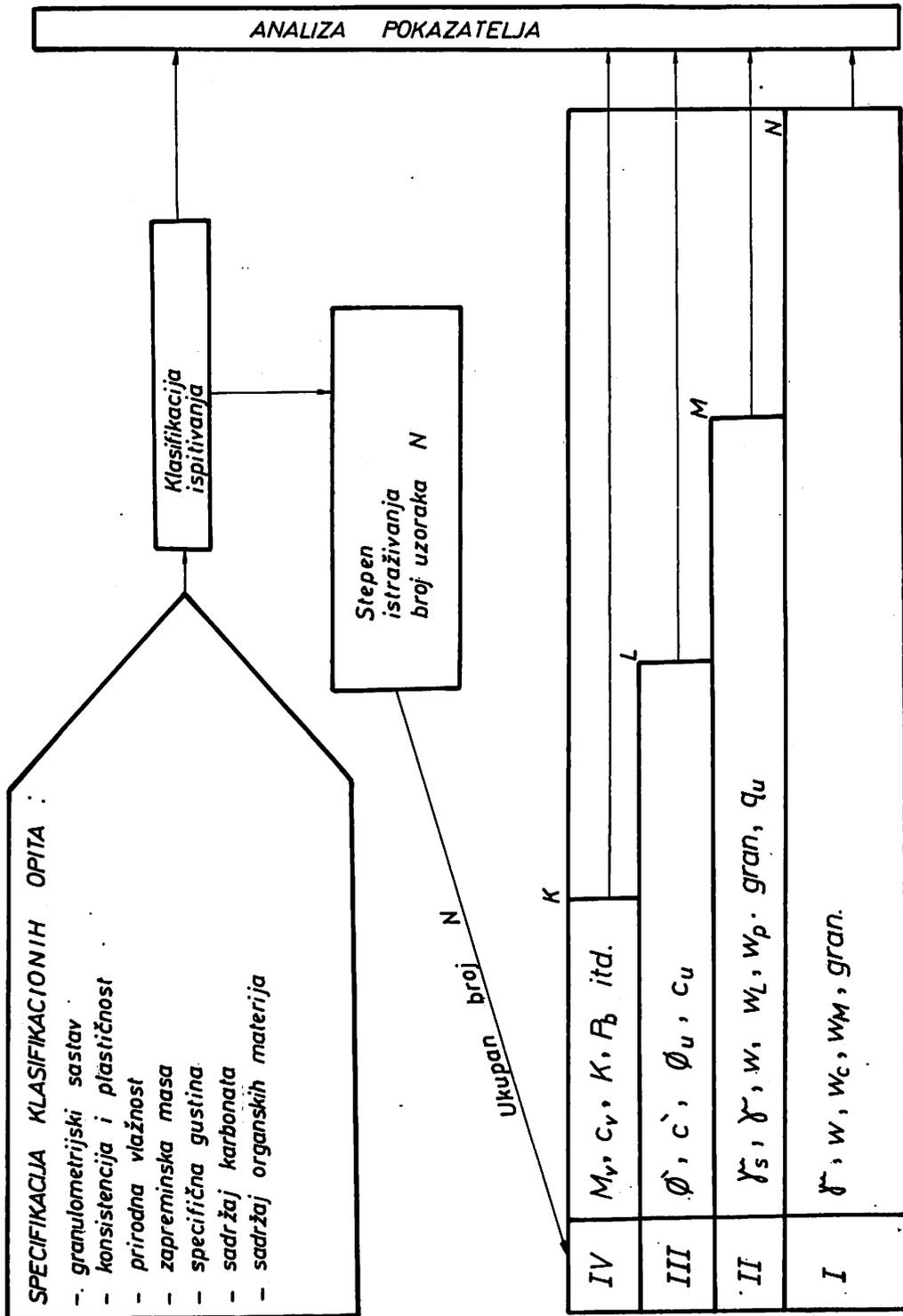
- vrlo dobro izučeni
- dobro izučeni
- slabo izučeni
- praktično neizučeni.

Povećanje broja ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava ne utiče na koeficijent varijacije, ali omogućava da se smanji interval pouzdanosti za ocenu generalne sredine vrednosti parametara i da se poveća pouzdanost dobijenih srednjih vrednosti i pouzdanost disperzije parametara.

Kad se analiziraju rezultati laboratorijskih ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina sa jednog područja, koje je vremenski i prostorno razdvojeno, a, osim toga, ispitivanja su se obavljala u različitim laboratorijama, to se u takvim slučajevima za rezultate svake laboratorije rade kontrolna ispitivanja uzoraka (minimum po 36 komada) za svaki litološki horizont na nekom novom području. Ukoliko su rezultati opita približno slični i ne pokazuju veća odstupanja, prethodni rezultati se mogu koristiti za zajedničku interpretaciju.

U slučajevima kada dolazi do znatnih odstupanja (a rezultati se odnose na identičan litološki član) moraju se projektovati nova uzimanja uzoraka.

Na osnovu dosadašnjih iskustava došlo se do zaključka da se pri obradi uzoraka za fizičko-mehanička ispitivanja moraju poštovati sledeća pravila:



Slika 1.

rijuma na osnovu kojih treba izvršiti rejoniranje ispitano područja.

Osим celokupnih inženjersko-geoloških istraživanja, u ovom članku tretirana je problematika utvrđivanja broja uzoraka pojedinih litoloških čla-

nova po postupcima koji su primenjeni u pojedinim zemljama. Prikazan je princip racionalnog uzimanja i ispitivanja uzoraka za određivanje fizičko-mehaničkih karakteristika, kao i veličina stepena pouzdanosti tih parametara u pojedinim fazama projektovanja.

SUMMARY

Determination of the Rate of Deposit Exploredness and Its Effect on the Required Number of Investigations

Due to numerous factors that define the conditions of slope stability in openpit mines, extended requirements are imposed in the selection of criteria used to sub-divide the explored area.

In addition to overall engineering and geological explorations, the paper deals also with problems of determining the number of samples of individual lithologic members by procedures applied in individual countries. Outlined is the principle of sample taking and testing for defining the physico-mechanical properties, as well as the degree of reliability of such parameters in individual design stages.

ZUSAMMENFASSUNG

Bestimmung des Lagerstättenerkundungsgrads und sein Einfluss auf die erforderliche Zahl von Untersuchungen

Wegen vielen Faktoren, die die Bedingungen der Böschungsstandfestigkeit im Tagebaubetrieb bestimmen, werden grössere Forderungen bei der Kriterienwahl auf Grund welcher die Einteilung des untersuchten Gebiets durchgeführt werden soll, gestellt.

Ausser ingenieur-geologischen Gesamtuntersuchungen wird in diesem Artikel die Problematik der Probenzahl einzelner lithologischer Glieder nach Verfahren, die in einzelnen Ländern gestellt werden, behandelt. Es wurde das Prinzip der Probenahme und Probenuntersuchungen zur Bestimmung der physikalisch-mechanischen Charakteristiken sowie die Höhe des Zuverlässigkeitsgrads dieser Parameter in einzelnen Projektierungsphasen, dargestellt.

РЕЗЮМЕ

Определение степени исследованности залежи и его влияние на нужное количество исследований

Из-за наличия многих факторов определяющих условия устойчивости откосов на открытых разработках, ставятся расширенные требования при выборе критериев на основании которых надо провести районирование исследованной местности.

Кроме всеобщих инженерно-геологических разведочных работ, в данной статье рассматривается проблема уточнения числа образцов отдельных литологических членов по поступкам примененными в отдельных странах. Показан принцип рационального отбора и испытания образцов для определения физико-механических характеристик, а также и величина степени надежности этих параметров в отдельных фазах проектирования.

Literatura

1. Connor, L. R., Morell, A. J. H., 1977: Statistics in theory and practice, Pitman.
2. Daško, R. E., Kagan, A. A., 1977: Mehanika gruntov v inženerno-geološkoj praksi. — Nedra, Moskva.
3. GOST 20522—75 — Metod statističeskoj obrabotki rezul'tatov opredelenii harakteristik.
4. Lukačev, V. G., 1977: Rajonirovanie kar'ernogo polja po uslovijam ustojčivosti otkosov. V knjiga: 'Voprosy racionalizacii markšejderskoj služby na gornyh predpriyatijah. — Mežvuz nauč.tem.sb. vyp. 1., Sverdlovsk.
5. Studija o dosadašnjim rezultatima geomehaničkih ispitivanja na lokaciji površinskog kopa polja D — Kolubara. — Rudarski institut, 1982, Beograd.

Autori: dr inž. Radmilo Obradović i dipl.inž. Zoran Milanović, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

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

Članak primljen 3.4.1984, prihvaćen 5.4. 1984.

TEORIJSKI ASPEKTI PROCESA USITNJAVANJA

(sa 12 slika)

Prof. dr inž. Drago Oček

Uvod

Usitnjavanje čvrstih materija ima u većem broju industrijskih postrojenja veoma važnu ulogu, jer se usitnjavanjem menjaju najvažnije fizičke osobine disperznog stanja materijala, kao na primer:

- čvrstoća betona direktno zavisi od specifične površine cementa, a ova je rezultat usitnjavanja na odgovarajuću finoću
- stepen otvaranja korisnih minerala u odnosu na jalovinu je neposredno vezan za efikasnost svih procesa obogaćivanja
- reaktivna površina, koja se dobija procesima usitnjavanja definiše kinetiku svih reakcija, koje se odvijaju na graničnim površinama (npr. luženje uranovih ruda u H_2SO_4)
- ukus nekih životnih namirnica ili sposobnost lečenja nekih lekova direktno su povezani sa finoćom produkta.

Zbog toga nas ne sme čuditi podatak, da su procesi usitnjavanja veoma važni u današnjoj privredi, da su energetski veoma neefikasni, te da troše godišnje oko 5% proizvedene električne energije. Pošto je specifična površina, u stvari, krajnji cilj procesa usitnjavanja, ti procesi se i zovu procesi povećanja površine čvrstih materija. Uzgred može se napomenuti, da i procesi raspršavanja tečne faze podležu istim zakonima, koji važe za usitnjavanje.

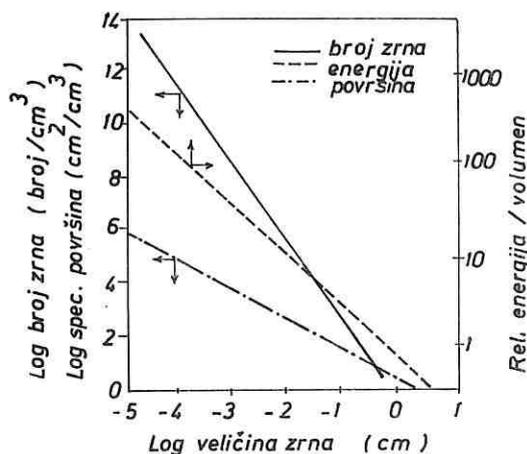
Tablica 1 prikazuje na idealizovanom modelu usitnjavanja kockice porast površine u zavisnosti

od stepena usitnjavanja i veličine čestice posle usitnjavanja d_1 .

Stepen usitnjavanja i površina

Tablica 1

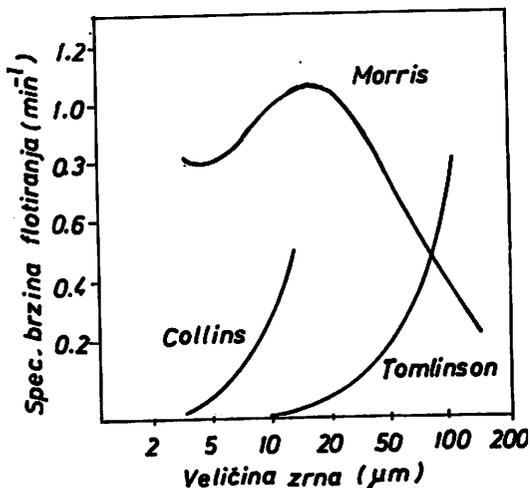
Veličine kockice d_0 , cm	Stepen usitnjavanja $n = d_0/d_1$	Broj kockica	Površina cm^2
1	1	1	6
0,1	10	1,000	60
0,01	100	1,000.000	600



SL. 1 – Spec. površina, broj zrna i energija usitnjavanja

O značaju specifične površine i broju zrna, kao posledica procesa usitnjavanja, govori i sledeći podatak (slika 1). U jedinici volumena 1 cm^3 postoji otprilike, 1 zrno sa $d_0 = 1 \text{ cm}$; ako se to zrno usitni na $d_1 = 1 \mu\text{m}$, onda se broj čestica poveća na 10^{12} , a specifična površina za 10^4 . Mora se uzeti u obzir činjenica, da je po Bondu energija, potrebna za usitnjavanje čestice od $1 \mu\text{m}$, oko 100 puta veća od potrebne energije za usitnjavanje čestice od 1 cm.

Kao što je u nekim procesima velika specifična površina, odnosno finoća čestica, veoma poželjna osobina, tako je u nekim drugim procesima obrnuta situacija. Slika 2 prikazuje sposobnost flotiranja čestica u zavisnosti od finoće, izraženu brzinom flotiranja. Konačno, ne sme se zaboraviti energetski i troškovni problem procesa usitnjavanja. Kao što je već napomenuto, procesi usitnjavanja su energetski veoma ekstenzivni, a i troškovi predstavljaju relativno veliku stavku u ukupnim troškovima proizvodnje. Naredna tablica 2 pokazuje potreban rad i udeo proizvedene električne energije u svetu, koja se troši.



Sl. 2 — Uticaj finoće čestica na sposobnost flotiranja

Rad i električna energija za usitnjavanje

Tablica 2

Materijal	Rad (kWh/t)	Udeo el. struje (%)
Ugalj	7 ... 8	2,1
Cement	60 ... 70	7,7
Rude	30 ... 40	5,8
Žito	25	1,6
Drvo	do 1500	6,1

Ako se uzme veoma masovan proizvod — cement, onda je struktura troškova proizvodnje sledeća:

dobijanje na kopu	2%
drobljenje	4%
usklađenje	4%
mlevenje	25%
pečenje	65%

Kao što se vidi, na troškove usitnjavanja otpada 29% svih troškova proizvodnje cementa.

Analizirajući troškove usitnjavanja po pojedinih stavkama, dolazi se do veoma interesantnih upoređenja između pojedinih sirovina (tablica 3).

Raspodela troškova za usitnjavanje

Tablica 3

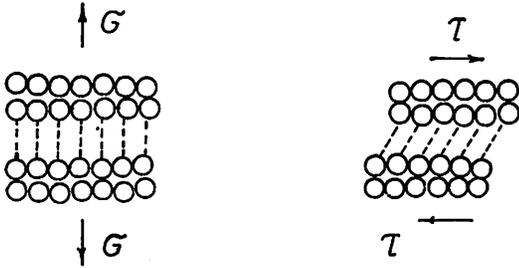
Pozicija troškova	Udeo u % za sirovine				
	ugalj	cement	ruda	žito	PVC
Energija	44	40	47	25	21
Investicije	25	34	32	50	38
Habanje	16	8	12	14	5
Radna snaga	15	18	9	11	36

Iz tih podataka se vidi koliko je velika važnost procesa usitnjavanja, pa je zbog toga čudno, da se tako dugo ostalo kod čisto fenomenološkog objašnjenja procesa usitnjavanja klasičnim „zakoni- ma“ Rittingera, Kicka i Bonda. Tek poslednjih 20 godina intenzivno se radi na osnovnim istraživa- njima procesa usitnjavanja, koja se zasnivaju na strukturnim osobinama čvrste materije i njenom ponašanju u naponskom polju elastičnih deforma- cija, koju stvara mašina drobilica ili mlin. Ovde želimo da prikazemo razvoj teorije usitnjavanja kroz prizmu svetskih dostignuća i vlastita istraživa- nja. Pošto čista teorija nije sama sebi cilj, pokušaće se naći veza između teorije i aplikacije.

Struktura čvrste materije i stvaranja mikropukoti- na

Cilj usitnjavanja je razdvajanje čvrstog tla u deliće—zrna, a to zahteva savladavanje sila vezanja u strukturi materije (po lomnim pukotinama). Ako neko čvrsto telo treba drobiti, mora se pod uticajem napona ovladati silom između atomarnih čestica, pri čemu postoji mogućnost upotrebe normalnih (pritisak i zatezanje) i tangencijalnih napona (smicanje). Slika 3 prikazuje obe principi-

jelne mogućnosti za stvaranje lomne pukotine u atomarnom području pod uticajem spoljnih napona.

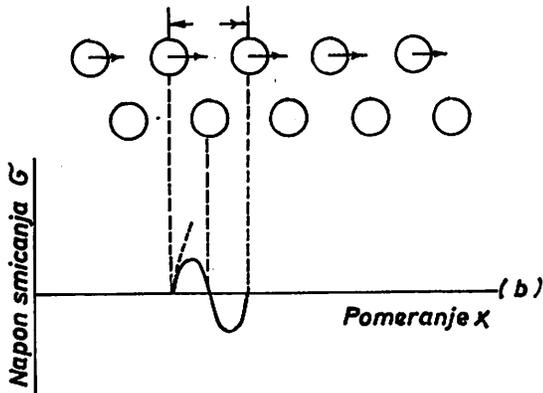


Sl. 3 – Razdvajanje pod uticajem nateznog i smicanje pod uticajem tangencijalnog napona

Polazeći od idealne strukture kristalne rešetke, mogu se izračunati sile vezanja. Frenkel je izradio jednostavnu metodu za ocenu teoretske otpornosti idealnog kristala (slika 4) na smicanje, tako da se ocerijuje sila, potrebna za pokretanje dveju kristalnih površina, jedne prema drugoj. Za male elastične deformacije važi relacija između napona σ i pomeranja x .

$$\sigma = G \cdot x/d \quad (1)$$

ako je d rastojanje između dve kristalne površine u rešetki i G modul smicanja.



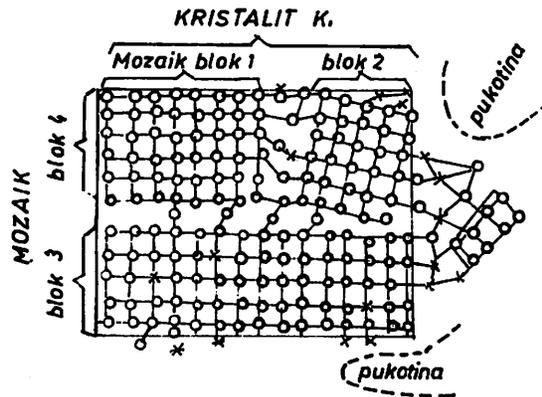
Sl. 4 – Pomeranje dve kristalne površine.

Ocenjuje se, da je za savladavanje sile vezanja potreban sledeći napor:

- idealna zatezna čvrstoća $\sigma_{ideal} \sim E/10$
- idealna čvrstoća smicanja $\tau_{ideal} \sim G/10$

ako je E modul elastičnosti. Idealne čvrstoće kod realnih struktura nema, pa su stvarne čvrstoće za 10^2 do 10^3 niže od idealnih vrednosti. Diferencija se objašnjava time, što u prirodi ne postoji idealna, već samo realne strukture, koje imaju makroskopske, mikroskopske i submikroskopske defekte. Usitnjavanje nekog tela počinje baš na takvim oslabljenim mestima, te se od tog mesta širi po strukturi. Realni kristali su, prema tome, uvek nesavršeni pa su njihova mehanička i plastična svojstva najčešće određena tim nesavršenstvima (defektima).

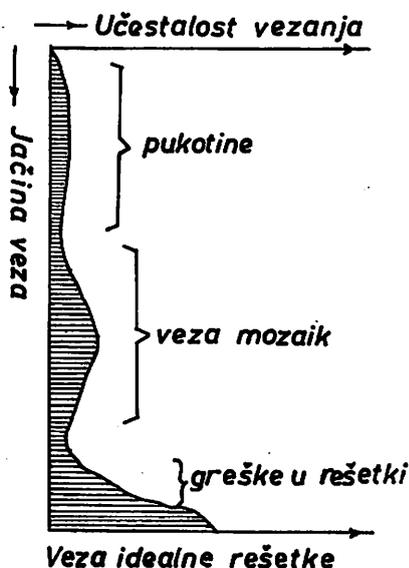
Najprostija nesavršenost je prazno mesto u rešetki, koje nastaje na mestu nedostajućeg atoma ili jona – poznata kao defekt po Schottky-ju. Drugi tip vakantnog defekta je defekt po Frenkelu, kod kojeg je jedan atom premešten sa svog položaja u rešetki u intersticijski položaj – položaj koji normalno nije zauzet atomom. Pored ovih, tačkastih defekata, postoje još linijski defekti – dislokacije kroz kristalnu rešetku. Postoji nekoliko tipova dislokacija, a najvažnije su stepenaste, spiralne i kombinovane. U blizini svake dislokacije kristal je jako deformisan, a jačina veze na tom mestu oslabljena (slike 5 i 6).



Sl. 5 – Struktura realnog kristala.

Kod teoretskih razmatranja važna je i gustina dislokacija na jedinicu površine realnog kristala. Gustina dislokacija je broj dislokacionih linija, koje presecaju jediničnu površinu unutar kristala. Ova gustina iznosi od 10^2 do 10^3 dislokacija na 1 cm^2 u najsavršenijim kristalima Ge i Si, a do 10^{12} u jako deformisanim kristalima metala. Ovde treba napomenuti šta se dešava u praksi. Što je veličina zrna manja, to je verovatnoća da će biti više dislokacija u jedinici površine manja, a to je identično sa povećanjem otpora materijala koji se

usitnjava. U području veoma sitnih zrna raspoloživa elastična energija deformacije nije više u stanju da dalje usitnjava, nego samo teži da približi dva zrna na takvo rastojanje; tu dolaze do izražaja van der Waalove sile međusobnog privlačenja. U mlinu se javlja poznati proces aglomeracije, ako je mlevenje suvo, što se sprečava dodavanjem aditiva – dodataka. U naučnoj literaturi postoje različna mišljenja o efektu aditiva, koji se u našim cementarima mnogo primenjuje. Naime, Rehbindler objašnjava efekt aditiva sa smanjenjem površinskog napona na granici čvrsto/gasovito (Rehbindler efekt), dok neka druga, pa i naša istraživanja, dokazuju, da se radi samo o sprečavanju aglomeracionih efekata. Brzina širenja lomne pukotine je za 10^2 do 10^3 veća od brzine adsorpcije aditivna mineralne površine, pa smanjenje površinskog napona zbog toga ne dolazi u obzir.

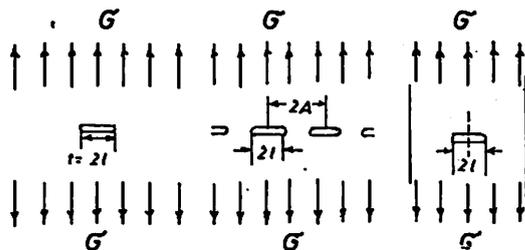


Sl. 6 – Učestalost vezanja i čvrstoća veze u kristalu.

Postanak lomne pukotine može se objasniti kao proces širenja mikropukotina u submikroskopskom i, konačno, u makroskopskom području. Ukoliko još ne postoje nehomogena mesta na površini, ona se stvaraju zbog napona iz atomarnih dislokacija (formiranje mikropukotine), da bi zatim došlo do širenja pukotine.

Sila, potrebna za širenje pukotine u submikroskopskom području može se izračunati iz linearne teorije elastičnosti. Slika 7 prikazuje tri karakteristične mogućnosti kod opita zatezanja, gde su ucrtane eliptične ili kružne deformacije

unutar kristala, koji je deformisan homogenim zateznim naponom σ .



Sl. 7 – Mikropukotine u kristalu pod zateznim naponom.

Irwin je izračunao jednačine za ta tri osnovna modela i odredio potrebnu silu G za širenje pukotine (crack extension force).

– Griffithov model ($l = 2a$)

$$G = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{E} \cdot l \quad (2)$$

– periodično ponavljanje mikropukotine

$$G = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{E} \left[\frac{2A}{\pi a} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi a}{2A} \right] \quad (3)$$

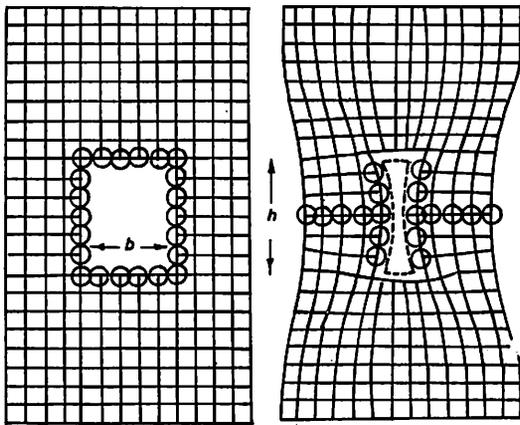
– kružna unutrašnja pukotina

$$G = \frac{2}{\pi} (1 - \nu^2) \cdot \frac{\sigma^2}{E} \cdot l \quad (4)$$

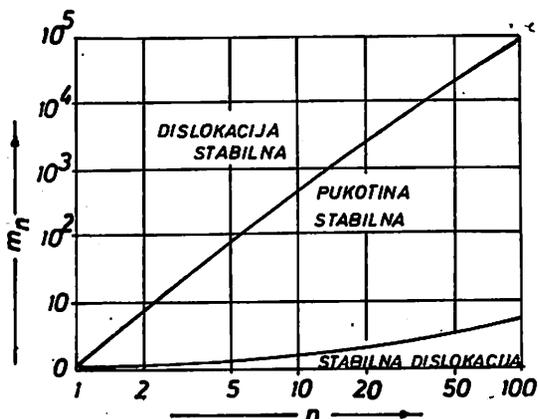
gde je ν Poissonov broj, $2A$ odstojanje između dve eliptične pukotine, σ homogeni zatezni napon, $l = 2a$ dužina pukotine, E modul elastičnosti.

Slivanjem dveju ili više dislokacija može doći do stvaranja pukotina većih dimenzija (mikroskopsko područje – slika 8 i slika 9). U ovom primeru data je pukotina sa $n = 4$ ($b = 4 \lambda$) i $m = 5$ ($h = 5 \lambda$) atoma, koja je nastala slivanjem nekoliko atomarnih dislokacija, a to je prouzrokovalo, zbog sopstvenog naponskog polja, cepanje veza između pojedinih površina u kristalnoj rešetki. Pitanje je, kada je stabilna pukotina, a kada ostaje samo atomarna dislokacija (vidi sliku 9).

Pukotina predstavlja, svakako, stabilno, a dislokacija nestabilno stanje, dok je merilo stabilnosti razlika između energije dislokacije W i površinske energije pukotine O .



Sl. 8 – Formiranje mikropukotine iz atomarnih dislokacija.



Sl. 9 – Stabilnost pukotina i atomarnih dislokacija.

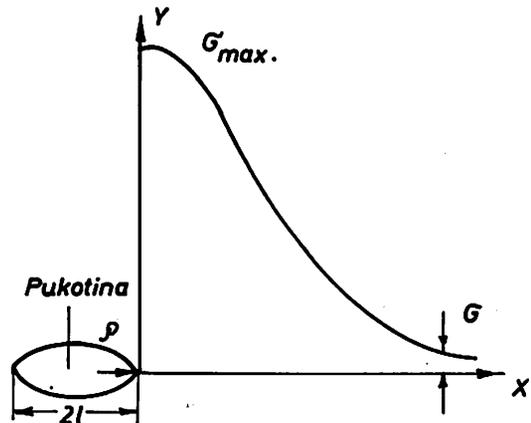
Podimo, sada; od situacije, da se u našoj čvrstoj materiji stabilizovala pukotina mikroskopskih dimenzija, a da na nju deluje spoljni napon σ . Pitanje je, šta se dešava (slika 10)?

Ako se analiziraju naponi, koji se javljaju u ploči sa mikropukotinom dužine l , koja je pod naponom σ , vidi se, da se na vrhu pukotine koncentriše mnogo veći napon od prosečne vrednosti σ . Taj napon je jednak sledećem izrazu:

$$\sigma_{\max} = \sigma [1 + 2 \sqrt{l/\rho}] \quad (5)$$

ako je ρ – poluprečnik zakrivljenosti mikropukotine dužine $2l$. Zamislimo, da postoji mikropukotina sa $l = 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$ i $\rho = 10^{-7} \text{ cm}$ i da na

nju deluje spoljni napon $\sigma = 100 \text{ MPa}$. Jednačina (5) pokazuje, da se na samom vrhu mikropukotine stvara napon $\sigma_{\max} = 65 \sigma = 6500 \text{ MPa}$. Taj napon je mnogo veći od čvrstoće kidanja većine materijala (npr. čelik 300 – 800 MPa, staklo 50 – 200 MPa), pa se, zbog toga, mikropukotina počinje da širi kroz materijal, što ima za posledicu stvaranje novih lomnih pukotina, odnosno usitnjavanje.



Sl. 10 – Mikropukotina i spoljno naponsko polje.

Kod širenja pukotine, kao osnovnog fenomena usitnjavanja, postoje dve mogućnosti – sporo širenje i posle toga brzo, odnosno nestabilno širenje pukotine. Pukotina nastaje pod uticajem mnogo faktora – pored već pomenutih napona, utiču i vrsta napona, temperatura, oblik tela i medija, u kojem se odvija proces usitnjavanja. Za usitnjavanje je važno kakve su pukotine u makroskopskom smislu, jer postoji krta i žilavi lom. Krta lom nastaje već kod napona ispod tačke tečenja bez neke plastične deformacije, dok je žilavi lom moguć tek posle jače plastične deformacije. Kod usitnjavanja je poželjan, po pravilu, krta lom za koji su potrebni elastični natezni naponi. Plastična deformacija se opaža sa povećanom deformacijom kod tela manjih dimenzija. Na taj način se dolazi kod veoma stinih čestica do neke granice, kod koje nema više usitnjavanja, već samo plastična deformacija (granica usitnjavanja). Ta granica leži npr. kod kvarca pri $\sim 1 \mu\text{m}$ i kod kalcita pri $\sim 3 \mu\text{m}$.

Mott, Róberts i Wells su izračunali brzinu širenja pukotine u drugoj – brznoj fazi i došli do sledećeg izraza:

$$v = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot \sqrt{1 - \frac{l_{\text{Griff}}}{l}} \quad (6)$$

gde je ρ – gustina materijala, l_{Griff} – tzv. Griffithova dužina pukotine, o čemu će se govoriti kasnije.

Energetski bilans širenja pukotine

Energetski bilans nestabilnog širenja pukotine u nekom elastično deformisanom telu napravio je prvi Griffith 1920.god. Kao polaznu tačku svog razmatranja uzeo je, da je zbog širenja pukotine oslobođena elastična energija deformacije W_E jednaka ili veća od energije novostvorenih graničnih površina W_A . Matematička interpretacija polazi od dugačke, uske pukotine l , koja se nalazi u beskonačno izduženoj ploči pod nateznim naponom σ . Za energije, koje se pri tome javljaju, reducirane na jedinicu dužine pukotine, važi:

– elastična energija deformacije

$$W_E = \frac{\pi \cdot \sigma^2 \cdot l^2}{4E} = 2l \gamma_V \quad (7)$$

– energija graničnih površina pukotine

$$W_A = 2l \cdot \gamma_A \quad (8)$$

gde je γ_A specifična slobodna energija graničnih ravni. Na taj način se dobija kriterijum za nestabilno širenje pukotine:

$$\frac{\partial W_E}{\partial l} \geq \frac{\partial W_A}{\partial l} \quad \text{odnosno} \quad \frac{\pi \cdot \sigma^2 \cdot l}{2E} \geq 2 \gamma_A \quad (9)$$

Ako je ispunjen taj uslov, onda se postojeća pukotina širi sama bez dovođenja energije izvana. Iz jednačine (7) može se, prema tome, odrediti potreban napon σ za nestabilno širenje pukotine:

$$\sigma = \sqrt{\frac{4E \cdot \gamma_A}{\pi \cdot l}} \quad (10)$$

odnosno kritičnu dužinu pukotine (Griffithova dužina), koja je potrebna, da se pukotina širi sama od sebe bez daljeg dovođenja elastične energije deformacije izvana

$$l_{\text{Griff}} = \frac{4E \cdot \gamma_A}{\pi \cdot \sigma^2} \quad (11)$$

Računski, a delimično i eksperimentalno, može se oceniti, da je kod velike brzine širenja pukotine gustina energije u području vrha pukoti-

ne tako visoka, da temperatura, koja joj po računu pripada, dostiže temperaturu topljenja. Zbog toga se u tom području materija nalazi u visokoaktivnom i delimično joniziranom stanju (Thiessenov magma–plasma model). Posledica toga je mikroplastična deformacija, koja zauzima područje 1 do $10 \mu\text{m}$. Pošto je mikroplastična zona relativno mala u odnosu na ukupni volumen, brzo se ohladi, pa se neuravnoteženo stanje zadržava na vrhu pukotine. Zbog toga je na vrhu pukotine po jedinici površine energija, za 10 do 10^5 veća od specifične slobodne energije graničnih površina. Ukupna energija, koja se na frontu pukotine, odnosno na specifičnoj površini potroši, zove se specifična energija lomnih pukotina β :

$$\beta = \gamma_A + \gamma_{pl} \quad (12)$$

gde je γ_{pl} dodatna energija za mikroplastičnu deformaciju. Pošto je $\gamma_{pl} \gg \gamma_A$ može se pisati:

$$\beta \sim \gamma_{pl} \quad (13)$$

Jednačina (13) ukazuje na to, da se u svim dosadašnjim jednačinama γ_A mora zameniti sa γ_{pl} , odnosno sa β . Iz toga sledi kritična dužina pukotine l_{krit} za nestabilno širenje:

$$l_{\text{krit}} = \frac{4E \beta}{\pi \cdot \sigma^2} \quad (14)$$

l_{Griff} je kod krutih materijala (većina ruda) između 1 i $10 \mu\text{m}$. Dok je za pukotinu

$$l_{\text{Griff}} \leq l \leq l_{\text{krit}} \quad (15)$$

na frontu pukotine ravnoteža između raspoložive energije i potrošene energije je $\beta < \beta_{\text{max}}$ spora faza širenja pukotine. Kad bude $l = l_{\text{krit}}$, postignuta je maksimalna apsorpcija energije ($\beta = \beta_{\text{max}}$). Kod stanja $l > l_{\text{krit}}$ postoji višak energije, koji se između ostalog transformira u kinetičnu energiju čestica, nastalih zbog usitnjavanja. Kad se razmatraju energije, koje mogu učestvovati u širenju pukotine i drobljenju, u prvom redu se razmatraju realni kristali sa svim defektima, koji prouzrokuju sopstveno naponsko polje. O tome je bilo reči. Energetski rezervoari, koji stoje na raspolaganju prilikom deformacije, su elastična energija spoljnog naponskog polja W_E , elastična energija kao rezultat vlastitog naponskog polja W_F i elastična energija, koja rezultira iz termičkih napona W_{th} . To znači, da se ne sme računati samo sa izvana dovedenom energijom mašine drobilice, nego i sa dodatnim izvorima W_F i W_{th} .

