



SIGURNOST U RUDNICIMA

VIII · 1973 · 2

VIII GODIŠTE
2. B R O J
1973. GODINA

SIGURNOST U RUDNICIMA

**ČASOPIS ZA LIČNU,
KOLEKTIVNU I POGONSKU
ZAŠTITU U RUDARSTVU**

**S A F E T Y I N M I N E S
S É C U R I T É M I N I È R E
T E X H N I K A B E Z O P A C H O S T I
Г О Р Н Ы Х Р А Б О Т
G R U B E N S I C H E R H E I T**

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

Štampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dipl. ing. IVO TRAMPUŽ, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. MIODRAG, Rudnici i topionica olova i cinka »Trepča«

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. DUŠAN, Savezni centar za zaštitu, Tuzla

CEROVAC dipl. ing. MATIJA, Rudarski inspektorat SR Slovenije, Ljubljana

CURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

DRAGOJEVIĆ dipl. ing. MILOŠ, Rudarski inspektorat SR Srbije, Beograd

**DRAGOVIĆ dipl. ing. MIODRAG, Savezni sekretarijat za industriju i trgovinu,
Beograd**

**JANCETOVIĆ dipl. ing. KOSTA, Kombinat za eksploataciju i preradu kosovskih
lignita »Kosovo«, Obilić**

JOKANOVIĆ prof. univer. ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

KOMNENOV dipl. ing. MILIVOJ, Rudarski inspektorat SR Srbije, Beograd

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

LASICA dipl. ing. MIHAILO, »Magnohrom«, Kraljevo

LEGAT dipl. ing. FRANC, Rudnik mrkog uglja, Trbovlje

MARINOVIĆ dipl. ing. IVO, Rudarski inspektorat SR Hrvatske, Zagreb

MILIČIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski inspektorat SR BiH, Sarajevo

RUKAVINA MILAN — ŠAJN, Sindikat industrije i rudarstva SFRJ, Beograd

**SIMONOVSKI dipl. ing. BRANISLAV, Rudarski inspektorat SR Makedonije,
Skopje**

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd

VITOROVIĆ dipl. ing. TODOR, Rudarski inspektorat SR Crne Gore, Titograd

VUKIĆ dipl. ing. MILUTIN, Rudarski inspektorat SR BiH, Sarajevo

VUKOVIĆ dipl. ing. SLOBODAN, Rudarski basen »Kolubara«, Vreoci

DIPL. ING. RADOMIR SEVERIN	
<i>Metodika statistike nastajanja povreda</i> — — — — —	5
<i>Injury Occurrence Statistic Methodology</i> — — — — —	12
DIPL. ING. NATALIJA PAVLOVIĆ	
<i>Određivanje poroznosti uglja nekih naših rudnika</i> — — — — —	13
<i>Determination of the Porosity of Coals from Some Domestic Mines</i> — — — — —	20
DIPL. ING. VELIBOR ROSIĆ — DIPL. ING. DRAGUTIN UZELAC	
<i>Prilog proučavanju metoda antikoroziivne zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa</i> — — — — —	21
<i>Contribution to the Study of Auticorrosion Protection Methods as a Safety Measure in Crude Oil and Gas Production</i> — — — — —	31
DIPL. ING. IVAN AHEL — DIPL. ING. VLADIMIR IVANOVIĆ — DIPL. TEHN. GOJKO JEFTIĆ	
<i>Faktori koji utiču na stanje zaprašnosti kod operacije mokrog bušenja minskih rupa i tehničke mere za njeno dovođenje u granice zahteva tehničkih propisa</i> — — — — —	33
<i>Factors Influencing the State of Dustiness During Wet Blasthole Drilling and Technical Measures for Bringing It in Accordance with Technical Regulation</i> — — — — —	39
DIPL. ING. KAZIMIR KAUZLARIĆ — DIPL. ING. MILUTIN VUKIĆ	
<i>Zagađenje atmosfere površinskih kopova (II deo)</i> — — — — —	40
<i>Die Luftverschmutzung in den Tagebaubetrieben</i> — — — — —	45
DIPL. ING. VLADIMIR IVANOVIĆ — DIPL. ING. OBREN KOPRIVICA	
<i>Prilog istraživanju ugroženosti radnika po smenama od agresivne mineralne prašine na difuzno provetravanim radilištima u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina</i> — — — — —	46
<i>Contribution to Investigations on Mine Imperilment During Shifts by Aggressive Mineral Dusts Under Conditions of Difusion Ventilated Workings in Underground Mineral Materials Mining</i> — — — — —	54
DIPL. ING. JOZO BEGIĆ	
<i>Prilog rješavanju problema sigurnosti kod odlaganja jalovih masa na površinskim kopovima rudnika Ljubija</i> — — — — —	56
<i>Beitrag zur Lösung des Sicherheitsproblems bei der Abraumverkipfung in den Tagebaubetrieben des Bergwerks Ljubija</i> — — — — —	65
DIPL. ING. LUKA SUČEVIĆ — DIPL. ING. VASO ELEZOVIĆ — DIPL. ING. ALOJZ ŽELEZNIK	
<i>Rezultati provetravanja »Stare Jame« RU Kakanj pri serijskom radu dva ventilatora</i> — — — — —	67
<i>Results of Mine Kakanj iPt »Stara Jama« Ventilation by serial Operation of Two Fans</i> — — — — —	69
MR ING. RATOMIR DŽODIĆ	
<i>Osnovni kriterijumi tehničke zaštite pri dimenzioniranju sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča</i> — — — — —	71
<i>Grundkriterien des technischen Schutzes bei der Bemessung der Sicherheitsspeiler und der Schutzplatten</i> — — — — —	76
DR ING. DUŠAN SALATIĆ	
<i>Novi tehnološki postupci u pripremi mineralnih sirovina i zaštite čovekove radne i životne sredine</i> — — — — —	77
<i>New Mineral Dressing Technological Processes and Protection of Human Working and Living Environment</i> — — — — —	80
DIPL. ING. JULIJ VASTIĆ	
<i>Nevarnosti in problemi v zvezi z varstvom pri delu na Rudniku živega srebra Idrija</i> — — — — —	82
<i>Die Gefahren und die Probleme im Zusammenhang mit dem Arbeitsschutz im Quecksilberbergwerk Idria</i> — — — — —	87
DR ING. DRAGOLJUB ĐOKIĆ — DIPL. ING. SLOBODAN LUKOVIĆ	
<i>Savremena tehnička rešenja opreme za podzemnu eksploataciju i sigurnost rada</i> — — — — —	88
<i>Up-to-date Technical Solutions of Equipment for Underground Mining and Safety at Work</i> — — — — —	93
<i>Prikazi iz literature</i> — — — — —	94
<i>Kongresi i savetovanja</i> — — — — —	97
<i>Bibliografija</i> — — — — —	98

Metodika statistike nastajanja povreda

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Radomir Severin

U članku je prikazana nova metodika statistike koja omogućava dugoročnu statističku obradu primarnih i sekundarnih uzroka povređivanja za potrebe privrednih organizacija. Osim toga opisan je matematski model povreda i data je definicija faktora sa kojima model operiše.

Nedostaci u sadašnjoj metodici statistike nastajanja povreda dali su povod za razradu predloga nove metodike, koja omogućava dugoročnu statističku obradu ne samo primarnih uzroka povreda za opštedržavnu analizu, već i sekundarnih uzroka za proizvodne potrebe privrednih organizacija. Praćenje sekundarnih uzroka spada kako u tehničku oblast, tako i u sferu sociologije i psihologije rada.

U vezi sa formiranjem nove metodike, koja je realizovana od 1. I 1971. godine u organizacijama sektorske direkcije OKD, sačinjen je u 1970. godini kontrolni registar skoro 600 podataka o povredama u rudnicima uglja i metala.

Deo predložene metodike je i, ovde opisan, matematički model povreda, izražen pomoću teorije skupova, kao i definicija faktora sa kojima model operiše.

Analiza nastajanja povrede

Poznavanje procesa nastajanja povrede je bitno za sticanje znanja kako da se povreda spreči. Svaka nezgoda, povreda ili uopšte rečeno povredna radnja ima svoju unutrašnju logiku. Svako radnji kod koje dolazi do povrede prethode određene okolnosti, koje možemo nazvati uzrocima, i koje u svome sticaju izazivaju povrednu radnju.

Naučnici koji se bave teorijom nastajanja povreda (1 do 7) slažu se u tome da se

uzroci nastajanja povredne radnje mogu podeliti u nekoliko grupa:

- uzroci čije poreklo leži u materijalu, energiji, uređajima i sl.,
- uzroci koji potiču iz opasne aktivnosti ili opasne sredine,
- uzroci izazvani ljudskim greškama,
- uzroci koji proizilaze iz socijalne sredine čoveka.

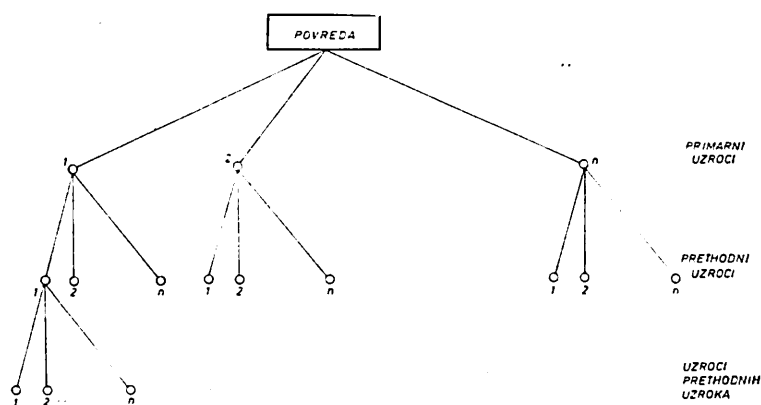
Međutim, gledišta se kod teoretičara razlikuju kad je reč o sistematskoj podeli uzroka, njihovoj sadržini i opisu i sa time povezanom unutrašnjom logikom, kao i povezanošću i odnosima među raznim uzrocima.

I kada nam uspe da podelimo uzroke u mali broj grupa prema definisanim vrstama, vrlo je teško ustanoviti sve uzroke koji su izazvali povrednu radnju. To možemo prikazati grafički (sl. 1).

Tako bismo mogli postupati i dalje, sve do udaljenih vremenskih perioda i znatnih podrobnosti.

Povredna radnja je neplanirana i nekontrolisana radnja u kojoj se kao posledica akcije i reakcije predmeta radnje dešava povreda čoveka.

Povredna radnja ima stohastički karakter i može se analizirati statističkom obradom. Za statističku obradu, međutim, moramo definisati adekvatan stepen podrobnosti



Sl. 1 — Grafički prikaz uzroka koji su izazvali povrednu radnju.

Fig. 1 — Diagram of causes leading to the injuring action.

pojedinih uzroka. Treba razmotriti kakve podrobnosti o utvrđenim uzrocima vredi evidentirati. Uvek se pretpostavlja da je neophodno osigurati tačno definisane i pre svega potpuno istinite podatke.

Stepen podrobnosti uzroka je određen obimom mogućih mera, koje se mogu ili bi se trebale preduzeti, da bi se smanjila opasnost ponavljanja povredne radnje.

Principi metodike

Okolnosti koje izazivaju povrednu radnju i njihovu zavisnost možemo uopšte izraziti pomoću teorije skupova. U ovom slučaju makar i u domenu intuitivnog shvatanja pojma skupova, bez ulaženja u njihovu aksiomatsku građu. Radi se o metodi koji se sa uspehom koristi kod mnogih drugih problema, i nema razloga da se ne upotrebi kod prividno netehničkog problema preventive povreda, koji se takođe bavi činjenicama i prirodnim pojavama.

Definišimo pojmove:

- izvor,
- faktor rizika,
- pogrešno postupanje.

Pretpostavimo:

- da smo u stanju odrediti za svaku energiju da li je mogući izvor povrede ili ne,
- da možemo odlučiti za svako stanje okoline ili čoveka da li deluje faktor rizika ili ne,
- da možemo o svakoj delatnosti subjekta odlučiti da li sadrži pogrešno postupanje ili ne.

Označimo pri navedenim pretpostavkama:

- Z — skup svih situacija (tj. vremenskih trenutaka) kada je delovao izvor,
- R — skup svih situacija (tj. vremenskih trenutaka) kada je bio prisutan faktor rizika,
- V — skup svih situacija (tj. vremenskih trenutaka) kada je došlo do pogrešnog ponašanja,
- D — skup svih situacija (tj. vremenskih trenutaka) kada je došlo do povredne radnje,
- U — skup svih situacija (tj. vremenskih trenutaka) kada je došlo do povrede,

pa možemo napisati

$$D = Z \cap R \cap V \quad (1)$$

tj. skup D je presek skupova Z, R, V.

Zato važi

$$U \subset D$$

tj. skup U je deo skupa D.

Grafički je ovaj slučaj prikazan na sl. 2.

Presek skupova je označen šrafiranom površinom i predstavlja povrednu radnju D u širem smislu. Skup situacija, kada je došlo do povrede (U) — ograničen debelom konturom — je samo deo (a nikako jednak) preseka skupova Z, R, V zato što pri nekim naročito

srećnim okolnostima (povrednih radnji) ne mora istovremeno delovanje izvora, postojanje faktora rizika i prisutnost pogrešnog postupanja dovesti do povrede. Za nastajanje povrede potrebno je da odgovarajući izvori, faktori rizika i pogrešna postupanja budu u određenom odnosu, koji je dat, osim istovetnog vremenskog trenutka delovanja, takođe i istovetnim mestom delovanja.

Pojedini elementi skupova Z, R, V su vremenski trenuci (situacije) kada elementi deluju. Naša je želja da pridodamo datim pojedinim trenucima konkretne izvore, faktore rizika i pogrešna postupanja.

Ako uzmemo da je

- Z' — skup izvora, tj. taksativno naveden spisak izvora,
- z — elemenat skupa Z', tj. jedan izvor,
- R' — skup faktora rizika, tj. taksativno naveden spisak faktora rizika,
- r — elemenat skupa R', tj. jedan faktor rizika,
- V' — skup pogrešnih postupanja, tj. taksativno naveden spisak pogrešnih postupanja,
- v — elemenat skupa V', tj. jedno pogrešno postupanje,
- D' — skup povrednih radnji,
- d — elemenat skupa D', tj. jedan slučaj potencijalne opasnosti povrede,
- U' — skup povreda, tj. slučajeva kada je došlo do radne nesposobnosti ljudi,
- u — elemenat skupa U', tj. jedan slučaj kada je došlo do radne nesposobnosti čoveka.

Za povrednu radnju i povredu važe zatim sledeća pravila koja definišu uzajamne odnose: svakome

$$z \in Z' \quad (2)$$

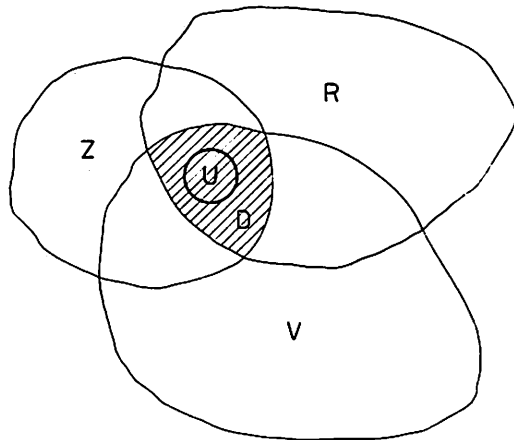
(tj. k svakom izvoru) se mogu pridodati određeni podskupovi

$$R'(z) \subset R' \quad (3)$$

i

$$V'(z) \subset V' \quad (4)$$

skupa R', V' takvi, da je skup R'(z) (odnosno V'(z)) skup onih faktora rizika (odnosno



Sl. 2 — Grafički prikaz odnosa skupova Z, R, V, D i U.
Fig. 2 — Diagram of relationships between groups Z, R, V, D and U.

pogrešnih postupanja), koji su u vezi sa odabranim izvorom z.

Trojstvo

$$[z, R'(z), V'(z)] = d(z) \quad (5)$$

nazvaćemo tada povrednom radnjom II (u užem smislu reči), kada

$$R'(z) \neq O, V'(z) \neq O$$

tj. ako postoji za dati izvor makar jedan povezan faktor rizika i makar jedno povezano pogrešno postupanje.