Ako se sada posmatra na šta se energija troši, onda su glavni potrošači sledeći:

- slobodna energija graničnih površina γ_A . Sveže granične površine svake novostvorene pukotine nalaze se u visokoaktivnom stanju. Zbog toga dolazi do stvaranja rendgenomorfne i sitnokristalaste strukture sa većom energijom vezanja. U neposrednoj vezi sa tim pojavama su mehaničke (aglomeracioni efekti, lepljenje za delove koji melju i obloge mlina) i mehanohemijske reakcije (npr. transformacija $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$), koje rezultiraju delimično iz termičke energije, a delimično iz plastične deformacije;
- plastična deformacija. – U blizini linije loma, odnosno vrha pukotine nastaju naponi smicanja, koji su u neposrednoj blizini vrha pukotine veoma visoki i mogu prouzrokovati plastične deformacije. Najvećim delom, pak, transformišu se u termičku energiju, koja delimično prouzrokuje vlastite elastične napone W_F i W_{th} , a najvećim delom odlazi u vidu toplote;
- električna energija. – Kod procesa drobljenja primećuje se triboluminiscencija i oslobađanje elektrona, koji se zovu eksoelektroni. Sve je to siguran dokaz za promenjeno električno stanje duž razlomne površine i za viši energetski nivo razdrobljenih površina.

Iskorišćenje energije η je kvocijent proizvedene površine zbog usitnjavanja ΔO i za to potrebne energije W_E

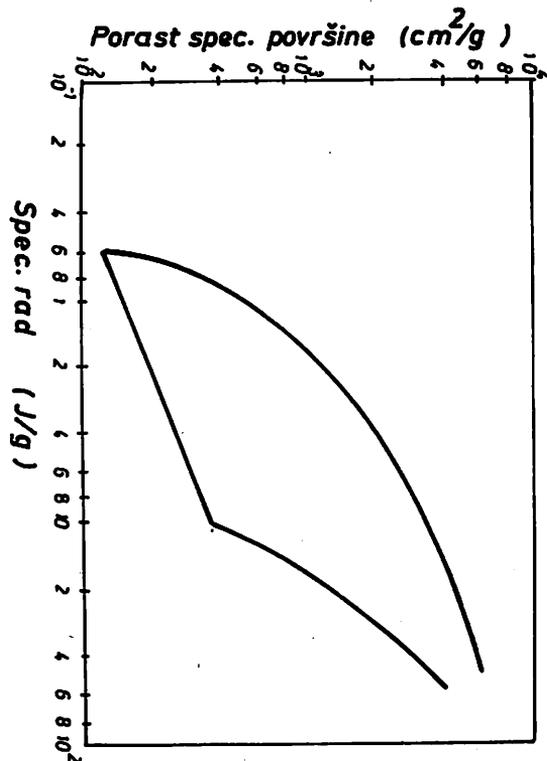
$$\eta = \frac{\Delta O}{W_E} \quad (\text{cm}^2/\text{J ili m}^2/\text{kWh}) \quad (16)$$

($1 \text{ cm}^2/\text{J} = 360 \text{ m}^2/\text{kWh}$, $1 \text{ m}^2/\text{kWh} = 2,78 \cdot 10^3 \text{ J/g}$)

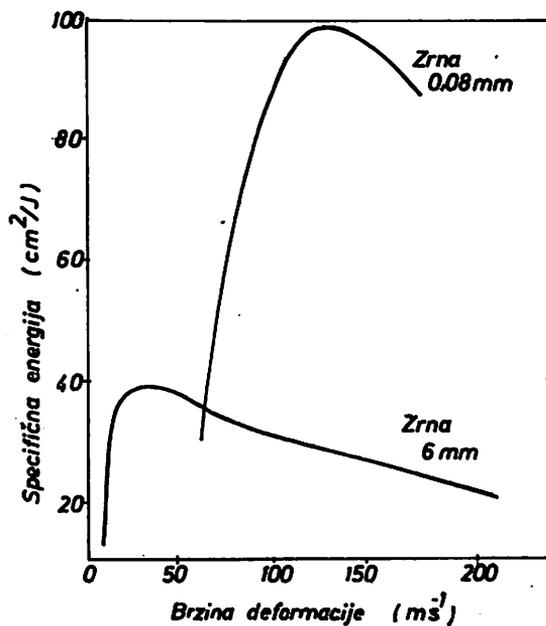
Jasno je, da pri tom postoje velike razlike između usitnjavanja jednog samog zrna ili kolektiva ili između mehanizama deformacije. Slika 11 prikazuje opite Schönerta na usitnjavanju zrna cementnog klinkera pomoću deformacije pod pritiskom, dok slika 12 prikazuje udarnu deformaciju iz opita Priemera i Behrensa sa cementnim klinkerom odnosno kalcitom. Kao parametar u svim slučajevima javlja se različita veličina pojedinih zrna.

Deformacioni mehanizmi za usitnjavanje

Pravilno dovodenje energije koju daje odgovarajuća mašina drobilica ili mlin važno je zbog:



Sl. 11 – Iskorišćenje spec. energije kod deformacije pod pritiskom cementnog klinkera.



Sl. 12 – Iskorišćenje spec. energije kod udarne deformacije cementnog klinkera i kalcita.

- žilavosti i tvrdoće materijala, koji se usitnjava,
- veličine zrna i njihove distribucije u disperznom sistemu.

Sve te fizičke osobine utiču na odabrani mehanizam deformacija, koje se dele u sledeće sisteme:

- a) deformacija između dve površine (ravni)
- pritisak (normalni napon) (primer: čeljusna drobilica); brzina deformacije $\sim 5 \text{ ms}^{-1}$
 - smicanje (tangencijalni napon) (primer: konusna drobilica); brzina deformacije $\sim 10 \text{ ms}^{-1}$
 - rezanje (primer: mlinovi za rezanje); brzina deformacije $\sim 20 \text{ ms}^{-1}$
- b) deformacija na jednoj površini (ravni)
- udar (primer: udarna drobilica)

- sudar (primer: čekićar); brzina deformacije $\sim 50 \text{ ms}^{-1}$

- c) deformacija smicanja u mediju (zrak ili voda) (primer: mlinovi na vazdušni mlaz – jet mill); brzina deformacije $\sim 200 \text{ ms}^{-1}$.

Jasno je, da se mehanizam deformacije i strukturne osobine materijala, koji se usitnjava moraju brižljivo kombinovati. Naredna tablica prikazuje najbolje kombinacije. Pored mehanizma deformacije, kod izbora drobilice i mlina moraju se uzeti u razmatranje i svi ostali tehnički i tehnološki parametri (lokacija, ulazna krupnoća, stepen drobljenja, energija, ekonomičnost, investicije, troškovi održavanja), tako da ne postoji neko generalno pravilo za optimalni izbor mašine.

Oznaka materijala	Vrsta deformacije				
	udar	pritisak	smicanje	sudar	rezanje
tvrd	++	++	–	–	–
krt	++	++	–	+–	–
srednje tvrd	++	++	+	++	–
mekan	+	+	++	++	++
elastičan	–	–	–	+	++
žilav	–	–	–	++	++
vlaknast	+	–	+	+	++
osetljiv na temperaturu	–	–	–	++	+

++ karakteristično
 + manje karakteristično
 – nekarakteristično

Zaključak

Napravljen je potpun energetski bilans za proces usitnjavanja. Polazna tačka su mikrodefekti u realnoj kristalnoj strukturi, koji su izvori koncentracije spoljnih napona. Kad dovedena elastična energija deformacije postane dovoljno velika i

postigne se kritična (Griffithova) dužina mikropukotine, proces širenja pukotine (usitnjavanje) traje i dalje. Elastična energija deformacije transformiše se u površinsku energiju novih površina i u kinetičku energiju čestica, odnsono u mikroplastičnu deformaciju. Analizirani su i mehanizmi deformacije u zavisnosti od strukturnih osobina materijala, koji se usitnjava.

SUMMARY

Theoretic Aspects of the Fragmentation Process

Fragmentation of a solid body requires overcoming of the strain of the binding force between individual particles. An ideal strenght is never found in real bodies — this may be explained by the fact that ideal matrices practically do not exist. Due to inhomogeneity, individual particle parts are no more equivalent in regard with strenght. Formation of fissures and their extension was analyzed.

Mathematical analysis of fissure formation is initiated by a long narrow fissure of length 1, located on the plate under tensile stress. Energies involved in this action are elastic deformation energy and boundary area energy for both rupture surfaces.

Finally, the paper outlines the types on strain, such as: strain between two solids surfaces, strains on one surface and strain without a solid surface. A comparative table of data is also supplied.

ZUSAMMENFASSUNG

Theoretische Aspekte des Zerkleinerungsprozesses

Soll ein Festkörper zerkleinert werden, so sind durch Einwirken von Spannungen die Bindungskräfte zwischen den atomaren Teilchen zu überwinden. Ideale Festigkeiten werden bei realen Körpern niemals angetroffen — die Differenz ist dadurch zu erklären, dass praktisch keine idealen Gitter vorliegen. Infolge der Inhomogenitätstellen sind die einzelnen Teile der Korn nicht mehr gleichwertig, was die Festigkeit betrifft. Es wurde die Rissbildung und Rissfortpflanzung analysiert.

Zur mathematischen Analyse der Bruchentstehung geht man von einem langen schmalen Riss der Länge 1 aus, der sich in einer unter Zugspannung befindlichen Platte befindet. Für die am Vorgang beteiligten Energien sind die elastische Verformungsenergie und die Grenzflächenenergie für beide Oberflächen des Bruches.

Am Schluss der Arbeit wurden noch die Beanspruchungsarten besprochen, und zwar: Beanspruchung zwischen zwei Feststoffflächen, Beanspruchung an einer Fläche und die Beanspruchung ohne Festkörperfläche. Es wurde eine Vergleichstabelle mit den Stoffdaten zusammengestellt.

РЕЗИОМЕ

Теоретические аспекты процесса измельчения

Если надо измельчать твердое тело, надо будет преодолеть действием напряжений связывающие силы между отдельными частицами. Идеальная твердость никогда не имеется у настоящих тел — разницу можно объяснить так, что идеальные решетки не существуют. Из-за неомогенности отдельные части зерна больше не являются эквивалентами касательно твердости. Анализировалось создание трещин и их удлинение.

При математическом анализе создания трещины исходит из длинной узкой трещины, длиной 1, расположенной на плите под напряжением затяжки. Энергии участвующие в событии, это упругая энергия деформации и энергия предельной поверхности для обеих поверхностей излома.

В конце доклада приведены виды напряжений: напряжение между двумя поверхностями твердой материи, напряжение на одной поверхности и напряжение без поверхности твердого тела. Составлена сравнительная таблица с данными об материи.

Literatura

1. Očepek, D., 1976: Mehanska procesna tehnika, DDV Universum, Ljubljana.
2. Schubert, H., 1968: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, Bd. 1. VEB Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
3. Symposium Zerkleinern, Verlag Chemie, Weinheim VDI – Verlag, 1962, Düsseldorf.
4. Irwin, G. R., 1948: Fracturing of Metals, ASM, Cleveland.
5. Rumpf, H., 1961: Problemstellungen und neue Ergebnisse der Bruchtheorie, Materialprüfung, 3, No. 7, str. 253/265.
6. Rumpf, H., 1973: Physical aspects of comminution and new formulation of a law comminution, Powder Techn. 7, str. 145–159.
7. Schönert, K., 1967: Modellrechnung zur Druckzerkleinerung Aufbereitungs – Technik 8, 1 str. 1–11.
8. Očepek, D., 1980: Einige Entwicklungen der mechanischen Aktivierung, Falia Montana, Košice.
9. Očepek, D., 1979: Oberflächeneigenschaften und Deformationsmechanismus, Neue Bergbautechnik, 1, str. 49–52.
10. Očepek, D., Eberl, E., 1979: Agglomeration oder Rebindereffekt, DECHEMA Monographien Bd 79, str. 193–196.

Autor: prof. dr. inž. Drago Očepek, Univerzitet u Ljubljani, Katedra za pripremu mineralnih sirovina
Recenzent: prof. dr inž. D. Salatić, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
Članak primljen: 20.2.1984., prihvaćen 5.4.1984.

UDK 622.75/.76.[622.344 + 622.343]
Istraživačko-primenjeni rad

RAZDVAJANJE KOLEKTIVNOG Pb—Cu KONCENTRATA IZ FLOTACIJE RUDNIKA RUDNIK SULFATNOM METODOM

(sa 2 slike)

Dipl.inž. K o s t a M i š i ć

U flotaciji rudnika Rudnik iz polimetalne Pb, Zn, Cu rude proizvodi se kolektivni Pb—Cu koncentrat i selektivni koncentrat cinka.

Od 1965. godine vrše se istraživanja da bi se dobili selektivni koncentri minerala olova i bakra. Ranijih godina razrađene su metode razdvajanja kolektivnog koncentrata postupkom deprimiranja minerala bakra natrijumcijanidom, kao i postupkom deprimiranja minerala olova kalijumbihromatom. Mada su postignuti povoljni tehnološki rezultati, ove metode nisu našle primenu u industrijskim uslovima iz sledećih razloga:

- cijanidna metoda, zbog visoke potrošnje natrijumcijanida, što dovodi do zagađenja otpadnih voda, a
- bihromatna metoda, takođe zbog toksičnosti ovog reagensa, kao i zbog neophodnosti prethodnog uklanjanja kolektorskog filma sa površine minerala, višestrukim ispiranjem u prisustvu sumporne kiseline, sa zgušnjavanjem pulpe, čime proces postaje znatno složeniji.

Iz navedenih razloga, u poslednje vreme počela je da se razrađuje cijanidno-sulfatna metoda razdvajanja kolektivnog Pb—Cu koncentrata u selektivne koncentrate.

Osnovna ispitivanja na čistim mineralima izvršena su na Rudarsko-geološkom fakultetu, katedra za PMS u Beogradu, a laboratorijski opiti flotacijske koncentracije u Rudarskom institutu — Beograd i u eksperimentalnoj flotaciji rudnika Rudnik.

Sulfatna metoda

Laboratorijska ispitivanja vršena su na kolektivnom Pb—Cu koncentratu, koji je uziman sa različitih mesta u pogonu i to: sa depoa koncentrata, iz zgušnjivača i flotacijskih mašina, sa različitim učešćem minerala olova i bakra.

Bakar je zastupljen u vidu halkopirita, bez prisustva oksidnih i drugih minerala. Sadržaj bakra u kolektivnom koncentratu kretao se od 5 do 15%.

Olovo je u vidu galenita, bez prisustva oksidnih minerala. Sadržaj olova u koncentratu kretao se od 31 do 59%.

Ukupni sadržaj korisnih minerala u kolektivnom koncentratu (galenita i halkopirita) bio je 81—88%.

Ostatak su činili: marmatit, sulfidni minerali gvožđa (pretežno pirhotin) i minerali jalovine (pretežno kvarc).

Sulfatna metoda razdvajanja kolektivnog Pb—Cu koncentrata u selektivne sastoji se u:

- kondicioniranju u prisustvu aktivnog uglja, u cilju adsorpcije penušača i kolektora iz tečne faze i sa površine minerala
- kondicioniranju u prisustvu ferisulfata, natrijumtiosulfata i cinksulfata u cilju deprimiranja minerala olova i cinka

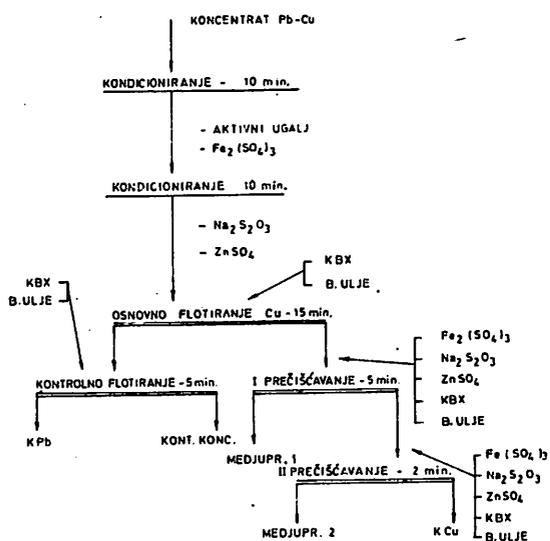
- osnovnom i kontrolnom flotiranju minerala bakra, sa kalijum butilksantatom i borovim uljem, pri pH vrednosti od 6,0—6,2
- dovstrukom prečišćavanju osnovnog koncentrata bakra, u prisustvu deprimatora i kolektora.

Laboratorijski opiti u zatvorenom ciklusu

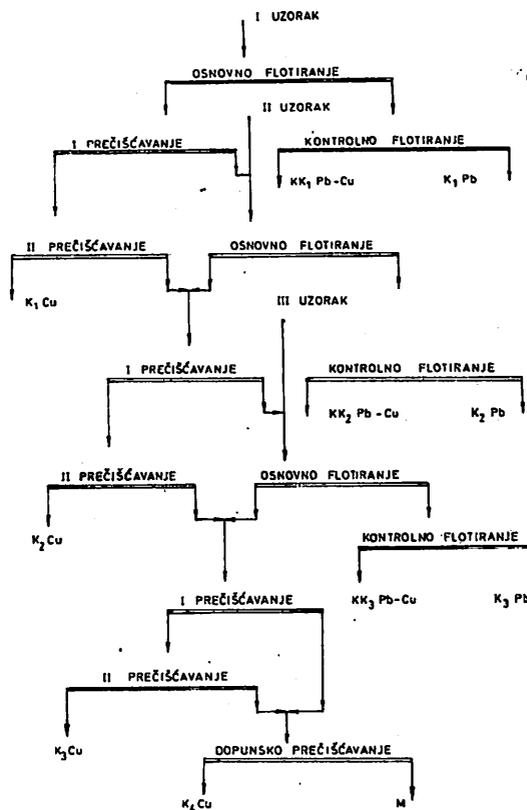
Pored laboratorijskih opita razdvajanja kolektivnog Pb—Cu koncentrata vršeni su i laboratorijski opiti razdvajanja tog istog koncentrata u zatvorenom ciklusu. Oni su rađeni po šemi na sl. 2.

Laboratorijski opiti u otvorenom ciklusu

Laboratorijski opiti razdvajanja kolektivnog Pb—Cu koncentrata vršeni su na uzorcima sa različitim sadržajima olova i bakra, po šemi sl. 1, pri čemu su utvrđeni osnovni tehnološki parametri.



Sl. 1 — Laboratorijski opiti u otvorenom ciklusu.



Sl. 2 — Laboratorijski opiti u zatvorenom ciklusu.

Rezultati razdvajanja Pb—Cu koncentrata, pri višem sadržaju bakra u kolektivnom koncentratu

Tablica 1

Proizvod	Težina (%)	Sadržaj metala (%)			Raspodela (%)		
		Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Koncentrat Pb—Cu	100,00	31,38	2,77	15,51	100,00	100,00	100,00
Osnovni koncentrat Cu	53,9	6,16	2,63	27,39	10,60	51,09	95,20
Kontrolni koncentrat	6,7	34,95	13,14	6,93	7,46	31,76	3,00
Koncentrat Pb	39,4	65,31	1,20	0,71	81,94	17,15	1,80

Rezultati razdvajanja Pb—Cu koncentrata, pri nižem sadržaju bakra u kolektivnom koncentratu

Tablica 2

Proizvod	Težina (%)	Sadržaj metala (%)			Raspodela (%)		
		Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Koncentrat Pb—Cu	100,00	55,95	2,30	8,21	100,00	100,00	100,00
Koncentrat Cu	20,3	1,89	2,28	30,49	0,69	20,10	75,55
1.međuproizvod koncentrata Cu	6,0	35,28	4,56	13,39	3,78	11,86	9,79
2.međuproizvod koncentrata Cu	1,2	31,61	3,99	14,02	0,66	2,02	1,99
Osnovni koncentrat Cu	27,5	10,43	2,85	26,06	5,13	33,98	87,33
Kontrolni koncentrat	6,3	32,28	4,70	12,45	3,65	12,91	9,60
Koncentrat Pb	66,2	77,13	1,85	0,38	91,22	53,11	3,07

Rezultati razdvajanja Pb—Cu koncentrata u zatvorenom ciklusu

Tablica 3

Proizvodi	Težina (%)	Sadržaj metala (%)			Raspodela (%)		
		Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Koncentrat Pb—Cu	100,00	31,59	3,21	15,71	100,00	100,00	100,00
Koncentrat Cu	45,26	2,02	1,51	30,29	2,89	21,31	87,23
Kontrolni koncentrat Pb—Cu	8,48	46,30	10,98	4,86	12,42	29,03	2,62
Međuproizvod koncentrata Cu	6,60	24,04	7,84	16,01	5,03	16,14	6,72
Koncentrat Pb	39,66	63,44	2,71	1,36	79,66	33,52	3,43

U toku ispitivanja, izvršenih u cilju razdvajanja kolektivnog Pb—Cu koncentrata, utvrđena je sledeća potrošnja flotacijskih reagenasa:

— aktivni uglj	2,0 kg/t
— ferisulfat	1,8 kg/t
— natrijumtiosulfat	1,8 kg/t
— cinkulfat	1,5 kg/t
— butilksantat	0,050 kg/t
— borovo ulje	0,050 kg/t

Zaključak

Laboratorijska ispitivanja ukazala su da se sulfatnom metodom može uspešno izvršiti razdvajanje kolektivnog Pb—Cu koncentrata u selektivne koncentrate olova i bakra u laboratorijskim uslovima.

Ovu metodu karakteriše:

— koncentrati, dobijeni ovom metodom, su čistiji od koncentrata dobijenih cijanidnom ili bihromatnom metodom

- jednostavni tehnološki postupak; posle desorpcije aktivnim ugljem nije potrebno vršiti ispiranje i zgušnjavanje kolektivnog koncentrata
- upotreba netoksičnih ili manje toksičnih flotacijskih reagenasa
- proces nije osetljiv na višak flotacijskih reagenasa u pulpi i može se uspešno provoditi u velikom rasponu odnosa Č:T u pulpi
- proces nije osetljiv na temperaturne promene pulpe.

SUMMARY

Separation of Collective Pb—Cu Concentrate from Mine Rudnik Flotation by the Sulphate Method

On samples of collective Pb—Cu concentrate, taken from Mine Rudnik flotation plant, laboratory tests were completed for the purpose of producing selective lead and copper concentrates by use of the sulphate method. The method consists of preliminary desorption by active carbon without rining and thickening of the pulp, depressing lead and zinc minerals by ferrisulphate, zinc sulphate and sodium tiosulphate, and flotation of copper minerals by butylxantate and pine oil, with double cleaning of basic concentrates at pH values of 6.0 to 6.2.

Laboratory tests were carried out in an open and closed circuit.

ZUSAMMENFASSUNG

Trennung des kollektiven Pb—Cu—Konzentrats in Grube Rudnik mit Sulfat—Methode

An den Mustern des kollektiven Pb—Cu—Konzentrats, die in der Flotationsanlage Grube Rudnik genommen wurden, sind Laboruntersuchungen durchgeführt, um ein selektives Konzentrat von Blei und Zink mit Sulfatmethode zu erhalten. Die Methode besteht in vorhergehenden Desorption durch Aktivkohle und Pulpeneindickung, durch Drücken von Mineralen Blei und Zink mit Ferrisulfat, Zinksulfat und Natriumtiosulfat und Kupferflotierung mit Butylxantat und Kiefernöl bei doppelter Reinigung der Grundkonzentrate mit pH—Werten von 6,0 bis 6,2.

Die Laborversuche wurden im offenen und geschlossenen Zyklus durchgeführt.

РЕЗЮМЕ

Разделение коллективного Pb—Cu концентрата из флотации рудника „Рудник” сульфатным методом

На образцах коллективного Pb—Cu концентрата взятых из флотации рудника РУДНИК, проведены лабораторные исследования в целях получения селективного концентрата свинца и меди сульфатным методом. Метод состоит в предварительной десорбции активным углем без мойки и згущения пульпы, депримирунке минерала свинца и цинка ферисульфатом, цинксульфатом и тиосульфатом натрия и флотировании минерала меди бутилксантатом сосновым маслом, с двойной очисткой основных концентратов при pH величины от 6,0 до 6,2.

Лабораторные исследования проведены в открытом и закрытом циклах.

Literatura

1. Конев, А. С., Еропкин, Ю. И., 1954: Разработка и внедрение методов разделения свинцово—медных концентратов. —Труды 3. научно—технической сессии, „Металургиздат”, 14, 1954, стр. 20—32.
2. Еропкин, Ю. И., 1982: Методы разделения свинцово—медных концентратов, применяемые в СССР и их особенности. — „Бюллетен’ научно—технического совета по обогащению руд цветных металлов”, No. 11.
3. Баканов, К. Г., 1973: Резултаты внедрения тиосульфатного метода разделения сульфидов свинца и меди.— „Обогащение руд”, No. 3.
4. Мишић, К., Гемалјевић, Ж., 1972: Флотiranje минерала бакра из сиромашних полиметаличних руда у флотацији рудника Рудник. — „Рударски гласник” 3/72.

Autor: dipl.inž. Kosta Mišić, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzenti: dr inž. M.Jošić, i dipl.inž. D.Popović, Beograd
Članak primljen 24.2.1984, prihvaćen 5.4.1984.

OTPRAŠIVANJE PRETOVARNIH STANICA 1, 2, 3 i 4 TRANSPORTNIH TRAKA U DROBILIČNOM POSTROJENJU RB MAJDANPEK

(sa 3 slike)

Dipl.inž. Duško Janković — dipl.inž. Branislav Grbović

Uvod

U radu drobiličnog postrojenja RB Majdanpek, osnovnu komponentu aerozagađenja čini mineralna prašina koja se u najvećoj meri izdvaja u procesima drobljenja, sejanja, transporta i pretovara rude.

U ovo postrojenje ugrađeni su sistemi otprašivanja samo za glavne objekte (primarno, sekundarno i tercijerno drobljenje), dok za pomoćne objekte (pretovarne stanice) otprašivanje nije bilo predviđeno.

Pošlo se od toga, da je u toku proizvodne smene potrebna posada samo u glavnim objektima, tj. za opsluživanje drobilica, sita i transportera u zgradama.

U pretovarnim stanicama nije bila predviđena posada za vreme proizvodne smene, a za vreme održavanja, u neproizvodnoj smeni, smatralo se da nema prašine i stoga nije ni predviđeno otprašivanje.

Praksa je pokazala, da je još od početka trebalo da se uvede otprašivanje u pretovarnim stanicama.

Došlo se do zaključka da je i u toku proizvodne smene potrebno obilaziti pretovarne stanice i da su radnici jako ugroženi agresivnim dejstvom prašine.

Stanje se u velikoj meri pogoršalo uvođenjem „zatvorenog“ ciklusa drobljenja i sejanja rude. Prašina se razvijala usled relativno velikih visina pretovara, nepotpune hermetizacije presipnih mesta i vibracija pri radu mašina i opreme.

Za vreme rada mašina, a i po njihovom obustavljanju, prašina se taložila po konstrukcijama, opremi, podu i zidovima.

Za vreme neproizvodne smene u toku rada ekipe za održavanje, svako kretanje ljudi i pomeranje delova mašina i opreme pri radu i zameni delova, čišćenju i sličnim operacijama, izazivalo bi sekundarno podizanje prašine.

Ova prašina ima dvostruko štetno dejstvo:

- razarajuće deluje na mašine, jer napada delove koji su mehanički obrađeni i dolazi do mehaničkih oštećenja
- štetna je po zdravlje radnika.

Pretovarne stanice su uvek bile zatrpane prašinom posle samo 2–3 smene i nije se moglo dalje raditi dok se ova prašina mehanički ne ukloni. Ovaj postupak najbolje ilustruje kakvo je bilo stanje u ovim objektima. Količina udišljive – respirabilne prašine kretala se od 7–12 mg/m³, zavisno od kapaciteta – količine protoka i vlažnosti rude. Prema propisanim normativima dozvoljene koncentracije su prekoračivane od 16 do 28 puta.

Da bi se rešio problem otprašivanja na preto-
varnim stanicama drobilicnog postrojenja, RB Maj-
danpek je angažovao Rudarski institut da izuči
ovaj problem, nađe rešenje i uradi glavni projekat
za otprašivanje pretovarnih stanica i zavede projek-
tovano rešenje.

Zadatak je bio, ukoliko to bude moguće, da se
svedu koncentracije prašine u okvire datih normi,
pri čemu je to trebalo računati sa našim tehničkim
mogućnostima. Kako u pretovarnim stanicama
lebedća prašina sa sadržajem slobodnog SiO₂ čini
osnovnu komponentu aerozagađenja, to se ovim
projektom rešava problem zaštite od prašine, na
prvom mestu u radnom prostoru stanica, a istovre-
meno i zaštita životne okoline.

Tehničko rešenje aspiracionih sistema

Projektnim rešenjem otprašivanja obuhvaćena
su sledeća presipna mesta:

- pretovar sa transportera TT—29 A na transpor-
ter TT—16 C
- pretovar iz drobilica 28—A na transporter TT—
29 A
- pretovar sa transportera TT—16 D na transpor-
ter TT—16 E
- pretovar sa transportera TT—16 E na transporter
TT—16 B
- pretovar sa transportera TT—16 A na transpor-
ter TT—16 B
- pretovar sa transportera TT—17 A na transpor-
ter TT—17 B
- pretovar sa transportera TT—17 B na transporter
TT—17 A

Ovo rešenje sadrži:

- izbor odsisnih mesta
- utvrđivanje geometrijskih karakteristika pretova-
ra rude (visinu pada, otvor sipke, ugao sipke i
dr.)
- definisanje načina hermetizacije izvora prašine
- proračun optimalnih količina vazduha za aspira-
ciju svih pretovarnih mesta
- definisanje mreža aspiracionih sistema
- izbor i lokaciju prečišćavača vazduha i ventila-
tora.

Proračun potrebnih količina vazduha za aspiraciju

Količine vazduha za aspiraciju svih pretovar-
nih mesta određene su pomoću matematičkog

modela u Računskom centru RI. Na osnovu
dobijenih vrednosti dimenzionisani su aspiracioni
sistemi i odabrani odvajajući prašine sa ventilatorom.
U tablicama 1 i 2 dat je primer obračuna za jedan
sistem.

ULAZNI PODACI

Tablica 1

L	1.750	β_1	60.000	H ₃	0.000	F ₄	0.000
v _t	2.500	H ₁	1.000	γ_4	0.000	F _g	0.100
H _L	1.200	γ_2	0.000	f ₄	0.000	G	462.220
β_0	90.000	f ₂	0.510	β_4	0.000	ρ_m	2700.000
f ₀	0.000	β_2	90.000	H ₄	0.000	d	10.000
H _u	0.000	H ₂	0.600	F	1.290	F _d	0.050
H _p	1.200	γ_3	0.000	F ₁	1.600	ρ_v	1.290
γ_1	30.000	f ₃	0.000	F ₂	1.305	P _d	4.000
f ₁	0.510	β_3	0.000	F ₃	0.000	ξ''	15.000

REZULTATI

Tablica 2

t	0.700	a ₁	5.992	k ₄	0.000	ξ	416.116
H ₀	2.402	v _{k1}	5.552	a ₄	0.000	T	0.005
v ₀	0.000	k ₂	1.006	v _{k4}	0.000	λ	0.229
γ	0.000	a ₂	0.806	a	7.899	Q _m	1.933
a ₀	0.000	v _{k2}	6.555	ξ'_1	0.267	Q _h	0.104
k ₀	0.000	k ₃	0.000	ξ'_2	0.213	k _p	1.400
v _{k0}	4.851	a ₃	0.000	ξ'_3	0.000	Q _n	2.811
k ₁	0.850	v _{k3}	0.000	ξ'_4	0.000		

OZNAKE U TABLICAMA

- L — horizontalno rastojanje od ose bubnja
do prednjeg zida prekrivke (m)
- v_t — brzina trake (m/s)
- H_L — visina prednjeg zida prekrivke (m)
- β_0 — ugao prednjeg zida prekrivke prema
horizontali (°)
- F_c — koeficijent trenja rude o prednji
zid prekrivke
- H_u — visina udara od prednjeg zida
prekrivke do ulaza u skliznicu (m)
- H_p — visina pada rude do ulaza u
skliznicu (m)
- γ_1 — ugao skretanja rude na prvoj
deonici skliznice (°)
- f₁ — koeficijent trenja rude o prvu
deonicu skliznice
- β_1 — ugao prve deonice skliznice (°)
- H₁ — visina prve deonice skliznice (°)
- $\gamma_2 - \gamma_1$ } isti nazivi kao za prvu deonicu
f_{2 - f_n} } skliznice
 $\beta_2 - \beta_n$ } sa oznakom odgovarajuće
deonice
- H_{2 - H_n} }
- F — poprečni presek skliznice upravno na
podužnu osu skliznice, a na mestu
ulaza rude u donju prekrivku (m²)
- F_{1 - F_u} — poprečni presek skliznice na
odgovarajućim deonicama (m²)
- F_g — površina nehermetičnosti gornjeg
dela prekrivke (m²)

- G — kapacitet pretovara (kg/s)
 γ_m — specifična težina rude (kg/m³)
 d — srednji prečnik rude (mm)
 Fd — površina nehermetičnosti donjeg dela prekrivke (m²)
 ρ_v — spec. gustina vazduha (kg/m³)
 Pd — veličina vakuma u donjoj prekrivci (kg/m²)
 ξ'' — koeficijent lokalnog otpora kod dvostruke hermetizacije.

Rezultati

U pregledu rezultata dati su izračunati parametri za ukupnu količinu vazduha za odsisavanje koja se dobija iz jednačine:

$$Q_n = K_p \cdot Q_m + Q_h$$

- Q_n — ukupna količina vazduha za odsisavanje (m³/s)
 K_p — koeficijent popravke
 Q_m — količina vazduha koja u prekrivku dolazi sa materijalom (m³/s)
 Q_h — količina vazduha koja ulazi kroz nehermetičnost prekrivke (m³/s)

Pregled ukupno projektovanih količina vazduha za aspiraciju po sistemima

Aspiracioni sistem filtra br. 31 F

TT 29 A/TT 16 C	12000 m ³ /h
drobilica 28 A/TT 29 A	7300 m ³ /h
	<hr/>
	ukupno: 19300 m ³ /h

Aspiracioni sistem filtra br. 505 F

TT 16 D/TT 16 E	11500 m ³ /h
TT 17 A/TT 17 B	11500 m ³ /h
	<hr/>
	ukupno: 23000 m ³ /h

Aspiracioni sistem filtra br. 18 D

TT 16 A/TT 16 B	11000 m ³ /h
TT 16 E/TT 16 B	10500 m ³ /h
TT 17 B/TT 17	10500 m ³ /h
	<hr/>
	ukupno: 32000 m ³ /h

Proračun mreže aspiracionih sistema

Proračun mreže aspiracionih sistema izvršen je, takođe, pomoću matematičkog modela u Računskom centru Rudarskog instituta. Urađen je na

osnovu geometrijskih i tehnoloških karakteristika mreže (L, $\Sigma \xi$, Q_i i V_i).

Uz proračun aspiracionog sistema filtra br. 18 D priložena je i planimetrijska šema ovog aspiracionog sistema (sl. 1) kao i tablice 3 i 4.

Izbor i lokacija odsisnih mesta

Tehnološki proces transportovanja rude uslovljava izbor odsisnih mesta.