Skup D' povrednih radnji se može definisati

$$D' = \{d(z) : [z, R'(z), V'(z)], R'(z) \neq O, V'(z) \neq O\} \quad (6)$$

Svakoju povredi pripada jedan izvor

$$u \rightarrow z(u) \quad (7)$$

Primedba:

Slučajevi, kada istovremeno deluje više od jednog izvora su po broju i značaju za praksu beznačajni. Za svaku povredu

$$u \in U' \quad (8)$$

je odgovarajuća povredna radnja data trojstvom

$$d(u) = z(u), R'[z(u)], V'[z(u)] \quad (9)$$

gde

$$R' [z(u)] \neq 0$$

i

$$V' [z(u)] \neq 0.$$

Očigledno je da se u takvom slučaju može povreda poistovetiti sa odgovarajućom povrednom radnjom.

U opštem slučaju je broj elemenata z , r , v , skupova $R' (z)$, $V' (z)$ izražen proizvoljnim brojem k . Za praktičnu analizu ograničen je brojem $k = 1, 2$ ili 3 — jednačina (9). Razlog je teškoća njihovog ustanovljavanja, što zavisi od evidencije već nastalih povreda. Međutim, ograničenje ne mora u praktičnoj analizi da smeta zato što se radi o brzoi i razumljivoj interpretaciji zabeleženih faktora i statističkoj obradi rezultata s odgovarajućim troškovima i vremenom.

Navedeni odnosi izražavaju na osnovu iznetih pretpostavki logiku nastajanja povredne radnje i sprečavaju nejednoznačnost, do koje bi moglo doći pri tekstualnom objašnjenju.

Ipak je korisno matematičke formulacije dopuniti tekstem.

Povredna radnja I (u širem smislu)

Presek skupova Z , R , V (karakterise povrednu radnju D) obuhvata i slučajeve kada izvori povrede Z' , faktori rizika R' i pogrešna postupanja V' nisu uzajamno sinhronizovani — ne deluju u jednom mestu, ili recimo u prostornom žarištu. Samo su vremenski sinhronizovani — deluju u jednom trenutku. Pri ovakvim okolnostima ne dolazi do povrede (radne nesposobnosti čoveka). Ali pošto je presekom skupova Z , R , V nastala situacija kada istovremeno deluju elementi z , r , v , nazvaćemo ovo stanje povrednom radnjom — jednačina (6). U praksi se ovakvi slučajevi ne evidentiraju (iako su često konstatovani), zato što nije došlo do povrede.

Povredna radnja II (u užem smislu)

Drugi karakterističan slučaj može biti činjenica da je povredna radnja nastala u prostornom žarištu — jednačina (5). To je takav slučaj, kada izvor, faktori rizika i pogrešna postupanja deluju u jednom mestu

(zato što se radi o preseku skupova, dakle, i u istom trenutku). I pored toga, ne mora doći do povrede čoveka, ako je srećnim slučajem bio izvan toga prostora, ili samo u njegovoj blizini — čak i neposrednoj. I ovi slučajevi se ne evidentiraju u praksi.

U stvarnosti se beleže samo nedostaci i greške koji, doduše, pripadaju kao elementi (z, r, v) , skupovima Z', R', V' , ali pošto ne deluju u prostornom žarištu, ne prikazuju se kao povredna radnja II — u užem smislu. Međutim, stvaraju potencijalnu opasnost njenog nastajanja.

Cilj rada tehničara koji se bave bezbednošću rada, trebalo bi da bude kao preventivna mera utvrđivanje, pre svega, svih elemenata z, r, v , koji mogu da deluju na jednom mestu i u određenom trenutku da budu uzrok nastajanja povredne radnje II (u užem smislu).

Povreda

Za razliku od povredne radnje, povreda je slučaj kada je došlo do radne nesposobnosti čoveka. Pretpostavka za nastajanje povrede je postojanje povredne radnje u prostornom žarištu, u kome se istovremeno nalazio čovek — jednačina (9).

U praksi se evidentiraju samo takvi slučajevi.

Određen izvor, određen broj faktora rizika i određen broj pogrešnih postupanja se naknadno povezuju sa povredom kao njen uzrok tek po nastajanju povrede — jednačina (9), i to u zavisnosti od njene prirode, eventualno posledica.

Sa jednom povredom se identifikuje samo jedan izvor-jednačina (7).

Uz jedan izvor se pridodaje najmanje jedan, a najviše tri faktora rizika — jednačina (9).

Uz svaki faktor rizika se pridodaje najmanje jedno, a najviše tri pogrešna postupanja — jednačina (9).

Ova pravila su grafički izražena na sl. 3.

Definicija elemenata skupova

Izvor

Izvor se definiše kao energija.

Energija je prema fizikalnim zakonima data odnosom

$$E = \frac{1}{2g} G v^2 = 1/2 m \cdot v^2$$

pa je na taj način funkcija mase i njenog kretanja.

Promena stanja mase ili njeno kretanje je izazvano energijom. Ako ne deluje energija, ne nastaje mogućnost kretanja mase. Sa gledišta fizike razlikujemo potencijalnu energiju i kinetičku energiju (energiju kretanja).

U svojim razmatranjima polazimo od pretpostavke da izvor može biti samo kinetička energija od koje zavisi kretanje mase.

Energiju možemo analizirati i klasifikovati prema mnogo raznih gledišta. Za naše potrebe korisno je podeliti energiju prema tome, kakva masa ili postrojenje je njen nosilac.

Interesuje nas tehnička funkcija energije i njeno praktično dejstvo na ljudski organizam. Sa toga gledišta delimo energiju na energiju:

- mašina (mašine pogonske, saobraćajne, za dizanje, specijalne, instrumenti, alati i sl.),
- prirode (prirodni uticaji, elementarne nesreće i sl.),
- stena i materijala (kretanje, pad stena i materijala),
- industrijskih štetnih materija (delovanje kiselina, vrelih i hladnih materija, eksploziva i sl.),
- električnu (delovanje malog, niskog, visokog i vrlo visokog napona),
- živih organizama (spoljna energija čoveka, unutrašnja energija čoveka, energija životinja).

Faktor rizika

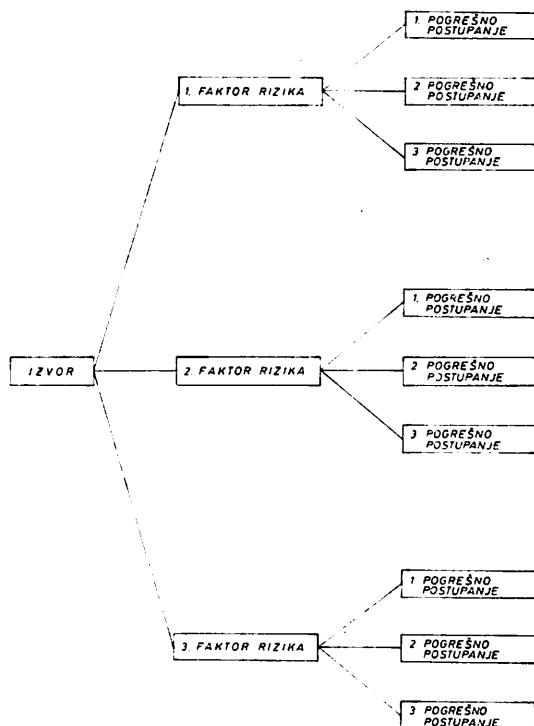
Faktor rizika se definiše kao stepen potencijalne opasnosti.

On obuhvata u sebi opasnost tehničkih grešaka i grešaka čoveka. Izražava stepen opasnosti pri datim okolnostima i u datoj situaciji.

Nastajanje povredne radnje i povrede uslovljeno je elementom koji određuje stepen opasnosti ili opasnog delovanja. Ovaj stepen može karakterisati kvalitet zaštitnih tehničkih uređaja i sredstava, nivo i broj naređenja, uputstava, smernica, radnih procesa, kao i iskustva, psihologiju u kvalifikaciju čoveka.

Osnovni faktori rizika formulisani su na sledeći način:

- loš projekat, dispozicija radilišta,
- loši životni uslovi na radilištu,
- loši materijali, predmeti, uređaji, mašine, instrumenti,
- loša, nedovoljna ili nedostajuća tehnička sigurnosna postrojenja i mere,
- loš smeštaj materijala i predmeta,



Sl. 3 — Grafički prikaz odnosa broja faktora rizika i broja pogrešnih postupaka za jedan izvor.

Fig. 3 — Diagram of the ratio of risk factors number to the number of wrong actions for a single source.

- rđavo ili nepovoljno stanje radnika,
- loša ili nikakva lična zaštitna oprema,
- greške u rukovođenju i organizaciji rada,
- ostale greške, o čijoj opasnosti se još ne zna, ili protiv kojih još do sada ne postoji zaštita.

Pogrešno postupanje

Pogrešno postupanje se definiše kao štetna delatnost subjekta.

Pod subjektom se razume fizička osoba; čovek koga je zadesila povreda, ili čovek koji je izazvao povredu, ili takođe i pravno lice (organizacija) i fizička lica kojima je poverena funkcija (majstor, predradnik).

Osnovna pogrešna postupanja se definišu ovako:

- pogrešna delatnost organizacije,
- pogrešno vršenje nadzora od strane majstora,
- pogrešno vršenje nadzora od strane predradnika,
- pogrešno postupanje povređenoga,
- pogrešno postupanje drugog čoveka.

Taksativno detaljni spiskovi izvora, faktora rizika i pogrešnih postupanja navedeni su u spiskovima, koji su sastavni deo cele metodike.

Primarni i sekundarni uzroci povreda

U vezi sa prethodnim izlaganjem, kod povrede se radi o događaju koji se već desio, i kod koga elemente z, r, v možemo naknadno pridodati elementima skupova Z', R', V'.

Izvor, faktori rizika i pogrešna postupanja izražavaju u svom kompleksu uzroke povrede i mogu u opštem slučaju obuhvatati proizvoljan stepen detaljnosti.

Za praksu je potrebno poznavati niz daljih, detaljnijih podataka, čija će analiza omogućiti primenu konkretnih mera.

Ako biramo ma koje dalje elemente u spiskovima izvora, faktora rizika i pogrešnih postupanja do sada ne navedenih, uvek će ti elementi moći da se podvedu u neki od tih spiskova.

Formalna razlika biće samo u dve činjenice:

- biće obuhvaćeni pod nekim drugim pojmom ili nazivom,
- izražavaće veći stepen detaljnosti, tj. to će biti uzroci navedenih uzroka.

Sa gledišta prakse korisno je pratiti ove elemente i nazivati ih prema kvalitetu vrsti, radnoj ili naučnoj grani iz koje su preuzeti. Gledišta za klasifikaciju ovih elemenata ima bezbroj.

Izvanredno je teško taksativno imenovati sve elemente skupova izvora, faktora rizika i pogrešnih postupanja toliko detaljno, koliko nas može interesovati pri analizi. Ne može se zanemariti ni činjenica da do sada nisu ni poznati svi elementi i njihove kombinacije koje utiču na nastajanje povrede.

Na primer, ustanovimo da je faktor rizika bio elemenat lošeg upravljanja i organizacije rada. U detaljnijem raščlanjavanju može se ovaj elemenat definisati kao tehnologija otkopavanja ili jamska podgrada. Obrnuto, nije isključeno da elemenat tehnologije otkopavanja i jamske podgrade reprezentuje elemenat faktora rizika nazvanog loš projekat ili loše mašine.

Slično može biti elemenat faktora rizika, koji je u spisku naveden pod »nepovoljno stanje radnika«, detaljniji elemenat nazvan konflikt ili stambene prilike.

Nazvaćemo sve elemente koji su taksativno navedeni u spiskovima izvora, faktora rizika i pogrešnih postupanja — primarnim uzrocima povreda, a elemente koji nisu taksativno navedeni u spiskovima izvora, faktora rizika i pogrešnih postupanja — sekundarnim uzrocima povreda.

Dobićemo na taj način dve grupe podataka i sledeće povoljne mogućnosti:

- okvirna statistička obrada za opštedržavne potrebe,
- prihvatljiv obim spiskova (nomenklature) za opštedržavnu statistiku,
- mogućnost da se napravi spisak (nomenklatura) za podatke ma koje industrijske grane,
- mogućnost modifikovanja spiskova (nomenklature) prema iskustvima stečenim prethodnom statističkom obradom.

Zaključak

Navedena pravila su sastavni deo metode statistike nastajanja povreda i realizovana su u organizacijama sektorske direkcije OKD Ostrava od 1. 1. 1971. godine, istovremeno sa statističkom obradom na srednjem računaru.

Za lakše shvatanje iznetih principa rezimiramo glavne misli:

— Postoji stanje koje se naziva povredna radnja i povreda.

— Oba stanja imaju stohastički karakter. Povredna radnja i povreda će nastajati i kada ne budu poznati svi uzroci. Obrat ćemo pažnju najpre onim povredama koje se javljaju kao statistički značajne, čija brojnost je kod poznatih uzroka izvanredno velika.

— Za nastajanje povredne radnje važi da mora istovremeno delovati jedan izvor, najmanje jedan faktor rizika i najmanje jedno pogrešno postupanje. Ako ovi činioci deluju u raznim mestima (makar i istovremeno), nije povredna radnja očigledna.

— Ako činioci deluju u jednom mestu, povredna radnja je vidljiva.

— Za nastajanje povrede je uslov da povredna radnja deluje u jednom mestu, u kome se istovremeno nalazi čovek.

— Primarne uzroke povrede (i povredne radnje) definišu izvor, faktor rizika i pogrešno postupanje.

— Postoje, razume se, i drugi uzroci povreda (a takođe i povrednih radnji), koje možemo nazvati sekundarnim uzrocima, i koji nas u praksi mnogo interesuju.

— Sekundarni uzroci su uvek deo nekog od primarnih uzroka, što znači da detaljno definišu izvor, ili faktor rizika, ili pogrešno postupanje.

— Nazivi sekundarnih uzroka zavise od grane ljudske delatnosti; njihova klasifikacija je različita i mnogostruka. Zato što bi

bilo tehnički teško obrazovati taksativni spisak svih mogućih sekundarnih uzroka iz oblasti izvora, faktora rizika i pogrešnih postupanja, biramo samo one za koje pretpostavljamo da izrazito utiču na nastajanje povreda.

— Broj sekundarnih uzroka možemo povećavati, smanjivati i uopšte proizvoljno menjati u zavisnosti od smera našeg istraživanja, vodeći računa o promenljivim uslovima životne sredine i s obzirom na način statističkog obrađivanja.

— Postojanje povredne radnje se ne evidentira; beležimo samo nedostatke na radištu, koji u stvari spadaju uvek u grupu izvora, faktora rizika ili pogrešnih postupanja. Zato što njihovo delovanje nastaje na raznim mestima (makar i u jednom trenutku), nismo u stanju da rešimo da li je povredna radnja nastala pod uticajem baš tih nedostataka, koje smo prethodno zapazili. Ali čak i u slučaju da je delovao jedan izvor, neki od faktora rizika i neko pogrešno postupanje u jednom trenutku i jednom mestu, ne evidentiramo ovu činejnicu i obično je ne podvrgavamo dubijoj analizi.

Naš cilj je da razjasnimo i definišemo pravila nastajanja povredne radnje i na osnovu njihovog poznavanja da pokušamo da predupredimo povrednu radnju.

— Nastajanje povrede evidentiramo. Pošto se radi o događaju već proteklom, na osnovu poznavanja i analize naknadno pridodajemo pojedine činioce (primarne uzroke, a takođe i sekundarne uzroke) proteklom događaju.

Kod povreda je naknadno beleženje primarnih i sekundarnih uzroka jedan od realnih puteva za upoznavanje nastajanja, i u kombinaciji sa statističkom obradom i radnim postupcima u psihološkoj laboratoriji efikasno sredstvo za saznanje stvarnosti.

SUMMARY

Injury Occurrence Statistic Methodology

R. Severin, min. eng.*

The article deals with the new statistic methodology enabling statistical processing of primary and secondary injury causes for the needs of a business organization. In addition, a mathematical model is described, including the definition of factors with which the model operates.

In the introductory section, the author analyzes injury occurrence. He explains the methodology principles, expressing the circumstances causing the injury and their dependence by the theory of groups. For the injuring action and injuries, he gives mathematical rules which define group relationships expressing the logic of injuring action occurrence, giving a full explanation for individual formulae and definition of the groups, i. e. their elements, this making the article easily understandable. Finally, the author gives a brief summary on the article.

Literatura

1. Bezněk, K., 1965: Nov način praćenja izvora i uzroka povreda na radu. — Uhlí, br. 5.
2. Bezněk, K., 1970: Bezbednost rada. — Uhlí, br. 11 i 12.
3. Wysocki, K., 1967: Psihološki i sociološki problemi nezgoda i povreda u rudnicima. VUEH Praha, izveštaj br. 67/0/3/7.
4. Herich, H. W., 1959: Preventiva povreda u industriji, London.
5. Značaj bezbednosti u metalurgiji. Sacuritas (1967) br. 8.
6. W a n a t, J., 1963: Klasifikacija faktora koji određuju uzroke povreda na radu. — GIG, Katowice, Komunikat 350.
7. W o o d, W. A., 1965: Primena najnovijih metoda u preventivi protiv nesreća u industriji uglja na ostalu industriju. — Safety, National Coal Board.
8. Sistem za evidenciju i analizu povreda na radu. — Bezopasnost truda v promyšlenosti (1968), br. 11, str. 36—38.
9. Statistički podaci i povrede na radu. — Bezopasnost truda v promyšlenosti (1967), br. 1, str. 18—21.

*) Dipl. ing. Radomir Severin, Naučno istraživački institut za ugalj Ostrava — Radvanice.

Određivanje poroznosti uglja nekih naših rudnika

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Natalija Pavlović

U članku su prikazani metodi i rezultati istraživanja stvarne i prividne relativne gustoće uglja i rezultati istraživanja poroznosti mrkog uglja i lignita nekih naših rudnika.

Uvod

Tačni rezultati za poroznost neophodni su kod izvesnih proučavanja ugljene materije kao, kod proučavanja strukture ugljene materije ili količine slobodnog gasa u ugljenim slojevima. Postupak primenjen u Zavodu za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta u Beogradu u potpunosti ispunjava ovaj zahtev.

U članku su dati i rezultati stvarne i prividne gustoće, kao i rezultati poroznosti za ugajl ispitivanih rudnika.

Određivanje poroznosti uglja

Poroznost se izračunava iz vrednosti za stvarnu i prividnu relativnu gustoću prema obrascu:

a) kada se izražava u procentima

$$P = \frac{\gamma_{stv} - \gamma_{priv}}{\gamma_{stv}} (100 \%)$$

b) kada se izražava zapreminom pora po jedinici težine

$$P = \frac{\gamma_{stv} - \gamma_{priv}}{\gamma_{stv} \cdot \gamma_{priv}} (\text{ml/g})$$

gde je:

— γ_{stv} , stvarna relativna gustoća, u g/ml

— γ_{priv} , prividna relativna gustoća u g/ml.

Obrasci ukazuju da je tačnost rezultata za poroznost zavisna od tačnosti rezultata za stvarnu i prividnu relativnu gustoću. Iz toga proizilazi da za dobijanje ovakvih rezultata za poroznost treba primeniti postupke koji obezbeđuju visoku tačnost rezultata za obe relativne gustoće.

Za izračunavanje poroznosti uglja obe relativne gustoće moraju biti određene na uglju sa istom sadržinom vlage. Ukoliko to nije slučaj, vrše se preračunavanja pomoću sledećih obrazaca:

a) Preračunavanje stvarne relativne gustoće sa vrednosti za uzorak suv na 105°C na vrednost za uzorak sušen na 20°C.

$$\gamma_{stv} (20^\circ\text{C}) = \frac{\gamma_{stv} (105^\circ\text{C})}{1 - 0,01 W + 0,01 W \cdot \gamma_{stv} (105^\circ\text{C})}$$

gde je:

$\gamma_{stv} (105^\circ\text{C})$ — stvarna relativna gustoća za uzorak suv na 105°C, u g/ml

W — vlaga uzorka sušenog na vazduhu — higro vlaga, (20°), u %

b) Preračunavanje prividne relativne gustoće sa vrednosti za uzorak sa higro vlagom na vrednost za uzorak suv na 105°C.

$$\gamma_{\text{priv}}(105^{\circ}\text{C}) = \gamma_{\text{priv}}(20^{\circ}\text{C}) \cdot (1 - 0,01 W)$$

gde je:

$\gamma_{\text{priv}}(20^{\circ}\text{C})$ — prividna relativna gustoća za uzorak sa higro vlagom, u g/ml.

W — vlaga uzorka sušenog na vazduhu — higro vlaga, (20°), u %.

Prikaz značajnih postupaka koji se koriste pri određivanju poroznosti uglja

U literaturi se nailazi na veći broj postupaka za određivanje relativne gustoće. Prikazaćemo samo značajnije, a uz to i podesnije za ispitivanje većeg broja uzoraka.

Stvarna relativna gustoća uglja

Uobičajeno je da se određivanje stvarne relativne gustoće uglja vrši postupcima u kojima se za merenje slobodnog prostora

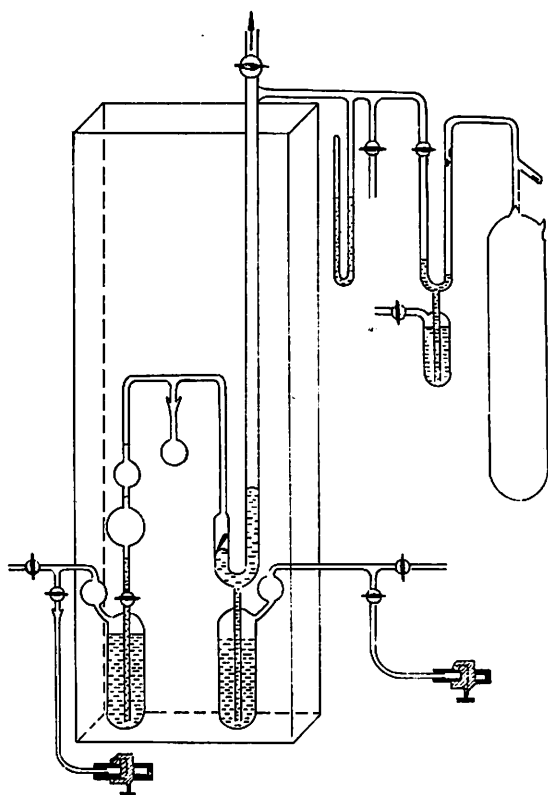
piknometarskih posuda koristi helijum, gas čija je sorpcija na uglju minimalna, te stoga bez značaja za dobijene rezultate. I pored veoma pouzdanih rezultata, postupak je nepodesan za ispitivanje većeg broja uzoraka, pošto se ispitivanja vrše na vrlo komplikovanoj aparaturi od strane visokospecijalizovanog osoblja, a vreme potrebno za jedno određivanje iznosi katkad i 20 h. Jedna takva aparatura prikazana je na sl. 1.

Određivanje stvarne relativne gustoće postupcima u kojima se za merenje slobodnog prostora piknometarskih posuda koristi tečnost podesnije je i vremenski i metodološki, pogotovo pri ispitivanju većeg broja uzoraka. Glavnu teškoću predstavlja hidrofobnost (nekvašivost) površine uglja.

U tablici 1 prikazane su vrednosti dobijene primenom različitih piknometarskih tečnosti na jednom istom uzorku uglja.

Tablica 1

Tečnost	Stvarna relativna gustoća g/ml
Živa	0,865
Voda	1,843
Hloroform	1,922
Propil-alkohol	1,960
Benzol	2,008
Benzin	2,042
Ugljendisulfid	2,057
Aceton	2,112
Etilalkohol	2,120
Pentan	2,129



Sl. 1 — Aparat za određivanje stvarne relativne gustoće uglja pomoću helijuma.

Fig. 1 — Apparatus for actual relative coal density determination by use of helium.

Rezultati iz tablice ukazuju da je pri određivanju stvarne relativne gustoće izbor piknometarske tečnosti od izuzetnog značaja. U praksi se najčešće primenjuju etilalkohol i voda.

Kako se, usled nedovoljnog kvašenja uglja vodom dobijaju rezultati znatno ispod realnih, vodi se moraju dodavati kvašitelji čiji molekuli imaju kako ugljovodonične hidrofobne radikale, tako i hidrofilne polarne grupe.

Pri rastvaranju kvašitelja u vodi molekuli se orijentišu i u prisustvu uglja hidrofilne polarne grupe kreću se ka vodi, a

hidrofobne nepolarne ka površini uglja te dolazi do kvašenja uglja.

Dodavanjem kvašitelja dobijaju se veoma pouzdani rezultati kada ne dolazi do nadimanja ili rastvaranja ugljene materije u vodi. U slučaju ovih pojava mora se iznaći podesna piknometarska tečnost i obezbediti potpuno kvašenje ugljene materije.

Samo dodavanje kvašitelja u vodu najčešće nije dovoljno za postupno kvašenje ugljene materije, kao ni upotreba etil alkohola, pa i pentana za piknometarsku tečnost. Za pospešivanje kvašenja vrši se vakuumiranje ili zagrevanje. Zagrevanje se može vršiti praktično samo kod vode sa kvašiteljem, dok se vakuumiranje može primeniti za sve napred navedene piknometarske tečnosti.

Postupak sa etilalkoholom

Određivanje se vrši u piknometru zapremine 6 ml, na uzorku osušenom na 105°C, zrnovitosti 0,060—0,075 mm. Odvaga uglja od 1 g odmerava se sa tačnošću od 0,1 mg. Vakuumiranje piknometra, do polovine napunjenog etilalkoholom, vrši se do prestanka izdvajanja mehurova vazduha, nakon čega se piknometar puni etilalkoholom, termostatira i meri.

Izračunavanje se vrši prema obrascu:

$$\gamma_{stv} = \frac{A}{B - (C - A)} \cdot \gamma \quad (\text{g/ml})$$

gde je:

- A — odvaga uglja, u g
- B — težina piknometra sa etilalkoholom; u g
- C — težina piknometra sa etilalkoholom i ugljem, u g.
- γ — gustoća etilalkohola u uslovima ispitivanja, u g/ml.

Vreme potrebno za analizu jedne probe, zajedno sa termostatiranjem, iznosi oko 20 h, ali je moguće istovremeno vršiti tri do četiri određivanja.

Razlike dvostrukih određivanja

U Glavnom institutu za goriva u Katowicama, u Poljskoj, pod rukovodstvom mr. ing. Jerzy Muzyczuka izvršeno je 257 odre-

đivanja stvarne relativne gustoće uglja prikazanim postupkom, pri čemu je ispitan 121 uzorak.

Razlike dvostrukih određivanja na jednom istom uzorku prikazane su u tablici 2.

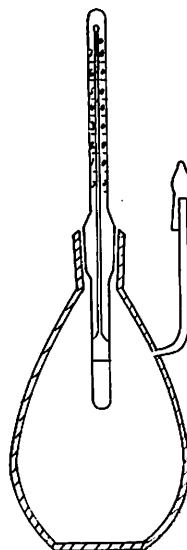
Tablica 2

$\Delta \gamma_{st}$ g/ml	Broj proba u %
0,000 — 0,002	22,2
0,003 — 0,005	23,8
0,006 — 0,008	17,8
0,009 — 0,011	12,1
0,012 — 0,014	12,5
0,015 — 0,017	6,5
0,018 — 0,020	100,0

Rezultati tablice 2 ukazuju da maksimalna razlika između proba iznosi 0,020 g/ml, što daje relativnu grešku od 1,32%. Prosečna greška određivanja iznosi samo 0,53%.

Postupak sa kvašiteljem

Određivanje se vrši u piknometru prikazanom na sl. 2 zapremine 100 ml, na uzorku od 3 g, frakcije ispod 0,25 mm, uz dodatak 20 kapi kvašitelja OP—7.



Sl. 2 — Najpodesniji oblik piknometra za određivanje stvarne relativne gustoće pomoću piknometarskih tečnosti.

Fig. 2 — The most practicable form of a pycnometer for the determination of actual relative density by pycnometric liquids.

Po unošenju uzorka i dodavanju kvašitelja piknometar se do pola napuni destilovanom vodom i zagreva 30 minuta na vo-

denom kupatilu. Nakon hlađenja i termostiranja piknometar se dopuni vodom iste temperature i izvrši potrebno merenje.

Neposredno pre ili posle ovog postupka izvrši se merenje piknometra napunjenog samo destilovanom vodom i kvašiteljem.

Izračunavanje se vrši prema obrascu:

$$\gamma_{stv} = \frac{A}{B - (C - A)} \cdot \text{g/ml}$$

pri čemu je:

A — odvaga uglja, u g

B — težina piknometra sa vodom, u g

C — težina piknometra sa vodom i ugljem, u g.

Vreme potrebno za jedno određivanje iznosi oko 3 časa.

Razlike dvostrukih određivanja

Dobijeni rezultati pokazuju dobru saglasnost sa rezultatima helijumove metode. Prema tvrđenju Rudarskog instituta A. A. Skočinskog u SSSR, gde je postupak i razrađen, u najvećem broju slučajeva rezultati se nalaze u granicama od 1%.

Prividna relativna gustoća uglja

Pri određivanju prividne relativne gustoće piknometarska tečnost treba da prodre u sve međuprostore, ali ne i u pore uglja, a kvašenje površine uglja treba da je svedeno na minimum.

Postupci koji ispunjavaju ove zahteve, a pri tom su podesni za ispitivanje većeg broja uzoraka, su:

- postupak silanizacije
- postupak sa živom.

Postupak silanizacije

Postupak počiva na stvaranju prevlake dihloridimetilsilana na zrnima uglja veličine 6—7 mm. Ova prevlaka debljine 10—300 Å praktično je bez uticaja na zapreminu uglja. S obzirom da prevlaka sprečava sorpciju vode na površini uglja, nadimanje ili rastvaranje ugljene materije, kao piknometarska tečnost može se koristiti destilovana voda.

Određivanje se vrši u piknometru zapremine 50 ml. Odvaga uglja iznosi 3 g.

Posudica u kojoj se nalazi ugalj najpre se stavi u eksikator u kome se na dnu nalazi voda, i u njemu se drži samo 1 minut. Zatim se stavlja u drugi eksikator u kome se na dnu nalazi dihlordimetilsilan. U ovom eksikatoru ugalj ostaje 10 min. posle čega se prenosi u sušionicu zagrejanu na 110°C. U sušionici se ugalj, u toku 2—3 h, prekriva vodonepropustivom opnom. Dalje određivanje je u svemu jednako piknometarskom određivanju stvarne relativne gustoće uglja pomoću tečnosti.

Vreme potrebno za jedno određivanje iznosi oko 5 h, ali je moguće istovremeno vršiti veći broj određivanja.

Izračunavanje se vrši po obrascu:

$$\gamma_{priv} = \frac{A}{B - (C - A)} \cdot \text{g/ml}$$

gde je:

A — odvaga uglja, u g

B — težina piknometra sa vodom, u g

C — težina piknometra sa vodom i ugljem, u g.

Razlike dvostrukih određivanja

Postupak je razrađen u SSSR, u Rudarskom institutu A. A. Skočinskog.

Tačnost rezultata kreće se u granicama od 1%, pod uslovom da je sadržaj mineralnih materija u uglju ravnomerno raspoređen.

Postupak sa živom

Određivanje se vrši u piknometru prikazanom na sl. 3. Zapremina piknometra iznosi oko 8 ml. Hermetizovanje se ne postiže mazanjem šlifa, već čepom žive u obliku prstena.

U odmerenoj posudici (b) odmeri se oko 2,5 g uglja, sušenog na vazduhu i ubaci se u donji deo piknometra. Po sklapanju piknometra i punjenju prstenastog proširenja živom piknometar se vakuumira oko 30 minuta, tj. do postizanja vakuuma manjeg od 0,01 mm Hg. Pri kraju vakuumiranja piknometar treba staviti u termostat na 20°C.