Lokacija aspiracionih haubi je bila uslovljena i tehnološko—konstruktivnim karakteristikama opreme. Vodio se računa o što manjem zauzimanju slobodnog prostora i omogućavanju normalnog održavanja tehnološke opreme (zamena čeličnih obloga, usmerivača i drugih habajućih delova).

Dosadašnja iskustva su pokazala da je za efikasan rad aspiracionih sistema vrlo važan izbor odsisnih mesta. Zbog toga je odlučeno da lokacija odsisnih haubi bude na gornjoj strani prekrivke transportera ispred i iza sipke (sl. 2 i 3). Ovaj izbor se pokazao izvanrednim, kada su sistemi pušteni u rad i kada su registrovani njihovi efekti.

Rekonstrukcija i hermetizacija prekrivki

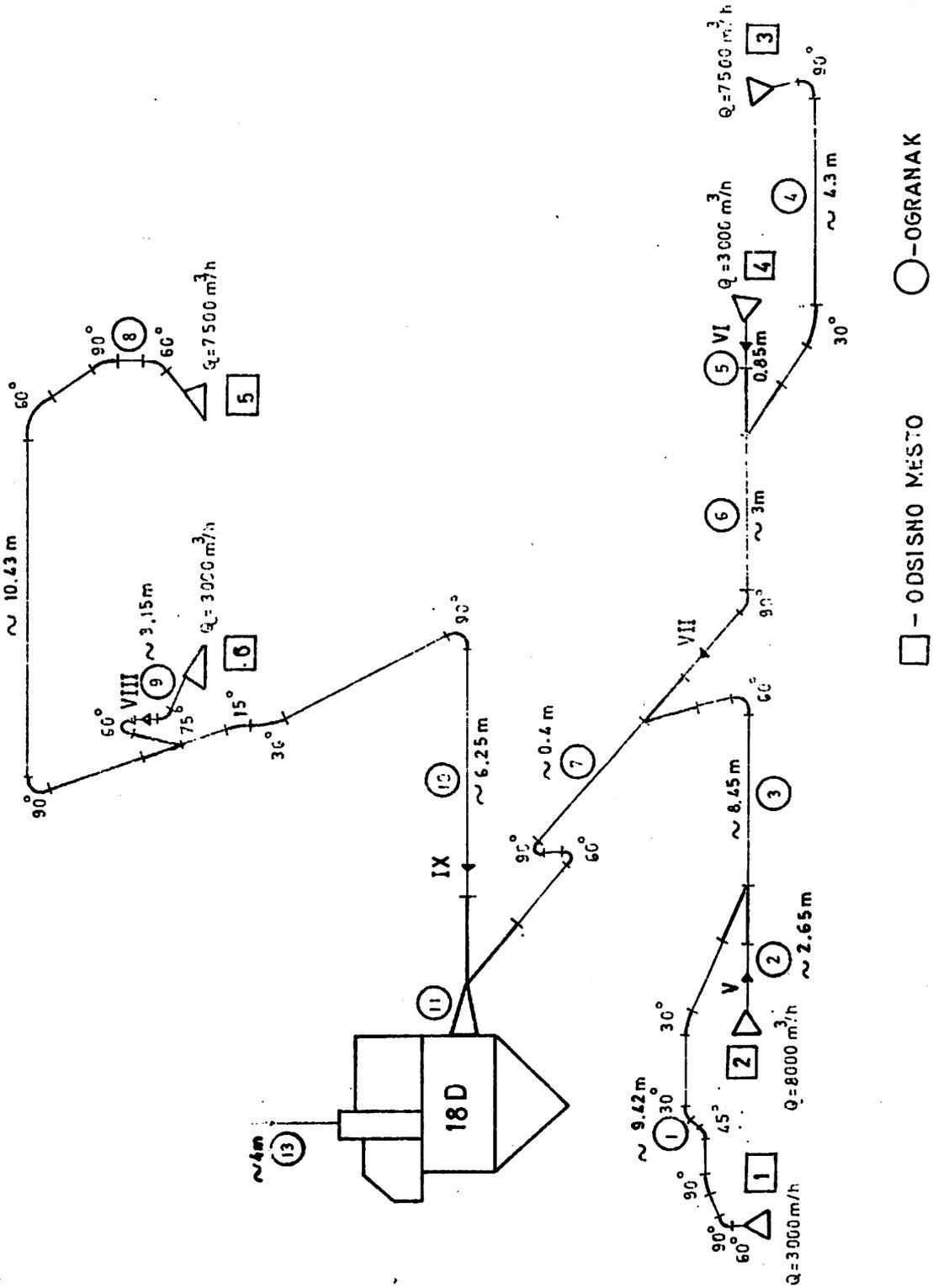
Na postojećim prekrivkama trakastih transportera izvršena je rekonstrukcija. Prekrivke su produžene na mestima gde je bilo potrebno postaviti aspiracione haube. Konstrukcija prekrivki je urađena od čeličnih limova debelih 6 mm i ugaonih profila.

Hermetizacija sa gumenim transporterom izvedena je pomoću mekane gume. Na kraju prekrivke ugrađena je dvostruka gumena zavesa, kako bi se sprečio prodor zaprašenog vazduha ispod prekrivke u radnu sredinu.

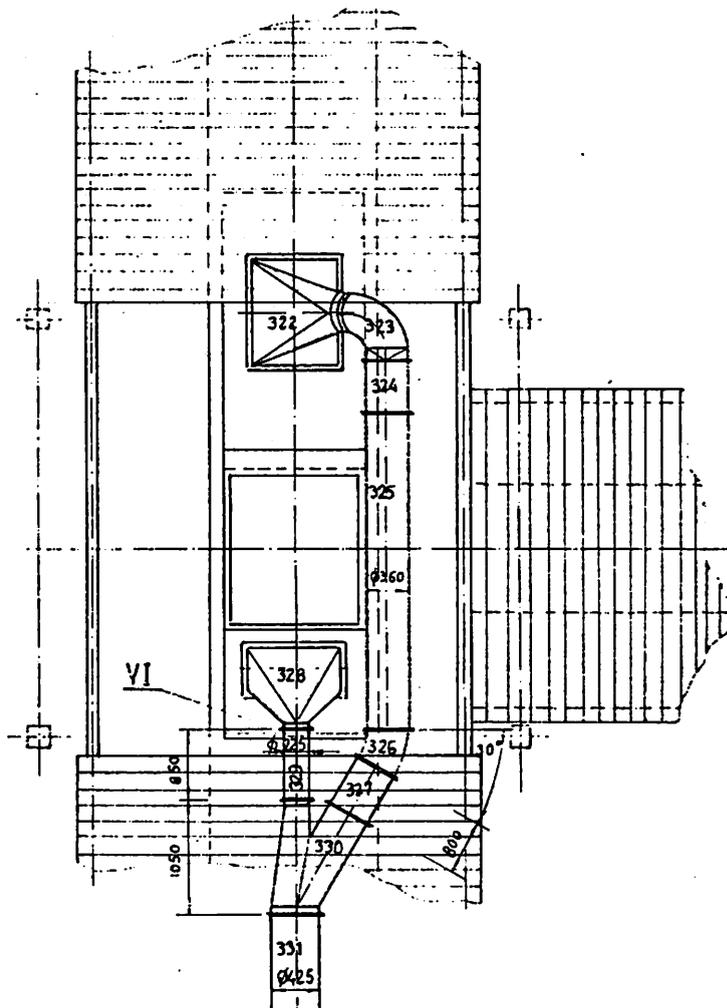
Funkcionalnom konstrukcijom prekrivki i potpunom hermetizacijom obezbeđeni su uslovi unutar prekrivke za dobro i efikasno otprašivanje.

Uklanjanje nataložene prašine

Praksa je pokazala da će se i pored ugrađenih aspiracionih sistema javiti izvesna količina sekundarne prašine u pretovarnim stanicama. Ova prašina se taloži po podovima, zidovima, opremi i konstrukcijama.



Si. 1 — Planimetrijska šema aspiracionog sistema filtra br. 18 D



Sl. 2 — Detalj aspiracionog sistema filtra br. 18 D

Proračun mreže aspiracionog sistema filtra br. 18 D

Rudnik bakra Majdanpek

Objekat: drobljenje

Tablica 3

Grana	Q(m ³ /h)	V(m/s)	L(m)	KSI	di(m)	dsi(m)	Vsi(m/s)	Hi(kp/m ²)	Ri(mij)
1.0	3000	21.00	9.42	1.8	.225	.225	20.9	68.42	7.602E-06
2.0	8000	21.00	2.65	.5	.367	.370	20.7	14.98	2.341E-07
3.0	11000	21.00	8.45	.4	.430	.435	20.5	17.66	1.460E-07
4.0	7500	21.00	4.30	.9	.355	.360	20.5	28.41	5.051E-07
5.0	3000	21.00	.85	.5	.225	.225	20.9	14.10	1.567E-06
6.0	10500	21.00	3.00	.5	.420	.425	20.5	14.70	1.333E-07
7.0	21500	21.00	.40	.7	.602	.605	20.8	18.17	3.932E-08
8.0	7500	21.00	10.43	1.5	.355	.360	20.5	50.93	9.054E-07
9.0	3000	21.00	3.15	1.0	.225	.225	20.9	33.26	3.696E-06
10.0	10500	21.00	6.25	.6	.420	.425	20.5	22.04	1.999E-07
11.0	32000	21.00	0.00	.3	.734	.735	20.9	8.16	7.967E-09
12.0	32000	21.00	0.00	0.0	.734	.735	20.9	0.00	0.000E-00
13.0	32000	16.00	4.00	.6	.841	.845	15.8	10.37	1.013E-08

Proračun prigušnica aspiracionog sistema 18 D

Tablica 4

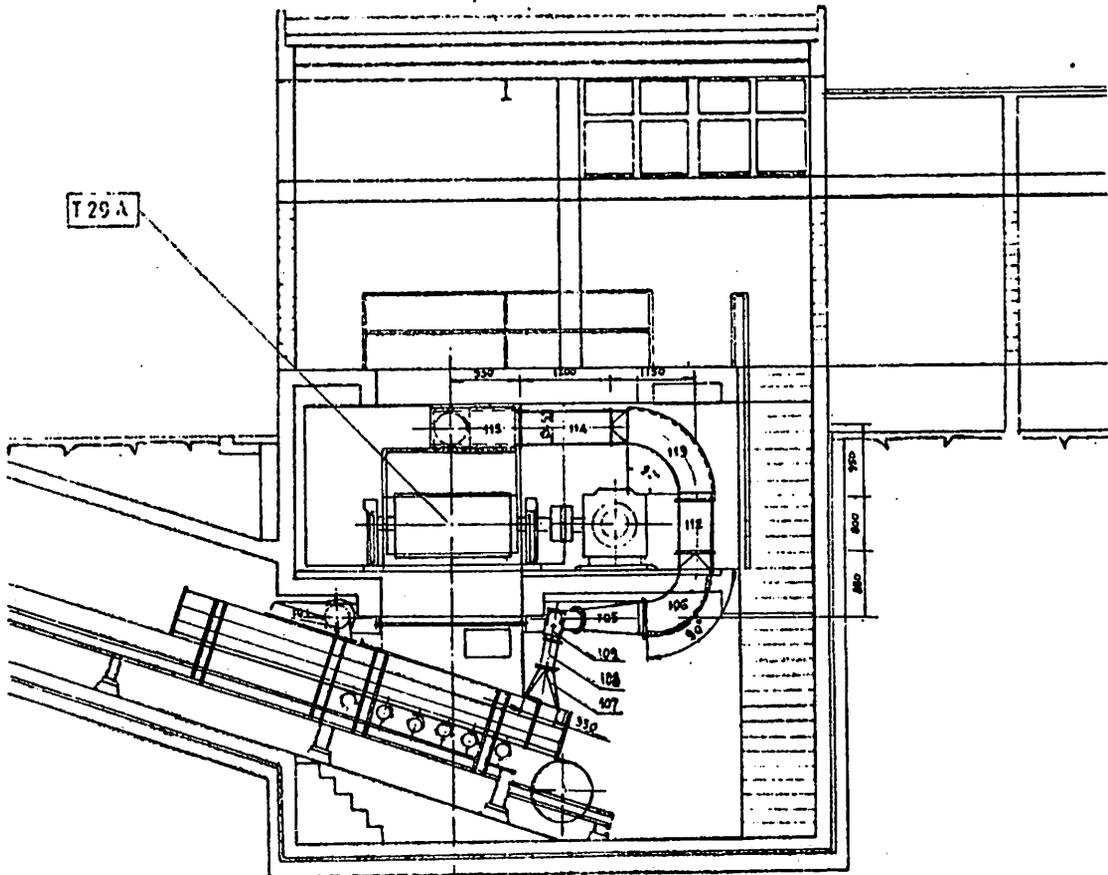
Grana	$Q(m^3/h)$	$H_i(kp/m^2)$	$d_s(m)$	$R(mij)$	$D_b(m)$
2.0	8000	68.4	.370	2.34E-07	2.87E-01
5.0	3000	28.4	.225	1.57E-06	2.05E-01
6.0	10500	86.1	.425	3.91E-07	3.41E-01
9.0	300	50.9	.225	3.70E-06	2.01E-01
10.0	10500	104.3	.425	6.62E-07	3.56E-01

$H_c =$	115.81 kp/m^2
$H_f =$	125.00 kp/m^2
$H_v =$	240.81 kp/m^2
$Q_k =$	32000.00 m^3/h
$N =$	34.10 kW

Oznake na tablicama:

Q_i — protok vazduha, m^3/h
 V_i — usvojena brzina vazduha, m/s
 L_i — dužina, m
 KSV_i — zbir koeficijenata lokalnog otkopa
 d_j — izračunati prečnik, m
 d_{sj} — usvojeni standardizovani prečnik, m
 V_{sj} — stvarna brzina vazduha, m/s

H_i — pad pritiska, kp/m^2
 D_b — prečnik prigušnica, m
 H_c — ukupan pad pritiska u mreži sistema, kp/m^2
 H_f — pad pritiska u filteru, kp/m^2
 H_v — ukupna količina vazduha u sistemu, m^3/h
 N — potrebna snaga ventilatora, kW



Sl. 3 — Detalj aspiracionog sistema filtra br. 4 F

Vrlo je bitno preduzeti mere kako bi se, koliko je to moguće, sprečilo podizanje sekundarno nataložene prašine i predvidelo njeno uklanjanje.

Količina prašine će zavistiti, prvenstveno, od održavanja opreme za hermetizaciju i aspiraciju. Dobro održavanje i remont ovih uređaja je uslov za postizanje projektovanih karakteristika.

Za uklanjanje sekundarno nataložene prašine investitoru je, imajući u vidu konstrukciju pretovarnih stanica, predložen hidraulični ili hidropneumatski postupak.

Ugradnjom aspiracionih sistema sa mokrim odvajačima prašine tipa „ROTOCLON“ N 20—30 K, proizvod FOiD-a iz Bora, stanje u pretovarnim stanicama drobiličnog postrojenja RB Majdanpek se iz osnova promenilo.

Dobro izvedeno projektno rešenje umnogom je popravilo stanje u objektima. Pravilnim izborom odsisnih mesta, količina vazduha potrebnih za aspiraciju i potpunom hermetizacijom ovih mesta, koncentracije lebdeće prašine u radnoj sredini su svedene blizu granice dozvoljene standardima, ili 7 puta poboljšane u odnosu na prethodno stanje. To ima za posledicu veliko poboljšanje radnih uslova kao i povećanu zaštitu i duži vek trajanja opreme ugrađene u ovo postrojenje.

SUMMARY

Dedusting of Transfer Stations 1, 2, 3 and 4 of Crushing Plant Conveying System in Copper Mine Majdanpek

Mineral dust represents the basic component of air pollution caused by crushing plant operation, being produced in processes of crushing, screening, conveying and transfer of the ore. Dedusting systems exist only in main facilities; this not being designed for auxiliary facilities (transfer stations).

Dust has a destructive action on equipment, and is also harmful for manpower health, so dedusting is necessary on transfer stations too. Dedusting is performed by a network of aspiration systems, and removal of secondary deposited dust by a hydraulic or pneumatic process.

ZUSAMMENFASSUNG

Staubbekämpfung der Verlandestationen 1, 2, 3 und 4 der Förderbänder in der Brechanlage der Kupfergrube Majdanpek

Die Grundkomponente der Luftverschmutzung bildet im Betrieb der Brechanlage der Mineralstaub, der sich im Zerkleinerungs-, Mahl-, Transport- und Verladeprozess ausgeschieden wird. Staubbekämpfungssysteme bestehen nur bei Hauptobjekten; für Hilfsobjekte (Verlandestationen) ist das nicht vorgesehen.

Der Staub wirkt auf die Maschinen zerstörend und ist für die Menschengesundheit schädlich, so dass in Verlandestationen die Staubbekämpfung unbedingt erforderlich ist. Die Staubbekämpfung wird durch das Netz von Absaugesystemen durchgeführt und die Entfernung des abgelagerten Staubs wird hydraulisch und durch Pressluft beseitigt.

РЕЗЮМЕ

Обеспыливание перегрузочных пунктов 1, 2, 3 и 4 ленточных конвейеров в дробильной установке на РБ Майданпек

Основной компонент аэрозасорения в работе дробильной установки представляет минеральная пыль, выделяющаяся в процессе дробления, просеивания, транспортировки и перегрузки руды. Системы для обеспыливания имеются только у главных объектов; для вспомогательных объектов (перегрузочные пункты) такие системы не предусматриваются.

Пыль действует разрушительно на оборудование, а является вредным для здоровья рабочих, из-за чего нужно производить обеспыливание и в перегрузочных пунктах. Обеспыливание осуществляется сетью аспирационных систем, а удаление секундарно осажденной пыли гидравлическим или пневматическим способами.

Автори: dipl.inž. Duško Janković i dipl.inž. Branislav Grbović, Zavod za ventilaciju i teh. zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

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

Članak primljen: 26.12.1983, prihvaćen 5.4.1984.

OTPRAŠIVANJE AKTIVNIH RADILIŠTA U STAROJ JAMI RUDNIKA MRKOG UGLJA ZENICA

(sa 5 slika)

Dipl.inž. Božidar Pavlović — dipl.inž. Slavko Kisić

Uvod

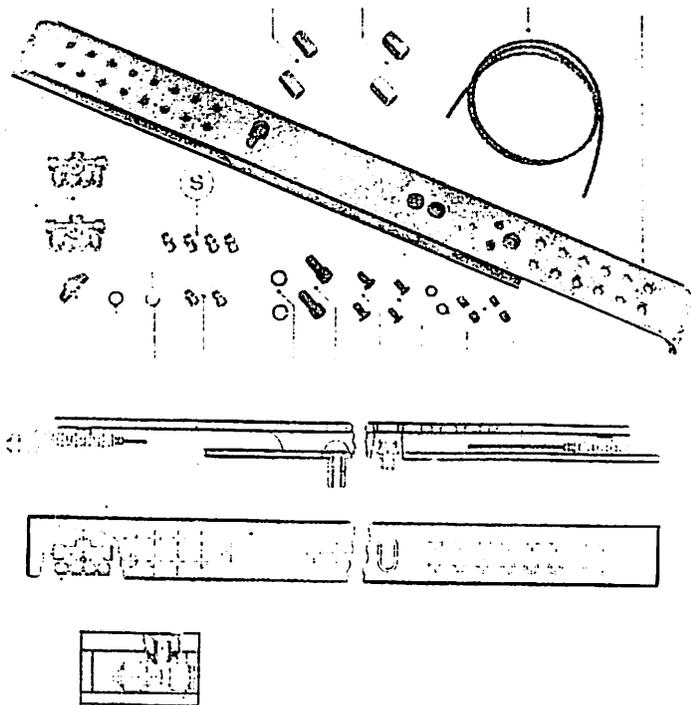
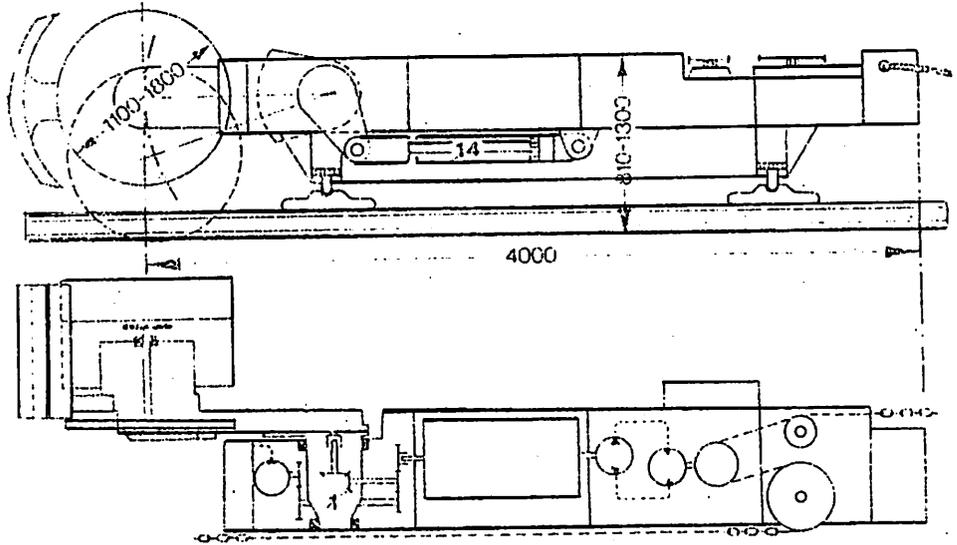
Uvođenje nove tehnike i tehnologije u podzemno otkopavanje uglja je uslovljeno i problemima zaštite, o čemu se, pre svega, vodi računa. U naše rudnike uglja sa podzemnom eksploatacijom uveliko se uvode samohodne hidraulične podgrade i odgovarajući kombajni. U nedostatku domaće, samohodne podgrade i kombajna uvoze se uglavnom iz zapadnih zemalja. Kombajni su, kao što je poznato, i veliki izvori lebdeće prašine. Proizvođači kombajna rešili su za uslove svojih zemalja i problem otprašivanja na kombajnim. Ta tehnička rešenja otprašivanja na kombajnim samo su deo kompletnih tehničkih rešenja otprašivanja na širokim čelima, pa se tako jedino mogu postići zadovoljavajući uslovi na širokom čelu u pogledu zapašenosti vazduha. U našim rudnicima, osim protočnog provetravanja širokih čela i otprašivanja (orošavanja), nikakve druge tehničke mere otprašivanja se na kombajnim ne preduzimaju, pa je razumljivo što je zapašenost jamskog vazduha na širokim čelima izuzetno visoka. Često je zapašenost jamskog vazduha na nekim našim širokim čelima tako visoka, da je čak i vidljivost svedena na nedozvoljeni nivo. Tako je i u Staroj Jami — Zenica. Da bi se rešio problem otprašivanja na širokom čelu u Staroj Jami rudnika Zenica urađen je „Tehnički projekat otprašivanja aktivnih radilišta“, koji je u okviru kompleksnog tehničkog rešenja otprašivanja ponudio nešto sasvim novo u tehnici otprašivanja na širokim čelima rudnika uglja. Dobrim delom to je bilo uslovljeno i nekim zahtevima investitora, a pre svega nemogućnošću

impregnacije ugljenog sloja vodom. Na izbor tehničkog rešenja otprašivanja uticalo je i to, što se u našim uslovima veoma malo pažnje pridaje otprašivanju u jamskoj eksploataciji uglja, pa je u takvim uslovima potrebno izabrati takva tehnička rešenja koja ne zahtevaju mnogo rada na održavanju sistema za otprašivanje.

Prikaz tehničkog rešenja otprašivanja

Da bi se izabralo tehničko rešenje otprašivanja, izvršena su u jami merenja koncentracije lebdeće prašine i ostalih parametara, na osnovu kojih su izračunati intenziteti izdvajanja prašine na mestima njenog stvaranja i izdvajanja. Tako je utvrđeno da su koncentracije lebdeće prašine ispred kombajna $16,4 \text{ mg/m}^3$, a iza kombajna $824,6 \text{ mg/m}^3$. Intenziteti izdvajanja lebdeće prašine, pri radu kombajna, su bili 32280 mg/min .

Isto tako, u cilju izbora tipova mlaznica za orošavanje, kao i potrošnje vode za orošavanje, uzeti su uzorci istaložene prašine, pa su sa takvom prašinom vršena ispitivanja na fizičkom modelu u Rudarskom institutu. U fizičkom modelu postignuti su isti uslovi kao i na širokom čelu u jami u pogledu brzine vazdušne struje i koncentracije lebdeće prašine. Na fizičkom modelu vršena su ispitivanja mogućnosti obaranja prašine čistom vodom i vodom sa dodatkom 0,1% kvašitelja. Za oko 15% postignuti su veći efekti obaranja prašine vodom i kvašiteljem nego čistom vodom. Tehničko rešenje otprašivanja na širokom čelu u Staroj Jami



Sl. 1 — Izgled i detalji kompleta dopunskog orošavanja na kombajnu

Zenica svodi se na orošavanje. Dakle, pored orošavanja na kombajnu, koje su predvideli i izveli proizvođači kombajna, predviđa se još i dopunsko orošavanje na kombajnu, orošavanje na presipnom mestu sa grabuljara na traku i dopunsko orošavanje na širokom čelu, koje je dato u dve varijante.

Tehničko rešenje dopunskog orošavanja na kombajnu

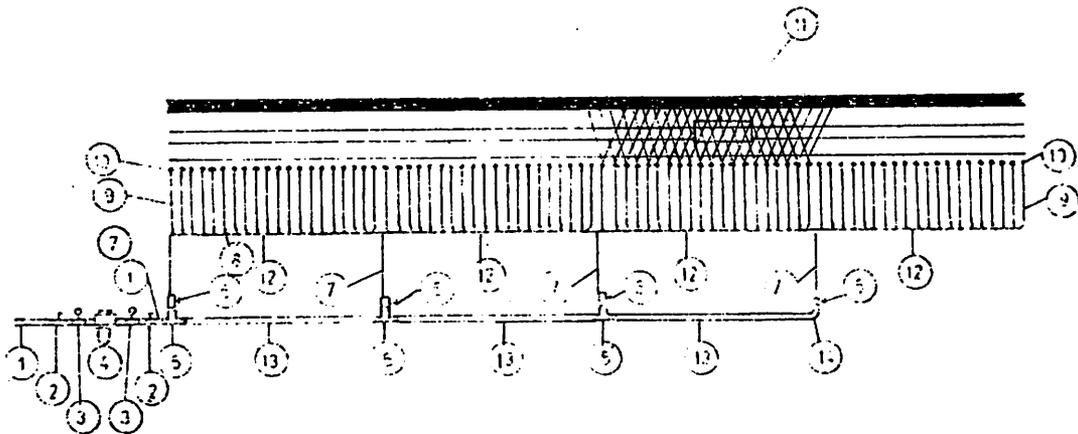
Pored fabrički ugrađenog sistema za automatsko orošavanje na kombajnu, sa čijim radom se obavezno računa, predviđeno je i dopunsko orošavanje na kombajnu. Na sl. 1 prikazan je komplet mlaznica za dopunsko orošavanje sa svim pripadajućim delovima. Ovaj komplet se ugrađuje na ruku koja nosi bubanj kombajna. Priključak vode za dopunsko orošavanje na kombajnu je na ulazu glavnog gumenog creva u kombajn. Potrošnja vode kompleta za dopunsko orošavanje na kombajnu pri pritisku od 20 bara je 72 l/min, pa je ukupna potrošnja vode za orošavanje na kombajnu 152 l/min. Dopunsko orošavanje ima za cilj da potpuno obuhvati zonu razbacivanja prašine oko bubnja, tj. oko radnog organa.

Tehničko rešenje dopunskog orošavanja na širokom čelu — varijanta sa ručnim uključivanjem i isključivanjem orošavanja

Tehničko rešenje dopunskog orošavanja na širokom čelu, kao što je rečeno, dato je u dve varijante i to: varijanta sa ručnim uključivanjem i isključivanjem orošavanja i varijanta sa automatskim orošavanjem.

Tehničko rešenje dopunskog orošavanja na širokom čelu — varijanta sa ručnim uključivanjem i isključivanjem orošavanja — dato je kao rešenje, ukoliko ne bude mogla da se uveze oprema za varijantu automatskog orošavanja. Ova varijanta podrazumeva ugradnju mlaznica duž čitavog čela raspoređenih tako, da orošavaju deo kombajna i zonu uz široko čelo, kao što se to vidi na sl. 2.

Na svakoj sekciji, tj. na svakom pokretnom delu grede hidraulične podgrade montira se po jedna mlaznica, čija je potrošnja vode pri pritisku od 20 bara 1,7 l/min. Ugao raspršivanja mlaza kapi je 120°. Svaka mlaznica povezana je svojim gume-

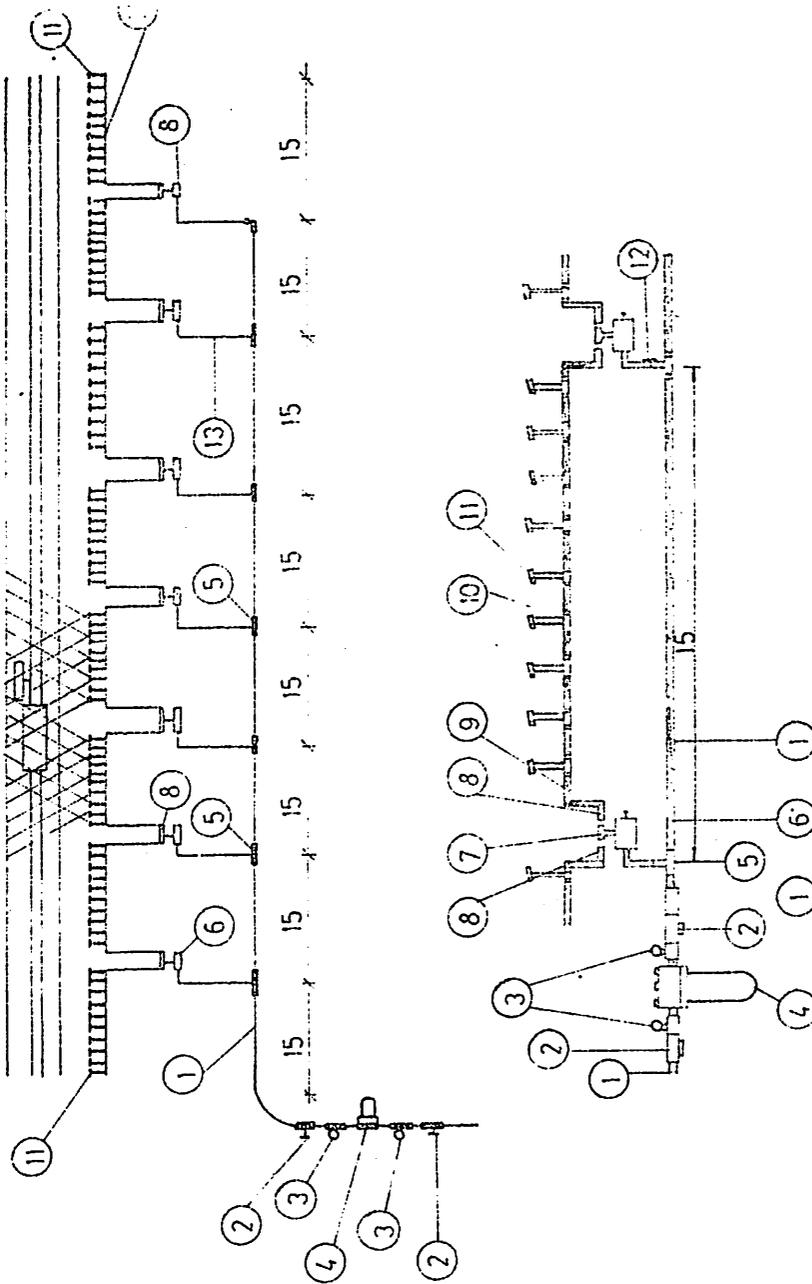


Legenda:

- 1 — gumeno crevo ϕ 25 mm za pritisak 20 bara
- 2 — kuglični ventil DN 25 mm
- 3 — manometri za vodu
- 4 — filter za vodu
- 5 — račva DN 25 x 13 x 25 mm
- 6 — kuglični ventil DN 13 mm
- 7 — gumeno crevo ϕ 13 mm za pritisak 20 bara

- 8 — račva DN 13 x 10 x 13 mm
- 9 — gumeno crevo ϕ 10 mm za pritisak 20 bara
- 10 — mlaznica za orošavanje
- 11 — kombajn
- 12 — gumeno crevo ϕ 13 mm za pritisak 20 bara
- 13 — gumeno crevo ϕ 25 mm za pritisak 20 bara
- 14 — kolenasta spojka DN 25 mm

Sl. 2 — Principijelna šema ručnog uključivanja i isključenja orošavanja



Legenda:

- 1 — Gumenno crevo za vodu ϕ 25 mm za pritisak 20 bara
- 2 — kuglični ventil DN 25 mm
- 3 — manometar za vodu, R = 25 mm
- 4 — cevni filter za vodu
- 5 — cevni DN 25 mm
- 6 — račva DN 13 x 10 x 13
- 7 — račva DN 13 mm
- 8 — magnetni ventil
- 9 — povratni ventil
- 10 — gumenno crevo ϕ 25
- 11 — kuglični ventil DN 25 mm
- 12 — manometar za vodu, R = 25 mm

Sl. 3 — Principijelna šema automatskog orošavanja

nim crevom za gumeno crevo odgovarajuće grupe. Celo čelo je podeljeno u 4 grupe mlaznica, pa je u svakoj grupi ugrađeno po 20 mlaznica, odnosno onoliko komada koliko ima sekcija hidraulične podgrade. Uključenja i isključenja grupe mlaznica vrše se ručno, pomoću odgovarajućeg loptastog ventila. Pri radu kombajna uključuju se one grupe mlaznica u čijoj zoni dejstva se nalazi kombajn.

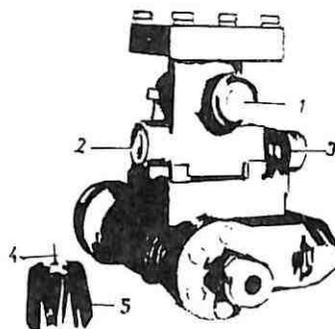
Da bi se sprečilo začepljenje mlaznica na glavnom gumenom crevu ugrađen je cevni filter sa sitom, čije su rupe manjeg prečnika od prečnika mlaznica. S obe strane filtra ugrađen je po jedan manometar za vodu i po jedan loptasti ventil.