Potom se pristupa samom opitu. Pomoću trokrake slavine odvoji se deo sa ugljem od

ostalog dela piknometra. Kapilarni deo piknometra uroni se u živu, koja se nalazi u pomoćnoj posudici (c) i živa usisa u kapilarnu sve do proširenja iznad dvokrake slavine. Dvokraka slavina se zatvori, a umesto pomoćne posude stavi se odmerna posuda

suda uklanja i merenjem odredi količina preostale žive.

Živa koja se koristi pri ovim ispitivanjima mora biti čista i redestilovana. Ispitivanja se vrše na uglju zrnovitosti 0,2 — 0,5 mm, a izračunavanje se vrši prema obrascu:

$$\gamma_{\text{priv}} = \frac{A}{C - C'} \cdot \gamma_{\text{Hg}} \text{ (g/ml)}$$

u kome je:

A — odvaga uglja, u g

C — količina žive koja je usisana u prazan piknometar, u g

C' — količina žive koja je usisana u piknometar sa ugljem, u g

γ_{Hg} — gustina žive u uslovima ispitivanja. Za 20°C usvojena je vrednost od 13,546 g/ml.

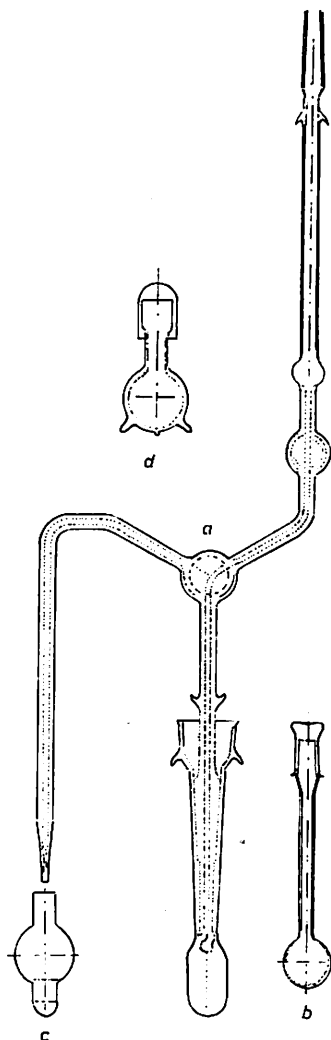
Zapremina piknometra određuje se analognim postupkom, usvajajući za zapreminu srednju vrednost tri probe.

Vreme potrebno za jedno određivanje iznosi oko 2 h.

Ispitivanja izvršena na jednom uzorku uglja pokazala su da se optimalne vrednosti za prividnu relativnu gustoću dobijaju na uzorku zrnovitosti 0,2 — 0,5 mm. Rezultati ovih ispitivanja prikazani su u tablici 3.

Tablica 3

Frakcija mm	Prividno relativna gustina g/ml
0,06 — 0,075	1,187
0,075 — 0,1	1,254
0,1 — 0,2	1,292
0,2 — 0,5	1,322
0,5 — 1	1,314
1 — 2	1,307



Sl. 3 — Aparatura za određivanje prividne relativne gustoće uglja pomoću žive. a — piknometar, b — odmerena posudica za uglj, c — pomoćna posudica, d — odmerna posudica za živu.

Fig. 3 — A mercury apparatus for the determination of apparent coal density.

(d) u kojoj je živa odmerena sa tačnošću od 0,1 mg. Okretanjem trokrake slavine živa se usisa u deo piknometra sa ugljem. Kapilarni deo piknometra ostaje još pet minuta uronjen u živu, nakon čega se odmerna po-

Razlike dvostrukih određivanja

Postupak je razrađen u Poljskoj, u Glavnom institutu za goriva u Katovicama istovremeno sa ispitivanjem stvarne relativne gustoće uglja pomoću etilalkohola. Razlike dveju proba jednog uzorka prikazane su u tablici 4.

Tablica 4

γ_{priv} g/ml	Broj proba %
0,000 — 0,001	38,4
0,002 — 0,003	30,4
0,004 — 0,005	19,7
0,006 — 0,007	8,0
0,008 — 0,009	2,7
0,010	0,8
	100,0

Rezultati tablice 4 pokazuju da maksimalna razlika dweju proba iznosi samo 0,010 g/ml. Ova razlika daje relativnu grešku od oko 0,66%, dok je prosečna relativna greška znatno manja i iznosi samo 0,16%.

Postupak određivanja poroznosti u Rudarskom institutu

Nakon proučavanja i ispitivanja podobnosti prikazanih postupaka za izračunavanje poroznosti uglja zaključeno je da je najpodesnije vršiti određivanje:

- stvarne relativne gustoće pomoću vode, uz dodatak kvašitelja
- prividne relativne gustoće pomoću žive.

Navedeni postupci su odabrani pošto je:

— dolazilo do rastvaranja ugljene materije kod određivanja stvarne relativne gustoće mlađih ugljeva iz ispitivane serije (Kolibara) pri korišćenju etilalkohola, benzola i ksilola za piknometarsku tečnost. Pri korišćenju vode sa kvašiteljem ova pojava nije primećena čak ni po iskuvavanju u vremenu od 30 minuta;

— postupak pomoću žive garantovao je veću tačnost rezultata preciznošću aparature, tehnikom izvođenja i manjom zrnovitosti uzorka.

Određivanje stvarne relativne gustoće

Određivanje je vršeno po nešto izmenjenom postupku Instituta A. A. Skočinskog u SSSR. Tako je određivanje vršeno:

- u piknometru zapremine 50 ml
- na odvagi od 10 g
- na uzorku čija je zrnovitost iznosila 0,071 mm

— nalivanjem u piknometar 20 ml destilovane vode i 10 ml kvašitelja i tek zatim postepenim dodavanjem odmerene količine uglja. Na ovaj način se postizalo gotovo potpuno kvašenje uglja već pri njegovom prolaženju kroz piknometarsku tečnost.

Za kvašitelj je korišćen jednoprocentni rastvor aerosoli, proizvod Griffin and Tatlock Ltd, England. Njegova efikasnost uočavala se već pri samom dodavanju uglja, a prisustvo je bilo praktično bez uticaja na gustoću destilovane vode.

Termostatiranju se poklanjala naročita pažnja. Razlika temperature sa dva merenja nije iznosila više od $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Pored toga, pokazalo se da se veća identičnost rezultata postiže izvođenjem opita u što kraćem vremenskom intervalu.

Razlike dvostrukih određivanja

Razlike dvostrukih određivanja za 16 uzoraka uglja naših rudnika prikazuje se u tablici 5.

Tablica 5

γ_{stv} g/ml	Broj proba %
0,000 — 0,003	31,25
0,004 — 0,006	25,00
0,007 — 0,009	31,25
0,009 — 0,012	0,00
0,012 — 0,015	12,50

Rezultati iz tablice pokazuju da maksimalna razlika dweju proba iznosi 0,015 g/ml, što daje relativnu grešku od 1,00%. Prosečna greška iznosi 0,43%.

Prosečna greška od samo 0,43% ukazuje da je:

- smanjenjem zapremine piknometra,
 - povećanjem odvage uglja,
 - smanjenjem zrnovitosti uglja,
 - izmenom redosleda u dodavanju vode, kvašitelja i uglja
- postignuta veoma dobra saglasnost rezultata.

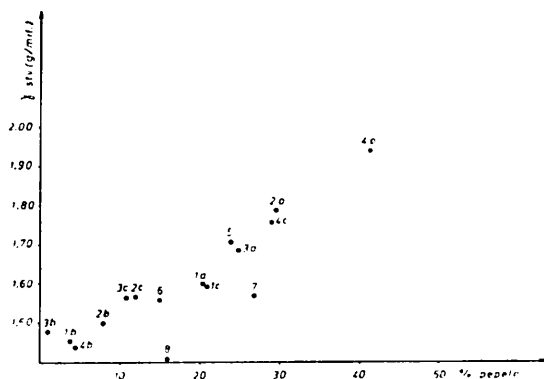
Određivanje prividne relativne gustoće

Određivanje prividne relativne gustoće vršeno je pomoću žive u specijalnom pikno-

metru po postupku primenjivanom u Glavnom institutu za goriva u Poljskoj, pod rukovodstvom mr. ing. Jerzy Muzyczuk-a te su i razlike dvostrukih određivanja analogne prikazanim u odgovarajućem poglavlju.

Rezultati ispitivanja

U tablici 5 prikazani su rezultati za vlagu, pepeo, stvarnu i prividnu relativnu gustoću i poroznost za uglj sušen na vazduhu za tri uzorka Kolubare, Kosova, Velenja i Kostolca, i za jedan uzorak Kreke, Trbovlja, Kaknja i Ibra.



Sl. 4 — Zavisnost stvarne relativne gustoće od količine pepela za uglj suv na 105°C.

Fig. 4 — Actual relative density dependence on the amount of ash for dry coal at 105°C.

Rezultati stvarne i prividne relativne gustoće nalaze se u granicama rezultata koji se najčešće sreću u literaturi za ugljeve sličnih karakteristika. Tako se:

- stvarna relativna gustoća kreće od 1,378 do 1,730 g/ml
- prividna relativna gustoća od 0,933 do 1,550 g/ml.
- poroznost od 3,2% do 33,4%.

Rezultati stvarne relativne gustoće, prikazani i dijagramom na sl. 4 za uglj suv na 105°C, govore da ona zavisi prvenstveno od količine pepela, a tek potom od geološke starosti uglja.

Rezultati za prividnu relativnu gustoću i poroznost pretežno zavise od geološke starosti uglja, i to prividna relativna gustoća raste sa geološkom starošću uglja, dok poroznost opada. Količina pepela u ovom slučaju je od drugostepenog značaja.

Zaključak

Rezultati kako za stvarnu, tako i za prividnu gustoću ispitivanih ugljeva, kao i odstupanja dvostrukih rezultata za jedan isti uzorak, govore da su postupci primenjeni u Zavodu za ventilaciju Rudarskog instituta podesni i za ugljeve male poroznosti.

Tablica 5

	Vlaga %	Pepeo %	Relativna gustoća		Poroznost	
			stvarna g/ml	prividna g/ml	%	ml/g
Kolubara						
rovni	11,21	18,78	1,499	0,966	33,4	0,334
ksilit	10,05	3,78	1,391	0,933	32,9	0,354
barski	13,62	19,22	1,474	1,055	28,4	0,269
Kosovo						
rovni	11,85	25,95	1,634	1,185	27,5	0,232
ksilit	10,48	7,65	1,423	1,043	26,6	0,255
barski	15,55	11,27	1,442	1,221	15,3	0,125
Kostolac-						
rovni	11,97	31,30	1,730	1,550	10,4	0,067
ksilit	10,44	4,44	1,378	1,047	24,0	0,229
barski	14,75	24,05	1,581	1,416	10,4	0,074
Velenje						
rovni	11,79	21,25	1,563	1,329	15,0	0,113
ksilit	8,32	1,20	1,430	1,189	16,8	0,141
barski	14,79	10,59	1,447	1,269	12,3	0,097
Kreka-rovni	11,43	20,41	1,585	1,389	12,7	0,092
Trbovlje-						
rovni	13,46	13,39	1,462	1,394	4,5	0,032
Kakanj-rovni	4,34	20,75	1,518	1,466	3,4	0,023
Ibar-rovni	0,83	13,83	1,392	1,347	3,2	0,025

Određivanje stvarne relativne gustoće u »klasičnom« piknometru pomoću vode sa kvašiteljem i zagrevanjem u toku 30 minuta je znatno jednostavnije i aparativno i metodološki, u poređenju sa metodom helijuma, a rezultati se, prema tvrđenju Instituta A. A. Skočinskog, u najvećem broju slučajeva nalaze u granicama od 1%.

Izmenе učinjene u izvornom postupku, manja zrnovitost i veća odvaga uzoraka, kao i manja veličina piknometra znatno su doprinele povećanju tačnosti rezultata. Prosečna relativna greška dvostrukih rezultata iznosi samo 0,43%.

Određivanje prividne relativne gustoće je nešto komplikovanije. Ipak, kada se poseduje aparatūra prikazana na sl. 3 i vakuum

pumpa koja obezbeđuje vakuum od 0,01 mm Hg, po savlađivanju odgovarajuće tehnike rada, određivanje postaje jednostavno i dobijaju se pouzdani rezultati. U slučaju nedostatka potrebne opreme, postupak sa živom može se zameniti postupkom silanizacije, koji je takođe prikazan u članku.

Rezultati za stvarnu i prividnu relativnu gustoću, kao i za poroznost za ispitivane ugljeve (Kolubara, Kosovo, Velenje, Kostolac, Kreka, Trbovlje, Kakanj i Ibar) odgovaraju bitnim karakteristikama ovih ugljeva — geološkoj starosti i količini pepela.

Poroznost naših ugljeva je samo izuzetno određivana, te rezultati dati u ovom članku imaju poseban značaj.

SUMMARY

Determination of the Porosity of Coals From Some Domestic Mines

N. Pavlović, min. eng.*)

The article presents the results for the actual and apparent relative coal density, as well as for the porosity of coals from some domestic mines, in addition to the procedures used for achieving above results in the Department of Ventilation and Safety in Mines, Institute of Mining, Beograd.

The results are reliable, and the procedures simple and fast. This particularly applies for the procedure used for the determination of the actual relative density, while the determination of the apparent relative density is somewhat more complex.

Literatura

1. Muzyczuk, I., 1961: Zależność gęstości węgla od zawartości popiołu i wskaźnika samozapalności węgla S b dla węgla pokładu 510 Zagłębia górnośląskiego, Praca, GIG, Komunikat 280, Katowice.
2. Ettinger, I. A. 1969: Gazoemkość iskopaemyh uglej, Moskva
3. Czaplinski, A., Lason, M. 1965: Sorpcja dwutlenku węgla przy wysokich ciśnieniach na węglach kamiennych o różny stopnim metamorfizmu, Archiwum Górnictwa, 10/1965/1, str. 53—64.
4. VDI 2031 Feinheitsbestimmungen an technischen Stäben, 1962. god.
5. Roga, V., Wniekowska, L.: Analiza węgla i koksu
6. Određivanje stvarne i prividne relativne gustoće i poroznosti koksa. JUS B H8 351.

*) Dipl. ing. Natalija Pavlović, saradnik zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Prilog proučavanju metoda antikorozivne zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa

II DEO

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Velibor Rosić — dipl. ing. Dragutin Uzelac

U prvom delu ovog članka koji je objavljen u ovom časopisu (br. 4/72) prikazane su metode zaštite od korozije opreme u dubokim bušotinama i na površinskim instalacijama eksploatacije nafte, metode laboratorijskog praćenja efikasnosti od korozije i ekonomsko-tehnički pokazatelji opravdanosti pojedinih metoda zaštite od korozije.

Uvod

U I delu rada autori su izložili pristup utvrđivanju uzroka i pojava oštećenja opreme i uređaja za proizvodnju nafte i gasa dejstvom korozije, sa specijalnim osvrtom na mere sigurnosti. Posebno je prikazan mehanizam dejstva korozije na ugrađenu opremu u dubokim eksploatacionim bušotinama a posebno dejstvo na instalirane uređaje i opremu na površini za sabiranje i transport ugljovodonika.

Uočavajući značaj dejstva agresivnih korozivnih agenasa s obzirom na sigurnost pri radu u proizvodnji nafte i gasa, autori će u naredna dva dela istog rada obraditi pristup primeni mera i metoda antikorozivne zaštite sa ekonomsko-tehničkim pokazateljima, i opisati organizaciju neprekidne aktivne borbe protiv dejstva korozije, sa posebnim osvrtom na maksimalno mogući stepen sigurnosti zaposlenog osoblja i društvene imovine.

Kao što je u I delu istaknuto pojava korozije prisutna je kao stalni tehničko-ekonomski problem cele privrede u svetskim razmerama, i time je uticala na neophodnost razvoja specijalnih naučnih i tehničkih disciplina, čiji je cilj stalno otkrivanje mnogobrojnih uzroka — agenasa za nastanak mehanizma korozije, te pronalaženje i pri-

mena metoda i mera zaštite i sprečavanja štetnih dejstava, i time otklanjanja teških (nekad i katastrofalnih) mogućih posledica korozije.