Tehničko rešenje dopunskog orošavanja na širokom čelu — varijanta automatskog orošavanja

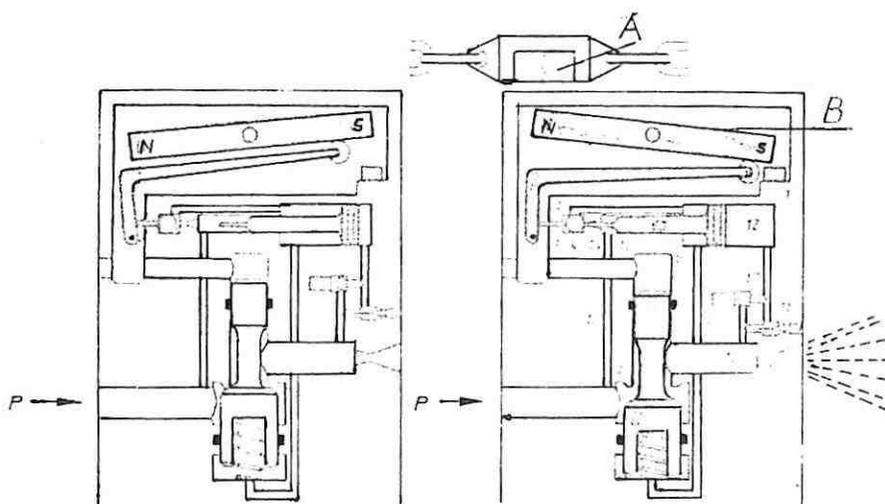
Za razliku od prethodne varijante, ovde se uključjenje i isključenje mlaznica za orošavanje vrši automatski nailaskom i odlaskom kombajna. Naime, na kombajnu se nalazi odgovarajući magnet, koji kada se nađe naspram magnetnog ventila aktivira ga, tj. otvara. Udaljenjem kombajna, odnosno magneta magnetni ventil se sam zatvara. Na sl. 3 prikazana je principijelna šema ovog sistema za automatsko orošavanje. Kao i za prethodnu varijantu i za ovu na dovodnom gumenom crevu treba ugraditi cevni filter i s obe strane filtra po jedan loptasti ventil i manometar. Na celoj dužini širokog čela raspoređeno je na jednakim razmacima 7 magnetnih ventila, koji su paralelno povezani sa glavnim gumenim crevom. Na širokom čelu

postoji 8 grupa mlaznica koje su povezane preko gumenih creva i sa susednim magnetnim ventilima. Svaka grupa mlaznica ima po 10 mlaznica. Mlaznice se ugrađuju na svaku sekciju samohodne hidraulične podgrade. Zahvaljujući povratnim ventilima iz jednog magnetnog ventila istovremeno dobijaju vodu dve grupe mlaznica, a da se pri tome spreči odlazak vode u ostale mlaznice. Osnovni deo kod ove varijante je magnetni ventil, čiji je izgled dat na sl. 4.

Na sl. 5 data je mogućnost da se vidi princip rada magnetnog ventila. Naime, magnet (A) ugrađen na kombajnu privlači obrtni magnet B i na taj način vrši otvaranje ili zatvaranje ventila. Potrošnja vode jedne mlaznice je 1,7 l/min, a maksimalni broj mlaznica u radu je 20, pa je potrošnja vode 34 l/min.



Sl. 4 — Izgled magnetnog ventila.



Sl. 5 — Slika funkcionisanja magnetnog ventila

Tehničko rešenje otprašivanja na presipnim mestima u sistemu transporta uglja

rešenje sa mehaničkim blokadnim ventilima i mlaznicama za orošavanje, te se ovde i ne opisuju.

Tehničko rešenje otprašivanja na presipnim mestima u sistemu transporta uglja je već poznato

SUMMARY

Dedusting of Operating Workings in Stara Jama of Brown Coal Mine Zenica

Introduction of new technique and technology in underground coal mining is accompanied by protection problems. Combines are large sources of airborne dust. Combine manufacturers solved also, for regulations of individual countries, the problem combine dedusting. Such solutions are only a part of overall technical solutions of dedusting on longwall faces. Technical solutions of dedusting include: technical solution of additional spraying on the combine, technical solution of additional spraying on the longwall face — alternative with manual spraying control, alternative with automatic control, and technical solution of dedusting on transfer points in coal conveying system.

ZUSAMMENFASSUNG

Staubbekämpfung der Arbeitsörter in der „Alten Grube“ der Hartbraunkohlengrube Zenica

Die Einführung der neuen Technik und Technologie bei Untertagegewinnung ist durch Arbeitsschutzproblem bedingt. Schrämmaschinen sind grosse Flugstaubquellen. Schrämmaschinenhersteller haben für die Verhältnisse von einzelnen Ländern nur einen komplexen Teil und Staubbekämpfungsproblem an der Gewinnungsmaschinen gelöst. Diese Lösungen stellen nur einen Teil von kompletten technischen Lösungen der Staubbekämpfung im Strebbau dar. Zu den technischen Lösungen der Staubbekämpfung gehören: Technische Lösungen der ergänzenden Bedüsung auf der Gewinnungsmaschine am Streb — Variante mit manuellem Ein- und Ausschluss der Bedüsung, Variante der automatischen Bedüsung und technische Lösung der Staubbekämpfung an den Übergabestellen im Kohle-fördersystem.

РЕЗЮМЕ

Обеспыливание активных разработок в Старой Шахте рудника бурого угля Зеница

Внедрение новой техники и технологии для подземной эксплуатации угля обусловлено проблемой охраны труда. Комбайны являются большими источниками летучей пыли. Изготовители комбайна разрешили для условий отдельных стран и проблему обеспыливания на комбайнах. Эти решения являются только частью комплектов технических решений обеспыливания на забоях. В технические решения обеспыливания входят: технические решения дополнительного орошения на комбайне, техническое решение дополнительного орошения на забое — вариант с ручным включением и отключением орошения, вариант автоматического орошения и техническое решение обеспыливания на перегрузочных местах в системе транспортировки угля.

Autori: dipl.inž. Božidar Pavlović i dipl.inž. Slavko Kisić, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. A. Ćurčić, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 26.12.1983, prihvaćen 5.4.1984.

PROMENE PARAMETARA PARE U TURBINSKIM ODUZIMANJIMA I NJIHOV UTICAJ NA PROMENU TEMPERATURE NAPOJNE VODE

(sa 1 slikom)

Dr inž. Borislav Perković

Uvod

Zbog velike neravnomernosti dijagrama potrošnje električne energije blokovi u termoelektranama znatan deo vremena rade sa promenljivim opterećenjima. S druge strane, parni blok u termoelektrani treba da radi nekoliko desetina godina. Za to vreme se na njemu izvrši niz manjih ili većih rekonstrukcija i izmena pojedinih elemenata. Pri tome blok menja i svoju ulogu u elektroenergetskom sistemu, jer u međuvremenu se u sistem uključuju novi blokovi veće snage i ekonomičnosti.

Iz tih razloga postaje posebno interesantno, da se istraži i analizira rad blokova u toku rada sa promenljivim opterećenjem, jer se na taj način iznalaze uslovi i mogućnosti za bezbedniji i ekonomičniji rad u celom opsegu opterećenja. Pri tome treba imati u vidu, da u termoenergetici, kao i u ostalim oblastima tehnike, postoji veliki broj mogućnosti za poboljšanje tehničko—ekonomskih parametara, koji se mogu iznalaziti i iskorišćavati pri sistematskoj i kompleksnoj analizi velikog broja gubitaka koji prate proces proizvodnje električne energije u termoelektranama. Ovaj veliki broj gubitaka, kao i sve veći troškovi koji prate izgradnju i eksploataciju parnog bloka, međusobno se nalaze u vrlo složenim zavisnostima. Ove zavisnosti se u najvećem broju slučajeva ne mogu obuhvatiti čisto teorijskim razmatranjima, pa se do njih dolazi eksperimentalnim metodama.

Jedna od mogućnosti za iznalaženje poboljšanja ekonomičnosti i potpunijeg iskorišćenja instaliranih blokova je proučavanje karakteristika i stepena korisnosti parnog bloka, odnosno njegovih glavnih delova, sa promenom temperature napojne vode.

sanjih blokova je proučavanje karakteristika i stepena korisnosti parnog bloka, odnosno njegovih glavnih delova, sa promenom temperature napojne vode.

Promena temperature napojne vode sa promenom opterećenja

Poznato je da pri promeni snage parne turbine dolazi do promene radnih karakteristika turbine i sistema zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode. Sintezom radnih karakteristika turbine i sistema regenerativnih zagrejača mogu se pratiti uslovi rada celog postrojenja u zavisnosti od promene temperature napojne vode. O mogućnostima teorijskog i eksperimentalnog određivanja radnih karakteristika parnih turbina i regenerativnih zagrejača je već ranije bilo reči (literatura (2), (3), (5)). Analiza promena uslova rada postrojenja pri promeni opterećenja se može odnositi na stacionarne i nestacionarne režime. Razmatranja i zaključci koji su ovde izloženi odnose se samo na stacionarna stanja pri promeni opterećenja.

Iz konusa potrošnje pare se može odrediti zavisnost promene pritiska na karakterističnim mestima u turbini sa promenom protoka i parametara pare na ulazu u turbinu. Pri tome je dokazano, da se zakon konusa potrošnje može sa dovoljno tačnosti koristiti i za turbine sa nereguliranim oduzimanjima pare. Analiza promene pritiska u oduzimanjima, kao i količine pare koja se oduzima za rad pojedinih regenerativnih zagrejača, objašnjena je u literaturi (1). Pri tome je pokazano

da se metodom približavanja postižu rezultati sa vrlo velikim stepenom tačnosti. Postupak praćenja ponašanja turbopostrojenja u statički promenljivim uslovima rada, a time i način sračunavanja pritiska pare u oduzimanjima i promena temperature napojne vode, razrađen je u literaturi (4). Model proračuna, prilagođen za digitalni računar i proveren na primeru toplotne šeme turbine K-200-130, daje sasvim zadovoljavajuće rezultate.

Ne ulazeći, ovde, dublje u zakonitosti promene radnih karakteristika pojedinih delova turbopostrojenja sa promenom snage, napomenimo samo da se pri promeni protoka pare kroz turbinu u najvećoj meri menjaju toplotni padovi i stepeni korisnosti regulacionog i poslednjeg stupnja. U manjoj meri se, pri tome, menja toplotni pad pretposlednjeg stupnja, a toplotni padovi u neregulacionim stupnjevima praktično ostaju nepromenjeni. To znači, da najveći broj stupnjeva pri promeni protoka pare radi stabilno i sa praktično konstantnim stepenom korisnosti.

Na pritisak pare ispred regulacionog stupnja može se uticati izborom regulacije snage turbine, čime se može postići da i stepen korisnosti regulacionog stupnja ostane, uglavnom, konstantan pri promeni opterećenja.

Vratimo se, sada, određivanju stanja pare na mestima nereguliranih oduzimanja pare za regenerativno zagrevanje napojne vode. Smanjenje protoka pare kroz turbinu izaziva, na osnovu zakona konusa potrošnje, sniženje pritiska pare na mestima oduzimanja. Iz jednačina koje definišu protočnu karakteristiku turbine mogu se jednostavno – za date parametre pare na ulazu u turbinu – odrediti pritisci na mestima na kojima se vrši oduzimanje pare za regenerativno zagrevanje napojne vode. Uzimajući u obzir pad pritiska u cevovodima od mesta oduzimanja do ulaska pare u zagrejač vode, dobijamo pritisak pare na ulazu u zagrejač. Tom pritisku odgovara određena temperatura zasićenja pare, odnosno temperatura do koje je maksimalno moguće zagrejati napojnu vodu u datom zagrejaču. Kako su promene unutrašnjeg stepena korisnosti najvećeg broja turbinskih stupnjeva sa promenom protoka pare kroz turbinu neznatne, to sledi da kriva stanja i unutrašnji stepen korisnosti direktno ne utiču na pritisak, odnosno temperaturu zasićenja u odgovarajućim oduzimanjima pare. Međutim, jasno je da ovaj uticaj postoji, jer promenom stepena korisnosti dolazi, za određenu snagu, do promene protoka pare kroz turbinu i na mestima

oduzimanja. Ova promena protoka izaziva promenu pritiska na mestima oduzimanja, odnosno promenu temperature zasićenja.

Ovde, sada, dolazi do izražaja i način regulacije snage turbine. Ukratko će biti reči o načinima regulacije i to isključivo sa aspekta uticaja regulacije na temperaturu napojne vode i njenu promenu pri promeni opterećenja.

Jedan od načina povećanja ekonomičnosti parnog bloka, pri nižim opterećenjima, je primena kliznog pritiska kao načina regulacije snage. Do povišenja stepena korisnosti postrojenja parne turbine pri radu sa kliznim pritiskom dolazi iz nekoliko razloga, od kojih su najvažniji sledeći:

- zbog smanjenih gubitaka usled prigušivanja u regulacionim ventilima povećava se unutrašnji stepen korisnosti dela turbine visokog pritiska i
- za slučaj da turbina sa kvantitativnom regulacijom radi sa kliznim pritiskom stepen korisnosti regulacionog stupnja ostaje praktično konstantan u celom opsegu opterećenja.

Rad sa kliznim pritiskom pare na ulazu u turbinu se različito odražava na proces širenja pare za blokove bez naknadnog pregrevanja pare u odnosu na blokove sa naknadnim pregrevanjem.

Za blokove bez naknadnog pregrevanja sniženje pritiska na ulazu u turbinu, pri nepromenjenoj temperaturi pare, pomera u i - s dijagramu proces širenja udesno, što dovodi do povećanih toplotnih gubitaka u kondenzatoru.

Za blokove sa naknadnim pregrevanjem početak širenja u delu turbine srednjeg pritiska određen je parametrima pare posle naknadnog pregrevanja, pa stanje pare u kondenzatoru ne zavisi od načina regulisanja snage. S tim u vezi, regulacija kliznim pritiskom je povoljnija za blokove sa naknadnim pregrevanjem.

U vezi iznetog, pri radu sa kliznim pritiskom uticaj na rad sistema za regenerativno zagrevanje napojne vode imaju samo oduzimanja iz dela turbine gde je visok pritisak. Za slučaj da protok pare na ulazu u turbinu ostane nepromenjen pri radu sa konstantnim i sa kliznim pritiskom, parametri pare u oduzimanjima se mogu odrediti iz protočne karakteristike:

$$\frac{p_0}{p_{k,p}} \cdot \sqrt{\frac{T_{k,p}}{T_0}} = 1$$

gde su p_0 , T_0 , p_{kp} , T_{kp} – pritisci i apsolutne temperature pare u oduzimanju pri konstantnom i kliznom pritisku.

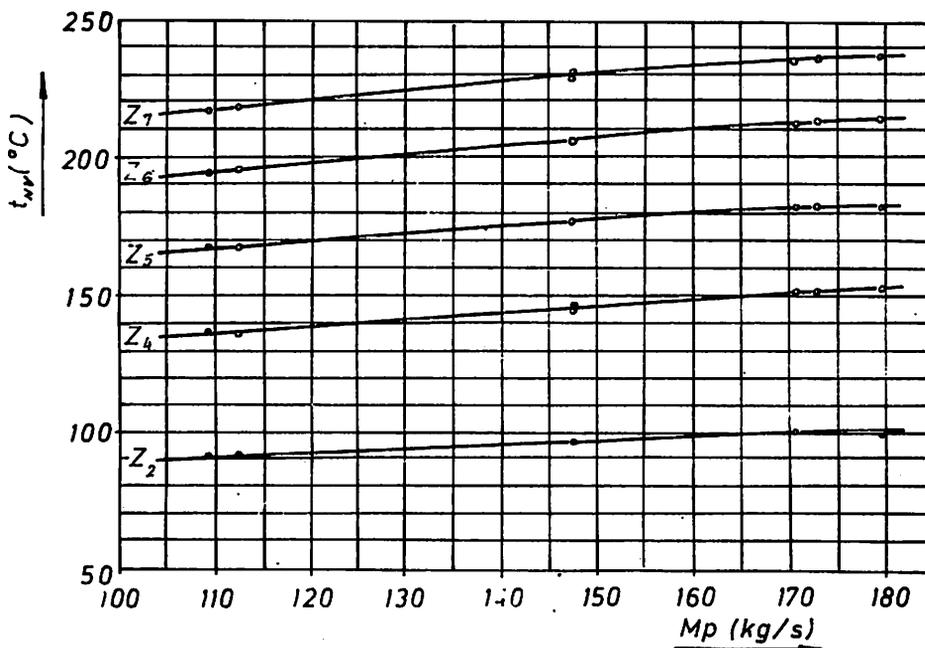
Kako se proces širenja pare u delu turbine sa visokim pritiskom pri radu sa kliznim pritiskom u i -s dijagramu pomera udesno, to je $T_{kp} > T_0$ i $p_{kp} > p_0$, tj. u slučaju primene kliznog pritiska u oduzimanjima visokog pritiska se povećava pritisak pare u odnosu na režim rada sa konstantnim pritiskom sveže pare.

U vezi s tim, pri radu sa kliznim pritiskom protok pare u oduzimanjima visokog pritiska se povećava zbog povećanog zagrevanja vode u zagrevačima visokog pritiska, koje je određeno temperaturom zasićenja na pritisku u oduzimanju. Istovremeno, povećana entalpija oduzete pare dovodi do smanjenja protoka pare oduzimanja. Prema literaturi (5), pokazuje se da, kao rezultat tih suprotnih uticaja, dolazi ipak do smanjenja količine pare oduzimanja, jer se povećanje entalpije oduzete pare ne kompenzira u potpunosti povećanjem entalpije napojne vode, zbog povišenja pritiska u oduzimanjima i intenzifikacijom razmene toplote u hladnjacima pare. Prema istom autoru, sniženje ekonomičnosti bloka zbog toga ne prelazi 0,03% i praktično se može zanemariti.

U vezi sa karakterom promena stepena korisnosti ciklusa i pojedinih elemenata bloka, konstatuje se da za turbine sa kvalitativnom regulacijom pri prelazu na klizni pritisak dolazi do povišenja ekonomičnosti u celom opsegu opterećenja nižih od nazivnog. Za turbine sa kvantitativnom regulacijom moguće su oblasti režima gde ima prednost konstantni pritisak. Pri tome, zone opterećenja, u kojima primena kliznog pritiska obezbeđuje višu ekonomičnost, zavise od relativnog uticaja promene stepena korisnosti ciklusa i dela turbine sa visokim pritiskom i određuju se i drugim faktorima, kao što su promene efikasnosti rada sistema za regenerativno zagrevanje napojne vode i snage napojne pumpe.

Iako nije u neposrednoj vezi sa problematikom koja se razmatra u ovom radu, naglašava se da primena kliznog pritiska kao način regulacije na nižim opterećenjima ima, sem povećanja ekonomičnosti, i druge prednosti. Ove prednosti se ogledaju u poboljšanim uslovima rada metala u zoni ulaza pare u deo turbine sa visokim pritiskom, glavnim parovodima, armaturi, kolektorima, pregrevačima pare u kotlovskim postrojenjima i sl.

Već je rečeno da se smanjivanjem količine pare na ulazu u turbinu snižava temperatura



Slika 1

zasićenja pare u oduzimanjima, a time i teorijska temperatura do koje se može zagrejati napojna voda u datom oduzimanju.

Zavisnost temperature napojne vode iza pojedinih regenerativnih zagrejača od protoka sveže i naknadno pregrejane pare za turbinu K—200—130 na osnovu izvršenih ispitivanja u TE „Nikola Tesla“ data je na slici 1.

Karakter dobijene zavisnosti i karakter izmerene vrednosti slažu se — ako se uzmu u obzir specifičnosti postrojenja koje je ispitivano — sa literaturnim podacima.

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

Isključivanje bilo kog zagrejača izaziva ne samo preraspodelu pritiska u turbinskim stupnjevima, nego i promenu količine pare koja ide u oduzimanje koje prethodi isključenom zagrejaču. Temperatura napojne vode na izlazu iz zagrejača zavisi od temperature zasićenja oduzete pare, pa da bi se postigla ista temperatura vode na izlazu iz zagrejača pri sniženju temperature vode na ulazu u dati zagrejač, potrebna je veća količina pare koja se oduzima.

Problem rada turbopostrojenja (i parnog bloka u celini) sa isključenim regenerativnim zagrejačima je znatno kompleksniji i prevazilazi okvire ovog rada. O svim aspektima rada bloka sa isključenim zagrejačima napojne vode biće reči drugom prilikom.

Za pravilno određivanje promene temperature napojne vode sa promenom parametara pare u turbinskim oduzimanjima potrebno je, sem radnih karakteristika parne turbine, poznavati i radne karakteristike zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode.

Postrojenje za regenerativno zagrevanje napojne vode jednog parnog turbopostrojenja je sastavljeno iz niza razmenjivača toplote. Ovde spadaju regenerativni zagrejači niskog i visokog pritiska, isparivači, hladnjaci pare i kondenzata, hladnjaci ejektorske pare, ulja, vodonika i sl. Povećanje entalpije napojne vode u napojnim pumpama može se takođe smatrati kao dodatni izvor toplote u sistemu regenerativnog zagrevanja.

Pri radu razmenjivača toplote u promenljivim režimima menjaju se njihova opterećenja i parametri vode i pare, a posebno krajnja temperaturska razlika, koja predstavlja jedan od osnovnih pokazatelja efikasnosti rada zagrejača. Od krajnje temperaturske razlike zavise troškovi postrojenja za regenerativno zagrevanje napojne vode i potrošnja goriva. Sniženjem krajnje temperaturske razlike stepen korisnosti turbopostrojenja raste, jer pri jednakom zagrevanju vode pritisak pare u oduzimanjima se snižava i povećava se rad koji ta para izvršava u turbini. No, pri tome se povećavaju površine zagrejača i potrošnja metala za njihovu izradu. Očigledno je, da optimalna krajnja temperaturska razlika zavisi od cene goriva i metala. Što je skuplje gorivo i jeftiniji metal, to je celishodnije snižavati krajnju temperatursku razliku i obrnuto. Međutim, u zavisnosti od cene goriva, namene postrojenja i investicionih ulaganja, može se za svako konkretno postrojenje izvršiti optimizacija ove veličine, a pri tome treba imati u vidu sve specifičnosti i uslove rada bloka u toku eksploatacije.

S druge strane, pri promeni opterećenja dolazi do promene radnih karakteristika, pa je na taj način temperatura napojne vode iza pojedinih zagrejača definisana protočnom karakteristikom turbine i radnim karakteristikama zagrejača. I jedna i druga karakteristika može se sa dovoljnom tačnošću odrediti na osnovu merenja na postrojenju u eksploataciji i poznavanja geometrije protočnog dela turbine i zagrejača.

Promene unutrašnjeg stepena korisnosti turbine se mogu odrediti preciznim merenjem dve osnovne veličine stanja, tj. pritiska i temperature. Uslov da se iz ove dve veličine stanja može odrediti unutrašnji stepen korisnosti je da para u tačkama u kojima se meri bude pregrejana, pa se na ovaj način ne može odrediti stepen korisnosti za deo turbine koji radi u oblasti vlažne pare. Za ovaj deo turbine stvarne entalpije se mogu odrediti samo iz bilansa toplote. Međutim, sva savremena postrojenja parnih turbina za termoelektrane u sistemu za regenerativno zagrevanje napojne vode imaju po jedan mešni zagrejač, koji istovremeno služi i kao deaerator, a sa njim je u vezi rezervoar napojne vode. Kod ovih postrojenja je u ovom rezervoaru pritisak konstantan i ne zavisi od opterećenja, a to znači da je temperatura zasićenja, odnosno temperatura napojne vode na izlazu iz rezervoara, konstantna i ne menja se sa promenom opterećenja. Prema tome, za određivanje temperature napojne vode na ulazu u grupu zagrejača sa visokim

pritisikom nije potrebno poznavanje unutrašnjeg stepena korisnosti dela turbine sa niskim pritiskom.

Stanje čistoće površina za razmenu toplote u svim zagrejačima može se kontrolisati iz određivanja radnih karakteristika zagrejača, koje se dobijaju merenjima. Navedeni razlozi zahtevaju da se — ukoliko se želi praćenje karakteristika rada turbo-postrojenja u eksploataciji — moraju izvršiti precizna merenja da bi se odredile radne karakteristike turbine i sistema zagrejača za regenerativno zagrevanje napojne vode i to odmah nakon prvog kretanja turbine, tj. nakon dostizanja normalnih radnih parametara u probnom pogonu. Na taj način se u toku eksploatacije iz radnih karakteristika turbine (na prvom mestu protočne karakteristike) i sistema zagrejača može otkriti niz nepravilnosti u radu postrojenja parne turbine. Promene pritiska na mestima oduzimanja, kao i krajnje temperaturske razlike odnosno temperature vode na izlazu iz pojedinih zagrejača, ukazuju na promene unutrašnjeg stanja turbine, odnosno zagrejača. Do tih promena dolazi na strani turbine zbog zasoljenosti lopatica i uopšte protočnog dela turbine, zbog povećanih zazora labirintskih zaptivača, loma lopatica i sl.

Na strani zagrejača najčešće dolazi do pogoršanog rada zbog zaprljanosti ili propuštanja grejnih površina, nedovoljno otvorenih ili zatvorenih ventila

za dovod pare, odnosno obilaznih ventila, neodgovarajućeg nivoa u slivnicima kondenzata itd. U najvećem broju slučajeva se te promene ne primete odmah u eksploataciji, jer je i proces njihovog nastajanja dugotrajan. U velikom broju slučajeva se ovom postrojenju u eksploataciji ne poklanja dovoljno pažnje. To se manifestuje na taj način da i na postrojenjima najveće snage ne postoje ugrađene čaure za merenje temperature, ili se te čaure — ukoliko su ugrađene — nepravilno održavaju, pa su i merenja nepravilna. Čest je slučaj, da su u tim čaurama postavljeni instrumenti za očitavanje na licu mesta, a ta mesta su obično nepristupačna, instrumenti su nedovoljno precizni, zaprljani ili polomljeni.

Zbog svega toga treba radne karakteristike zagrejača kontrolisati jednostavnim merenjima temperatura i pritiska u određenim vremenskim razmacima i upoređivati ih sa poznatim stanjem na novom odnosno remontovanom postrojenju. Na taj način se blagovremeno uočavaju nedostaci u radu i preduzimaju mere da se oni otklone. Vođenje pogona i procena unutrašnjeg stanja turbine, odnosno površina za razmenu toplote, a time i odluke o periodima otvaranja radi revizije i remonta, mora se zasnivati na potpunom poznavanju njihovih radnih karakteristika. Način određivanja i praćenja navedenih radnih karakteristika koji je izložen u ovom i ranijim radovima (2, 3) pruža za to velike mogućnosti.

SUMMARY

Change of Steam Parameters in Turbine Tappings, and Their Influence on Change of Feed Water Temperature

The paper indicated the importance of testing and analysis of steam—turbo—plants when operating at variable loads, because this leads to definition of conditions and possibilities of safer and moer economical operation. To this goal, study of plant behavior during change of feed water temperature is particularly interesting.

Feed water temperature downstream of individual heaters is defined by turbine throughput characteristics and operating properties of heaters for regenerative feed water heating. Both characteristics may be determined with sufficient accuracy by plant measurements during operation, as well as by knowledge of the geometry of discharge sections of the turbine and heater. Running of the plant and estimation of internal state of the turbine and heat exchange areas, and in turn decisions on periods of opening for inspection and repair, must be based on through knowledge of their operative properties.

ZUSAMMENFASSUNG

Dampfparameteränderungen bei Turbinenanzapfungen und deren Einfluss auf die Speisewassertemperaturänderungen

Es wurde auf die Bedeutung der Untersuchung und Betriebsanalyse von Turboanlagen beim Betrieb mit veränderlicher Belastung, hingewiesen weil auf die Weise zur Auffindung von Bedingungen und Möglichkeiten für einen sichereren und wirtschaftlicheren Betrieb. In diesem Sinne ist die Verhaltensuntersuchung der Anlage bei Speisewassertemperaturänderungen besonders interessant.

Die Speisewassertemperatur hinter einzelnen Vorwärmern ist mit Durchflusscharakteristik der Turbine und Betriebscharakteristiken der Vorwärmer für Speisewasserwiedererhitzung, definiert. Die erste sowie die zweite Charakteristik kann auf Grund von Messungen an den Anlagen im Betrieb und aus der Kenntnis der Geometrie Turbinendurchflusstells und Vorwärmer ziemlich genau bestimmt werden. Betriebsführung und Einschätzung des inneren Turbinenzustands und Wärmeaustauschflächen und damit des Beschlusses über die periodische Öffnung der Turbine zweck Revision und Reparatur muss auf voller Kenntnis ihrer Betriebscharakteristiken beruhen.

РЕЗЮМЕ

Изменения параметров пара в турбинных отборниках и их влияние на изменение температуры питательной воды

Обращено внимание на значение исследований и анализы работы паровых турбоустановок при работе с изменяемой нагрузкой, так как этим способом доходим до изискания условий и возможности для более безопасной и экономичной работы. В этом смысле, изучение поведения установок при изменении температуры питательной воды является особенно интересным.

Температура питательной воды за отдельными нагревателями уточнена расходной характеристикой турбины и рабочими характеристиками нагревателей для регенерационного нагрева питательной воды. И одна и другая характеристики могут быть достаточно точно определены на основании измерений на установке в эксплуатации и из знания геометрии расходной части турбины и нагревателей. Управление приводом и оценка внутреннего состояния турбины и поверхностей теплообмена, а тем са мым и решения периодах вскрытия для ревизии и ремонта, должны обосновываться на полном знанию их рабочих характеристик.

Literatura

1. Perycz, S., 1959: Mengendruckgesetz für Turbinen mit Anzapfung für Eigenkondensat-Vorwärmung, BWK 11(1959) Nr. 5.
2. Perković, B., 1977: Mogućnosti određivanja radnih karakteristika parnih turbina za termoelektrane. — „Rudarski glasnik“, vol. 16, br. 4, Beograd.
3. Perković, B., 1978: Radne karakteristike zagrevača za regenerativno zagrevanje napojne vode za termoelektrane. — „Rudarski glasnik“, vol. 17, br. 1, Beograd.
4. Stepanov, Lj., 1977: Određivanje pogodnih parametara rada turbopostrojenja sa stanovišta sniženja specifične potrošnje toplote i definisanja osnovnih parametara za praćenje promene optimalne snage turbopostrojenja, doktorski rad, Beograd.
5. Kačan, A. D., 1978: Režimy raboty i ekspluatácii teplovyh električeskikh stancij, Minsk.

Autor: dr inž. Borislav Perković, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr N. Čuk, Mašinski fakultet, Beograd
Članak primljen 27.2.1984, prihvaćen 5.4.1984.

POSTROJENJE ZA PROIZVODNJU GRANULISANE ELEKTRODNE SMOLE U KHK „BORIS KIDRIČ“, LUKAVAC.

(sa 6 slika)

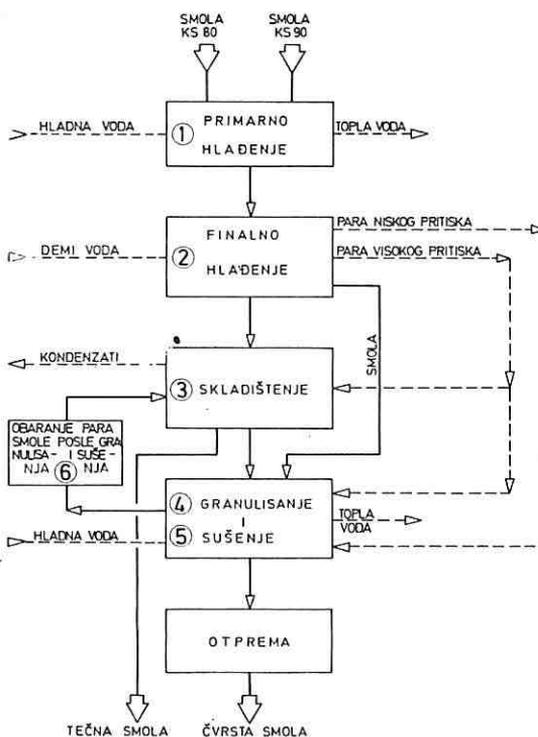
Dipl.inž. Slobodan Stupar – dipl.inž. Kostantin Stefanović

Uvod

Osnovna delatnost KHK „Boris Kidrič“, Lukavac je proizvodnja koksa. U procesu koksovanja javlja se niz nusprodukata, čiju je proizvodnju Kombinat osvojio. Jedan od bitnih nusprodukata u procesu koksovanja je i čist katran, čija je uloga izuzetno važna u industriji aluminijuma. S druge strane, dosadašnjom metodom otvorenog skladištenja ovog medija čovek i čovekova radna i životna sredina su maksimalno ugroženi zbog kancerogenog dejstva isparljivih materija – ugljovodonika, koje katran oslobađa prilikom hlađenja. Uzimajući u obzir važnost ovog proizvoda u industriji sa jedne i zaštitu čoveka i čovekove okoline s druge strane, KHK „Boris Kidrič“, Lukavac je odabrao savremeni tehnološki proces za rešavanje ovog problema. Razmatrajući načine i sisteme tretiranja smole u svetu, KHK „Boris Kidrič“, Lukavac je dao prednost tehnologiji koju je izradila firma Proabd—befs Engineering, France. Ovaj tehnološki postupak je potpuno automatizovan te maksimalno smanjuje prisustvo čoveka u procesu, a gasovi, koji su u procesu oslobađanju u atmosferu, desetostruko su niži u odnosu na granične vrednosti predviđene našim saveznim propisima o zaštiti čoveka i čovekove okoline.

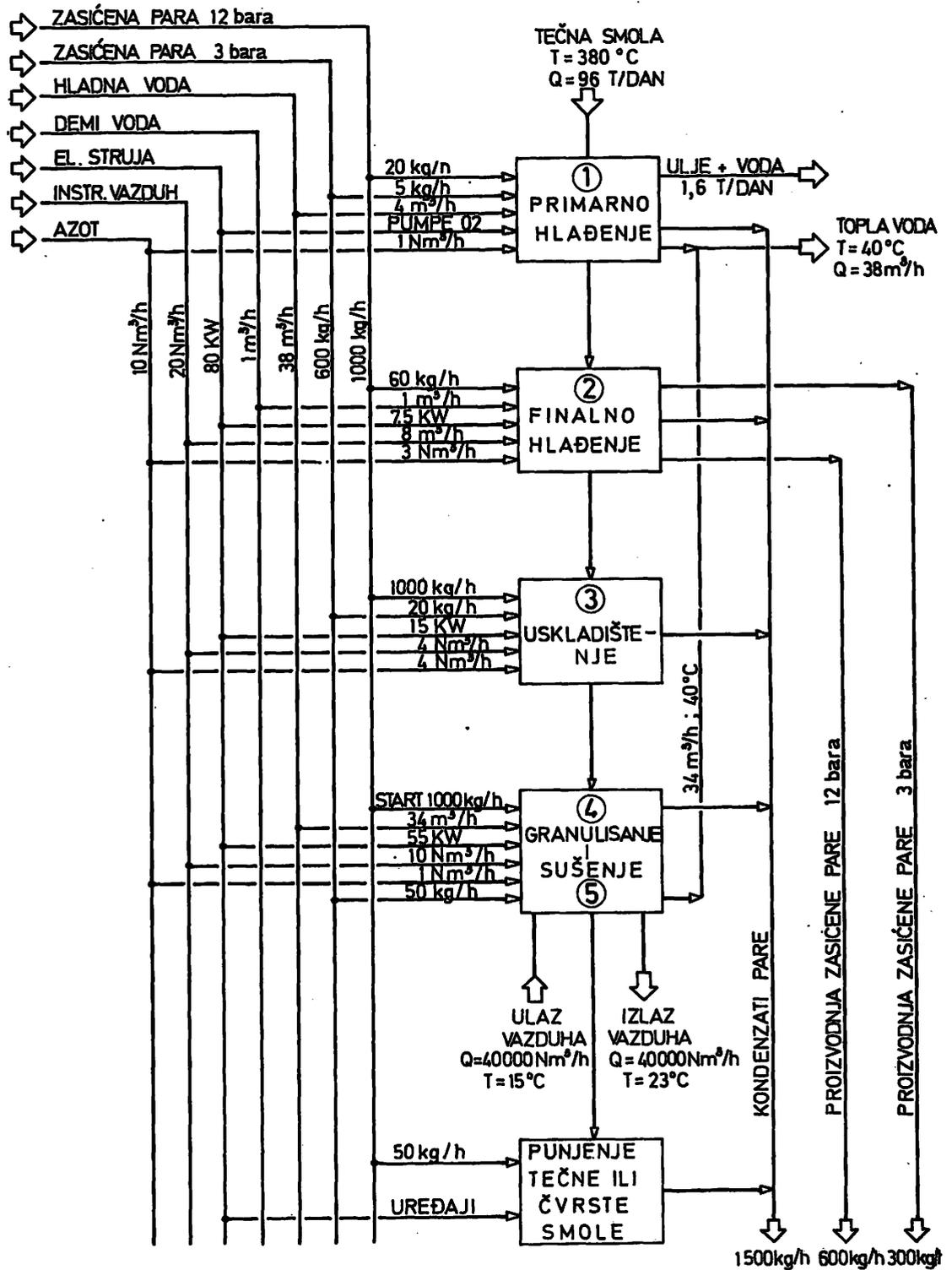
Princip rada

Lanac za pripremu elektrodne smole počinje na izlazu iz destilacije i sadrži šest „karika“ prikazanih u „šemi procesa“ koja je data na sl. 1.



Sl. 1 – Šema procesa.

Smola, temperature $T = 380^{\circ}\text{C}$ dolazi na primarno hlađenje 1, u prekidima, a svaki turnus ima 16 tona i to svakih 4 sata, gde se smiruje i hladi direktnim hlađenjem. Zatim se iz 1 odvodi na



Sl. 2 — Energetski i materijalni bilans.

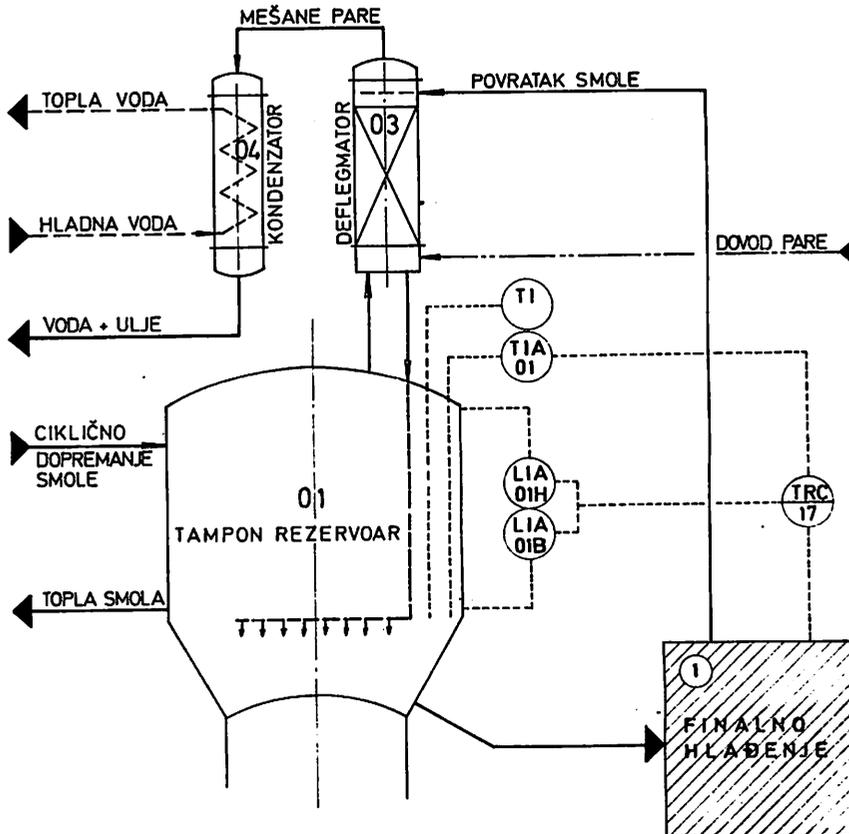
finalno hlađenje 2 gde se ponovo hladi na temp. 170°C da bi se odatle odvela ili na skladištenje 3 ili granulisanje i sušenje 4 i 5. Uskladištena tečna smola se može iz 3 otpremiti u tečnom stanju ili posle granulisanja i sušenja 4 i 5 u čvrstom stanju, tj. u obliku granula koje predstavljaju finalni proizvod u ovom procesu.

Na sl. 2 dat je energetski i materijalni bilans potreban za ostvarivanje procesa granulisanja elektrodne smole. Prikaz tehnologije dat je kroz opis „šeme procesa“.

Primarno hlađenje (sl. 3)

U procesu primarnog hlađenja treba obezbediti tampon rezervoar (poz. 01) koji bi omogućio

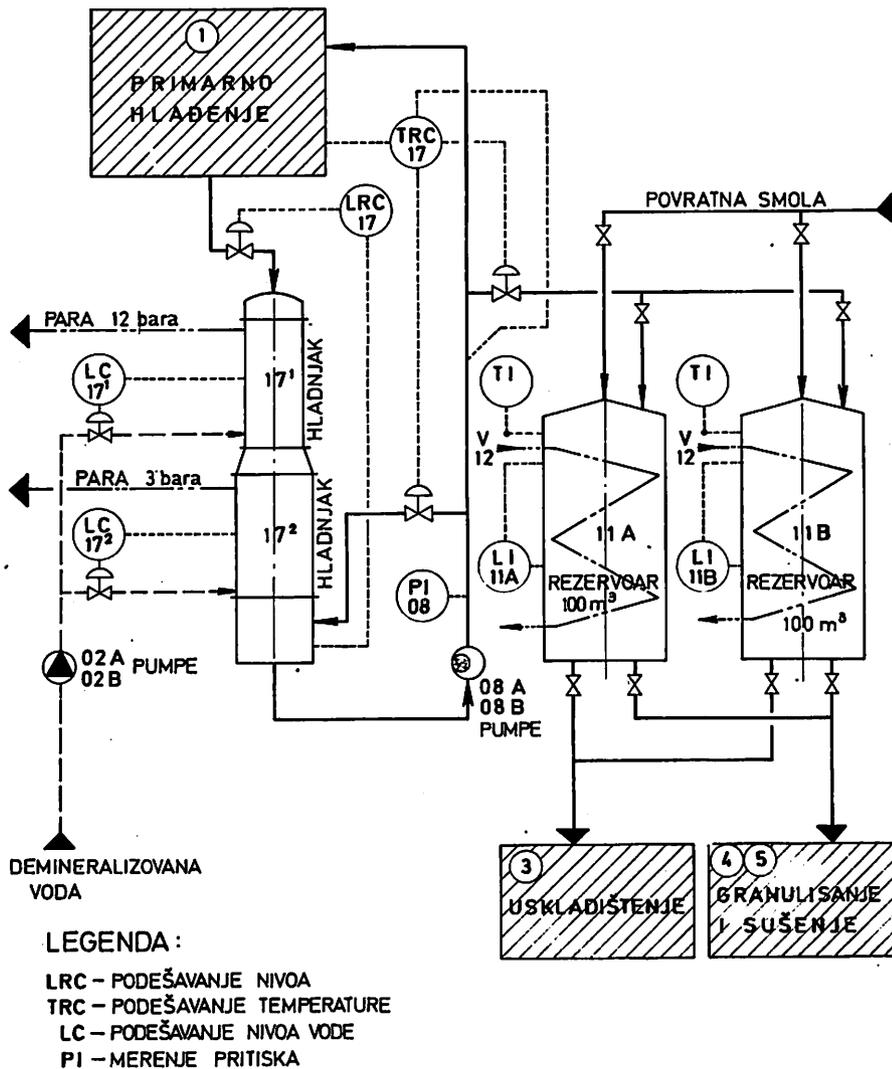
prelaz sa sistema cikličnog rada na sistem kontinualnog procesa (kapacitetom omogućava ovaj zahtev) i koji bi, takođe, obezbedio primarno hlađenje smole sa 380°C na ~ 300°C. U ovom procesu se stvaraju pare, pa treba obezbediti deflegmator (poz. 03) u kojem se one kondenzuju i zajedno sa povratnom smolom iz finalnog hlađenja vraćaju ponovo u tampon rezervoar (poz. 01). Sve pare koje su ostale u deflegmatoru (poz. 03) kondenzuju se u celini u kondenzatoru (poz. 04) odakle se, gravitaciono, mešavina vode i ulja odvodi kao otpad iz celog sistema. Sistemom automatike je potpuno obezbeđen i automatizovan proces primarnog hlađenja.



LEGENDA:

- TI - TERMOSTAT
- LI - POKAZIVAČ NIVOVA
- TRC - PODEŠAVANJE TEMPERATURE

SI. 3 — Primarno hlađenje.



Sl. 4 — Finalno hlađenje

Finalno hlađenje (sl. 4)

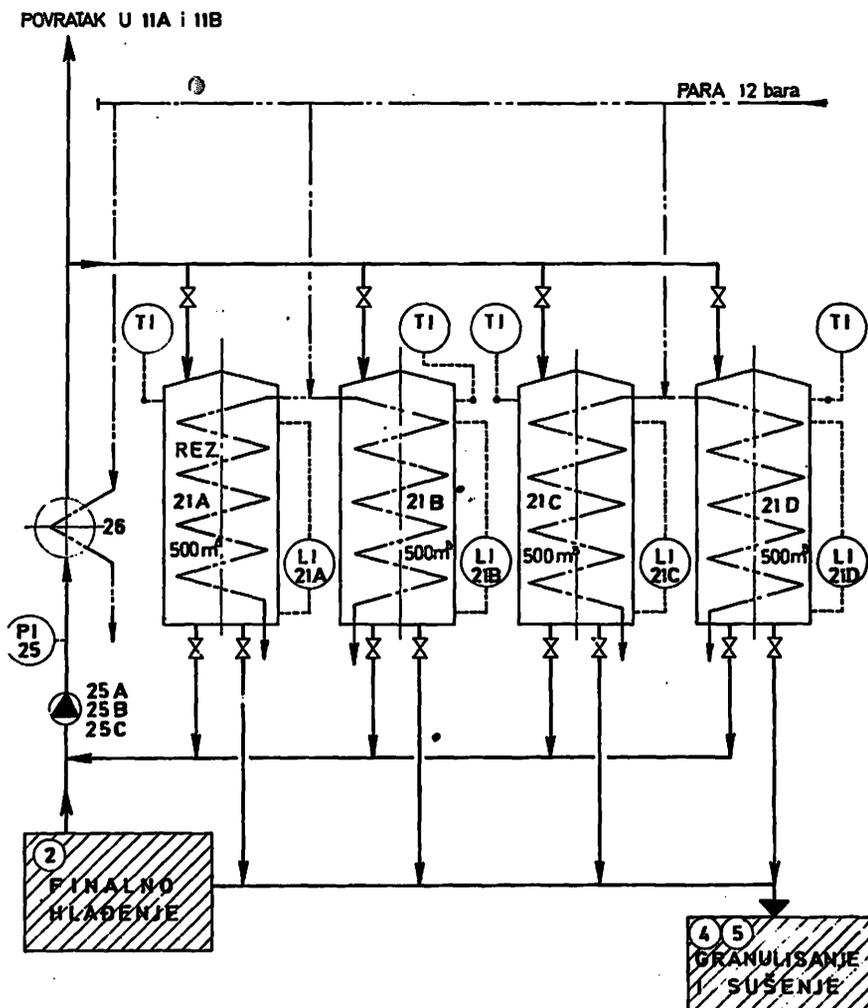
U procesu finalnog hlađenja potrebno je obezbediti neprekidno hlađenje smole na temperaturu granulisanja (5 t/h) i vršiti prijem tako ohlađene smole u dva kontrolna „kapaciteta“ (protočni rezervoari poz. 11A i 11B, kapaciteta 100 m³). Toplotu koja se oslobađa treba prikupiti u obliku vodene pare, koja učestvuje u daljem procesu. Finalno hlađenje se obezbeđuje sistemom hladnjaka kaskadno postavljenih (poz. 17¹ i 17²) u kojima se smola prvo hladi na 220°C, a potom na 170°C.

Tako ohlađena smola se vraća pomoću pumpi (poz. 08A i 08B) nazad u sistem primarnog

hlađenja, gde učestvuje u hlađenju smole koja je pristigla na primarno hlađenje. Sistem automatike reguliše protok ohlađene smole u pravcu (povratnom) primarnog hlađenja ili u pravcu protočnih rezervoara kapaciteta 100 m³, iz kojih se, opet, može slati na uskladištenje ili na granulisanje i sušenje.

Uskladištenje (sl. 5)

Potrebno je stvoriti, u tačnoj fazi, rezervu smole od 2000 t da bi se zadovoljile razne potrebe kako proizvodnje tako i isporuke. Svi rezervoari su



Sl. 5 — Usklarljenje.

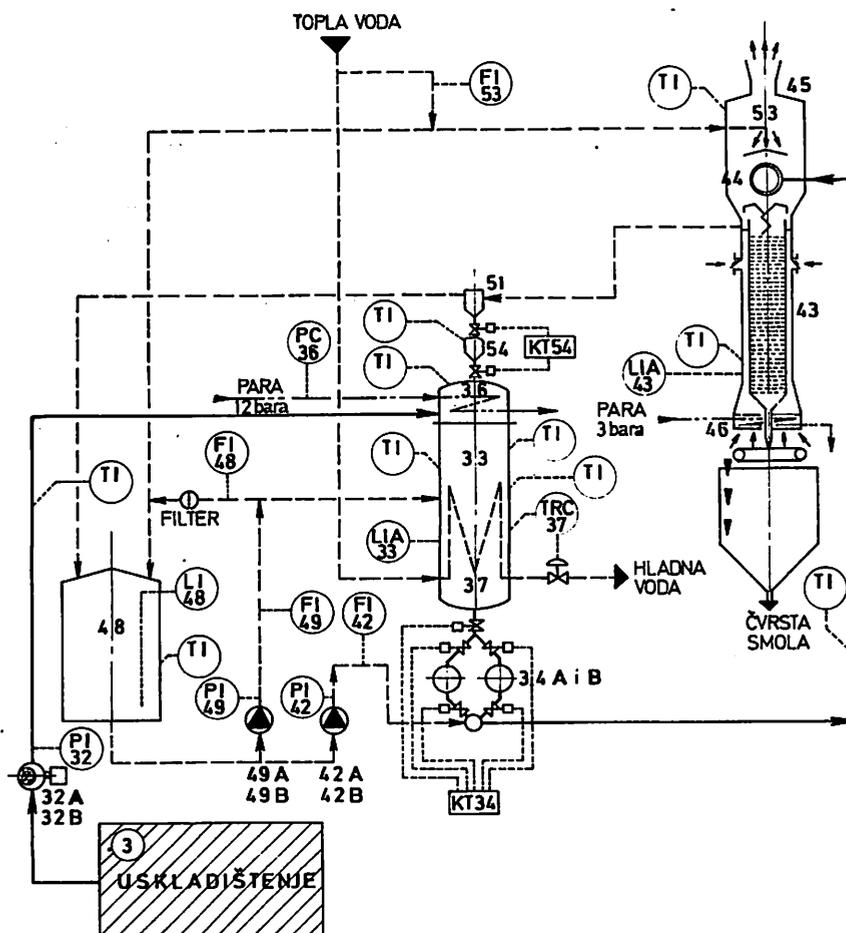
opremljeni specijalnim uređajima za grejanje koji omogućuju da, posle prirodnog hlađenja, zagreju smolu na 170°C i održavaju je na toj temperaturi, ako je potrebno. Preko sistema sastavljenog od pumpi (poz. 25 A, B, C) i „buster“ (brzog) grejača (poz. 26) omogućava se prebacivanje smole iz finalnog hlađenja u bilo koji od skladišnih rezervoara (poz. 21 A, B, C, D); protokom pumpi od 20 t/h, omogućava se veza protočnih rezervoara (poz. 11 A, B) i skladišnih rezervoara (poz. 21 A, B, C, D) i eventualne isporuke smole u tečnom stanju. Ove veze treba takođe da omoguće prebacivanje tečne smole iz bilo kojeg protočnog rezervoara u skladišne rezervoare, napajanje sistema za granulisanje direktno iz finalnog hlađenja ili iz nekog od skladišnih rezervoara, pretakanje iz rezervoara u rezervoar i eventualno dogrevanje u sistemu final-

nog hlađenja sa namerom da se takva smola šalje na granulisanje. Sistemom automatike je potpuno obezbeđen automatizovan proces koji je naveden.

Granulisanje i sušenje (sl. 6)

Potrebno je ostvariti otvrdnjavanje i sušenje zrnaca čvrste smole koja se dobija u ovom delu procesa u obliku eliptičnih zrna, čija je prosečna veličina ϕ 8 mm i H = 5 mm, što joj daje veoma veliku mehaničku otpornost, tako da se njima može manipulirati bez njihovog drobljenja.

Granulisanje smole se obavlja u granulatoru (poz. 33) koji se održava konstantno pod pritiskom od 12 bara, a koji joj daje pumpna stanica (poz. 49 A i B). U gornjoj zoni granulatora treba



LEGENDA :

- FI - POKAZIVAČ PROTOKA
- KT - SATNI MEHANIZAM
- PC - REGULATOR PRITISKA

Sl. 6 — Granulisanje i sušenje.

održati temperaturu od 170°C (sistemom grejača, poz. 36), dok se donja zona granulatora sistemom izmenjivača toplote, hladi (poz. 37). Tečna smola se doprema u granulator pomoću zapreminskih pumpi (poz. 32 A, B) gde se u gornjem delu granulatora smole raspršava u kapi. To se kapi u zoni hlađenja stvrdnjavaju, talože u vodenoj sredini u sakupljačima granula (poz. 34 A, B), odakle se pumpama poz. 42 A i B (hidro-transport) otpremaju u kulu za sušenje (poz. 44 separator). Nakon okapanja granula (od vode) u separatoru, formira-

na zrnca upućuju se u spiralni spuštač (poz. 43), gde se odvajaju kapljice vode i zrnca smole manja od 1,5 mm mehaničkim putem (pomoću vazduha čija je brzina podizanja veća od granične brzine padanja kapi vode i malih zrnaca smole). Voda od pranja i ceđenja smolnih kuglica upućuje se u posudu za taloženje (poz. 51) u kojoj se vrši separacija čvrstih delova (smola) od vode i izdvajaju se u poz. 54, odakle se vraćaju u kulu za granulaciju. Čista voda na izlazu iz posude (poz. 51) usmerava se u rezervoar vode (poz. 48). Voda

iz cirkulacije stalno se filtrira kroz povratni vod ka rezervoaru (poz. 48). Osušene granule (u kuli za sušenje, poz. 43) se pomoću grejača (poz. 46) potpuno oslobađaju vode i skladište u bunkere, spremne za transport. Bunkereri su postavljeni iznad železničkog koloseka tako da je otprema gotovih granula moguća kako drumskim transportnim sredstvima tako i železnicom. Sistemom automatike potpuno je obezbeđen i automatizovan proces granulisanja, sušenja i čitavog procesa.

Na osnovu opisane tehnologije izvršeno je kompletno projektovanje postrojenja za proizvod-

nju granulisanje elektrodne smole. Projektovanje je obuhvatilo: mašinsko projektovanje i konstruisanje aparata i uređaja (osim poz. 17¹ i 17², 33 i 43 — isporučeni od strane ino-partnera) i cevovoda (za smolu, azot, komprimovan vazduh, demi. vodu, deka.vodu, paru 12⁰ i 3 bara i kondenzat); građevinsko projektovanje temelja za sve aparate i uređaje i pumpe, platoa za postrojenje, cevni most i kompletan čelik (penjalice, garišta, platforme itd.) i elektro projektovanje: projektovanje elektro instalacija, sistema automatike i regulacije. Prema tehnološkim zahtevima i investiciono-tehničkoj dokumentaciji postrojenje je izvedeno i pušteno u probnu proizvodnju u novembru ove godine.

SUMMARY

Plant for Production of Granulated Electrode Resin in KHK „Boris Kidrič” — Lukavac

The paper outlines a modern technological process for production of granulated electrode resin developed in the newly constructed facility of the Coking and Chemical Combine „Boris Kidrič” — Lukavac. The technological process is provided by the firm „Proabd-beef Engineering” — France. In line with this technology, the complete facility was designed by the Department for Design and Construction of Mining Institute — Belgrade.

ZUSAMMENFASSUNG

Anlage zur Produktion des granulierten Elektrodenpechs in KHK „Boris Kidrič” — Lukavac

Es wurde ein zeitgemässer Prozess zur Produktion des granulierten Elektrodenpechs, der in neuerbauten Anlage im Koks—chemischen Kombinat „Boris Kidrič” — Lukavac produziert wird, dargestellt. Den technologischen Prozess hat die Firma „Proabd-beef engineering”, Frankreich, geliefert. Auf Grundlage dieser neuen Technologie hat komplette Anlage die Abteilung für Projektierung und Konstruktion des Bergbauinstituts, Belgrad, projektiert.

РЕЗЮМЕ

Установна для производства грануловидной электродной смолы на НКХ „Борис Кидрич” — Лунавац

Приведен современный технологический процесс для производства грануловидной электродной смолы, примененный на новопостроенной установке на Коксо-химическом комбинате Им. Борис Кидрич г. Лунавац. Технологический процесс предоставлен формой „Proabd-beef engineering”, Франция. На основании данной технологии, комплетное проектирование установки выполнено Сектором для проектирования и конструирования Горного института, Белград.

Literatura

1. Ponuda firme Proabd—beef Engineering, France za izradu tehnološko-mašinskog projekta za postrojenje granulirane elektrodne smole za potrebe KHK „Boris Kidrič“, Lukavac, 1981.
2. Kombinat „Boris Kidrič“, Lukavac: Conditionnement du Brai, Livret d'exploitation — Proabd—beef Engineering, France, 1982.
3. Glavni mašinski projekat postrojenja za granulisanje elektrodne smole, Rudarski institut, Zavod za projektovanje i konstruisanje, 1983, Beograd.

Autori: dipl. inž. Slobodan Stupar i dipl.inž. Kostantin Stefanović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dipl.inž. M.Mitrović, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen. 9.1.1984, prihvaćen 5.4.1984.

ANALIZA UTICAJNIH FAKTORA NA PRODUKTIVNOST RADA U RUDNICIMA UGLJA SFRJ

(sa 2 slike)

Prof. dr inž. Mirko Perišić – mr inž. Jovan Vujić, dipl.matem.

Predgovor

Poslednjih godina u Rudarskom institutu – Beograd obrađena je i izvršena sistematizacija uticajnih faktora i način prikupljanja po rudnicima svih faktora koji se ne nalaze u „Godišnjaku o radu rudnika uglja“.

Posebnom studijom je koncipirana metodologija analize uticaja tih faktora na produktivnost rada. Na bazi te metodologije, sa još nekompletnim podacima, izvršena je „probna“ analiza, koja je ovde izložena.

S obzirom da su rudnici želeli da njihovi podaci ne budu objavljeni, autori su odlučili da u referatu ne daju nazive rudnika, već ih označe brojem i da ne daju tablicu ulaznih podataka. Analiza zbog toga ne gubi na vrednosti, jer njen zadatak nije da ocenjuje pojedinačni rudnik, već stanje u rudnicima uglja cele zemlje.

U analizi su primenjene poznate statističke metode, prilagođene konkretnom problemu.

U analizi uticaja faktora na produktivnost rada u rudnicima uglja obrađena su 34 rudnika, od čega 11 sa površinskom eksploatacijom. Nisu uzeti u obzir oni rudnici, za koje se nisu mogli prikupiti verodostojni podaci.

Analizirana je produktivnost kombinata (\equiv rudnik ukupno = y_8) i proizvodnog pogona (\equiv otvora = y_6)

Od uticajnih faktora su analizirani:

A \equiv nivo koncentracije:

X10 = godišnja proizvodnja u 000 t
X13 = godišnja proizvodnja po otvoru u 000 t

B \equiv nivo tehnološke inovacije:

X201 = godišnja potrošnja električne energije po radniku (kWh/radniku)
X21 = godišnja proizvodnja po otkopu (000 t/god.)
X22 = visina osnovnih sredstava po radniku u 000 din./radniku
X24 = instalisana snaga (el. energije) po radniku (kW/radniku)
X27 = odnos mehanizovanih i nemehanizovanih otkopa

C \equiv stepen zainteresovanosti i motivacije za rad:

X35 = odnos ličnog dohotka radnika i prosečnog ličnog dohotka svih radnika rudnika uglja
X311 = odnos kvalifikovanih i svih radnika na rudniku
X312 = fluktuacija radnika (otišli i došli u odnosu na ukupan broj)
X313 = izostanci sa posla

F \equiv nivo organizovanosti:

X319 = nadnice na dobijanju i pripremi u odnosu na ukupne nadnice (=angažovanost na specijalnim poslovima)
X320 = nadnice na otkopavanju u odnosu na ukupne nadnice (=angažovanost na dobijanju)

$S \equiv$ toplotna vrednost uglja:

X12 = lignit, mrki ili kameni uglj izražen u kJ vrednosti po t

$T \equiv$ radni uslovi za tehnologiju:

X41 — ugljunosnost u 000 t/m²

X44 = dubina ležišta u m

X49 = prosečna moćnost sloja ili slojeva u m.

Želeli smo da obradimo 42 faktora, ali je to u ovoj fazi bilo teško ostvariti, osobito za one faktore, koji se ne mogu kvantifikovati, pa je trebalo da se prikupe anketno (spoljni faktori i nekih radnih uslova). U proteklom periodu je učinjeno mnogo da se prikupe podaci za povećani broj uticajnih faktora.

U statističkoj analizi uticaja faktora na produktivnost rada u rudnicima uglja primenjeni su:

1— sažimanje faktora i diferencijacija rudnika

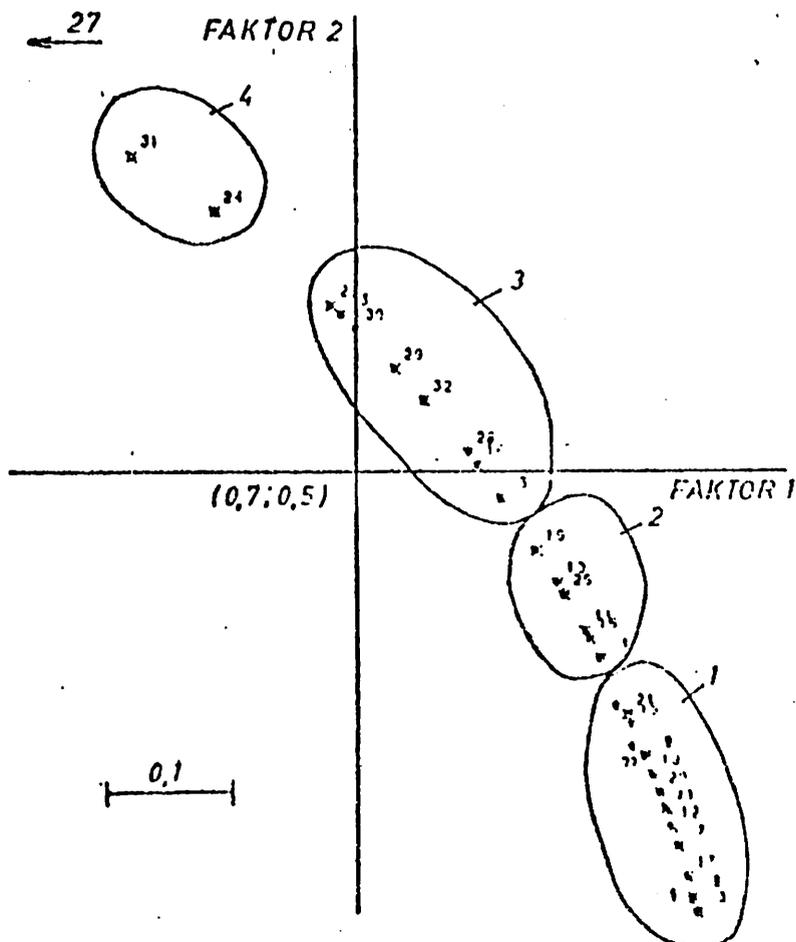
2— statistička analiza unutar grupa i među grupama

3— regresiona analiza.

Sažimanje faktora i diferencijacija rudnika

S obzirom na vrlo veliki broj faktora, koji su međusobno u korelacionoj vezi, potrebno je prvo statističkim metodama (faktorska analiza, diskriminaciona analiza i sl.) izvršiti sažimanje više faktora na manji broj nekoreliranih varijabla (faktora).

U ovoj analizi je primenjena faktorska i diskriminaciona analiza, a svaka istoimena grupa faktora je analizirana posebno.



Slika 1.

Nivo koncentracije \equiv A (faktori X10 i X13)

Pod uticajem ova dva faktora rudnici se svrstavaju u dve grupe i podaci te analize su neupotrebljivi. Zbog toga se je kao faktor koncentracije koristio samo faktor (X13)—proizvodnja po rudniku i onda se rudnici dele u pet grupa:

Grupa 1 – rudnici manji od 100.000 t/god: 1, 2, 3, 7, 10, 15, 17 i 23

Grupa 2 rudnici od $100-400 \cdot 10^3$ t/god: 4, 5, 6*, 8, 9*, 11, 12, 13, 14, 16*, 18*, 22, 26* i 32

Grupa 3 – rudnici od $400-800 \cdot 10^3$ t/god: 20, 21, 29 i 30

Grupa 4 – rudnici od $800-1500 \cdot 10^3$ t/god: 24, 25 i 31

Grupa 5 – rudnici veći od 1.500.000 t/god: 19, 27 i 28

(Rudnici označeni zvezdicom (*) su manji od 200.000 t/god.).

Podaci su uneti u tablicu A u kolonu faktora A.

Nivo tehnološke inovacije \equiv B (faktori: X201, X21, X22, X24 i X27)

Diskriminacionom i faktorskom analizom su dobijena dva nekorelirana faktora: B1 i B2, uneta u tablicu A (kolone B1 i B2) i prikazana na slici 1.

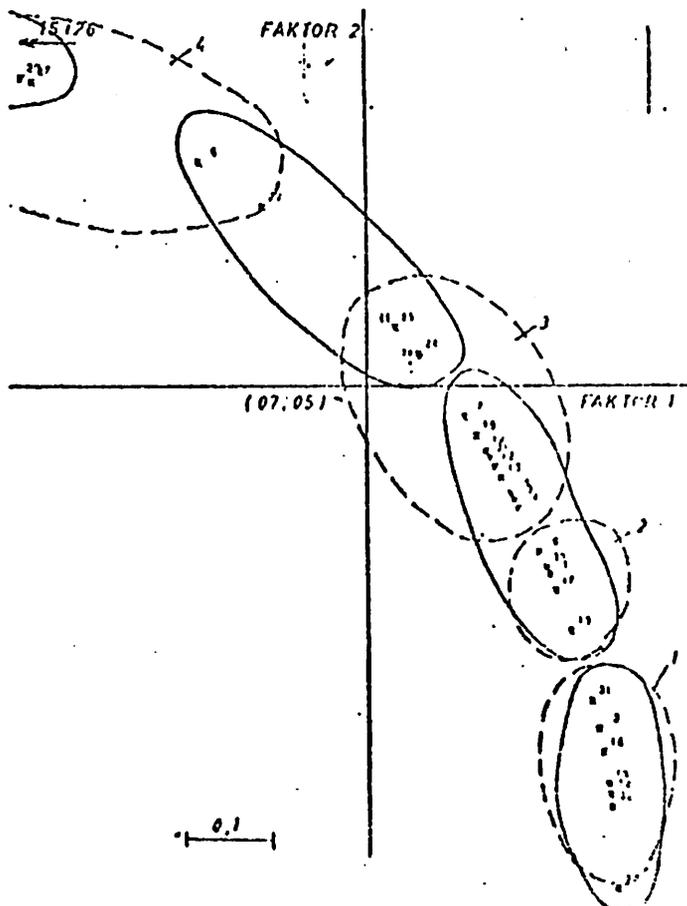
Rekognosciranjem su rudnici svrstani u grupe:

Grupa 1 – rudnici ($B1 > 0,9; B2 < 0,45$): 1, 2, 3, 7, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22 i 23

Grupa 2 – rudnici ($0,85 < B1 < 0,9; 0,45 < B2 < 0,55$): 4, 5, 6, 8, 11, 14, 19 i 26

Grupa 3 – rudnici ($0,65 < B1 < 0,85; 0,55 < B2 < 0,75$): 13, 25, 28, 29, 30 i 32

Grupa 4 – rudnici ($B1 < 0,65; B2 > 0,75$): 24, 31 i 27 (ovaj poslednji posebno izdvojen).



Slika 2.

Tablica A

Rudnici	Rudnik ukupno	Proizv. pogon	Nivo koncentracije	Nivo tehnološke inovacije	Zainteresovanost i motivacija za rad	Nivo organizacije rada X319	Vrsta uglja MJ/kg	Radni uslovi za tehnologiju
Y ₈	A	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	X320	S	T ₁ T ₂
1	0.85	88,3	0.96406	0.26010	0.91563	0.40202	24.620	0.94132 0.33751
2	0.74	68,4	0.96451	0.26327	0.87432	0.48532	19.280	0.94887 0.31567
3	0.35	31,6	0.96801	0.25089	0.97379	0.22743	27.210	0.94305 0.33265
4	2.23	305,3	0.89133	0.45336	0.76298	0.64639	15.180	0.92900 0.37008
5	1.68	288,6	0.81408	0.58067	0.87034	0.49244	13.380	0.94162 0.33667
6	1.81	188,0	0.92697	0.37476	0.50843	0.86108	12.440	0.83366 0.55228
7	1.02	77,1	0.95288	0.30283	0.81697	0.57661	15.800	0.94187 0.33598
8	1.72	202,9	0.92740	0.37400	0.90403	0.42747	16.280	0.94187 0.33599
9	0.80	189,3	0.91318	0.40750	0.87928	0.47630	18.830	0.94187 0.33599
10	0.98	154	0.85789	0.51382	0.94128	0.33763	16.200	0.94000 0.34119
11	1.55	283	0.87964	0.47536	0.73580	0.67711	16.320	0.94187 0.33598
12	1.85	218,2	0.94801	0.31792	0.85268	0.52239	19.350	0.94187 0.33598
13	1.34	324,3	0.68812	0.72558	0.86021	0.50983	16.240	0.94187 0.33598
14	2.02	217,1	0.79499	0.60658	0.84183	0.53974	12.250	0.92931 0.36931
15	1.00	48,6	0.91583	0.40077	0.03169	0.99945	13.310	0.93327 0.35918
16	1.66	162,9	0.88287	0.46958	0.98610	0.16612	13.210	0.94062 0.33946
17	1.28	59,0	0.96039	0.27865	0.92313	0.38442	17.220	0.93948 0.34216
18	1.74	117,5	0.93298	0.35969	0.97956	0.20112	13.670	0.93609 0.35177
19	4.77	2257,5	0.84189	0.53961	0.83095	0.55595	9.660	0.99573 0.09233
20	3.67	591,7	0.93846	0.34534	0.30428	0.95256	10.390	0.94642 0.32292
21	2.54	484,6	0.91273	0.40829	0.84675	0.53193	11.680	0.94298 0.33284
22	1.18	104,6	0.92736	0.37392	0.98797	0.15466	12.650	0.94208 0.33539
23	0.88	53,0	0.94143	0.33212	0.99880	0.04781	14.270	0.94187 0.33538
24	5.13	892,4	0.58822	0.80869	0.76325	0.64603	15.180	0.93351 0.35854
25	9.76	1091,6	0.68009	0.73304	0.73671	0.67261	16.320	0.93407 0.35708
26	4.16	222,8	0.86303	0.50454	0.02907	0.99957	13.310	0.94187 0.33598
27	13.52	4336,2	0.19985	0.97969	0.31612	0.94869	7.500	0.25682 0.96646
28	8.69	3395,2	0.78783	0.61589	0.76562	0.64322	7.120	0.92471 0.38068
29	5.34	410,9	0.73108	0.68229	0.58267	0.81266	10.390	0.94416 0.32948
30	3.90	399,2	0.70022	0.71385	0.91182	0.41019	7.320	0.92738 0.37412
31	10.50	913,0	0.52174	0.85310	0.96578	0.25922	12.800	0.93375 0.35793
32	7.49	282,8	0.75394	0.65681	0.98995	0.14123	11.130	0.93054 0.36618

Zainteresovanost i motivacija za rad $\equiv C$ (X35, X311, X312 i X313).