Proces proizvodnje ugljovodonika u naftnom rudarstvu zahteva angažovanje ogromnih materijalnih sredstava. Počev od prvih studija usmerenih na otkrivanje novih ležišta ugljovodonika, zatim za istražno bušenje, projektovanje i izgradnju sistema za eksploataciju nafte i gasa, za nabavku i ugrađivanje posebne i skupe opreme i specijalnih uređaja za rad u izrazito agresivnim sredinama, iziskuju od radne organizacije, odnosno asocijacije udruženog rada i društvene zajednice ogromna ulaganja. Iz iznetog proizlazi ogroman značaj proučavanja korozije sa ekonomskog stanovišta, a naročito i sa stanovišta sigurnosti u eksploataciji nafte.

Uvod u primenu metoda i mera antikorozivne zaštite

Autori su pokušali dati prilog proučavanju ne samo problematike otkrivanja uzroka korozije, već i prilog primeni metoda zaštite s obzirom na specifičnosti tehnološkog procesa proizvodnje ugljovodonika, raznorodnosti sredine u kojoj su postavljeni uređaji i oprema u eksploataciji nafte i ga-

sa, kao i efikasnosti primenjenih metoda kako sa ekonomskog stanovišta tako i sa stanovišta sigurnosti. U cilju postizanja određenih rezultata izvršene su mnogobrojne analize uzroka i eventualnih posledica, kao i nekoliko mogućih metoda zaštita od korozije. Vršene su i analize određenih fluida koji mogu (kao inhibitori) biti uvršteni u neku od metoda ili mera AKZ-e. Treba istaći da se u razrešavanju ove kompleksne materije prišlo i korišćenju poznatih najnovijih naučnih i tehničkih dostignuća u ovoj oblasti, sa dopunjavanjem istih našim ličnim dokumentovanim zapažanjima. Mora se i ovog puta istaći da obimnost materije a skraćenost prostora za izlaganje ne dozvoljava da se detaljnije uđe u razmatranje određenih teoretskih pitanja iz oblasti mehanizma dejstva korozije. Isti razlog nam ne dozvoljava da se dalje širi prikaz svih naših zapažanja i dostignuća u praksi. Zbog toga smo se i u ovom II delu rada ograničili na razmatranje celog problema dejstva korozije prevashodno sa aspekta sigurnosti u naftnom rudarstvu.

U I delu obrađeni su uzroci i pojave oštećenja opreme i uređaja dejstvom korozije, zatim posebno je obrađeno dejstvo korozije na ugrađenu opremu u dubokim eksploatacionim bušotinama i na uređaje i opremu koja je instalirana na površini u cilju sabiranja i transporta ugljovodonika. U cilju objašnjenja dejstva korozivnih agenasa, i ponašanja postavljenih zaštitnih izolacionih sredstava ova su dejstva objašnjena u dijagramima a date su i šeme stalnog razaranja izolacija kao jednog od metoda zaštite. Ovo se napominje iz osnovnog razloga da se ne stekne utisak da postoje metode ili mere koje mogu u potpunosti zaustaviti mehanizam dejstva korozije. Korozija kao proces u stvari manifestuje osnovnu težnju materije da se vrati u prvobitno stanje najstabilnijih fizičko-hemijskih uslova postojanja i opstanka. To znači da je zadatak svakog naučnog i tehničkog istraživanja korozije u suštini usmeren na odlaganja procesa korozije na što je moguće duži period vremena. I autori su sebi zato postavili zadatak da daju prilog proučavanju takvih metoda antikorozivne zaštite, što će biti predmet II dela ovog rada. Pored prikaza metoda in-

hibitorske zaštite bušotinske opreme, biće prikazan pregled opreme sa analizama sa držaja i analizama test-kupona, kontrolama koncentracije te dokumentacijom valjanosti pojedinih vrsta primenjenih inhibitora. Osim toga biti će objašnjena cela metodološka zaštita nadzemnih i podzemnih instalacija i opreme, kao i ekonomsko-tehnički pokazatelji opravdanosti primene istih.

Inhibitorska zaštita bušotinske opreme

Za inhibitorsku zaštitu bušotinske opreme koriste se inhibitori, površinski aktivne materije, koje grade zaštitni film, adsorpcijom (ili hemosorpcijom) na metalnoj površini opreme koja se štiti.

Stvoreni zaštitni film usporava ili skoro u potpunosti zaustavlja elektrohemijske korozivne procese, na anodnim i katodnim delovima mikro i makro korozionih parova na bušotinskoj opremi.

Adsorpcija molekula inhibitora hidrofobizira metalnu površinu opreme, pri čemu, u sastav dobijenog zaštitnog filma ulaze i ugljovodonici iz fluida, koji je predmet proizvodnje — iz nafte ili iz gasa. Procesom hidrofobizacije metalna površina opreme stvara sile koje, odbijajući od sebe molekule vode, sprečavaju njihov direktni kontakt sa metalom i sprečava nastanak procesa hidratizacije jona metala, tj. onemogućavaju osnovni proces anodne reakcije, čime se ujedno određuje brzina rastvaranja metala. Treba istaći da efikasnost zaštitnog dejstva inhibitora zavisi prvenstveno od njegovog hemijskog sastava, zatim od količine i sastava vode (koja je obično obavezni pratilac proizvedene količine nafte i gasa), zatim od sastava tečnih ugljovodonika, te naročito od prisutnosti i koncentracije korozivno agresivnih agenasa.

Treba posebno istaći da osnovnom korozionom sredinom smatramo vodene rastvore (slojna voda, kondenzat i td.), a nekorozionom tečne ugljovodonike u procesu proizvodnje. Zbog toga na razvoj brzine procesa korozije prvenstveno mora uticati tzv. kvašenje površine metala opreme nekom od pomenutih tečnosti. Sledstveno tome zaštitni efekat inhibitora postiže se u onom slučaju kada on, adsorbujući se na metalnoj površini opreme, omogućava bolje kvašenje iste ali samo ugljovodonicima.

Takođe treba istaći da univerzalni inhibitori protivu dejstva korozije uopšte ne postoje. To znači, da za svaki konkretan slučaj, a uzimajući u obzir sve uslove za nastanak korozije i sve osnovne faktore koji treba da kontrolišu korozioni proces i njegovu brzinu, treba primenjivati odgovarajuće inhibitore i naročito odgovarajuće njihove koncentracije.

Primena metode inhibitorske zaštite na bušotinskoj opremi igra jednu od najvažnijih uloga u naftnom rudarstvu, imajući u vidu značaj bušotinske opreme u tehnološkom procesu proizvodnje ugljovodnika. Najbolja zaštita i najbolji rezultati postižu se kada uspemo da se zaštitni film stvori što je moguće brže na bušotinskoj opremi. Ukoliko se to ne dogodi, može se dobiti obratan efekat, iz razloga što se mogu obrazovati na bušotinskoj opremi, znatne količine produkata korozije, koje sprečavaju dalji rast zaštitnog filma. Takođe se može dogoditi da se površina bušotinske opreme izloži pojačanom dejstvu korozije uz pojave pitinga, ukoliko se dogodi da se zaštitni film stvori samo na jednom delu površine metala opreme. Zbog toga početna doza inhibitora treba da bude uvećana dok se ne obrazuje zaštitni film, a po obrazovanju istog složena u koncentraciji do one veličine koja je neophodna za održavanje stvorenog zaštitnog filma. To znači da će zaštita pomoću inhibitora postići svoj cilj sigurnosti u eksploataciji nafte onda kada se ista obavlja sa potrebnim količinama i tačno određenim vremenskim intervalima doziranja. Napominjemo da se ova dva faktora određuju praćenjem brzine korozije kroz određeni period vremena. Autori poseduju iskustvo iz prakse zaštite od korozije u eksploataciji nafte da je obično druga, treća i naredna doza inhibicije uvek efikasnija od prvog doziranja. Zaključili smo da razlog tome jeste što se određena količina inhibitora data u prvoj dozi zadržava ili adsorbira u mikro porama i pukotinicama u zoni gde se, pri radu duboke bušotine, tečnost uglavnom ne kreće.

Takođe autori u praksi primene metoda zaštite od korozije radi sigurnosti u naftnom rudarstvu poseduju pokazatelje da je potrebno pre svega vršiti antikorozivnu zaštitu gasokondenzantnih bušotina, jer nisu uočeni problemi korozije kod tzv. naftnih bušotina.

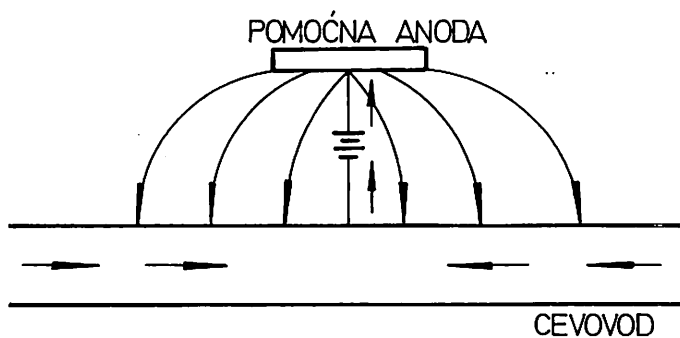
Utiskivanje inhibitora u duboke bušotine koje su pod radnim pritiskom se obavlja pomoću specijalne pumpe sa gasnim pogonom. Pumpa i rezervoar sa inhibitorom smešteni su u specijalno vozilo tako da se postiže maksimalno mogući radni efekat na čitavom Reviru u cilju zaštite. Kod onih bušotina gde je ranije ugrađen paker, prilikom utiskivanja inhibitora rastvor se ubacuje u tubing, a posle vremenskog perioda od 8 — 12 časova (za koje vreme se utisnuti inhibitor slije do dna duboke bušotine), duboka bušotina se postepeno aktivira, pušta u proizvodnju, pri čemu istisnuti inhibitor nošen strujom fluida iz bušotine, istovremeno stvara dobar zaštitni film po površini čitavog tubinga. Kod ostalih bušotina povoljnije je inhibitor utiskivati u kezing pri čemu se bušotina održava i u periodu utiskivanja u procesu proizvodnje (ne treba zatvarati). Inhibitor na dnu bušotine biva prihvaćen strujom fluida iz sloja i raznesen takođe duž površine celog tubinga. Dobra strana ove metode je i ta što se njome istovremeno postiže i stvaranje zaštitnog filma na unutrašnjoj površini zaštitne kolone bušotinske opreme kod dubokih eksploatacionih bušotina.

Posebno treba napomenuti da nastanak lokalnih oštećenja bušotinske opreme dejstvom korozije (pitinzi, pukotine i sl.), pri kojima tzv. opšta korozija može biti i veoma niska, može biti registrovana specijalnim aparatima, a može dovesti do potpunog razaranja celokupne bušotinske opreme i time u potpunosti dovesti u pitanje celokupnu sigurnost eksploatacije nafte. Ne samo što bušotinska oprema postaje apsolutno neupotrebljiva, već preči opasnost da duboka bušotina eruptira kroz oštećenja iza kolone, pri čemu je mogućnost ugušenja erupcije skoro jednaka nuli.

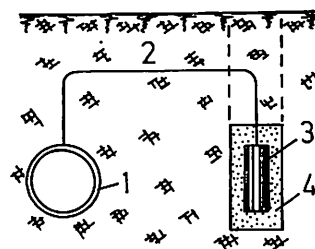
Iz svega ovoga se jasno vidi obim i značaj primene metoda antikorozijske zaštite radi sigurnosti u naftnom rudarstvu.

Procena inhibitorske zaštite

Utisnuti inhibitor u duboku eksploatacionu bušotinu ne samo da stvarajući zaštitni film štiti istu, već nošen fluidom koji je predmet proizvodnje, stvara takođe zaštitni film i na priključnom bušotinskom gasovodu (koji spaja bušotinu i sabirni sistem),

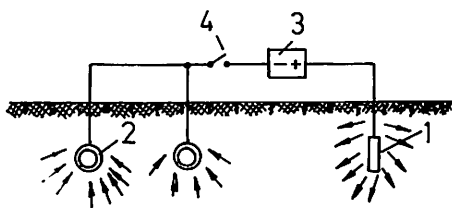


Sl. 1 — Principijelna šema katodne zaštite.
Fig. 1 — Basic schematic of cathode protection



Sl. 2 — Principijelna šema zaštite »žrtvujućim anodama« 1 — Cevovod; 2 — Provodnik; 3 — Anoda; 4 — Punilo.

Fig. 2 — Basic schematic of protection by »sacrificed anodes« — 1. Pipeline; 2. Conductor; 3. Anode; 4. Filler.



Sl. 3 — Katodna zaštita paralelnih cevovoda
1 — Anoda; 2 — Cevovodi; 3 — Stanica katodne zaštite; 4 — Uključivač.

Fig. 3 — Cathode protection of parallel pipelines 1. Anode; 2. Pipelines; 3. Cathode protection station; 4. Switching device.

zatim dalje na instalacijama čitavog sabirnog sistema (kolektora, separatora, sistema za dehidraciju gasa itd. itd.).

Na osnovu iznetog od ogromnog je značaja pre svega izbor najboljeg inhibitora. Autori ističu da su u praksi upotrebljavali više tipova inhibitora u cilju utvrđivanja efikasnosti istih. Vršena su ispitivanja raznih tipova na različitim objektima proizvodnje, i to pod različitim uslovima (različiti pritisci, temperature, vrsta fluida), kao i na objektima kod kojih je čak i sastav gasa kao predmeta proizvodnje bio različit po sadržaju korozivnih agenasa (CO_2 i H_2S), a takođe i na raznim objektima proizvodnje ugljovodonika gde su postojale razlike u odnosu na prateće fluide (H_2O , gazolin itd.).

Na osnovu empiričkih iskustava dobijenih većim brojem analiza, izvršena su upoređivanja efikasnosti određenih tipova inhibitora, pri čemu se došlo do zaključka da je inhibitor SERVO C. K—190 najefikasniji, jer

je u praksi dao izrazito najbolje rezultate, koji su čak vrlo blizu teoretski i praktično idealnim rezultatima u zaštiti od korozije u naftnom rudarstvu.

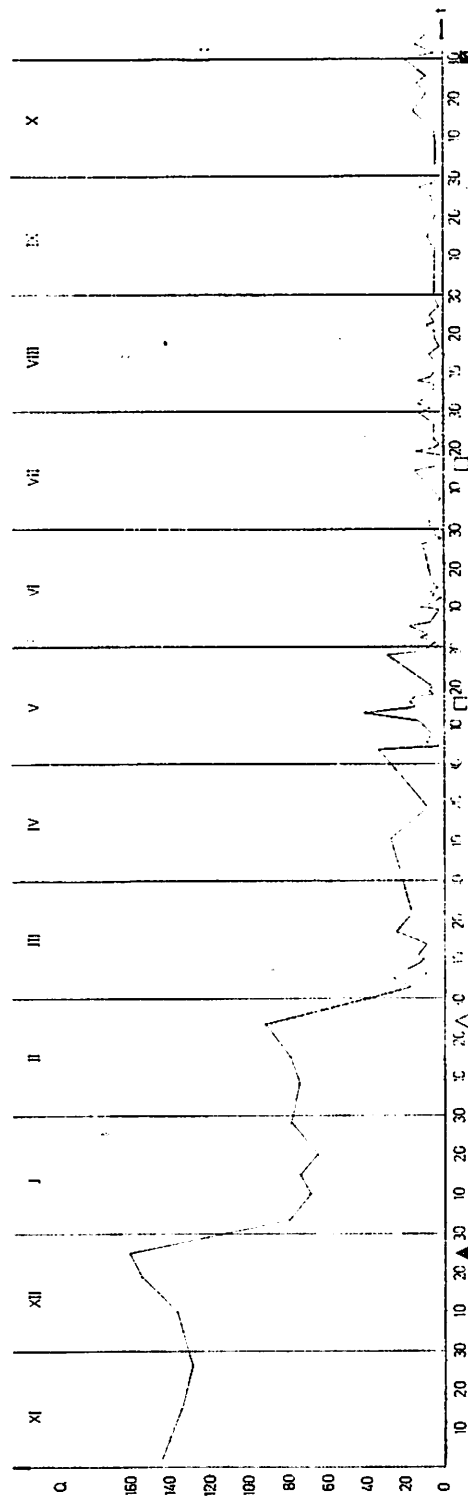
U primeni inhibitorne zaštite u početku je data početna doza inhibitora 300 litara 20% rastvora inhibitora u gazolinu. Praćenje brzine dejstva korozije bez inhibitorne zaštite i upoređivanjem efikasnosti inhibitora analizom sadržaja gvožđa u vodi, dato je kao grafički i tablični prikaz za tri duboke eksploatacione bušotine (sl. 4 i prikaz ocenine inhibitora — tablica 1).

Kao što se iz tablice 1 može zaključiti prosečan sadržaj gvožđa u vodi, pre zaštite na bušotini »A«, iznosio je 142 mg/l, na bušotini »B« 193 mg/l, a na bušotini »C« 173 mg/l. Nakon utisnute pripremljene doze inhibitora od 30 litara 20% rastvora inhibitora sadržaj gvožđa je naglo smanjen na 75 mg/l na bušotini »A«, tj. na 104, odnosno 79 mg/l na bušotinama »B« i »C«. To znači da je efikasnost zaštite inhibitora Servo C. K—190 iznosila 47,2%, 46,1% i 54,3% na pomenutim dubokim eksploatacionim bušotinama za proizvodnju ugljovodonika.

Druga doza inhibiranja od 200 litara 20-postotnog rastvora inhibitora utisnuta posle 59 dana kod bušotine »A«, 83 dana i 61 dan kod bušotine »B« i »C« naglo je povećala efikasnost zaštite na 89%, 77,5% dok je na bušotini »C« ostvarena zaštita od 96,5%, čime se efikasnost zaštite približila idealno zamišljenoj granici.

Kod primene treće doze inhibitora utisnuto je 200 litara 10%-tnog rastvora inhibi-

LEGENDA:
 0--SADRŽAJ GVOŽĐA U VODI (mg/l)
 I--VREMJE (MESECI/DANI)
 ▲ 20% RASTVOR INHIBITORA U GAZOLINU
 □ 1-10% " " " " " "
 ■ 10% " " " " " "



Sl. 4 — Prikaz sadržaja gvožđa u vodi kod duboke eksploatacione bušotine »A4«.
 Fig. 4 — Indication of iron content in the water of the deep exploitation borehole »A4«.

Tablica 1

Prikaz ocene inhibitora

Količina inhibitora SERVO CK—190 rastvarač		Period između dva doziranja			Duboke eksplo- atacione bušotine Prosečan sadržaj gvožđa u vodi između dva doziranja mg/l			Efikasnost zaštit- nog dejstva inhi- bitora SERVO CK—190		
gazolin	voda	dani						%		
		»A«	»B«	»C«	»A«	»B«	»C«	»A«	»B«	»C«
Bez zaštite		—	—	—	142	193	173	—	—	—
300 l 20% rastvora inhibitora		—	—	—	75	104	79	47,2	46,1	54,3
200 l 20% rastvora inhibitora		59	83	61	15,6	43,3	7,4	89	77,5	96,5
	200 l 10% rastvora inhibitora	80	79	74	7,6	12,3	3,4	94,6	93,6	97,9
	200 l 10% rastvora inhibitora	60	—	—	8,4	—	—	94,2	—	—
200 l 10% rastvora inhibitora		103	122	95	9,8	10,5	3,6	93,2	94,2	97,8

tora SERVO C. K—190. Kod ove doze je kao rastvarač inhibitora korišćena slojna voda iz procesa proizvodnje izdvojena pri separaciji gasa, a postignuta je skoro idealna zaštita od 94,6% kod bušotine »A«, odnosno 93,6% i 97,9% kod dubokih eksploatacionih bušotina »B« i »C«.

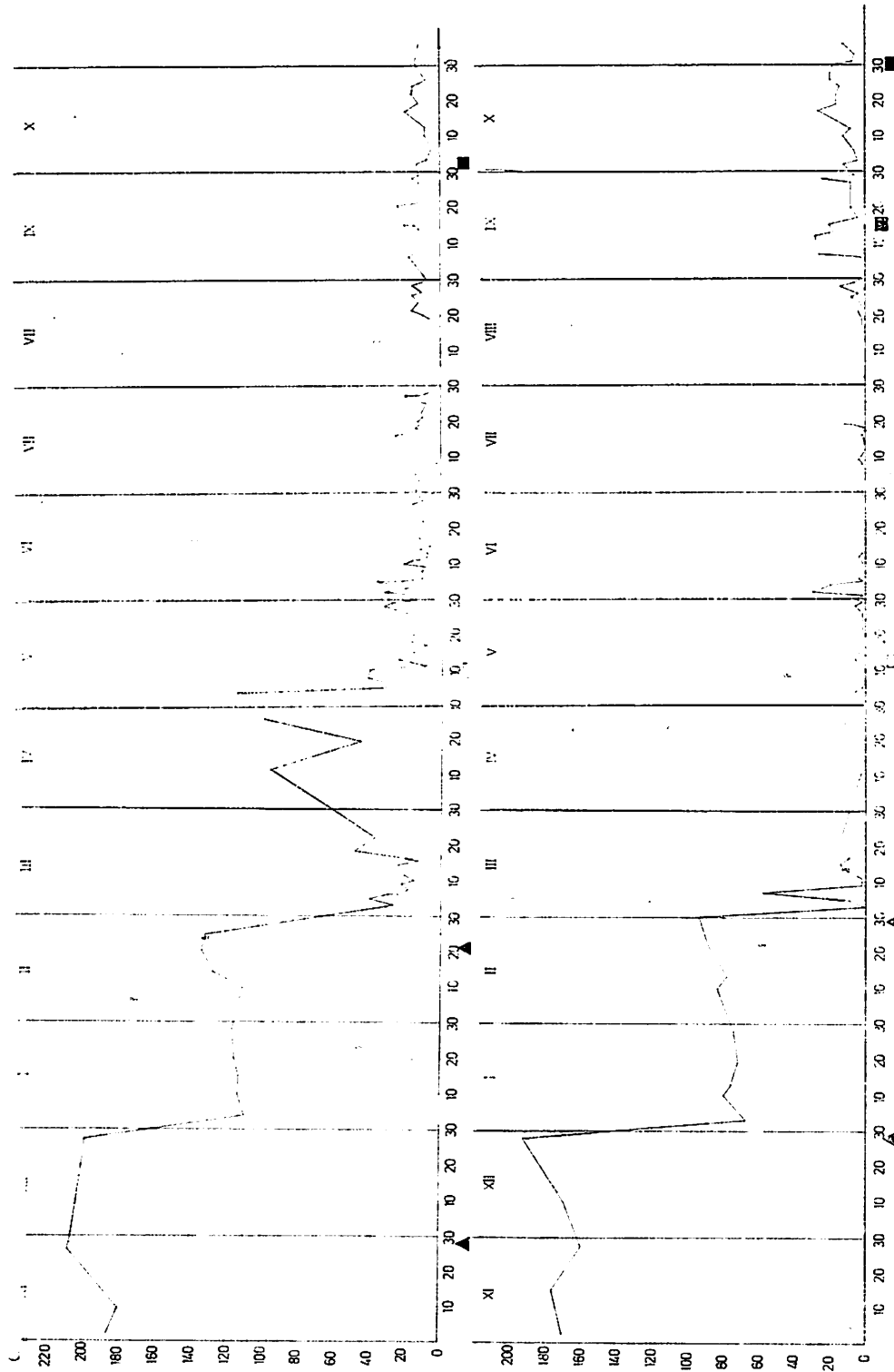
Nakon dužeg vremena vršena je provera ponovnim utiskivanjem četvrte doze inhibitora, a rezultati su iznad 97%, što znači jako blizu teoretski idealno date granice antikorozone zaštite. To znači da je navedeni inhibitor postigao zaista izvanredne rezultate zaštite i sigurnost u naftnom rudarstvu za duži period vremena. Dalja ispitivanja su pokazala da je svojim osobinama pomenuti inhibitor smanjio brzinu korozije 14, 18 i 48 puta kod pomenutih dubokih bušotina »A«, »B« i »C«, a kao rezultat kvalitetnog i jako otpornog zaštitnog filma koji je stvorio na bušotinskoj opremi. Druga osobina ovog inhibitora je dug period doziranja (3—4 meseca) što po ekonomsko-tehničkim pokazateljima daje veliku pogodnost za korisnika u smislu uštede sredstava koja su namenjena za primenu mera i metoda antikorozone zaštite u naftnom rudarstvu.

Kao posebna pogodnost inhibitora SERVO C. K—190 jeste što isti daje mogućnost korišćenja vode kao rastvarača uz istovremeno postizanje maksimalne zaštite. Posebno, time se postiže i veća bezbednost pri radu kako za zaposlene radnike tako i za društvenu imovinu, iz razloga što se izbacuje gazolin iz upotrebe, koji je jako isparljiv, zapaljiv i eksplozivan.

Ekonomsko-tehnički pokazatelji dovode do zaključka da je, pored svoje efikasnosti ovaj inhibitor i najjeftiniji, naročito ako se uzme u obzir da otpadaju troškovi preduzimanja specijalnih mera zaštite kada se koristi gazolin kod drugih vrsta inhibitora.

Takođe je posebna pogodnost u praksi dokazana primenom inhibitora SERVO C. K—190 i to što se vodeni rastvor ovog inhibitora ne mrzne ni pri niskim temperaturama, pa se inhibitorska zaštita može nesmetano obavljati i u zimskom periodu, što je od posebnog značaja za postizanje maksimalno mogućeg stepena sigurnosti u naftnom rudarstvu a u celom godišnjem periodu eksploatacije ugljovodonika.

Sl. 5 — Prikaz sadržaja gvožđa u vodi kod duboke eksploatacije bušotine »B«.
 Fig. 5 — Indication of iron content in the water of the deep exploitation borehole »B«



Sl. 6 — Prikaz sadržaja gvožđa u vodi kod duboke eksploatacije bušotine »C«.
 Fig. 6 — Indication of iron content in the water of the deep exploitation borehole »C«

Praćenje efikasnosti zaštite

Tehnički posmatrano može se primeniti čitav niz metoda za praćenje efikasnosti antikorozijske zaštite. Ove metode mogu biti laboratorijske ili tzv. terenske, kako za praćenje brzine korozije tako i za posmatranje njenog smanjenja, tj. praćenje efikasnosti primenjene metode zaštite. Svaka od metoda praćenja ima svoje dobre i loše strane: jednostavnost metode ili relativna tačnost, ali, s obzirom na specifičnost uslova proizvodnje nafte i gasa u naftnom rudarstvu, može se zaključiti da i jednostavne metode daju apsolutno zadovoljavajuću tačnost.

Pregled opreme

Najsigurnija metoda za tačno utvrđivanje intenziteta dejstva korozivnih agenasa i efikasnosti primenjene zaštite je pregled nadzemne i dostupne bušotinske opreme. Nedostatak ove metode je mogućnost njene primene samo u periodu remonta dubokih bušotina, tj. u periodu kada bušotina stoji i kada su sprave iz bušotine izvađene. S obzirom na relativno visoke troškove remonta dubokih eksploatacionih bušotina, može doći do momenta kada je visina troškova remonta takva da je na granici vrednosti ugrađene opreme. Iz navedenih razloga ovu metodu primenjujemo samo onda kada je remont duboke eksploatacione bušotine neophodan iz drugih tehnoloških razloga, pri čemu se postiže i maksimalno moguće povoljan ekonomsko-tehnički pokazatelj kod primene ove metode.

Analiza sadržaja gvožđa u vodi

Zbog svoje relativne jednostavnosti i davanja dovoljne tačnosti ova metoda je najzastupljenija kod primena metoda i mera antikorozijske zaštite. Da bi se dostigla maksimalno moguća tačnost potrebno je prethodno uzeti uzorak vode sa dna duboke eksploatacione bušotine u cilju utvrđivanja sadržaja Fe u slojnoj vodi, iz razloga što uzorak uzet na ustima bušotine ne daje mogućnost da se odredi koja količina Fe je rezultat korozije, a koja eventualno dolazi direktno iz sloja koji je predmet eksploatacije. Komparacijom rezultata kontinualnog praćenja sadržaja gvožđa u vodi pre i za vreme pri-

mena mera zaštite daje mogućnost ocenjivanja eventualne potrebe smanjenja ili povećanja količine inhibitora, tj. ukazuje na potrebu produženja ili skraćivanja vremenskog perioda između dva uzastopna doziranja inhibitora. To znači da se preko sadržaja gvožđa u vodi može pratiti i brzina korozije i istovremeno efikasnost primenjene metode zaštite i sigurnosti u naftnom rudarstvu. Nedostatak ove metode je u tome što ona daje tačnu sliku opšteg povećanja ili smanjenja brzine korozije od dna do usta bušotine, tj. na čitovaj površini celog profila tubinga.

Primena test kupona

Na odabranom pogodnom mestu instalacija za eksploataciju ugljovodonika ugrađuju se tačke na kojima se postavljaju test kuponi. Oni moraju biti izrađeni od istog materijala od koga je tubing koga testiramo, vodeći načuna da struja fluida koji je predmet eksploatacije udara na najmanju površinu ugrađenog test kupona, radi izbegavanja erozivnih dejstava i otkidanja istog, što može dovesti i do neželjenih posledica na opremi na mestima gde su test kuponi u opremu ugrađeni. Zavisno od toga da li želimo odrediti brzinu korozije pre ili za vreme primene mera zaštite, test kuponi se mogu ili ne zaštititi inhibitorom. Takođe, mogu se ugrađivati i prethodno nezaštićeni test kuponi na kojima će zaštitni film stvoriti inhibitor, koji je prethodno utisnut u duboku eksploatacionu bušotinu radi zaštite dubinske opreme bušotine. Nakon 15 dana test kuponi se vade radi pregleda eventualnih oštećenja. Na osnovu razlike težine pre i posle ugradnje, u odnosu na težinu posle vađenja i kontrole, može se utvrditi kako brzinu korozije tako i efikasnost inhibitora primenjenog u zaštiti.

Kontrola prečnika tubinga

Ovom metodom dobijamo tačne i direktne podatke o stanju tubinga pod dejstvom korozije. Specijalnim tubing kaliferom koga spuštamo na kابلu u bušotinu grafički registrujemo svaku promenu prečnika tubinga, a time utvrđujemo lokalnost i dimenziju oštećenja u ugrađenoj opremi duboke eksploatacione bušotine. Kod primene ove metode na dubokim bušotinama koje su već pod za-

štitom inhibitora, treba posle pregleda oštećenja, tj. nakon izvršenog testiranja kaliferom, ponoviti utiskivanje nove doze inhibitora radi obnavljanja kaliferom oštećenog ranije nanetog zaštitnog filma u tubing-u.

Kontrola koncentracije u inhibitoru

Veoma korisne podatke o efikasnosti zaštite inhibitorima daje praćenje koncentracije inhibitora u pratiocima proizvodnje gasa gazolinu i vodi, kako na samom erupcionom uređaju tako i na kolektorskom sistemu sabirnog sistema pri eksploataciji ugljovodnika. Na osnovu utvrđene koncentracije inhibitora u pomenutim pratećim fluidima može se doneti zaključak o efikasnosti upotrebljenog inhibitora, o maksimalno potrebnoj količini i o vremenskom periodu između dva uzastopna doziranja.

Zaštita nadzemnih instalacija

Radi postizanja maksimalno mogućeg stepena sigurnosti u naftnom rudarstvu, neophodno je zaštititi od agresivnog dejstva korozije i nadzemne instalacije eksploatacije. Po pravilu, nadzemne instalacije sistema za sabiranje i pripremu nafte i gasa za transport ka potrošačima štite se premazima sačinjenim na bazi metalnog praha. Pri izboru uvozne opreme za eksploataciju ugljovodnika (separatori, dehidratori itd.), treba voditi računa da su oni fabrički zaštićeni, a pri transportu i montaži posebna briga se posvećuje da ne dođe do oštećenja istih, pošto bi ta mesta bila izložena intenzivnom dejstvu agresivnih korozivnih instalacija. Radi veće sigurnosti kod eksploatacije nafte treba posebno voditi računa da se kod nadzemnih instalacija, kao što su erupcioni uređaji ili kolektor sistem u krugu sabirne stanice, ne može vršiti potrebna priprema površine sa aspekta antikorozijske zaštite, zbog mogućnosti varničenja i eventualne eksplozije. Iz tih razloga se za pripremu metalnih površina ovih uređaja moraju koristiti posebni alati koji sprečavaju varničenje, a s obzirom na praktičnu nemogućnost kvalitetne pripreme metalnih površina u smislu sprečavanja dejstva korozije, po pravilu treba koristiti kvalitetne premaze čime se takođe postiže visok stepen antikorozijske zaštite.