Analizom su dobijena dva nekorelirana faktora: C1 i C2 (kolone u tablici A) i četiri grupe prikazane na sl. 2. Rekognosciranjem su raspoređeni rudnici u grupe:

Grupa 1 ($0,95 < C1$; $C2 < 0,30$): 3, 16, 18, 22, 23, 31 i 32

Grupa 2 ($0,88 < C1 < 0,95$; $0,3 < C2 < 0,45$): 1, 8, 10, 17 i 30

Grupa 3 ($0,5 < C1 < 0,88$; $0,45 < C2 < 0,7$): 2, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 19, 21, 24, 25 i 28

Grupa 4 ($C1 < 0,5$; $0,7 < C2$): 6, 15, 20, 26, 27 i 29

Organizovanost $\equiv F$ (X319 i X320)

Faktorska analiza svodi se na jedan faktor, a rudnici se svode u dve grupe. Rekognosciranjem je odlučeno da se usvoje postojeći faktori X319 i X320 i kao takvi da se uvedu u tablicu A, a da se razvrstavanje na rudnike ne vrši zbog nedovoljnog broja faktora iz oblasti organizovanosti.

Toplotna vrednost uglja $\equiv S$ (X12)

Rudnici su razvrstani u četiri grupe:

Grupa 1 (> 20.000 kJ): 1, 2 i 3

Grupa 2 ($13.000 - 18.000$ kJ): 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25 i 26

Grupa 3 ($10.000 - 13.000$ kJ): 6, 14, 20, 21, 22, 30, 31 i 32

Grupa 4 (< 10.000 kJ): 19, 27, 28 i 30

Radni uslovi $\equiv T$ (X41, X44 i X49)

Faktorska analiza je pokazala da dolazi do polarizacije sa jedne strane rudnika:

Grupa 1 ($-0,92471$; $0,38068$): 28

Grupa 2 ($0,25682$; $0,96646$): 27

Grupa 5 ($0,99573$; $0,09233$): 19

od ostalih rudnika:

Grupa 3: 4, 6, 14, 15, 18, 24, 25, 30, 31 i 32

Grupa 4: svi ostali rudnici

Podaci dobijenih vrednosti nekoreliranih faktora su uvedeni u tablicu A, kolone T1 i T2.

Ovom analizom su svi prikupljeni faktori svedeni na sledeće varijable (faktore)*:

koncentracija: \vec{A}
tehnološka inovacija: $\vec{B1}$ i $\vec{B2}$
zainteresovanost i motivacija: $\vec{C1}$ i $\vec{C2}$
organizovanost: $\vec{X319}$ i $\vec{X320}$
toplotna vrednost uglja: \vec{S}
radni uslovi: $\vec{T1}$ i $\vec{T2}$

Svi podaci, dobijeni ovom analizom, uneti su u tablicu A i služe kao ulazni podaci za regresionu analizu uticaja faktora.

Citirane varijable — faktori dele se na o b j e k t i v n e: toplotni efekat (vrsta uglja) (S), radni uslovi (T) i tip eksploatacije (P/O), te s u b j e k t i v n e: koncentracije (A), tehnološka inovacija (B1 i B2), zainteresovanost i motivacija (C1 i C2) te organizovanost (X319 i X320).

Statistička analiza u grupama i među grupama

Analizom, opisanom u ovom poglavlju, vrši se i diferencijacija rudnika, grupišući ih po sličnosti analiziranih faktora u grupe. Tako grupisani rudnici predstavljaju početni materijal za analizu.

S obzirom na ostvareni učinak rudnika (kombinata) (y_8) rudnici se mogu svrstati u 6 grupa, kako je to prikazano u tablici B. U toj tablici je data i pripadnost grupama za objektivne i subjektivne faktore i posebno tip eksploatacije (podzemna ili površinska).

Na osnovu podataka iz tablice B izvršena je analiza prvo u grupama a potom među grupama.

Analiza u grupama

U grupi 1 se nalaze rudnici: 1, 2, 3, 9, 10 i 23 sa produktivnošću manjom od 1 t/nadnica. Svi ovi rudnici pripadaju istom nivou radnih uslova, pa im se, ipak, razlika u produktivnosti kreće od 0,35 (rudnik 3) do 0,95 (rudnik 10); isto tako su svi rudnici sa podzemnom eksploatacijom, a razlika je samo u vrsti uglja (grupe 1 i 2). Otuda se osnovni uticaji razlike u produktivnosti treba da traže u subjektivnim faktorima.

*) Strelicom se označava upravna (\rightarrow) ili obrnuta (\leftarrow) srazmernost sa produktivnošću

Tablica B

Rudnik	Y ₈	OBJEKTIVNI FAKTORI			SUBJEKTIVNI FAKTORI		
		Vrsta uglja →	Radni uslovi ←	Tip eksploatacije	Nivo tehnološke inov. →	Zainteresovanost i motivac.za rad →	Nivo koncentracije →
		S	T	P/O	B	C	A - 1.3.
1		1	4	P	1	2	1
2		1	4	P	1	3	1
3		1	4	P	1	1	1
9	<1	2	4	P	1	3	2*
10		2	4	P	1	2	1
23		2	4	P	1	1	1
7		2	4	P	1	3	1
13		2	4	P	3	3	2
15	1,01-1,50	2	3	P	1	4	1
17		2	4	P	1	2	1
22		3	4	P	1	1	2*
5		2	4	P	2	3	2
6		3	3	P	2	4	2*
8		2	4	P	2	2	2
11	1,51-1,00	2	4	P	2	3	2
12		2	4	P	1	3	2
16		2	4	P	1	1	2*
18		2	3	P	1	1	2*
4		2	3	P	2	3	2
14		3	3	P	2	3	2
20	2,01-4,00	3	4	P	1	4	3
21		3	4	P	1	3	3
30		4	3	O	3	2	3
19		4	5	P	2	3	5
24		2	3	O	4	3	4
26	4,01-8,00	2	4	O	2	4	2
29		3	4	O	3	4	3
32		3	3	O	3	1	2
25		2	3	O	3	3	4
27		4	2	O	5	4	5
28	>8	4	1	O	3	3	5
31		3	3	O	4	1	4

Nivo koncentracije je skoro na svim rudnicima jednak (najniži: 1), a isto tako i nivo tehnološke inovacije; razlika je samo u zainteresovanosti i motivaciji za rad. Rudnici sa višim nivoom motivacije imaju veću produktivnost, ali od toga odstupa samo rudnik 23. Kao zaključak se može reći, da je u ovim rudnicima ipak karakteristična ujednačenost subjektivnih i objektivnih faktora, da ne treba očekivati izrazitije poboljšanje produktivnosti poboljšanjem faktora, kao što je, na primer, nivo koncentracije ili tehnološke inovacije.

U grupi 2 se nalaze rudnici: 7, 13, 15, 17 i 22, sa produktivnošću od 1,01 - 1,51 t/nadnica.

Svi rudnici pripadaju podzemnoj eksploataciji, imaju iste loše radne uslove (nešto bolje samo rudnik 15) i vrsta uglja je m r k i sa izuzetkom kod rudnika 22. Prema tome, s obzirom na objektivne faktore trebalo bi očekivati ujednačenost u produktivnosti, a u suštini je razlika od 1,00 (rudnik 15) do 1,34 (rudnik 13) t/nadnica.

Analiza subjektivnih faktora ukazuje da jedino rudnik 13 odskaka od ostalih rudnika i po svemu bi trebalo da pripada trećoj grupi rudnika (B=3; C=3; A=2), ali po produktivnosti pripada drugoj grupi rudnika. To pokazuje da u rudniku 13 deluju drugi faktori (organizacioni, ergonomske i sl.) koji

utiču na smanjenje produktivnosti rada. Ostali rudnici su ujednačeni i u subjektivnim faktorima, sa izuzetkom rudnika 7 i 15, koji imaju povoljniji uticaj faktora zainteresovanosti i motivacije za rad, ali i pored toga imaju nižu produktivnost od rudnika 17 i 22, što ukazuje da u rudnicima 7 i 15 deluju, kao i kod rudnika 13, neanalizirani faktori (u kojima je organizacioni odlučujući) tako da dolazi do smanjene produktivnosti rada.

Treću grupu rudnika čine: 5, 6, 8, 11, 12, 16 i 18. Ova grupa ima produktivnost od 1,51—2 t/nadn. Svi rudnici pripadaju podzemnoj eksploataciji, težim radnim uslovima (sa izuzetkom rudnika 18, jer nisu uzeti svi faktori radnih uslova, npr. voda) i mrkim ugljevima. Ova grupa je tipičan predstavnik mrkih ugljeva sa podzemnom eksploatacijom u našoj zemlji i u odnosu na nju je grupa: 1 i 2 samo sa nepovoljnijim subjektivnim faktorima i zbog toga slabijim učinkom.

Ujednačenost u objektivnim faktorima, nije ostvarena kod subjektivnih faktora. Rudnici 18 i 16 imaju niža sva tri subjektivna faktora, usled čega je i produktivnost na donjoj granici grupe (1,74 i 1,66 t/nadn.).

Rudnici: 5, 6, 8 i 11 imaju, u poređenju sa rudnicima 16 i 18, viši nivo tehnološke inovacije (bolju opremljenost), veću zainteresovanost i stimulaciju za rad (rudnik 6 čak $C=4$) i veću koncentraciju, a po produktivnosti se ne razlikuju mnogo (1,68; 1,81; 1,72 i 1,55 po redosledu): Ovo upućuje na dva moguća zaključka: prvo, da drugi faktori koji nisu analizirani (organizacioni, eksterni i sl.) mogu da budu odlučujući, što je manja verovatnoća, i drugo, da se ne može tehnološkom inovacijom, koncentracijom, zainteresovanošću i motivacijom na tim rudnicima učiniti mnogo na povećanju produktivnosti rada.

Kada bi i prvi i drugi navedeni zaključak odgovarao, moglo bi se reći da se na tim rudnicima još malo može poboljšati produktivnost rada boljom organizacijom, ali da se mnogo više ne može učiniti na poboljšanju produktivnosti rada. Detaljnija analiza faktora ovih rudnika (uključujući i rudnik 13) trebalo bi da da konačan odgovor o dometu ovih rudnika u povećanju produktivnosti rada.

Četvrtu grupu rudnika čine: 4, 14, 20, 21 i 30. Samo prvi rudnik spada po vrsti uglja u kategoriju 2, a ostali (osim rudnika 30 koji spada u

kategoriju 4) u kategoriju 3. Svi rudnici, osim rudnika 30, imaju podzemnu eksploataciju.

Po faktoru radni uslovi (T) lošije radne uslove imaju rudnici 21 i 20, a s obzirom na mogućnost primene površinske eksploatacije, najbolje uslove ima rudnik 30, a slično tome i produktivnost: 2,54; 3,67 i 3,90. Stepenn koncentracije kod ova tri rudnika je isti, nivo tehnološke inovacije u rudniku 30 je izrazito bolji (3) u odnosu na ova dva rudnika (1), ali zainteresovanost i motivacija za rad je lošija (2) u odnosu na ova dva rudnika (3,4). Iz ovoga se može izvesti zaključak, da se u rudniku 30 ne koriste dovoljno povoljniji radni uslovi (površinska eksploatacija) i nivo tehnološke inovacije, te da se tu može postići sigurno više na povećanju produktivnosti rada. U rudnicima 20 i 21, i pored nepovoljnih radnih uslova i niskog nivoa tehnološke inovacije, dosta je učinjeno na zainteresovanosti i stimulaciji te postigao zavidni nivo produktivnosti. Ostaje pitanje da li je moguće učiniti nešto na povećanju nivoa tehnološke inovacije (mehanizacije i automatizacije) i koliko bi to doprinelo povećanju produktivnosti ili je to krajnji domet tih rudnika? Na ovo bi se mogao dati odgovor posebnom analizom tih rudnika.

Rudnici 4 i 14 su po subjektivnim faktorima skoro ujednačeni i bliski rudnicima treće grupe i od njih se razlikuju samo po tome što imaju bolje radne uslove, pa usled toga i veću produktivnost: 2,23 i 2,02 t/nadn. Ovo ukazuje na važnu ulogu radnih uslova. U odnosu na rudnike 20 i 21 citirani rudnici imaju povoljnije radne uslove i veći nivo tehnološke inovacije, ali niži nivo koncentracije. Niža produktivnost ukazuje na to, kolika je uloga koncentracije u praćenju produktivnosti, jer se često manja koncentracija ne može kompenzovati ni povećanom mehanizacijom, ili preciznije povećani nivo tehnološke inovacije mora da prati i povećanje nivoa koncentracije.

Ova grupa predstavlja poslednju grupu podzemne eksploatacije.

Petu grupu čine rudnici: 19 (podzemni), 24, 26, 29 i 32 (površinski), sa produktivnošću od 4,01—8 t/nadn. Svi, osim rudnika 19, pripadaju površinskoj eksploataciji i mrkim (2) ili mrko—lignitskim (3) ugljevima.

Rudnik 19, u poređenju sa ostalim rudnicima grupe, ima izrazito nepovoljne objektivne faktore: radne uslove (5) najnepovoljnije od svih rudnika i podzemnu eksploataciju, a po produktivnosti se ne

razlikuje mnogo: rudnik 19—4,77, rudnik 24—5,13, rudnik 26—4,10 i rudnik 29—5,34. Ovo se ne može protumačiti boljim nivoom tehnološke inovacije (rudnik 19—B=2, ostali 2, 3 i 4), zainteresovanosti i motivacijom za rad (rudnik 19—C = 3, ostali 3 i 4), već samo nivoom koncentracije (rudnik 19—A = 5, ostali 2, 3 i 4) i uticajem ostalih neanaliziranih faktora (organizacija rada, adekvatnost tehnologije i sl.).

Rudnik 32 sa produktivnošću 7,49 t/nadn. odskaka od ostalih prvenstveno zbog povoljnijih radnih uslova (T = 3), većeg nivoa tehnološke inovacije (B = 3), ali zato niskom zainteresovanosti i motivacijom za rad i niskim nivoom koncentracije. U poređenju sa rudnikom 24, ovaj rudnik ima sve faktore nepovoljnije, a produktivnost izrazito veću, što se može protumačiti samo vrlo povoljnim radnim uslovima, koji nisu mogli da se izraze i verovatno boljom organizacijom rada.

Veću produktivnost rudnika 29 u odnosu na rudnik 26 objašnjavaju faktori: veći nivo tehnološke inovacije (3/2) i nivo koncentracije (3/2). U poređenju sa rudnikom 24 je nepovoljniji nivo tehnološke inovacije (3/4), nivo koncentracije (4/3) i nepovoljniji radni uslovi (4/3), pa se veća produktivnost (5,34/5,13) može objasniti samo uticajem drugih neanaliziranih faktora pored veće zainteresovanosti i motivacije za rad (3/4) (iako je razlika mala).

Ovu grupu, sa izuzetkom rudnika 19, karakteriše manji površinski kopovi.

Poslednju, šestu grupu, čine površinski kopovi: 25, 27, 28 i 31 sa produktivnošću većom od 8 t/nadn.

Po produktivnosti, u odnosu na druge, odskakače rudnik 27 sa 13,52 t/nadn. Ovaj rudnik nema najpovoljnije radne uslove (T=2) (rudnik 28 ima T=1), ali zato ima najviši nivo tehnološke inovacije (B=5), koncentracije (A=5) i zainteresovanosti i motivacije za rad (C=4). Po tome odskakače od ostalih i zato ima daleko veću produktivnost (prvi posle rudnika 27 je rudnik 31 sa 10,50 t/nadn.).

Rudnik 28 ima najpovoljnije radne uslove (T = 1) i visok nivo koncentracije (A = 5), ali nizak nivo tehnološke inovacije (B = 3) uglavnom zbog preterano velikog broja zaposlenih radnika, te nisku zainteresovanost i motivaciju (C = 3). To su razlozi zbog kojih je produktivnost (8,69 t/nadn.) niska u odnosu na rudnike 27, 31 (10,50) ili 25

(9,76). Ovo ukazuje da se u rudniku 28 nedovoljno iskorišćuju povoljni proizvodni i radni uslovi.

Rudnici 25 i 31 čine u ovoj grupi rudnika podgrupu, koja je ujednačena objektivnim i subjektivnim faktorima sa izuzetkom nivoa tehnološke inovacije (3/4) i zainteresovanosti i motivacije za rad (3/1) (mogućnost greške u podacima za rudnik 21), zbog čega su razlike u produktivnosti neznatne (9,76/10,50 t/nadn.). Veća produktivnost je uglavnom rezultat većeg nivoa tehnološke inovacije.

Analiza grupa

Analiza grupa ukazuje na sledeće:

1. Prve tri grupe su izraziti predstavnici rudnika kamenog i mrkog uglja, a u poslednje tri grupe preovlađuju mrko-lignitski i lignitski rudnici.
2. Radni uslovi (T) u prve tri grupe su izrazito nepovoljni (T=4), u četvrtoj i petoj nešto povoljniji (T = 3 i 4, sa izuzetkom rudnika 19 gde je T = 5), a u poslednjoj povoljni (T = 1, 2, 3).
3. Prve četiri grupe su predstavnici rudnika sa podzemnom eksploatacijom, a poslednje dve grupe sa površinskom eksploatacijom; izuzeci su rudnik 30 u četvrtoj grupi i rudnik 19 u petoj grupi.
4. Nivo tehnološke inovacije (B) u prve četiri grupe dostiže 1. i 2. stepen (izuzetak rudnici 13 i 30), a B = 3, 4 i 5 u poslednje dve grupe (izuzetak rudnici 19 i 26).
5. Za zainteresovanost i motivaciju za rad (C) nema nekog pravila među grupama.
6. Nivo koncentracije (A) je nizak u prve tri grupe (A = 1 i 2), izrazito visok u šestoj grupi (A = 4 i 5), a u četvrtoj i petoj grupi A = 2—5.

Ovi podaci ukazuju da se, što se tiče faktora, izrazito razlikuju 1, 2. i 3. grupa sa jedne strane, i 6. grupa sa druge strane; prvi imaju nepovoljne radne uslove (T = 3 i 4 i podzemna eksploatacija), rudnici su mrkog i kamenog uglja, nizak nivo tehnološke inovacije (B = 1 i 2) i nivo koncentracije (A = 1 i 2), a drugi, povoljne radne uslove (T = 1, 2 i 3 te površinska eksploatacija), visok nivo tehnološke inovacije (B = 3, 4 i 5) i nivo koncentracije (A = 4 i 5), dok vrsta uglja nije izrazito opredeljena. Četvrta i peta grupa predstavljaju, po visini faktora, prelazne grupe.

U prvoj i drugoj grupi se nalaze rudnici sa produktivnošću nižom od 1,50 t/nadn., sa nepo-

voljnim radnim uslovima, podzemnom eksploatacijom, niskim nivoom koncentracije i nivoom tehnološke inovacije (izuzetak rudnik 13). Mala je verovatnoća da se na tim rudnicima može postići veća produktivnost rada.

Treću i četvrtu grupu čine rudnici mrkog i mrko—lignitskog uglja sa produktivnošću od 1,50—4,00 t/nadn., nepovoljnim i izuzetno nešto povoljnijim radnim uslovima (T = 4 i 3) i podzemnom eksploatacijom (izuzetak rudnik 30), koji imaju nešto veći nivo koncentracije (A = 2 i 3) i nivo tehnološke inovacije (B = 1 i 2). Ovu grupu čine oni rudnici sa podzemnom eksploatacijom, u kojima se može očekivati povećanje produktivnosti pod uslovom da povećanje nivoa tehnološke inovacije prati i povećanje nivoa koncentracije, kao i organizacije rada te zainteresovanosti i motivacije za rad. Svi rudnici ovih grupa nemaju te uslove, pa se može očekivati da će u budućnosti doći do diferencijacije rudnika treće i četvrte grupe u one, koji će se približiti drugoj grupi i preostale, koji će biti bliži ili ući u sadašnju petu grupu.

Petu grupu čine rudnici sa površinskom eksploatacijom (sa izuzetkom rudnika 19, o kome je u prethodnoj analizi dat detaljniji opis), na nižem nivou koncentracije (A = 2, 3, 4) sa nepovoljnijim radnim uslovima (T = 3 i 4), ali dosta visokim nivoom tehnološke inovacije. Treba očekivati povećanje produktivnosti u rudnicima ove grupe.

Šestu grupu čine veliki rudnici sa površinskom eksploatacijom, sa vrlo povoljnim radnim uslovima (T = 1, 2 i 3), visokim nivoom koncentracije (A = 4 i 5) i visokim nivoom tehnološke inovacije (B = 3, 4 i 5). Budući razvoj rudnika ove grupe je opravdan i to garantuje povećanje produktivnosti.

Kao zaključak ove analize može se istaći, da su rudnici budućnosti oni koji pripadaju 5. i 6. grupi

rudnika, a da se iz 3. i 4. grupe rudnika mogu izdiferencirati kao perspektivni oni rudnici, u kojima se ulaganjem sredstava može postići viši nivo tehnološke inovacije uz obavezno povećanje nivoa koncentracije i poboljšanje organizacije rada, i to prvenstveno kod rudnika sa povoljnijim radnim uslovima (T = 3).

Regresiona analiza

Produktivnost rudnika ukupno (y_8)

Koračajućom regresionom analizom je dobijen sledeći izraz:

$$y_8 = 0,04966 + 0,000253 \cdot (\vec{A}) \cdot (\vec{S}) \pm 6,039 \cdot (\vec{B}_2) + 6,899 \cdot (\vec{F}_{3,20}) - 2,859 \cdot (\vec{C}_1) - 7,710 \cdot (\vec{C}_2) \cdot (\vec{F}_{3,20})$$

Test: Multipli korelacioni koeficijent R = 0,925

$$F = 35,958 > F_{0,01}(26,5) = 9,40$$

$$T \text{ za sve varijable } > 2 \geq T_{0,05}(26) = 2,056$$

pa se, prema tome, regresioni izraz može koristiti.

Koeficijenti daju procenu kvantitativnog uticaja faktora na produktivnost, ali, da bi se ostvarila komparativna analiza među faktorima, potrebno je uvesti kodove za varijabile oblika:

$$K = 2 \frac{X - \bar{X}}{X_{\max} - X_{\min}} = \frac{X - \bar{X}}{D/2}$$

Na primer, za B_1 je kodirana vrednost KB_1 :

$$KB_1 = \frac{B_1 - 0,3841}{0,5840}$$

Tablica C

Oznaka	Naziv faktora	Koeficijent	%	Bez interakcije %
KA	Proizvodnja po otvoru	7,753	32,0	45,0
KS	Vrsta uglja	5,548	22,9	32,2
KA-KS	Interakcija	5,400	22,3	—
KB ₂	Nivo tehn.inovacije	2,196	9,1	9,1
KC ₁	Zainteresovanost i motivacija	-1,384	5,7	5,7
KC ₂	Zainteresovanost i motivacija	-1,138	4,7	7,5
KF _{3,20}	Angaž. na otkopavanju	-0,045	0,3	0,5
KC ₂ · KF _{3,20}	Interakcija	-0,734	3,0	—
Σ		24,200	100,00	100,00

pa umesto B_1 u formulu regresije treba uneti: $0,5843 \cdot KB_1 + 0,3841$

Kada se uvedu kodirane vrednosti formula dobija sledeći oblik:

$$y_8 = 11,706 + 7,753 \cdot KA + 5,548 \cdot KS + 5,400 \cdot KA \cdot KS + 2,196 \cdot KB_2 - 1,384 \cdot KC_1 - 1,138 \cdot KC_2 - 0,045 \cdot KF_{3,20} - 0,734 \cdot KC_2 \cdot KF_{3,20}$$

Kako se vrednosti varijabile mogu naći u dijapazonu — 1 do + 1, onda koeficijenti uz varijabile izražavaju kvantificirani komparativni uticaj faktora. Kvantificirane komparativne uticaje pokazuje tablica C.

Kao što se vidi iz tablice (kada se isključi interakcija), visok je uticaj vrste uglja 32,2%, ali najviši uticaj proizvodnje po otvoru—koncentracije (45%), dok su ostali manje značajni: tehnološke inovacije (9,1%), zainteresovanosti i motivacije za rad (13,20%), angažovanosti na otkopavanju (jedan od faktora organizacije) (samo 0,5%).

Vrsta uglja je objektivni faktor i može da bude izuzet iz razmatranja, a u tom slučaju je uticaj subjektivnih faktora:

- * nivoa koncentracije: 66,4%
- * nivoa tehnološke inovacije: 13,4%
- * nivoa zainteresovanosti i motivacije: 19,5%
- * deo faktora organizacije rada: 0,7%.

Faktori organizacije rada nisu bili obuhvaćeni, pa će verovatno u nekoj sledećoj analizi, kada budu razmatrani, imati veći udeo.

Faktor vrsta uglja, sa izuzetkom za rudnik 19, odražava radne uslove eksploatacije, što znači da su radni uslovi eksploatacije po značaju vrlo važan faktor u produktivnosti rada. Zbog toga, ako se koristi vrsta uglja kao pokazatelj radnih uslova, onda se za rudnike uglja u našoj zemlji može u vezi produktivnosti izvesti sledeći zaključak o uticaju faktora:

— vrlo uticajan faktor su radni uslovi (vrsta uglja): 32,2% i predstavlja objektivni faktor.

Od subjektivnih faktora važnost imaju:

— nivo koncentracije	(66,4%)	45,0%
— nivo tehnološke inovacije	(13,4%)	9,1%
— nivo motivacije za rad	(19,5%)	13,2%

Faktor organizacije rada nije kompleksno analiziran.

Sve to ukazuje da se na današnjem nivou tehnike i tehnologije ne može postići povećanje produktivnosti rada, ako su radni uslovi loši (1,2. i 3. grupa rudnika u tablici B), pa su takvi rudnici hendikepirani, jer u poređenju sa rudnicima sa povoljnijim radnim uslovima imaju u startu jednu trećinu manje mogućnosti da sa istim sredstvima za koncentraciju, tehnološku inovaciju i motivaciju za rad postignu iste efekte u produktivnosti. Izuzetak je rudnik 19, u kome je pored izrazito teških radnih uslova postignuta visoka produktivnost, što je rezultat upornog rada u savlađivanju i tako teških uslova rada.

Povećavanjem nivoa koncentracije (primer: rudnik 19) i nivoa tehnološke inovacije (primer: površinski kopovi i rudnik 19) može se uticati na produktivnost rada 1,7 puta većim procentualnim učešćem no što su radni uslovi (54,1/32,1). Kod toga je važno da ova dva faktora deluju zajedno, jer zanemarivanje jednog ne donosi efekte u povećanju produktivnosti rada (primer: rudnici 20 i 21).

Posebno je značajno da se istakne, da su ova dva faktora uslovljena postojanjem povoljnog faktora radnih uslova, u suprotnom su polovični efekti (primer: rudnici: 13, 5, 6, 8 i 11) (interakcija koncentracije i vrste uglja).

Problem motivacije za rad i organizacije rada ovom analizom nije se dovoljno tačno obuhvatio i predstoji da se analizira u nekoj od sledećih studija produktivnosti.

Produktivnost—proizvodni pogon (y_6)

Regresiona analiza produktivnost — proizvodni pogon daje sledeće rešenje:

$$y_6 = 13,1305 + 0,0001385 \cdot \vec{A} \cdot \vec{S} + 4,4386 \cdot F_{3,20} + 19,026 \cdot \vec{T}_1 - 8,7503 \cdot \vec{B}_2 - 28,748 \cdot \vec{B}_1 \cdot \vec{T}_1 - 2,5425 \cdot C_1$$

Multipli korelacioni koeficijent: $R = 0,950$

$$F = 47,120 \quad F_{0,01}(25,6) = 7,30$$

$$T \text{ za sve varijabile } > 2 > t_{0,05} \cdot (25) = 2,060$$

Regresija u celini, i pojedini koeficijenti, zadovoljavaju na nivou pouzdanosti $\alpha > 0,05$.

Konačni kvantifikovani komparativni oblik regresije dobija se uvođenjem kodiranih vrednosti:

$$Y_6 = 14,491 + 5,053 \cdot KA + 2,975 \cdot KS + 2,956 \cdot KA \cdot KS + 0,886 \cdot KF_{3,20} + 7,766 \cdot KT_1 - 16,118 \cdot KB_1 \cdot KT_1 - 0,598 \cdot KB_1 - 3,185 \cdot KB_2 - 1,231 \cdot KC_1$$

Kvantifikacija komparativnih uticaja je prikazana u tablici D.

nje produktivnosti rada se sužava na 37,7% mogućnosti

— u subjektivnim faktorima nivo tehnološke inovacije čini 17,9%, koncentracija 14,7%, dok svi ostali faktori ukupno čine 5,1%.

Do punog izražaja dolaze u produktivnosti rudnika radni uslovi za tehnologiju, koji su u interakciji sa faktorom nivo tehnološke inovacije i

Tablica D

Oznaka	Naziv faktora	Koeficijent	%	Bez interakcije %
KA	Proizvodnja po otvoru	5,053	12,4	14,7
KS	Vrsta uglja	2,975	7,3	12,3
KA·KS	Interakcija	2,956	7,3	—
KF _{3,20}	Angažman na otkop.	0,886	2,1	2,1
KT ₁	Radni uslovi za tehnol.	7,766	19,1	50,0
KB ₁	Nivo tehnol.inovacije	— 0,596	1,5	10,1
KT ₁ ·KB ₁	Interakcija	—16,118*)	39,5	—
KB ₂	Nivo tehnol.inovacije	— 3,185	7,8	7,8
KC ₁	Zainteres. i inovacija	— 1,231	3,0	3,0
Σ		40,766	100,00	100,00

*) Kod nepovoljnih uslova $KT_1 = 1$ nivo tehnološke inovacije može da bude samo nepovoljan, tj. $KB_1 = 1$ (vidi smer strelice)

Iz tablice se zapaža, da je u odnosu na prethodni uticaj faktora:

- opao uticaj vrste uglja (KS) od 32,1 na 12,3%
- nivo tehnološke inovacije znatno raste od 9,1% na 17,9% (10,1 + 7,8), jer je produktivnost sve zavisnija od tehnologije rudnika
- uticaj proizvodnje po otvoru, tj. koncentracija rudnika opada od 45,0% na 14,7%, jer ovaj ima manji uticaj na produktivnost pogona
- isto tako opada zainteresovanost i motivacija od 13,20% na 3,0%
- angažman na otkopavanju raste od 0,5% na 5,1% (organizacioni faktor rasporeda rudne snage)
- do naglog porasta dolazi uticaj radnika uslova za tehnologiju od 0 na 50,0% i to postaje vrlo važan faktor
- ako se isključi interakcija i uzmu zajedno uticaj faktora vrsta uglja i radni uslovi za tehnologiju, dolazi do porasta u produktivnosti proizvodnog pogona prema rudniku ukupno pod uticajem ovih faktora od 32,2% na 62,3%. Ovaj podatak pokazuje da pitanje radnih uslova za tehnologiju ima prioritetni značaj, kada se radi o produktivnosti rudnika. S obzirom na to, da ova dva faktora predstavljaju objektivne faktore na koje se ne može uticati, oblast delovanja na povećanje

čine ukupno 67,9% svih uticaja. Ovo potvrđuje zaključak do koga se i u prethodnim analizama došlo, a to je da je nemoguće isključiti radne uslove za tehnologiju u namerama da se produktivnost poveća uvođenjem mehanizacije i automatizacije u rudniku. Otuda se mogu izvesti dva zaključka: prvo, opravdano je da se u našim rudnicima ulaže u racionalizaciju pogona u rudnike sa povoljnim uslovima za tehnologiju, i drugo, ako se odluči da se ulaže u racionalizaciju u nepovoljnim uslovima za tehnologiju, onda prethodno treba detaljno upoznati uslove i primeniti adekvatnu mehanizaciju i veoma mnogo sistematskog rada na uvođenju novina (primer: rudnik 19). Analiza jasno otkriva da samo tehnološke inovacije ne mogu da reše problem povećanja produktivnosti rada u pogonu (17,9%).

Analiza pokazuje, dalje, da je koncentracija značajan faktor u produktivnosti rudnika (45%), ali manje značajan u produktivnosti pogona (14,7%) (radi se o koncentraciji po otvoru na rudniku). Isto tako je uticaj vrste uglja manji, ali to samo radi toga jer je u produktivnosti pogona došao do izražaja faktor radnih uslova za tehnologiju.

Prema tome se, kao zaključak, može rekapitulirati:

- na produktivnost utiče objektivni faktor vrsta uglja i to više na produktivnost rudnika nego pogona
- taj faktor je u interakciji sa faktorom koncentracije, što znači da je ograničenije u koncentraciji ugljeva sa visokim toplotnim efektom na nižem kapacitetu nego kod ugljeva sa niskim toplotnim

efektom. Isto tako, faktor koncentracije ima znatniji uticaj na produktivnost rudnika nego na produktivnost pogona

- značajan uticaj na produktivnost pogona ima faktor nivo tehnološke inovacije, ali u sprezi sa radnim uslovima za tehnologiju, što ukazuje na potrebu racionalizacije pogona, kada se radi o rudnicima sa povoljnim uslovima, i veći oprez i sistematičnost, kada se radi o rudnicima sa nepovoljnijim uslovima.

SUMMARY

Analysis of Factors Influencing Work Productivity in Coal Mines of SFRY

In recent years the Institute of Mines — Belgrade dealt with and systematized influential factors and the method of collecting in mines, all factors not considered by publication „Godišnjak o radu rudnika uglja — Yearbook on Coal mines Operation“.

A separate study was involved in developing a concept of the methodology for analysis of the influence of all factors on work productivity. By use of the methodology, a „trial“ analysis was made of still incomplete data and reported in the paper.

The analysis made use of known statistical methods adapted to this specific problem.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse des Faktoreinflusses auf die Arbeitsproduktivität in den Gruben der SFRJ

In den letzten Jahren wurde die Systematisierung von Einflussfaktoren und die Sammlungsweise, die diese Faktoren, die in der Publikation „Jahrbuch über die Arbeit von Kohlengruben nicht erfasst waren, bearbeitet und ausgeführt.

Durch besondere Studie wurde eine Analysenmethodik vom Einfluss dieser Faktoren auf die Arbeitsproduktivität abgefasst. Auf Grund dieser Methodik, mit noch unkompletten Daten, wurde eine „Proben—Analyse in diesem Aufsatz dargelegt, ausgeführt.

In der Analyse sind statistische Methoden, den konkreten Problemen angepasst, angewandt.

РЕЗЮМЕ

Анализ влияния факторов на производительность труда на рудниках угля в СФРЮ

За последние годы на Горном институте — Белград, произведена обработка и систематизация влияющих факторов и способ сбора по рудникам всех факторов, нерассматриваемых публикацией „Ежегодник о работе рудников угля“.

Отдельной студией составлена методика анализа влияния этих факторов на производительность труда. На основании этой методики, с еще не комплетными данными, произведен „пробный“ анализ, изложенный в данном докладе.

В анализе применены известные статистические методы, приспособленные конкретной проблеме.

Autori: prof. dr inž. Mirko Perišić i mr inž. Jovan Vujić, dipl.matem., Zavod za informatiku i ekonomiku u Rudarskom institutu, Beograd

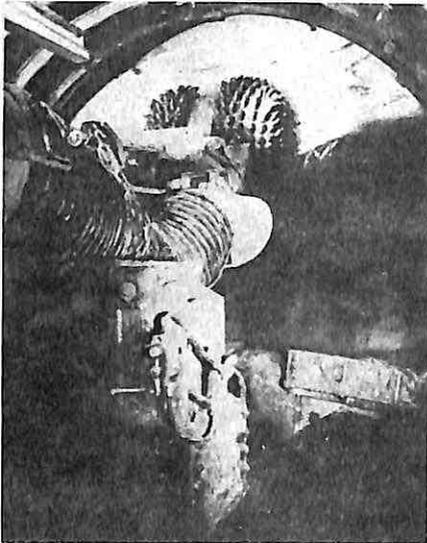
Recenzenti: dr inž. J. Bralić i dipl.inž. A. Blažek, Beograd

Članak primljen 14.2.1984, prihvaćen 5.4.1984.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Mašina za izradu hodnika sa selektivnim rezanjem ET-160

Dalji razvoj poznatih mašina EVA-160 i EVR-160, ET-160 dolazi sa linijskom reznom glavom, poprečnom glavom ili alternativno obrtnom katarcom za poprečnicu. Pogon je preko motora od 160 kW ili kontinualnom snagom od 250 kW, a isti motor sa jednom od ovih snaga služi za hidrauliku ugrađenu na mašini. Sa visinom kabine od 1,85 m mašina teži oko 70 tona. Ostale konstrukcione karakteristike obuhvataju obrtni sto katarke, robusne gusenice, opcioni klatni transporter i zidne kopče. Mašina

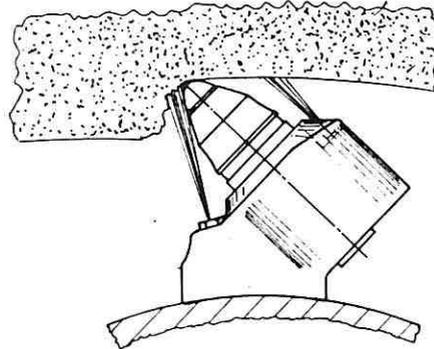


može da bude opremljena konturnim i usmerenim upravljanjem sa laserskim evidentiranjem odstupanja mašine, mikroprocesorom koji pamti profil hodnika i automatski ograničava odstupanja. ET-160 radi oko godinu dana u rudniku uglja Minister Stein, opremljena obrtnom katarcom, a druga mašina radi u rudniku kamene soli u Salzdettfurthu.

Mining Reporter 22

Čaura za zupce kod mašina za izradu hodnika sa selektivnim rezom i unutrašnjim prskanjem

Nova okrugla stubna čaura za zupce je izrađena za zupce sa unutrašnjim naprskavanjem, poznata kao čaura R 13, za korišćenje kod srednjih i teških mašina za izradu



hodnika sa selektivnim rezom, opremljenih permanentnim ili segmentnim prskalicama. Voda dolazi kroz samu čauru i zubac može da se naprskava sa prednje i zadnje strane (u reznu putanju) u jednoj te istoj čauri, čime se omogućuje da korisnik bira način prskanja. Protok se kreće od 2 do 10 l/min, zavisno od otvora prskalice i voda se prečišćava uzvodno od prskalice zamenljivim filter korpama. Inače, čaura za zupce R 13 ima iste dimenzije kao konvencionalni tipovi, naročito oni koji imaju usadnik velike čvrstoće ugrađen u lako zavarljivo spoljno telo koje nosi sam zubac. Zupci se ravnim stablom, koji odgovaraju ovom tipu držača, mogu se nabaviti kod svih proizvođača.

Mining Reporter 33

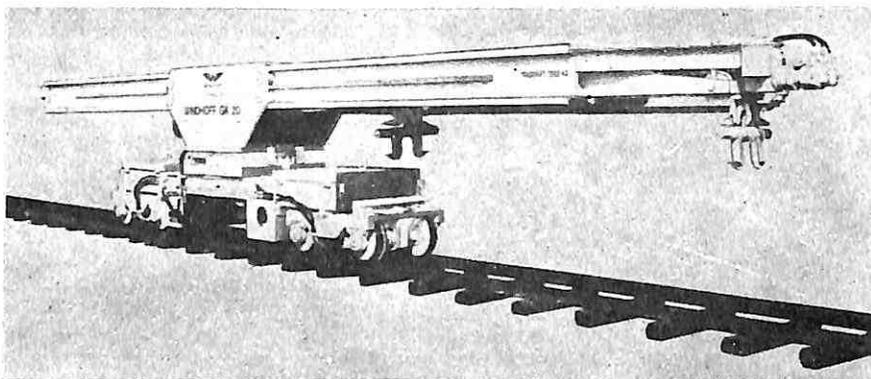
Izrada okana

Filijala jedne velike zapadnonemačke rudarske grupacije vrši bušenje okana do prečnika od 8,5 m svojom sopstvenom mašinom Wirth SB VII 650/850. Svi projekti, koji su sada u toku, su zajednički poduhvati sa dvema najiskusnijim nemačkim kompanijama za izradu okana. Filijala pomenute rudarske grupacije obavlja odgovarajuće usluge.

Mining Reporter 48

Kran za polaganje koloseka za jamska radilišta

Da bi se racionalizovalo polaganje koloseka u jami izrađen je kolosečni kran koji omogućuje ponovno postavljanje koloseka uporedo sa spuštanjem podine hodnika bez potrebe za blokiranjem susednog koloseka. Šinski kran za polaganje koloseka ima klizajuću kataraku; obrtni ram katarke je konstruisan tako da šine i dugački kontejneri mogu da prođu kroz portal rama. Vozni trap kolosečnog

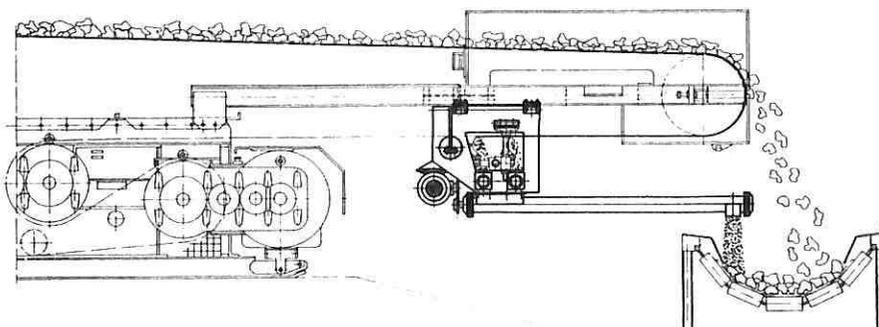


krana se sastoji od dva obrtna postolja sa četiri točka, od kojih se pogoni jedna osovina svakog para. Sva kretanja kрана za polaganje koloseka se vrše hidraulički i upravlja se ručno aktiviranim regulacionim ventilama. Kran za polaganje koloseka podiže šine pomoću dva sinhrona podizna nosača. Šetna hvataljka, koja se kreće u katarci, pokreće šinu kroz ram katarke na drugoj strani kрана. Istovremeno se i katarca pokreće na tu stranu. Šina se zatim postavlja na pripremljena obrtna postolja. Dok kran nabacuje drugu šinu i šine pomeraju, utovarač za nivelisanje ulazi u šupljinu koloseka počinje da spušta pod hodnika. Stari tucanik i skinuti materijal se ubacuju u dugačke kontejnere koji se kreću zajedno sa kranom. Novi tucanik se donosi na mesto i šupljina koloseka se zatvara u povratnom hodu. Da i se omogućilo korišćenje kрана za polaganje koloseka u raznim rudnicima uglja, prilagođen je za razne širine koloseka i može se rastaviti u delove pogodne za transport. Za kolosek od 600 mm kapacitet dizanja je 2 tone sa dužinom šine od 10 m.

Mining Reporter 72

Spiralni transporter za rasip

Problem počinje sa pojavom ostatka transportovanog proizvoda na donjoj traci transportera. Materijal, zalepljen za traku, se skida skreperom koji deluje na površinu trake koja se čisti i gomila na zemlji ispod trake. Rasipni materijal može da dostigne znatne količine i mora da se ukloni da bi se sprečio prekid rada. Ovdje na scenu stupa spiralni transporter za rasip. Rasip sa noža skrepera

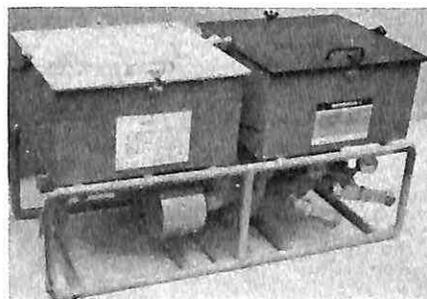


pada u levak i zatim se transportuje transporterom do trake koja dolazi, ali na istu traku ili u bunker. Transporteri za rasip ove vrste postoje za sve širine traka i mogu se kasnije ugraditi u sve postave transportera, a najpoželjnije je na pretovarnim mestima. Lako se ugrađuju i zahtevaju malo prostora i rade pomoću motora na naizmeničnu struju.

Mining Reporter 119

Novi ubrizgavač

Ubrizgavač VPE III je razrađen tip VPE II koji se već izvesno vreme koristi za ubrizgavanje poliuretana u čelo. Svrha mu je da konsoliduje rasednute zone iz hodnika koji idu uporedo sa linijom čela. Ovim se izbegava transporto-

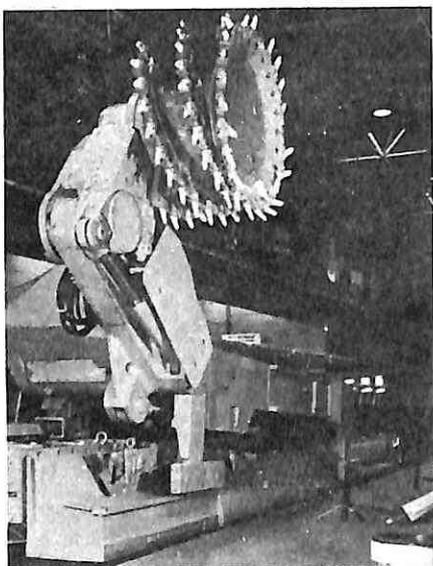


vanje ubrizgavača i kontejnera na čelo. Kapacitet VPE III je povećan primenom sedam usisnih kontejnera. Pogon na mestu upotrebe iznosi 8 kW, što znači da se protok od 10 l/min pod pritiskom od oko 95 bara može ubrizgati. Maksimalni dotok je 16 l/min, a maksimalni pritisak ubrizgavanja 180 bara. Ovo treba da omogući da VPE III pruži potreban pritisak ubrizgavanja kroz vod dužine 250 m (prečnici 20/13). Buka je ispod 90 dB(A). Još jedna nova karakteristika VPE III je kompaktan tandem pumpni princip, I i II. Ubrizgavači tipa VPE III se koriste u jami već 15 meseci i prosečne radne vrednosti obuhvataju 3000 kg ubrizgavanja po smeni, uz ubrizgavanje ukupno 150 t materijala po uređaju bez prekida. Svaka pumpna faza koja popusti od trošenja može da se zameni na licu mesta.

Mining Reporter 149

Širokočelna mehanizacija

Širokočelna mašina SEM 235 je u ispitivanju na jalovinskom čelu u Bergbau-Forschung GmbH. Sa rez-



nom snagom od 200 kW i bubnjem od 1600 mm, mašina reže ugalj i stenu sa čvrstoćom na sabijanje do 40 N/mm². Da bi kontura hodnika bila tačna, ova mašina ima obrtnu katarku dugačku 2500 mm. Promenljivi motor rezača omogućuje promenu brzine bubnja. Mašina ima zupčasti pogon preko motora 35 kW naizmjenične struje. Vozač može da bira brzinu kretanja u koracima. Učinak se reguliše u ovom rasponu u skladu sa potrošnjom motora rezača. Vitalne funkcije su pod radio-kontrolom, a cilj je rezanje odgovarajućeg profila. Velike rezne sile i robusna konstrukcija ove mašine, naročito viljuškasti ležajni sklop za reznu katarku, omogućuje da ova mašina radi u steni sa 70 N/mm². Unutrašnje brizgalice bubnja rade pod maksimalnim pritiskom od 100 bara.

Mining Reporter, 157

Ankerovanje

Proizvođači su krajnje specijalizovani na polju izrade tunela i podgrađivanja sa svojim proizvodima: ekspanzionim klinovima, čeličnim šipkama za zalivanje smolom, betonskim ekspanzivnim ankerima i ankerskim veznim šipkama, korozionim otpornim vezivnim materijalima, uključujući pribor (podloške, okovi). Sve veće prilagođavanje problemima u mnogim i raznovrsnim tunnelskim, građevinskim, jamskim i javnim radovima zahteva sve preciznija i selektivnija rešenja. Proizvođači imaju svoj deo u ovom brzom tehničkom razvoju, pružajući potpun asortiman ekspanzionih i betonskih ankera, koji rešavaju sve vrste problema. Lako korišćenje mehaničkih klinova je posebno pogodno za betonske mase. Ankerski klinovi velikog kapaciteta se sada koriste u nuklearnim elektranima za pričvršćavanje mašina za podnožja. Pored toga, zajedno sa ankerskim materijalom proizvođači isporučuju i svoje tehnike za laku upotrebu betoniranih ankera i ankerskih veznih šipki, kao i potrebnu opremu za pumpanje.

Mining Reporter 191

Prikazi iz literature

D u n g e l h o f, L e n g e m a n n, P l a n k e r t, S c h l i m m, S c h m i d t, W i l d e r: **Odlagališta jamske jalovine** (Bergehalden und Grundwasser); izdavač: Geologisches Landesamt Rheinland—Westfalen; 70 strana, 17 slika, 14 tablica; cena: DM 10.—

Odlagališta jamske jalovine iz rudnika kamenog uglja stvaraju probleme za ljudsku okolinu. Ta odlagališta mogu da sadrže znatne količine hlorida i sulfata, a to se odvodi u podzemnu vodu, s tim da se ograniči njena upotrebljivost i onemogućiti. Stoga podleže stvaranje odlagališta jamske jalovine posebnim odredbama zakona o vodoprivredi.

Da bi se ispunile praznine u poznavanju dejstva jalovinskih odlagališta i da se njihovo dejstvo smanji, počeli su stručnjaci mnogih naučnih institucija i nadležna, kao i institucije za vodoprivredu i ekonomiju otpadnih materijala da se bave tim problemom. Merenjem i ispitivanjem na jalovinskom odlagalištu pomoću lizimetra trebalo je da se utvrdi bolje i tačnije prenošenje materije filtracionom vodom jalovinskih odlagališta. Kao objekt za istraživanje uzeto je prošireno jalovinsko odlagalište rudnika Pattberg. Radi kvantitativnog zahvatanja dejstva jalovinskog odlagališta na podzemnu vodu ugrađen je na bazi odlagališta Pattberg 100 m² velik lizimetar radi hvatanja, odvođenja i merenja filtracone vode i postepeno pokriveno jalovinom u visini od 45 m.

Program ispitivanja je svesno tako koncipiran, da se postignu korisni rezultati sa što manje sredstava i rada. Pri tom je trebalo da se obuhvati dejstvo za vreme normalnog nasipanja jalovišta, a da se pri tom ne ošteti ili spreči ispitivanje.

U ovoj knjizi dati su rezultati petogodišnjih osmatranja na jalovištu Pattberg. Iz rezultata ispitivanja izvedene su generalne vodoprivredne preporuke radi osiguranja podzemnih voda prilikom nasipanja jamskih jalovišta.

Ova knjiga se nalazi u biblioteci Rudarskog instituta.

J o s t e n, K. H.: **Fosilne flore u namiru ruskog karbona** (Die fossilen Floren im Namur des Ruhrkarbons); izdavač: Geologisches Landesamt Nordrhein—Westfalen; 327 strana, 112 slika, 10 tabela i 56 tablica; cena: DM 55.—

Ova monografija o biljnim fosilima namiskih slojeva ruskog karbona je rezultat dugogodišnjeg istraživanja i iskustva. Ona je zamišljena uglavnom za geologe, koji se bave pitanjima primenjene geologije. Opis fosila dopunjen je sa 112 crteža i 56 tablica po celoj strani. Pri tom su uzeti u obzir manji, teško određivi ostaci biljaka, na koje se nailazi u jezgrima bušotina. Na crtežima se mogu razaznati i širine varijacija fosilnih vrsta. Date su liste vrsta i pregledi nađenih specija u namirskom karbonu i njihova stratigrafska proširenost, kao i obimni registri.

Paleobotanika je poslednjih godina stekla veliki značaj, pre svega, u istraživanju pretpolja rudarske zone u ruskom basenu i u Ahenskom reviru kamenog uglja. Paleobotanička ispitivanja su omogućila dobrim delom stratigrafsko raspoređivanje u istražnim bušotinama nađenih slojeva uglja i njihovih pratećih slojeva.

U ovoj knjizi opisane i fotografisane vrste potiču pretežno sa južnog oboda ruskog ugljenog revira. Izvršena su upoređenja biljno—morfološka i stratigrafska sa drugim delovima subvariscijske i obodne potoline, naročito sa Holandijom (Južni Limburg), i Belgijom, ali i sa karbonskim pojavama u severnoj Francuskoj i Engleskoj, Gornjoj Šleziji i u Doneckom basenu.

Bibliografija

- Vodzinsky, V. i Fedorik, P.: **Problemi i perspektive matematičkih modela kod upravljanja proizvodno-ekonomskim sistemima** (Problemy a perspektivy vyuzhivania matematičeskich modelov v riadenii vyrobno-hospodarskych sistemov)
„Rudi“, 31 (1983) 6, str. 194–197, (češ.)
- Slabinskij, V. T., Maškin, A. I. i dr.: **Organizacija proračuna troškova proizvodnje u automatskom sistemu upravljanja primenom matrične algebre** (Organizacija učeta zatrat na proizvodstvo v ASUP s primeneniem matričnoj algebry)
„Gornyj ž.“, (1983) 7, str. 15–18, (rus.)
- Kikovka, E. I. i Kagramanjan, E. A.: **Proračun plana proizvodnje kompleksa za drobljenje na elektronskom računaru** (Raščet plana proizvodstva drobil'nogo kompleksa na EVM)
„Gornyj ž.“, (1983) 7, str. 46–49, 4 il., 2 bibl.pod., (rus.)
- Sider, H.: **Tehnika sigurnosti i produktivnost rada kod podzemnog dobijanja uglja u SAD** (Safety and productivity in underground coal mining)
„Rev. Econ. and Statist.“, 65 (1983) 2, str. 225–233, 1 il., 5 tabl., 15 bibl.pod., (engl.)
- Minarik, J. i Pfeiferova, D.: **Prognoziranje cene koštanja dobijanja uglja** (Prognoza vlastnich naklada vyroby uhli)
„Ekon. zprav. VU ekon. paliv a energ.“, (1982) 3–4, str. 19–23, 5 tabl., (češ.)
- Beskovnyj, N. T.: **O slučajevima nedovoljnog učešća ekonomije investicionih ulaganja pri proračunu ekonomske efektivnosti nove tehnike** (O slučajah nedostatočnogo učeta ekonomii kapital'nyh vloženij pri raščetah ekonomičeskoj efektivnosti novoj tehniki)
„Vopr. razrab. šaht. stacionar. ustanovok“, Doneck, 1982, str. 233–241, 1 bibl.pod., (rus.)
- Intenzifikacija rudarske proizvodnje i faktori za povećanje efektivnosti investicionih ulaganja** (Intensifikacija gornogo proizvodstva i faktory povyšeniya efektivnosti kapital'nyh vloženij)
„Aktual. vopr. ocenki effektiv. v dobyv. otrasljah“, M., 1982, str. 34–47, 10 bibl.pod., (rus.)
- Klišin, N. K., Pjatačenko, A. A. i dr.: **Zakoničnosti filtracionih osobina oštećene krovine na otkopima** (Zakonomernosti fil'tracionnyh svojstv narušennyh krov'el' v lavah)
„Podzemn. razrab. ugol. plastov tonk. i srednej moščnosti“, Tula, 1983, str. 86–90, 1 il., 1 tabl., 3 bibl.pod., (rus.)
- Mineev, S. P., Mačikin, G. B. i Samčenko, N. N.: **Ocena naponsko-deformacionog stanja ugljenog masiva pri dejstvu vibracija** (Ocena napražženno-deformirovannogo sostojanija ugol'nogo massiva pri vibrozdejstvii)
AN USSR, Dnepropetrovsk, 1983, 12 str., (Rukopis deponovan u VINITI-u 13. okt. 1983. g., Nr. 5607–83 Dep.), il., 12 bibl.pod., (rus.)
- Erneev, R. Ju.: **Pojava jamskog pritiska u investicionim i otkopnim hodnicima** (Projavlenie gornogo davlenija v kapital'nyh i očistnyh vyrabotkah)
„Ustojčivost' gorn. sklonov i podzemn. obnaženij“, Frunze, 1983, str. 82–90, 5 il., 2 tabl., (rus.)
- Bonsall, C. J., Smith, S. F. i Whittaker, B. N.: **Ispitivanje stabilnosti rudarskih prostorija na modelima** (Model studies of stability of mining tunnels)
„Strata Mech. Proc. Symp., Newcastle upon Tyne, 5–7 Apr. 1982“, Amsterdam, e.a., 1982, tr. 190–195, 9 il., 2 tabl., 5 bibl.pod., (engl.)
- Bloor, A. S.: **Deformacija betonske podgrade jamske prostorije okruglog preseka pri pomeranju stena** (Deformation of a circular concrete roadway lining in response to strata movement)
„Strata Mech. Proc. Symp., Newcastle upon Tyne, 5–7 Apr. 1982“, Amsterdam, e.a., 1982, str. 223–229, 10 il., 1 tabl., 3 bibl.pod., (engl.)
- Markov, G. A.: **Karakteristike kontrole pojave jamskog pritiska na velikim dubinama u uslovima tektonske opterećenosti stena** (Osobennosti upravljenija projavlenijami gornogo davlenija na bol'sih glubinah v uslovijah tektoničeskoj napražženosti porod)
„Razrab. mošč. mestorožd. na bol's. glubinah“, Apatity“, 1983, str. 14–22, 3 il., 14 bibl.pod., (rus.)
- Oram, J. S.: **Problemi kontrole jamskog pritiska u dugačkim čelima radilišta** (Strata control problems on longwall faces – an overview)
„Strata Mech. Proc. Symp., Newcastle upon Tyne, 5–7 Apr. 1982“, Amsterdam, e.a., 1982, str. 112–117, 5 il., (engl.)
- Sheorey, P. R., Das M. N. i Singh, B.: **Numerička metoda za rešenje zadataka jamskog pritiska kod otkopavanja horizontalnih slojeva** (A numerical procedure for rock pressure problems in level seams)
„Strata Mech. Proc. Symp., Newcastle upon Tyne, 5–7 Apr. 1982“, Amsterdam, e.a., 1982, str. 254–259, 3 il., 2 tabl., 7 bibl.pod., (engl.)
- Dubinski, J. i Gerlach, Z.: **Ocena dejstva gorskih udara na okolnu sredinu** (Ocena oddziaływania

- gorniczych wstrazasow gorotworu na srodowisko naturalne)
 „Prz. gorn.”, 39 (1983) 3, str. 135–142, 4 il., 5 tabl., 12 bibl.pod., (polj.)
- Zamarski, B., Siska, L. i Konecny, P.: **Planiranje i vođenje rudarskih radova na masivu stena sklonom gorskim udarima** (Lay-out and operation of mine workings within a rock mass prone to rock bursts) „Strata Mech. Proc. Symp., Newcastle upon Tyne, 5–7 apr., 1982”, Amsterdam, e.a., 1982, str. 47–50, 10 il., 9 bibl.pod., (engl.)
- Pesockij, M. K. i Popova, A. S.: **O metodama za određivanje brizantnosti industrijskih eksploziva** (O metodah opredelenija brizantnosti promyšlennyh vzryvčatyh veščestv) „Bor’ba s travmatizmom i proizvod. san. v ugol. šahtah”, Donbas, Makeevka, 1982, str. 45–49, (rus.)
- Baranov, E. G. i Semenjuk, E. A.: **Uperedna ocena osetljivosti tvrdih eksploziva na udarna dejstva** (Spravnitel’naja ocenka čuvstvitel’nosti tverdyh VV k udarnym vozdeystvijam) „Fiz.—tehn. probl. razrab. polezn. iskopaemyh”, (1983) 5, str. 99–100, 5 bibl.pod., (rus.)
- Mironov, P. S.: **Prognoziranje granulometrijskog sastava pri drobljenju stena i proračun parametara bušenja i miniranja** (Prognozirovanie granulometričeskogo sastava pri droblenii gornyh porod vzryvom i rasčet parametrov buru—vzryvnyh rabot) „Geol. i osobennosti tehnol. razrab. železorudn. mestorožd. KMA”, Voronež, 1983, str. 98–106, 2 il., 3 bibl.pod., (rus.)
- Čonkov, T.: **Formula za određivanje specifičnog utroška eksploziva pri izradi horizontalnih jamskih prostori-ja** (Formula na horizontalni izrabotki) „Rudodobiv”, 38 (1983) 7, str. 14–15, 1 il., (bugar.)
- Haralambiev, N.: **Primena metode konturnog miniranja pri izradi tunela velikog poprečnog preseka** (Priloženie na metoda „Konturno vzrivjavane” pri prokravane na tuneli s goljamo sečenje) „Hidrotehn. str—vo”, (1983) 3, str. 12–14, 3 il., 2 tabl., (bugar.)
- Lechner, E. M.: **Određivanje racionalne visine etaža sa tačke gledišta miniranja** (Beitrag zur Bestimmung der wirtschaftlichen strossenhöhe aus sprengtechnischer sicht) „Ind. Steine und Erden”, 93 (1983) 3, str. 92–96, 7 il., 2 tabl., 4 bibl.pod., (nem.)
- Karpov, V. V., Frolov, A. P. i dr.: **Usavršavanje tehnologije bušenja i miniranja na površinskim otkopima KMA** (Soveršenstvovanie tehnologii buru—vzryvnyh rabot na kar’erah KMA) „Sb. tr. NII po probl. Kursk. magnit. anomalii”, (1982) 15, str. 65–68, (rus.)
- Borisov, V. N. i Popov, P. V.: **Ispitivanje uticaja tehnoloških, rudarsko—geoloških i rudarsko—tehničkih faktora na naponsko—deformaciono stanje podgrade horizontalne jamske prostorije** (Issledovanie vlijanija tehnoloških, gorno—geoloških i gorno—tehničkih faktora na naprjaženno—deformirovanoe sostojanie krepil gorizonta’noj vyrabotki)
- „Podzemn. razrab. ugol. plastov tonk. i sred. moščnosti”, Tula, 1983, str. 39–44, 3 il., 3 bibl.pod., (rus.)
- Prohorov, N. I.: **Ispitivanje uticaja otpora podgrade na stabilnost otkopnih hodnika** (Issledovanie vlijanija soprotivlenija krepil na ustojčivost’ vyemočnyh štrekov) „Meh. podzemn. sooruž.”, Tula 1983, str. 70–72, (rus.)
- Vargadi, S.: **Pripremni radovi na otkopavanju stuba u jami XV/c preduzeća Tatabanja** (A Tatabanyai Szenbanyak XV/x aknaja biztonsagi pillerenek felszabadiatasi munkalatai) „Banyasz. es kohasz. lapok. Banyasz.”, 116 (1983) 7, str. 462–464, 3 il., (mađ.)
- Lukienko, V. G., Smirnov, S. N. i Firsov, V. E.: **Rezultati industrijskih ispitivanja kombajna FDW—600** (Rezultaty promyšlennyh issledovanij kombajna FDW—600) „Mehaniz. gorn. rabot na ugol. šahtah”, Tula, 1983, str. 102–107, 1 il., (rus.)
- Krjučkov, A. I.: **Zakonomnosti formiranja i matematički model koeficijenta mašinskog vremena otkopnih kombajna** (Zakonomnosti formirovanija i matematičeskaja model’ koeficijenta mašinnogo vremena očistnyh kombajnov) „Pr. nauk. Inst. konstr. i eksploat. masz. PWrocl.”, (1983) 39, str. 113–120, (rus.)
- Schwarting, K.—H.: **Kombajn firme GHH—Sterkrade za otkopavanje uglja uskim mlazevima** (GHH—Jetmine — ein feiner Wasserstahl schneidet harte Kohle) „MAN Forsch., plan., bauen”, (1982) 13, str. 62–66, 5 il., (nem.)
- Vaninetti, G. E., Gurr, i Dewey, R. S.: **Uticaj geoloških osobina na produktivnost rada u podzemnim rudnicima uglja** (Effect of geologic features on underground coal mine productivity) „Bull. Utah Geol. and Miner. Surv.”, (1982) 118, str. 129–136, 3 il., 2 tabl., 6 bibl.pod., (engl.)
- Guljaev, O. K. i Konovalov, O. V.: **Određivanje racionalnih parametara i karakteristika tehnoloških šama otkopavanja uglja** (Opredelenie racional’nyh parametrov i harakteristik tehnološkekoj shemy vyemki uglja) „Podzemn. razrab. ugol. plastov tonk. i sred. moščnosti”, Tula, 1983, str. 3–6, 1 il., 1 bibl.pod., (rus.)
- Singh, S. P.: **Aspekti projektovanja otkopavanja slojeva dugačkim čelima** (Ground control aspects of longwall design) „Strata Mech. Proc. Symp., Newcastle upon Tyne, 5–7 apr., 1982”, Amsterdam, e.a., 1982, str. 123–128, 4 il., 10 bibl.pod., (engl.)
- Cariven, D.: **Sistemi podzemnog otkopavanja u jama Francuske** (Les methodes d’exploitation souterraines des Charbonnages de France) „Ann. mines”, 190 (1983) 4, str. 79–86, (franc.)
- Pripremni radovi u rudniku bakra kompanije Atlas na Filipinima (Developments at Atlas copper mine, Philippines) „Mining Mag.”, 149 (1983) 4, str. 213, 215, (engl.)