Zaštita rezervoara za naftu vrši se po pravilu i na spoljnoj i na unutrašnjoj površini

plašteva istih, sa napomenom da je unutrašnja površina daleko više izložena agresivnom dejstvu korozivnih agenasa. Pri nanošenju zaštite od presudnog značaja je dobra prethodna priprema podloge te poznavanje fizičko-hemijskih osobina podloge u odnosu na odabrani premaz. Za dobro prijajanje premaza od presudnog značaja je pre svega dobro odstranjivanje sa plašteva rezervoara eventualnih ranijih produkata korozije. Smatramo da je najbolja priprema metalnih površina rezervoara koja se vrši peskarenjem pomoću suvog kvarcnog peska ili čeličnih opiljaka, čime se naročito može ostvariti odlična podloga za premaze i kod inače teško pristupačnih mesta u unutrašnjem delu plašteva rezervoara za naftu. Na tako pripremljenu podlogu sigurno se formira hemijska prevlaka optimalnih antikorozijskih osobina.

Zaštita podzemnih instalacija van dubokih eksploatacionih bušotina

Kao poseban problem sigurnosti u naftnom rudarstvu je zaštita od korozije podzemnih instalacija koje se nalaze van bušotinske opreme dubokih eksploatacionih bušotina.

Ove instalacije po pravilu povezuju proizvođača ugljovodnika u naftnom rudarstvu sa korisnicima proizvedenih fluida. Po pravilu kod ovakvih objekata treba primenjivati tzv. katodnu zaštitu, koja bazira na principu katodne polarizacije svih površina metalnih konstrukcija podzemnih instalacija uz pomoć izvora jednosmerne struje (vidi sliku 1). Kako se iz šeme karte u sl. 1 vidi izvor jednosmerne struje spojen je svojim pozitivnim polom za specijalnu anodu koja je na određenom rastojanju od instaliranog priključnog ili magistralnog cevovoda. Pošto je negativni pol izvora električne energije spojen sa instaliranim cevovodom to se ostvaruje električno kolo sa kretanjem struje pozitivni pol izvora — provodnik do anode — anoda — teren između anode cevovoda koji se štiti — cevovod-provodnik cevovoda do izvora struje. U opisanom električnom kolu na površini cevovoda praktično neometan je pristup struji iz okolne sredine, pa se zato cevovod polarizuje katodno i na taj način se ostvaruje zaštita od agresivnog dejstva korozije. Na slici 2 je prikazan sistem katodne zaštite, pri čemu je cevovod, koji se štiti,

katoda, dok je druga elektroda, koja se ra-
stvara, anoda tog galvanskog elementa sa ne-
gativnim potencijalom. Oba ova sistema se
mogu po pravilu koristiti svaki za sebe ili
u kombinaciji što zavisi od uslova i odnosa
prema susednim instalacijama, koje mogu bi-
ti izložene intenzivnijoj koroziji primenom
ovakvih vrsta antikorozivne zaštite.

Kada su postavljeni magistralni vodovi
paralelno oni se najčešće međusobno razli-
kuju po nekim svojstvima: oblik i prečnik,
debljine stene, vrsta materijala, nivoi ukop-
avanja, kvalitet i stanje izolacije, mikro
promena karakteristika terena kroz koji pro-
laze itd. itd. Zbog toga su električni paramet-
ri paralelnih cevovoda — prirodni potencijal,
obično različiti, te i za katodnu zaštitu
ovakvih paralelnih sistema i potrebna elek-
trična energija u svakom od cevovoda prak-
tično nije ista. Primenom zaštite paralelnih
cevovoda posebnim uređajima katodne zaštite
za svaki može teoretski i praktično dovesti
do obrazovanja tzv. korozivno opasnih zona
na cevovodima sa jedne strane, a zaštita sa-
mo jednog cevovoda može dovesti do ubrza-
nja korozije na drugom cevovodu sa druge
strane. U tom cilju se pristupa isključivanju
anodnih zona tako što se po pravilu prime-
njuje istovremena zaštita svih paralelnih
magistralnih cevovoda sa zajedničkim ure-
đajem za katodnu zaštitu (vidi sliku 3). Du-
žine zaštitnih zona svih paralelno ukopanih
magistralnih vodova moraju biti iste na svim
paralelnim cevovodima, a u blisku ukopanim
paralelnim cevovodima potrebno je posta-
viti premošćenje, čijim brojem i razmešta-
jem obezbeđujemo izjednačenje potencijala
cev — zemlja u svim paralelnim tačkama
paralelno ukopanih magistralnih vodova.

Ekonomsko-tehnički pokazatelji

Cilj primene metoda i mera antikoroziv-
ne zaštite u naftnom rudarstvu jeste pre
svega sigurnost. Ali, u uslovima poslovanja
mora se voditi posebna briga o ekonomsko
tehničkim pokazateljima odnosa troškova
antikorozivne zaštite prema troškovima in-
stalirane opreme i uređaja koji su izloženi
agresivnom dejstvu korozivnih agenasa.

Moramo naglasiti da na ovom polju pro-
učavanja još nema nekih detaljnijih studija
ove problematike. Konsultujući svetsku i do-

maću literaturu došli smo do zaključka da su
problemi ekonomičnosti pojedinih postupaka
antikorozivne zaštite nedovoljno proučeni.
Zbog iznetog autori su pokušali, na bazi vi-
šegodišnjih posmatranja, analiziranja i iz-
vršenih proračuna, dati i ovde određen skro-
man doprinos, smatrajući sa stanovišta eko-
nomike da su, u većini slučajeva, ta pitanja
usko povezana sa prethodnim odlukama o
izboru i o upotrebi bilo kog osnovnog teh-
nološkog postupka antikorozivne zaštite.

Na bazi izvršenih analiza šteta i gubita-
ka nastalih usled nedostatka primene meto-
da i mera antikorozivne zaštite, došli smo do
nepobitnog zaključka da su troškovi antiko-
rozivne zaštite zanemarljivo mali u odnosu
na vrednost opreme i instalacija koje se njo-
me štite.

Moramo istaći da je istina da zamena o-
štećene opreme novom opremom predstavlja
takođe jedan od vidova sprečavanja posledi-
ca koje mogu nastati dejstvom korozije. Ali,
ovakav metod je, ekonomski gledano, naj-
skuplji pa ga zato, po pravilu, treba odbaciti
iz primene u praksi. Umesto toga, treba već
prilikom projektovanja sistema za eksploa-
taciju ugljovodonika u naftnom rudarstvu,
predvideti primenu mera i metoda antiko-
rozivne zaštite. Na taj način se sigurno pro-
dužava vek trajanja projektovane i insta-
lirane obično po pravilu skupe uvozne opre-
me u naftnoj industriji.

Autori smatraju da bi svako prekorače-
nje godišnjeg iznosa amortizacije predstavl-
jalo stvarne gubitke, to jest one koji se mo-
gu izbeći stalno i rigoorno adekvatnom pri-
menom mera i metoda antikorozivne zaštite
u naftnom rudarstvu. Time se zastupaju oba
bitna faktora: primenom AKZ mera i meto-
da zaštite obezbeđuje se maksimalno mogući
stepen sigurnosti u naftnom rudarstvu, uz
istovremeno sigurno obezbeđenje ekonomskih
aspekata, jer su troškovi AKZ mera i meto-
da zanemarljivo mali u odnosu na moguće
štete i gubitke.

Kao krajnji ekonomski gubitak koji mo-
že nastati usled nedostatka primene AKZ
metoda i mera zaštite možemo smatrati pre
svega smanjen vek trajanja opreme, prema
onom koliko bi te iste instalacije mogle tra-
jati u dobrim uslovima antikorozivne zašti-
te. To znači, ako analize pokazuju da bi pro-
sečan vek trajanja opreme u uslovima inten-
zivnog dejstva agresivnih korozivnih agenasa

sa i faktora, bez primene AKZ mera zaštite, bio 3—5 godina onda bi koeficijent iskorišćenja iste bio tako nizak da bi relativno brzo poskupeo proces proizvodnje. Međutim, u slučaju da se na istoj opremi pristupi organizovanoj i stalnoj antikoroziivnoj zaštiti vek trajanja se može desetostruko povećati, što znači da bi se godišnje smanjenje vrednosti sa prvobitnih 25 do 34% smanjilo na cca 5,6%, što znači da bi se primenom AKZ mera i metoda ostvarila ušteda od najmanje 27%.

Ako gornje pokazatelje uporedimo sa vrednostima ugrađene opreme onda dolazimo do zaključka da bi primenom adekvatnih mera i metoda antikoroziivne zaštite, sigurno ostvarili desetostruke uštede u procesu eksploatacije ugljovodonika. Moramo napomenuti da ovde nisu uzeti u obzir troškovi saniranja eventualnih izlivanja fluida, kao posledice dejstva korozije, čime se samo ekonomičnost kod primene AKZ mera i metoda povećava.

U trećem poglavlju, koje će biti objavljeno u narednom broju, autori će razmatrati problematiku organizovanja i metodologije rada specijalnih službi za primenu mera i metoda antikoroziivne zaštite u naftnom rudarstvu.

Zaključak — napomena autora

Autori su u »Sigurnosti u rudnicima« br. 4/1972. godine objavili I deo ovog rada. U ovom broju autori objavljuju II deo, a u sledećem broju časopisa »Sigurnost u rudnicima« autori će objaviti III deo svoga rada, u kome će biti tretirana materija iz oblasti metodologije organizacije za borbu protiv korozije u naftnom rudarstvu, sa posebnim osvrtom na eventualne posledice po zaposleno osoblje i društvenu imovinu, te mere zaštite sa aspekta postizanja maksimalno mogućeg stepena sigurnosti u naftnom rudarstvu.

SUMMARY

Contribution to the Study of Anticorrosion Protection Methods as a Safety Measure in Crude Oil and Gas Production

V. Rosić, min. eng. — D. Uzelac, min. eng.*

In the first part of this article, published in this journal (No. 4/72), methods for the protection of equipment in deep boreholes and surface crude oil instalations against corrosion were presented, as well as the methods for laboratory follow-up of corrosion protection efficiency, and the techno-economic indices of the justifiability of individual methods of protection against corrosion.

Literatura

1. Bredman, Dž. 1966 Inhibitori korozii. — Hemija, Moskva.
2. Mladenović, S., Milenković, M., Vučković, 1966: Korozija i zaštita. — Tehnička knjiga, Beograd.
3. Komnenov, M., Bajić, M., 1969: Predlozi za mere sigurnosti u naftnom rudarstvu. — Materijali rudarske inspekcije SRS Beograd.
4. Nedeljković, V., 1963: Eksploatacija naftnih i gasnih ležišta I i II deo. — Novi Sad.

*) Dipl. ing. Velibor Rosić, direktor revira proizvodnje nafte i gasa »Severni Banat« Kikinda — Redovni član ZSN Jugoslovenske akademije znanosti i umjetnosti Zagreb.
Dipl. ing. Dragutin Uzelac, šef odeljenja za primenu mera AKZ-e revira proizvodnje nafte i gasa »Severni Banat« Kikinda — »Naftagas« Novi Sad.

5. Parađanin, Lj. 1967: Geotemska energija. — Doktorska disertacija, Beograd.
6. Rosić, V., Uzelac, D. 1972: Prilog proučavanju metoda antikorozijske zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa. I deo. — Sigurnost u rudnicima. Rudarski institut — Beograd.
7. Rosić, V., Uzelac, D., 1971: Prilog proučavanju problematike korozije u naftnoj industriji. — Knjiga, 80 strana, izdavač »Naftagas«, RJ »Severni Banat«.
8. Arandelović, D., 1963.: Ispitivanje trase gasovoda Kikinda — Pančevo. — Geozavod SRS, Beograd.
9. Rosić, V., Ristić, B., 1968: Prilog proučavanju proizvodnje nafte i gasa u naseljenim područjima pri eksploataciji visokotlačnim separiranjem. — Sigurnost u rudnicima br. 2, Rudarski institut Beograd.
10. Rosić, V., Ristić, B., 1969: Nekontrolisano izbacivanje i prodiranje nafte i gasa iz eksploatacione bušotine. — »Nafta« Organ Jugoslovenskog Komiteta Svetskog Kongresa, br. 5 — Zagreb.
11. Rosić, V., Ristić, B. 1969: Analiza visokotlačnog sistema za proizvodnju nafte sa aspekta sigurnosti u naseljenom području grada. — »Nafta« — Organ Jugoslovenskog Komiteta Svetskog Kongresa br. 2 — Zagreb.
12. Rosić, V., Ristić, B., 1970: Primena plina i geotermalne energije. — »Nafta« br. 7 — Zagreb.
13. Dokumentacija Naftne industrije »Naftagas« Novi Sad.

Faktori koji utiču na stanje zapašenosti kod operacije mokrog bušenja minskih rupa i tehničke mere za njeno dovođenje u granice zahteva tehničkih propisa

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Ivan Ahel — dipl. ing. Vladimir Ivanović — dipl. tehn. Gojko Jeftić

Prikazano je stanje zapašenosti u rudnicima olova i cinka SFRJ pri operaciji mokrog bušenja i tehničke mere kojima se koncentracije svode u granice tehničkih propisa. Mere su verifikirane na primeru jame »Stari Trg«

Merenjima koja su obuhvatila veći deo rudnika olova i cinka SFRJ, konstatovano je stanje zapašenosti u fazi operacije bušenja minskih rupa mokrim postupkom. Dobijeni podaci prikazani su u sledećem tabličnom pregledu.

Faktori ugroženosti f_1 i f_2 dati u tabličnom pregledu, predstavljaju sledeći odnos:

$$f = \frac{N_k \text{ (konstatovana koncentracija)}}{N_d \text{ (dozvoljena koncentracija)}}$$

Tablica 1

B u š e n j e										
Naziv rudnika	Srednja koncentracija		JUS standard				Q_k	t_k	Stepen opasnosti u %	
	č/cm ³	mg/m ³	MDK		Faktor ugroženosti				Ψ_2	Ψ_1
			č/cm ³	mg/m ³	f_1	f_2				
									za mg/m ³	za čes/cm ³
Badovac	985	5,5	276	1,0	3,5	5,5	1,5	2,0	73,5	115,5
Kišnica	1235	6,6	326	1,2	3,8	5,5	1,5	2,0	80,0	115,5
Novo Brdo	2685	12,7	1260	7,5	2,1	1,7	1,5	2,0	44,1	35,7
Stari Trg	1310	8,3	465	1,9	2,8	4,3	1,5	2,0	58,8	90,3
Lece	825	7,8	160	0,6	5,1	13,0	1,5	2,0	107,1	273,0
Belo Brdo	1670	10,2	680	3,0	2,4	3,4	1,5	2,0	50,4	71,4
Crnac	1800	10,7	520	2,1	3,4	5,1	1,5	2,0	71,4	107,1
Srebrenica	820	8,4	352	1,4	2,3	6,0	1,5	2,0	48,3	126,0
Ajvalija	1085	6,5	490	2,0	2,2	3,2	1,5	2,0	46,2	67,2
Sase	2380	15,6	315	1,2	7,8	13,0	1,5	2,0	163,8	273,0
Brasina	1145	5,7	220	0,8	5,2	7,1	1,5	2,0	109,2	149,1
Štira	920	4,5	238	0,9	3,9	5,0	1,5	2,0	81,9	105,0
Zavorje	915	3,8	285	1,1	3,2	3,4	1,5	2,0	66,2	71,4
Stolice	1285	6,0	192	0,7	6,7	8,5	1,5	2,0	138,7	178,8
Nikšić	9500	20,5	1760	15,0	5,4	13,4	1,5	2,0	113,4	281,4
Šuplja Stena	1850	14,5	384	1,5	4,8	9,6	1,5	2,0	100,8	201,6
Blagodati	1550	9,7	245	0,9	6,3	8,5	1,5	2,0	132,3	178,5

i ukazuje na potencijalnu opasnost. Faktor f_1 odnosi se na koncentracije prikazane kroz parametar \check{c}/cm^3 , a f_2 na koncentracije date gravimetrijskim pokazateljem mg/m^3 .