- Dubynin, N. G., Kovalenko, V. A. i dr.: Tehnologija podzemnog otkopavanja ruda (Tehnologija podzemnoj razabotki rud)
M., „Nedra”, 1983, 125 str., (knjiga na rus.)
- Guščin, V. V.: Otkopavanje moćnih ležišta na velikim dubinama (Razabotka moćnyh mestoroždenij na bol’sih glubinah)
Apatity, Gorn. in-t, 1983, 110 str., il., (knjiga na rus.)
- Wanielista, K.: Ekonomske posledice razblaženja rude (Skutki ekonomične zuboženja urdy)
„Arch. gorn.”, 28 (1983) 2, str. 309–319, 4 il., 1 bibl. pod., (polj.)
- Frejdin, A. M., Vonomskij, S. S. idr.: Relativna efektivnost otkopavanja žilnih ležišta mehanizovanim kompleksima (Srnitel’naja efektivnost’ razabotki žil’nyh mestoroždenij mehanizirovannymi kompleksami)
„Fiz.-tehn. probl. razrab. polez. iskopaemyh”, (1983) 5, str. 60–69, 3 il., 3 tabl., 6 bibl. pod., (rus.)
- Simakov, V. A., Trebukov, A. L. i dr.: Osnove povećanja karakteristika čvrstoće zasipa na račun korišćenja energije miniranja (Osnovy povyšeniya pročnostnoj karakteristiki zakladki za sčet ispol’zovanija energii vzryva)
„Sb. tr. NII po probl. Kursk. magnit. anomalii”, (1982) 15, str. 87–90, 2 bibl. pod., (rus.)
- Voss, K. H. i Buschmann, N.: Ispitivanja u oblasti brzovezujućeg gustog zasipa (Untersuchungen über fruhtragenden dichten Versatz)
„Glückauf-Forschungh.”, 44 (1983) 5, str. 199–204, 7 il., 6 tab., (nem.)
- Schroer, D., Grosse, E. i Steinberg, H.: Vezivanje obaranih stena krovine pomoću brzovezujućih materijala u jami Huas Aden (Verfestigen von Bruchhaufwerk mit Konsolidierungsbaustoffen auf Haus Aden)
„Glückauf”, 119 (1983) 17, str. 802, 804, 4 il., 2 bibl. pod., (nem.)
- Duan, Zh., An, G.: Primena kombinovane podgrade od ankera i nabrizg-betona u zonama koje su podvrgnute uticaju otkopnih radova u ugljenom sloju (orig. na kines.)
„Mejtan sjeubao, J. China Coal Soc.”, (1983) 2, str. 73–80, 9 il., 4 bibl. pod.
- Sidorčuk, V. K.: Ispitivanje postupka i sredstava za povećanje brzine podgrađivanja krovine mehanizovanim podgradama (Issledovanie sposobov i sredstv uveličeniya skorosti krepnenija krovli mehanizirovannymi krepjami)
„Podzemn. razrab. ugol. plastov tonk. i sred. moćnosti”, Tuzla, 1983, str. 44–49, 1 il., 5 bibl. pod., (rus.)
- Jalanskij, A. A., Kaliničenko, V. F. i Palamarčuk, T. A.: Određivanje opterećenja na mehanizovanu podgradu pri otkopavanju strmih slojeva uglja (Opređenje nagruzok na mehanizirovannuju krep’ pri otrabotke krutopadajuščih ugol’nyh plastov)
„Meh. podzemn. sooruž.”, Tula, 1983, str. 40–42, 2 bibl. pod., (rus.)
- Podgornyyj, M. S., Pronoza, V. G. i Vagorovskij, V. S.: Tehnološke šeme radova na otkrивci kod primene dreglajna ES–40/85 (Tehnološkičke shemy vskryšnyh rabot pri primenenii draglajna ES–40/85)
„Ugol’”, (1983) 10, str. 41–45, 5 il., 2 tabl., (rus.)
- Petrov, S. i Ivanov, E. I.: Ispitivanje eksploatacionog koeficijenta otkrivke na Nerjuginom površinskom otkopu pri različitim varijantama otkopavanja (Issledovanie eksploatacionnogo koeficijenta vskryši na Nerjungrinskome razreze pri različnyh variantah otrabotki)
„Povyš. efekt. vedenija gorn. rabot v uslovijah Severa”, Jakutsk, 1983, str. 46–55, 4 il., 4 bibl. pod., (rus.)
- Kasturi, T. S.: Kontinualna tehnologija na najvećem površinskom otkopu lignita u Indiji – Neyvell (Continuous mining technology – its impact on the largest opencast lignite mines in India – Neyvell)
„Bulk solids Handl.”, (1983) 3, str. 481–488, 9 il., 4 tabl., (engl.)
- Georgen, H., Kwon, K. i Wetter, M.: Površinski otkop kamenog uglja Goonyella (Goonyella mine)
„Bergbau”, 34 (1983) 8, str. 350–356, 15 il., 3 tabl., 9 bibl. pod., (engl.)
- Smirnov, V. V., Kuz’menko, A. H. i Sačkov, L. S.: Izbor rudarsko-transportne opreme na površinskim otkopima nerudnih građevinskih materijala prema nomogramima (Vybor gorno-transportnogo oborudovanija na kar’erah nerudnyh stroitel’nyh materijalov po nomogramam)
„Vestn. Kiev. politehn. in-ta. Gorn. elektromeh. i avtomat.”, (1983) 14, str. 48–50, (rus.)
- Vinickij, K. E. i Vinickij L. S.: Osnovni pravci projektovanja površinskih otkopa uglja (Osnovnye napravlenija proektirovanija ugol’nyh razrezov)
„Šaht. str-vo”, (1983) 10, str. 2–7, 3 il., 1 bibl. pod., (rus.)
- Scheffler, D.: Problemi izbora otkopne opreme pri projektovanju površinskog otkopavanja (Probleme der Gewinnungsgeräteaushwahl beim Entwurf von Abbausystemen im Tagebau)
„Neue Bergbautechnik”, 13 (1983) 7, str. 367–373, 9 il., 23 bibl. pod., (nem.)
- George, H. i Van-Dine, D. F.: Nova metoda za prognozu stabilnosti odlagališta na primeru površinskog otkopa Karak Kara u Gijani – Južna Amerika (A new technique for prediction of spoilpile stability: case history at the Karak Kara strip mine, Guyana, South America)
„CIM Bull.”, 76 (1983) 857, str. 77–88, 13 il., 13 bibl. pod., (engl.)
- Ballmann, W., Patrig, H. i Dietrich, R.: Praksa rada i osvajanje kapaciteta mosta F 60 na površinskom otkopu Welzow-Sud u DR Nemačkoj (Betriebsverfahren beim Einsatz und der Leistungsentwicklung des F 60 – Verbandes im Grosstagebau Welzow-Süd)
„Neue Bergbautechnik”, 13 (1983) 7, str. 361–367, 7 il., 4 bibl. pod., (nem.)
- Šurgin, B. V. i Vlas’ev, V. P.: Povećanje stabilnosti kosina površinskih otkopa Severa (Povyšenie ustojčivosti otkosov kar’erov Severa)

- „Povyš. effektiv. vedenija gorn. rabot v uslovijah Severa“, Jakutsk, 1983, str. 61–71, 4 tabl., 1 tabl., (rus.)
- Ch w a s t e k, J. i J a n u s z, W.: Zaštita okoline sredi-
ne u rejonu površinskog otkopa Belchatow (Zmiany i
ochrona srodowiska we rejonie belchatowskim)
„Prz. gorn.“, 39 (1983) 4, str. 165–166, 5 bibl.pod.,
(polj.)
- R a i n b o w, A. K. M.: Problemi iskorišćenja odlagališta
u Velikoj Britaniji (Creare und ruolo utile per il materiale
di sterro)
„Quarry and Constr.“, 21 (1983) 7, tr. 17–20, 4 il., 12
bibl.pod., (ital.)
- M a s l o v, M. V., E g l i t, V. A. i G o r d i e n k o,
B. V.: Optimizacija parametara kompleksa bager–trans-
portna oprema na površinskim otkopima Kuzbasa (Opti-
mizacija parametrov ekskavatorno–avtotransportnyh
kompleksov na razrezah Kuzbassa)
„Ugol“”, (1983) 10, str. 45–48, 2 il., 5 bibl.pod., (rus.)
- Hidraulički bageri firme Mannesman Demag Baumaschi-
nen (Hydraulic excavator performance)
„Colliery Guard.“, 231 (1983) 9, str. 483, 2 il., (engl.)
- Kompleks za transport i odlaganja (Cross–pit conveyor)
„World Coal“, 9 (1983) 3, str. 55–57, 3 il., (engl.)
- M a y, A. L.: Ispitivanje sila rezanja na rotornim bagerima
(Schneidkraftuntersuchungen an Schaufelradbaggern)
„Baumasch. und Bautechn.“, 30 (1983) 7–8, str.
352–355, 355, 5 il., (rem.)
- R o b e r t s o n, J. L.: Rastresanje bazalta buldozerima
D10 (Dozer's ripping soves money)
„Rock Prod.“, 86 (1983) 8, str. 36–38, 4 il., (engl.)
- Kiperi budućnosti (The future of trucks)
„Mining Equip. Int.“, 7 (1983) 8, str. 21–24, 2 il., (engl.)
- N o s k o v, V. I. i M a l k o v, L. I.: Efektivnost iskoriš-
ćenja kiperu BelAZ–549 pri prevozu stenske mase (Effek-
tivnost' ispol'zovanija samosvalov BelAZ–549 pri pere-
vozke gornoj massy)
„Cv. metallurgija“, (1983) 20, str. 16–17, (rus.)
- Š u b i n, B. K., Č e r e m n y h, V. V. i V i n o g r a d o v,
V. I.: Analiza efektivnosti primene kiperu velike
nosivosti na Lebedinskom GOKu (Analiz efektivnosti
primenenija bol'segruznih avtosamosvalov na Lebedin-
skom GOKe)
„Sb. tr. NII po probl. Kursk. magnit. anomalii“, (1982)
15, str. 90–94, 3 tabl., (rus.)
- B e l l, G. J., B r a n d e n b u r g, C. F. i B a i l e y, D.:
Naučno–istraživački i projektno–konstruktorski radovi u
oblasti podzemne gasifikacije uglja koje obavlja kompanija
ARCO (ARCO's research and development efforts in
underground coal gasification)
„AIChE Symp. Ser.“, 79 (1983) 226, str. 44–56, 5 il., 4
tabl., 27 bibl.pod., (engl.)
- H i l l, R. W., i T h o r s n e s s, C. B.: Eksperimenti na
podzemnoj gasifikaciji krupnih blokova uglja (Large block
experiments in underground coal gasification)
- „AIChE Symp. Ser.“, 79 (1983) 226, str. 57–65, 5 il., 2
tabl., 5 bibl.pod., (engl.)
- Transportne i rudarske mašine (Transportnye i gornye
mašiny)
Sb. nauč. tr. In–t geotehn. meh. AN USSR, Keiv, Nauk.
dumka, 1983, 151 str., (knjiga na rus.)
- U n g e r, R. L.: Zadaci u oblasti mehanizacije procesa
transporta materijala (Mechanization of materials hand-
ling tasks)
„Inf. Circ. Bur. Mines. U.S. Dep. Inter.“, (1983) 9848,
str. 102–110, 12 il., (engl.)
- Uređaj za transport jamskih radnika (Personnel Carrier)
„Amer. Mining Congr. J.“, 69 (1983) 11, str. 8, 1 il.,
(engl.)
- V a k u l ' č i k, V. G., D e r k a č, K. V. i d r.: Nova
sredstva za automatizaciju rudničkih lokaliteta (Novye
sredstva avtomatizacii rudničnyh lokomotivov)
„Avtomatiz. i regulir. transp. processov na uglol. predpri-
jatijah“, M., 1983, str. 52–57, 3 il., (rus.)
- L a s k o r i n, B. N. i P l a k s i n a, L. D.: Fizičko–
hemijske osnove teorije flotacije (Fiziko–hemičeskie os-
novy teorii flotacii)
M., „Nauka“, 1983, 264 str., 30 tabl., 70 il., 466
bibl.pod., (knjiga na rus.)
- Problemi poboljšanja kvaliteta ugljeva (Problemy povyšeni-
ja kačestva uglje)
M., „Nedra“, 1983, 111 str., (knjiga na rus.)
- Ortega, R. A.: Razdvajanje minerala na osnovu razlike
u kvašenju površine – Laboratorijska ispitivanja (Separa-
cion de minerales por diferente mojabilidad superficial –
Ensayos de laboratorio)
„Quim. e ind.“, 29 (1983) 6, str. 405–415, 16 il., 4 tabl.,
(špan.)
- P e t r o v s k i j, O. A., B a r s k a j a, I. B. i G o l u b',
L. A.: Eksperimentalno određivanje sila drobljenja u
konusnim drobilicama za krupno drobljenje (Eksperimen-
tal'noe opredelenie usilij drobljenja v konusno–valkovyh
drobilkah krupnogo drobljenja)
Dnepropetrov. fil. Vses. n.–i. i proekt.–konstruk. in–ta
gornorudn. mašinstroenija, Dnepropetrovsk, 1983, (Ru-
kopis deponovan u CNIITeltjažmaš, 21 okt. 1983, Nr.
1173tm–D83), (rus.)
- Tehnička sredstva i cena koštanja drobljenja inertnih
materija (Techniche e costi di frantumazione di materiali
inerti in tempi di crisi)
„Quarry and Constr.“, 21 (1983) 9, str. 123, (ital.)
- Z a d o r o ž n y j, V. K., R a k a e v, A. I. i d r.: Poveća-
nje efektivnosti gravitacionog obogaćivanja fino impregni-
ranih ruda optimizacijom njihove pripreme (Povyšenie
efektivnosti gravitacionnogo obogašćenija melkovkraple-
nyh rud putem optimizacii ih rudopodgotovki)
„Obogašč. šlamov“, Apatity, 1983, str. 83–87, 1 il., 3
tabl., (rus.)
- L e š č o v, E. S., R u l e v, N. N. i R o g o v, V. M.:
Ortokinetička koagulacija čestica pri flotaciji (Ortokineti-
českaja koagulacija častiv pri flotacii)
„In–t fiz. AN USSR. Prepr.“, (1982) 28, 19 str., (rus.)

- Hey, V. i Leininger, D.: Reakcije između flotacionih i flokulacionih reagenata i njihovo značenje za flotaciono razdvajanje kamenih ugljeva (Wechselwirkung von Flotations- und Sedimentationsreagenzien und ihre Bedeutung für die flotative Steinkohlensortierung) „Glückauf—Forschungsh.“, 44 (1983) 5, str. 226–233 (nem.)
- Glembockij, V. A.: Problemi primene apolarnih kolektora pri flotaciji (Problemy primeneniya apoljarnyh sobiratelej pri flotacii) „Cv. met.“, (1983) 8, str. 96–98, 1 tabl., 11 bibl.pod., (rus.)
- Sivkov, N. A. i Kozlova, Z. I.: Uticaj nekih reagenata na izdvajanje dragocenih metala (Vlijanie nekotoryh reagentov na izvlečenie blagorodnyh metallov) „Cv. metallurgija“, (1983) 17, str. 15–17, (rus.)
- Pudov, V. F. i Kaganovič, S. I.: Povećanje efektivnosti dejstva kompleksne cink–cijanidne soli kod razdvajanja bakarno–olovnog koncentrata (Povyšenie effektivnosti dejstvija kompleksnoj cinkovo–cianistoj soli pri razdelenii medno–svincovogo koncentrata) „Obogašćenie rud“, L., (1983) 4, str. 6–9, 3 il., 2 tabl., 7 bibl.pod., (rus.)
- Mitrofanov, S. I., Desjatov, A. M. i dr.: Snižavanje gubitaka metala sa sitnim klasama i optimizacija flotacije sulfidnih muljeva (Sniženie poter' metallov s tonkimi klassami i optimizacija flotacii sulfidnyh šlamov) „Obogašćenie šlamov“, Apatity, 1983, str. 9–14, 1 il., 1 tabl., 9 bibl.pod., (rus.)
- Marabini, A.: Selektivna flokulacija i flotacija (Flotazione e flocculazione selettiva) „Boll. Assoc. miner. subalp.“, 19 (1982) 3–4, str. 405–418, 15 il., 4 tabl., 15 bibl.pod., (ital.)
- Iwasaki, I., Reid, K. I. i dr.: Uticaj autogenog mlevenja i mlevenja kuglama za sulfidnu flotaciju (Effect of autogenous and ball mill grinding on sulphide flotation) „Mining Eng.“, (USA), 35 (1983) 8, str. 1184–1190, 7 il., 5 tabl., 13 bibl.pod., (engl.)
- Mokri magnetni separatori sa visokim naponom polja za rude gvožđa Španije (High–intensity wet magnetic separators for spanish iron ore) „Mining J.“, 301 (1983) 7730, str. 281, (engl.)
- Kozlov, N. S. i Dokučae, P. N.: Elektrofizičke metode u tehnologiji obogaćivanja polimetaličnih ruda koje se teško obogaćuju (Elektrofizičke metode v tehnologiji obogašćenija trudnoobogatimyh polimetaličeskih rud) „Obogašćenie šlamov“, Apatity, 1983, str. 116–120, 2 il., 1 tabl., (rus.)
- Bragg, R.: Fixtri i centrifuge (Filters and centrifuges) „Mining Mag.“, 149 (1983) 2, str. 90–91, 93, 95–97, 99–101, 103–105, 107, 109, 111, (engl.)
- Sastry, K. V. S., Kaerlok–England, D. J. i Hosten, C.: Usporedno proučavanje filtracije koncentrata rude gvožđa (Comparative study of the vacuum filtration behaviour of iron ore concentrate slurries) „Mining Eng.“, (USA), 35 (1983) 10, str. 1432–1436, 6 il., 2 tabl., 9 bibl.pod., (engl.)
- Winiewski, J.: Korišćenje podzemnih rudničkih voda za potrebe postrojenja za obogaćivanje uglja sa mokrim metodama obogaćivanja u gornje Šleskom ugljenom basenu (Wykorzystanie kopalnianych wod dolowych jako wody uzupełnijacej w zakładach przerobki mechanicznej węgla o mokrych metodach wzbogacania w Gornoslaskim Zaglebiu Weglowym) „Wiad. gorn.“, 34 (1983) 1, str. 14–22, 12 il., 11 tabl., 13 bibl.pod., (polj.)
- Mark, V., Sezemsky, H. i Ledesma, V.: Taložnici RHEAX u tehnološkim procesima čišćenja vode (Espesadores de lamelas Rheax en la tecnica de procesos) „Rocas y miner“, 11 (1983) 140, str. 50–55, 8 il., (špan.)
- Očkin, B. S., Puhov, V. L. i dr.: Proizvodnja aglomerata (Proizvodstvo aglomerata) „Gornyj ž.“, (1983) 8, str. 17–18, (rus.)
- Logačev, A. P. i Bobričkov, V. V.: Obogaćivanje i briketiranje uglja (Obogašćenie i briketirovanie uglja) „Obz. CNII ekon. i NTI ugol. prom–sti. Obogašćenie i briketir. uglja“, (1983) 5, 24 str., il., (rus.)
- Wilczynski, P., Bahr, A. i dr.: Naučni i tehnički progres u obogaćivanju sitnih i vrlo sitnih klasa ugljeva (–2,0 mm) u postrojenjima za obogaćivanje Ruskog akcionarskog društva (Neuere Entwicklungen und Untersuchungen zur Feinstkornsorrierung unter 2 mm bei der Ruhrkohle AG) „Glückauf“, 119 (1983) 17, str. 814–820, (nem.)
- Ironman, R.: Samohodni uređaj za drobljenje (Mobile crusher follows shovel) „Rock Prod.“, 86 (1983) 8, str. 39, 1 il., (engl.)
- Adams, R. J.: Sistem za upravljanje povećava kapacitet taložne mašine (Control system increases performance) „Mining Equip. Int.“, 7 (1983) 8, str. 37–38, (engl.)
- Perežilov, A. E.: Kontrola stanja atmosfere mehanizovanih čela aktivnim dejstvom na sloj (Upravljenje sostojaniem atmosfery mehanizirovannyh lav putem aktivnogo vozdeystvija na plast) „Upr. sostojaniem uglenos. tošči“, M., 1982, str. 42–47, 1 tabl., (rus.)
- Franklin, J. C. i Drouillard, R. F.: Merenje koncentracije radona i njegovih izotopa (Instrumentation development by the Bureau of mines for continuously monitoring radon and radon daughters) „Instrum. Mining and Met. Ind. Vol. 9: Proc. 10th Annu Symp. and Exhib., Denver, Colo, 5–7 May 1982“, Research Triangle Park, N.C., 1982, str. 103–115, 10 il., 13 bibl.pod., (engl.)
- Ljubinski, A. K.: Razrada efektivnih aerodinamičnih šema jamskih ventilacionih uređaja sa centrifugalnim ventilatorima (Razrabotka effektivnyh aerodinamičeskih šem šahtnyh ventiljatornyh ustanovok s centrobežnymi ventiljatorami) „Vopr. razrab. šaht. stacionar. ustanovok“, Doneck, 1982, str. 33–40, (rus.)

Bystron, H.: Uticaj prirodne depresije na rad glavnog ventilatora u podsystemu provetravanja jame (Wplywy depresji naturalnej na prace wentylatora glownego w podsystemie przewietrzania kopalni)
„Arch. gorn.”, 28 (1983) 2, str. 221–262, 6 il., 4 tabl., 30 bibl.pod., (polj.)

Bordin, D. A.: Automatizovani sistem upravljanja provetranjem – garancija čistoće i sigurnosti na radnom mestu (Ventilation monitor system ensures clean, safe workplace)
„Canad. Mining J.”, 104 (1983) 8, str. 23–24, 2 il., (engl.)

Dziurzynski, W. i Krach, A.: Problemi nestabilnog stanja jamske ventilacione mreže (Non-steady state in a mine ventilation network caused by a side inflow)
„Arch. gorn.”, 28 (1983) 2, str. 187–197, 5 il., 7 bibl.pod., (polj.)

Karastan, P. S. i Kondrašev, V. L.: Pitanje izbora metoda i sredstava modeliranja dinamike jamskih ventilacionih sistema (K voprosu o vybore metodov i sredstv modelirovanija dinamiki šahtnyh ventiljacionnyh sistem)
„Gidropnevmoautomat. i gidroprivod tehnol. mašin”, Novočerkask, 1982, str. 119–123, 1 il., 3 bibl.pod., (rus.)

Wang, Y. I.: Optimizacija energije vnetilacione struje pri radu ventilatora u složenoj mreži (Minimizing power consumption in multiple-fan networks by equalizing fan pressure)
„Int. J. Rock Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abstr.”, 20 (1983) 4, str. 171–179, 8 il., 2 tabl., 9 bibl.pod., (engl.)

Franczek, R.: Empirijska metoda za određivanje aerodinamičke karakteristike jamskih ventilacionih pregada (Metoda empiryczna okreslenia aerodynamicznej charakterystyki kopalnianych tam wentylacyjnych)
„Prz. gorn.”, 39 (1983) 3, str. 123–129, 5 il., 2 tabl., 9 bibl.pod., (polj.)

Nikolin, G. Ja.: Određivanje optimalnih parametara ventilacionog uređaja površinskog otkopa (Oprečelenie optimal'nyh parametrov ventiljacionnoj ustanovki kar'erov)
„Zaščita rabočih gornorudn. prom–sti ot proizvod. opasnostej i vrednostej”, M., 1983, str. 48–53, 2 il., 4 bibl.pod., (rus.)

Foniok, R.: Opasnost od požara i eksplozije ugljene prašine i sredstava za njenu neutralizaciju (Explosividad e inflamabilidad de las mezclas hidradas dispersivas y de las mezclas que se vuelven intertes de los polvos de carbonos)
„Rocas y miner.”, 11 (1983) 141, str. 60, (špan.)

Klimov, A. T.: Iz prakse u borbi protiv endogenih požara (Iz opyta bor'by s endogennymi požarami)
„Bezopasn. truda v prom–sti”, (1983) 10, str. 11, 1 il., (rus.)

Richter, G.: Zaščita od požara u jamama – stanje, razvoj i dalji zahtevi (Brandschutz unter Tage – Stand, Entwicklung und weitere Anforderungen)

„Sicherh., Bergbau, Energiewirt., Geol., Met.”, 29 (1983) 5, str. 99–100, (nem.)

Jackson, D.: Likvidacija podzemnog požara pneumatskim zasipom koji se dodaje kroz bušotine sa površine (Air Stower Snuffs Out Mine Fire Pneumatic materials stower seals underground workings of an abandoned mine through surface boreholes to isolate a fire)
„Coal Age”, 88 (1983) 8, str. 58–60, 4 il., (engl.)

Ogden, T. L. i Barker, D.: Ispitivanje ciklona Casella za hvatanje respirabilne frakcije prašine (Flow-dependence of the Casella respirable-dust cyclone)
„Ann. Occup. Hyg.”, 27 (1983) 3, str. 261–271, 10 il., 20 bibl.pod., (engl.)

Kovač, F.: Analiza prolaznog merenja izdvajanja gasa prema podacima čela u jamama sa velikom količinom gasa (Analiz vremennogo izmerenija vydelenija gaza po danym lav šaht s bol'sim debitom gaza)
„Publ. Techn. Univ. Heavy Ind.”, A38 (1983) 1–2, str. 3–74, (rus.)

Sergeev, V. S., Zinčenko, I. N. i Gorbatenko, A. E.: Uticaj promena barometarskog pritiska na izdvajanje gasa u šlepim hodnicima (Vlijanie izmenenija barometričeskogo davljenija na gazovydenie v tupikovyh vyrabotkah)
„Ugol' Ukrainy”, (1983) 9, str. 39, 1 il., (rus.)

Zinčenko, I. N. i Topčienko, B. I.: Analitička metoda za ocenu opasnosti od eksplozije rudničkog vazduha (Analitičeskij metod ocenki vzryvoopasnosti rudničnog vozduha)
„Bezopasn. truda v prom–sti”, (1983) 10, str. 34–35, 1 il., (rus.)

Rose, A. W., Williams, E. G., i Parizek, R. B.: Ispitivanje kiselosti jamskih voda (Predicting potential for acid drainage from coal mines)
„Earth and Miner. Sci.”, 52 (1983) 4, str. 37–41, (rus.)

Schmieder, A.: Pitanja zaštite jamskih prostoriya od slojnih voda (orig. nađ.)
„Banyasz. es kohasz. lapok. Banyasz.”, 116 (1983) 5, str. 315–323, 10 il., 13 bibl.pod., (mađ.)

Lewis, W. H. i Ferreira, E.: Nova otkrića u oblasti izrade ličnih sistema osvetljenja za rudare (New developments in personal light systems for miners)
„Inf. Circ. Bur. Mines. US Dep. Inter.”, (1983) 8938, 10 str., 11 il., 1 tabl., (engl.)

Nutter, R. S.: Metodologija za ocenu opasnih situacija kod jamskih automatizovanih sistema upravljanja (Hazard evaluation methodology for computer-controlled mine monitoring-control systems)
„IEE Trans. Ind. Appl.”, 19 (1983) 3, str. 445–449, 5 il., 2 tabl., 8 bibl.pod., (engl.)

Vanwontergheem, K.: Kontinualno merenje nekih ergonomskih parametara za vreme radova na podgrađivanju (Hetkontinu registreren van bepaalde ergonomische gegevens tijdens de inspanning)
„Rev. Inst. hyg. mines”, 38 (1983) 2, str. 121–123, 4 il., (flaman.)

Johnson, J. H.: **Borba sa izduvnim produktima dizel opreme** (New approach to diesel fume control promises savings)
„Can. Mining J.“, 104 (1983) 9, str. 45–46, 1 il., (engl.)

Hopkins, L., Moores, J. i dr.: **Mere u borbi protiv buke na utovarno–odvoznim mašinama** (An engineering noise control demonstration project for a wagner ST–5B load–haul–dump mining machine)
„NOISE–CON81 Proc. Nat. Conf. Noise Contr. Eng. Appl. Noise Contr. Technol., Raleigh, N.C. 8–10 June 1981“, New York, N.Y., 1981, str. 249–252, 2 il., 1 tabl., 2 bibl.pod., (engl.)

Konferencija o sigurnosti na radu u rudnicima uglja (Safety in mines research conference)
„Colliery Guard.“, 231 (1983) 9, str. 470, 472–474 477–479, (engl.)

Kock, F. – J.: **Spasilački radovi u rudniku** (Grubenrettungswesen)
„Glückauf“, 119 (1983) 18, str. 865–867, 4 il., (nem.)

Phelps, W.: **Problemi tehnike sigurnosti u otkopima visokomehanizovanih rudnika uglja** (Problems related to the detection and monitoring of gases in the face area of highly mechanised collieries)
„J. Mine Vent. Soc. S. Afr.“, 36 (1983) 6, str. 59–63, (engl.)

Stephenson, H.G. i Allison, Th. W.: **Geologija i sigurnost u rudnicima uglja** (The coal geologist's role in underground coal mine safety)
„Bull. Utah Geol. and Miner. Surv.“, (1982) 118, str. 137–142, 2 il., 4 bibl.pod., (engl.)

Carrieri, J.: **Preventivno održavanje opreme** (Preventive maintenance)
„World Mining“, 36 (1983) 10, str. 54–55, 1 il., (engl.)

O b a v e š t e n j a

SAOPŠTENJA O STRUČNIM SASTANCIMA KOJI ĆE SE ODRŽATI TOKOM 1984. GOD.

GODIŠNJA KONFERENCIJA UDRUŽENJA ZA UPRAVLJANJE SISTEMIMA: UPRAVLJANJE INFORMACIONIM RESURSIMA, SISTEMI I OBRADA PODATAKA (Association for Systems Management. Annual Conference: Information Resource Management, Systems and Data Processing)

Vreme održavanja: 29.IV – 2.V 1984. g.

Mesto održavanja: Toronto, Kanada

Obaveštenja: R.L Irwin, 24587 Bagley Road, Cleveland ON 44138, USA T(216) 243 6900

V SAVETOVANJE O RACIONALNOJ UPOTREBI ENERGIJE (5th Consultation on Rational Usage of Energy)

Vreme održavanja: maj 1984. g.

Mesto održavanja: Ljubljana, Jugoslavija

Obaveštenja: SITHOK – Sekcija inženirjev in tehnikov za hlajenje, ogrevanje in klimatizaciju pri Društvu strojnih inženirjev in tehnikov, Murnikova 2, 61000 Ljubljana, Jugoslavija

TEHNOLOGIJA, OBRAZOVANJE I ISTRAŽIVANJE U BIBLIOTEKARSTVU I INFORMATIVNIM NAUKAMA (Technology, Education and Research in Library and Information Science)

Vreme održavanja: 14–26. maja 1984. g.

Mesto održavanja: Dubrovnik, Jugoslavija

Obaveštenja: Interuniverzitetski centar za postdiplomske studije, 50000 Dubrovnik, Frana Bulića 4, Jugoslavija

V SAVETOVANJE O RACIONALNOJ UPOTREBI ENERGIJE (5th Consultation on Rational Energy Use)

Vreme održavanja: 15–16. maja 1984. g.

Mesto održavanja: Ljubljana, Jugoslavija

Obaveštenja: Fakulteta za strojništvo, 61000 Ljubljana, Murnikova 2, POB 394, Jugoslavija

VI MEĐUNARODNI KONGRES O INDUSTRIJSKIM MINERALIMA (6th International Industrial Minerals Congress)

Vreme održavanja: 21–26. maja 1984. g.

Mesto održavanja: Toronto, Kanada

Obaveštenja: Metal Bulletin Congresses Ltd. Park House Park Terrace Worcester Park Surrey KT4 7HY, UK

25 GODINA MEĐUNARODNE SARADNJE I ISKUSTVA U KONTROLI BUKE (25 Years of International Collaboration and Experience in Noise Control)

Vreme održavanja: 28. maj do 1. juna 1984. g.

Mesto održavanja: Sarajevo, Jugoslavija

Obaveštenja: Institut za arhitekturu, urbanizam i prostorno planiranje Arhitektonskog fakulteta, 71000 Sarajevo, Hasana Brkića 24, POB 34, Jugoslavija

MEĐUNARODNA KONFERENCIJA I IZLOŽBA METALURGIJE PRAHA (International Powder Metallurgy Conference and Exhibition)

Vreme održavanja: 17-22. juna 1984. g.
Mesto održavanja: nepoznato - Kanada
Obaveštenja: Metal Powder Industries Federal 105 Collette Road East Princeton NJ 08540, USA

MEĐUNARODNI KONGRES GEOLOGA (International Congress of Geologists)

Vreme održavanja: avgust 1984. g.
Mesto održavanja: Moskva, SSSR
Obaveštenja: Ministarstvo za geologiju SSSR, Moscow, USSR

LETNJA ŠKOLA: PRENOS TOPLOTE I MASE U FLUIDIZIRANOM SLOJU (Summer School: Heat and Mass Transfer in Fixed and Fluidized Beds)

Vreme održavanja: 26-31. avgusta 1984. g.
Mesto održavanja: Dubrovnik, Jugoslavija
Obaveštenja: Međunarodni centar za prenos toplote i mase, 11001 Beograd, POB 522, Jugoslavija

I JUGOSLOVENSKI KONGRES OSUNČANOJ ENERGIJI (1st Yugoslav Congress on Solar Energy)

Vreme održavanja: septembar 1984. g.
Mesto održavanja: Ljubljana, Jugoslavija
Obaveštenja: Slovensko društvo za sonačno energiju, 61000 Ljubljana, Mumikova 2, Jugoslavija

III JUGOSLOVENSKI SIMPOZIJUM O METALURGIJI (3rd Yugoslav Symposium on Metallurgy)

Vreme održavanja: septembar 1984. g.
Mesto održavanja: Ohrid, Jugoslavija
Obaveštenja: Rudarsko-geološki fakultet, 11000 Beograd, Đušina 7, Jugoslavija

XVI SIMPOZIJUM: PRENOS TOPLOTE I MASE U FLUIDIZIRANOM SLOJU (16th Symposium: Heat and

Mass Transfer in Fixed and Fluidized Beds)

Vreme održavanja: 3-7. septembra 1984. g.
Mesto održavanja: Dubrovnik, Jugoslavija
Obaveštenja: Međunarodni centar za prenos toplote i mase, 11001 Beograd, POB 522, Jugoslavija

III MEĐUNARODNI KONGRES ZA VENTILACIJU U RUDNICIMA (3rd International Mine Ventilation Congress)

Vreme održavanja: 10-14. septembra 1984. g.
Mesto održavanja: nepoznato, Velika Britanija
Obaveštenja: The Institution of Mining and Metallurgy 44 Portland Place London W1N 4BR UK

SISTEM: ČOVEK - MAŠINA - OKRUŽENJE (System: Man - Machine - Surrounding)

Vreme održavanja: oktobar 1984. g.
Mesto održavanja: Beograd, Jugoslavija
Obaveštenja: Srpsko biološko društvo, 11000 Beograd, Nemanjina 24, Jugoslavija

13. MEĐUNARODNA IZLOŽBA SIGURNOSTI NA RADU I ZAŠTITE ČOVEKOVE OKOLINE „ZAŠTITA 84“ (13th International Exhibition of Occupational Safety and Environment Protection „Protection 84“)

Vreme održavanja: 26-31. oktobra 1984. g.
Mesto održavanja: Beograd, Jugoslavija
Obaveštenja: Beogradski sajam, 11000 Beograd, Bulevar vojvode Mišića 14, Jugoslavija

KONFERENCIJA O RUKOVANJU RADIOAKTIVNIM OTPADOM (Conference on Radioactive Waste Management)

Vreme održavanja: 27-29. novembra 1984. g.
Mesto održavanja: London, Velika Britanija
Obaveštenja: British Nuclear Energy Society at the Institution of Civil Engineers, 1-7 Great George Street, London SW1P 3AA, United Kingdom

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

„RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

Cene:

1/1 strana u crno-beloj tehnici	4.000,00.- d.
1/2 strane u crno-beloj tehnici	3.000,00.- d.

Redakcija

POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

	Cena po primerku
— prof. dr ing. Mirko Perišić: „PRIMENJENA GEOSTATISTIKA“ (knjiga sa priručnikom)	1.000,00.—
— dr ing. Janoš Kun: „POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA LIGNITA“ (I deo)	500,00.—
„POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA LIGNITA“ (II deo)	500,00.—
— prof. dr ing. M. Grbović — dr mr N. Magdalinović: „PROCESNA OPREMA DROBLJENJA I MLEVENJA MINERALNIH SIROVINA“	200,00.—
— Prof. ing. Nikola Najdanović — dr ing. Radmilo Obradović: „MEHANIKA TLA U INŽENJERSKOJ PRAKSI“	400,00.—
— Pror. dr Velimir Milutinović: „KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA“	100,00.—
— Prof. dr ing. Radomir Simić — dr ing. Dušan Mršović — mr ing. Vladimir Pavlović: „ODVODNJAVANJE POVRŠINSKIH KOPOVA“	800,00.—

INFORMACIJA C₁

Informacija o proizvodnji, zalihama i tržištu uglja koja izlazi mesečno i daje sliku momentalnog stanja, godišnja pretplata 2.500,00.—

Porudžbine se dostavljaju na adresu:
Rudarski institut, 11000 Beograd, Zmaj Jovina 21
ili Rudarski institut, 11081 Zemun, Batajnički put 2

Uskoro izlazi iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1983. godini

Cena knjige je 4.500,00.— dinara.

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

Knjiga se pre uplate ne dostavlja!

Redakcija

PROIZVOĐAČI OPREME

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda koje ćemo objaviti **BESPLATNO** u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

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

Prikaze dostaviti na adresu:

RUDARSKI INSTITUT

Redakcija »Rudarskog glasnika«
Zemun, Batajnički put br. 2.

Redakcija

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najjemenitniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

O-113**odlagalište, hidromonitorno visinsko**

flushing dump above level
décharge (f) à chasse d'eau au
dessus du niveau
Hochspülkippe (f)
ВЫСОКОСМЫВНОЙ ОТВАЛ

O-114**odlagalište, klizanje**

stockpile sliding; depot sliding
glissement (m) du remblai
kippenseitig
отвальный оползень

O-115**odlaganje, mesto**

depot position; storage position
position (f) du dépôt
Kippstelle (f)
отвальное место

O-116**odlagalište, napredovanje**

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
ПОДВИГАНИЕ ОТВАЛА

O-117**odlagalište, odbacivačko**

stacker dump
dépôt (m) formé par l'engin de rejet
Absetzerkippe (f)
экскаваторный (абзетцерный) отвал

O-118**odlagalište, okrenut ka**

facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers de dépôt; face (f) vers
remblai
Kippenrutschung
со стороны отвала



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:

FĀST
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