Posmatrano kroz oba elementa, ova faza rada predstavlja izuzetnu potencijalnu opasnost.

Stepen opasnosti Ψ predstavlja procentualno učešće radne operacije u maksimalno dozvoljenom opterećenju prašinom u toku jednog dana u $\%$.

$\Psi = 7 Q_k t_k f_k (\%)$ za vreme rada od 8 časova. Q_k predstavlja plućnu ventilaciju (m^3/h), a t_k vreme trajanja operacije (u tablici t_k je uzeto kao konstanta pošto ne postoje podaci merenja. Ovo u praksi nije slučaj). Ova aproksimacija služi samo kao relativni pokazatelj stepena opasnosti. Kako se iz datih podataka vidi, samo faza bušenja predstavlja veličinu koja se kreće od 40—280% dozvoljenog opterećenja radnika prašinom u toku dana.

Praktično najveći broj rudarskih radnika koji rade na ovim poslovima trebalo bi da prekinu svaki dalji rad u jami po završenom bušenju. Količina prašine koju udahnu radnici u nekim rudnicima, prelazi dozvoljenu vrednost za osmočasovni rad, što ovu fazu ističe kao izuzetno opasnu.

Ako se izloženom doda i podatak, da se date vrednosti odnose na postupak mokrog bušenja, koji daje koncentracije i do 10 puta manje od operacije suvog bušenja, mogu se jasno sagledati opasnosti kojima su bili izloženi rudarski radnici u neposrednoj prošlosti. Zavođenjem mokrog bušenja situacija je znatno popravljena, ali problem nije u potpunosti rešen.

Čvrsto ukorenjena zabluda u našoj rudarskoj praksi, o dovoljnosti mokrog bušenja kao preventivne mere, bez detaljnije analize ovog postupka zaštite, osnovna je prepreka za njegovo rešenje. Nepoznavanje tehničkih mera zaštite i njihovo složeno sprovođenje u praksi, doprinosi nepovoljnoj situaciji koja se svakodnevno može konstatovati. Pojava relativno malog broja oboljenja na nekim rudnicima (iako to nije čest slučaj), ukazuje samo na činjenicu da radnici primenjuju postupak samozaštite, kroz smanjenje radnog opterećenja u toku radnog dana (Q), uz smanjenje efektivnog radnog vremena t_k . Ovakav način zaštite eko-

nomski je neopravdan, ali danas jedino moguće, ukoliko se tehničkim merama ne nađu odgovarajuća rešenja.

U okviru ovog članka izvršena je analiza svih uticajnih parametara koji dovode do ovakvog stepena zaprašenosti, kao i danas poznatih tehničkih rešenja, sa ciljem ukazivanja na pravac mogućeg saniranja ovog problema.

Kao izvorni materijal korišćena je studija Rudarskog instituta-Beograd »Tehničke mere za smanjenje zaprašenosti u eksploataciji mineralnih sirovina«.

Pre analize dobijenih rezultata daje se opšti pregled karakteristika sistema mokrog bušenja.

Postupak za sprečavanje izdvajanja prašine pri mokrom bušenju

Mokri postupak se sastoji u ispiranju bušotina, jednovremeno sa radom bušaće garniture. Dodavanje vode u bušotinu može biti centralno, po osi burgije, i periferno.

Pozitivne karakteristike mokrog bušenja su:

- jednostavnost u primeni i postojanost u radu
 - minimalni gubitak vremena na pomoćne operacije
 - povećanje trajnosti burgije s obzirom na njeno neprekidno hlađenje
 - povećanje brzine bušenja za 15—20% pri normalnom režimu bušenja
 - relativno mali investicioni izdaci.
- Nedostaci mokrog bušenja su:
- pogoršanje mikroklimatskih uslova na radilištu usled povećanja relativne vlažnosti vazduha
 - povećanje vlažnosti oborenog materijala što može nepovoljno uticati na dalji postupak pri utovaru i transportu rude
 - nedovoljno kvašenje prašine, naročito sitnih frakcija tako da efekat obaranja nije dovoljno veliki.

I pored navedenih nedostataka mokri postupak se primenjuje manje-više u svim rudnicima metala u SFRJ.

Centralno dodavanje vode po osi bušaće šipke

Voda pod pritiskom dolazi u glavu bušaćeg čekića i kroz cev postavljenu po osi bušaće šipke ulazi u bušotinu. Karakteristika ovog načina je velika nestabilnost u

održavanju određenih efekata iz sledećih uzroka:

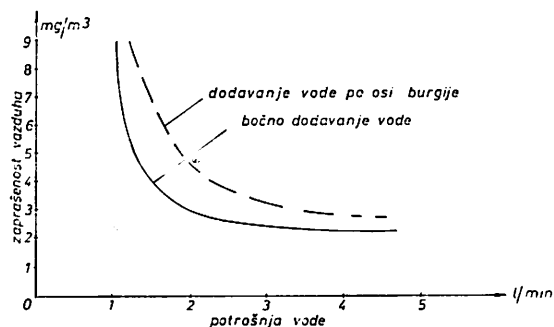
- nedovoljan pristup vode u bušotinu i slab kontakt sa prašinom
- aeracija vode komprimiranim vazduhom u bušotini
- nedovoljan ili preterano visok pritisak vode
- mešanje vode i ulja što smanjuje sposobnost vode kao kvasitelja.

U pogonskim uslovima veoma je teško održavati potreban režim bušenja, što je osnovni nedostatak ovog načina rada.

Potrebna količina vode kreće se od 4—5 l/min. Pritisak vode je $p = 5,5$ at, uz pritisak komprimiranog vazduha od 6 at.

Bočno dodavanje vode

Ovaj postupak se sastoji u dodavanju vode u burgiju, mimo čekića, kroz bočne otvore preko spojnice postavljene na burgiju. Za bočno bušenje sa vodom mogu se osposobiti svi bušaći čekići. Spojnica mora biti jednostavna po konstrukciji, dovoljno istrajna u radu, da obezbeđuje potrebno zaptivanje i da ne smeta normalnom radu čekića.



Sl. 1 — Dijagram promene koncentracije prašine u rudarskoj prostoriji u funkciji potrošnje vode kod bočnog dodavanja vode i dodavanja vode po osi burgije.

Fig. 1 — Diagram of dust concentration change in a mine room as a function of water consumption with lateral water adding and water adding along drill axis.

Prema ispitivanjima izvršenim u Institutu VUGI-SSSR efektivnost sprečavanja izdvajanja prašine je veća kod bočnog dodavanja vode u odnosu na osno dodavanje, kao što se vidi iz dijagrama na sl. 1. Potrošnja vode kod ovog načina je manja u proseku za 1,5—2 l/min. i iznosi oko 3

l/min. Pritisak vode i komprimiranog vazduha ostaje u istom odnosu kao kod osnog dodavanja vode.

I pored povoljnijih efekata bočni način dodavanja vode ima dosta tehničkih nedostataka koji se ispoljavaju pri eksploataciji, zbog čega su češći zastoji u radu. U svetu se manje primenjuje u odnosu na dodavanje vode po osi burgije, ali se stalno radi na poboljšanju konstruktivnih karakteristika spojnice.

Faktori koji utiču na efektivnost mokrog bušenja

Efektivnost sprečavanja izdvajanja prašine pri bušenju sa vodom zavisi od mnogih uzroka. Zbog toga se i koncentracija prašine kreće u relativno širokom dijapazonu, od 2 do 10 mg/m³. Osnovni faktori koji vrše najveći uticaj su sledeći:

- fizičko-hemijska, mineraloška i mehanička svojstva stena
- aeracija vode komprimiranim vazduhom koji iz cilindra čekića ulazi u bušotinu
- količina i kvalitet vode koja se doprema na radilište i sa kojom se vrši bušenje
- dubina i nagib bušotine
- forma bušaće krune i stepen zatupljenosti oštrice
- pritisak vode i komprimiranog vazduha.

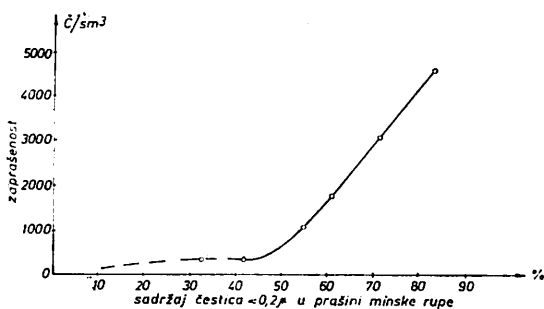
Razmatranje pojedinačnih uticaja svakog od navedenih faktora u specifičnim uslovima zahteva mnogobrojna višegodišnja ispitivanja.

Čvrstoća stena neposredno utiče na količinu izdvojene prašine i stepen disperznosti, što se može videti iz slike 2.

Strukturne osobenosti stena u kojima se vrši bušenje utiču na izdvajanje frakcija različite krupnoće, što se u svakom slučaju odražava na konimetrijske i gravimetrijske pokazatelje zapršenosti. Stene koje pri bušenju daju relativno krupnu prašinu, emituju male intenzitete izdvajanja prašine. U jami »Stari Trg« konstatovano je da se sadržaj čestica manjih od 0,2 μ kreće u dijapazonu od 55—65%. Ovaj podatak govori da radna sredina sa stanovišta fizičko-mehaničkih osobenosti pruža povoljne mogućnosti za zaštitu od prašine pri bušenju.

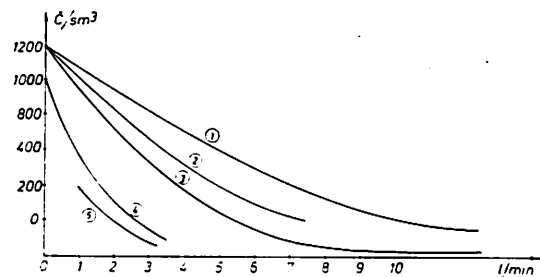
Vlažnost stena igra značajnu ulogu pri suvom bušenju, i ona može da smanji intenzitet izdvajanja prašine 2—4 puta u zavisnosti od stepena zasićenosti stena vodom. Bez obzira na vlažnost stena, zaprašnost pri suvom bušenju ostaje velika i ne sme se isključiti bušenje sa vodom.

Potrebna količina vode za uspešno sprečavanje izdvajanja prašine pri bušenju određuje se neophodnošću potpunog prekrivanja bušotine vodom pri bušenju. U tom slučaju će biti otklonjena mogućnost obrazovanja prašine, a takođe i adsorpcija vazduha na česticama prašine u momentu njihovog obrazovanja. Ova pojava inače predstavlja osnovni uzrok hidrofobizacije čestica prašine čime se smanjuje sposobnost kvašenja. Prekrivanje bušotine vodom lako se postiže pri bušenju vertikalnih i kosih bušotina okrenutih na dole. Razumljivo je da pri bušenju horizontalnih, vertikalnih i kosih bušotina okrenutih na gore, treba veća količina vode. U većini slučajeva potrebna količina vode se određuje iz uslova postignutih efekata za sprečavanje izdvajanja prašine, dok se pri bušenju dubokih bušotina okrenutih nadole potrebna potrošnja vode određuje iz uslova iznošenja mulja. Veličina maksimalno moguće potrošnje vode pri radnom pritisku 3—4 at dostiže 7—8 l/min, što sigurno nije dovoljno za prekrivanje bušotine okrenute na gore. To je glavni uzrok za povećano izdvajanje prašine. Grafičkim prikazom na slici 3 dat je odnos između koncentracije prašine i potrošnje vode pri bušenju bušotina različitog nagiba. Na osnovu literaturnih podataka i praktičnih rezultata dobijenih



Sl. 2 — Dijagram promene koncentracije prašine u funkciji krupnoće izdobljene rude u bušotini pri bušenju (prašina).

Fig. 2 — Diagram of dust concentration change as a function of fragmented ore particle size in the borehole during drilling (dust).



Sl. 3 — Dijagram promene koncentracije prašine u funkciji potrošnje vode kod različitih položaja minske rupe. (1—vertikalne bušotine na gore, 2—bušotine pod uglom 180° ka vertikali, 3—bušotine pod uglom od 370° ka vertikali, 4—bušotine pod uglom od 900° na dole, 5—bušotine pod uglom od 1340° na dole)

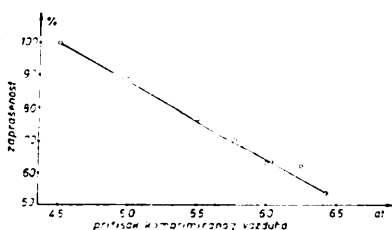
Fig. 3 — Diagram of dust concentration change as a function of water consumption with various blasthole positions.

meranjem postiže se minimalna potrošnja vode: kod lakih bušaćih čekića 3—4 l/min, kod srednje teških 5—6 l/min, zavisno od načina vođenja vode u bušotinu. Eksperimentalni radovi u jami odnosili su se samo na osno dodavanje vode pošto u rudniku ne postoji oprema za bočno dodavanje.

Aeracija vode komprimiranim vazduhom nastaje pod jednovremenim delovanjem komprimiranog vazduha koji se kao gubitak izdvojio iz cilindra čekića u prazan prostor prednje glave čekića, zbog pulzacije pritiska u tom prostoru od 0—1,6 at, nastale pod uticajem ovih gubitaka i ežekcijom vazduha ostvarenom strujom vode koja dolazi u bušotinu. Gubici komprimiranog vazduha iz radnog cilindra čekića nastaju kroz zazor na kraju zadnjeg hoda klipa i kroz nehermetičnosti koje postoje između cevi za vodu i zidova unutrašnjeg kanala klipa. Pod uticajem gubitaka i ežekcije, pri nenormalizovanom procesu bušenja, sadržaj vazduha u vodo—vazdušnoj smeši, može biti veći od sadržaja vode za 2—40 i više puta.

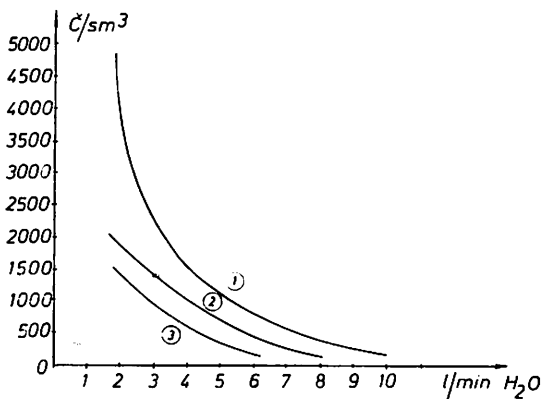
U bušotini se stvaraju uslovi koji u većoj ili manjoj meri odgovaraju režimu suvog bušenja. Povećanje izdvajanja prašine i smanjenje kvašljivosti čestica prašine pri velikoj aeraciji vode nastaju kao posledica male verovatnoće sretanja čestica prašine i raspršenih kapljica vode. S druge strane čestice prašine postaju hidrofobne zbog intenzivne adsorpcije vazduha i pare ulja za mazanje, čime se još više smanjuje sposobnost kvašenja prašine.

Postojani dovoljno visok pritisak komprimiranog vazduha je osnovni uslov normalizovanog mokrog bušenja. Pad pritiska utiče na smanjenje broja i energiju udara i prodiranja burgije u stenu, čime se povećava usitnjavanje prašine u bušotini i obrazovanje sitnih frakcija. Sa povećanjem pritiska vazduha smanjuje se izdvajanje prašine što su potvrdila praktična ispitivanja izvršena u Institutu NIGRI-Krivi Rog, SSSR, čiji su rezultati dati u grafikonu na slici 4.



Sl. 4 — Dijagram promene relativne zaprašenosti rudarske prostorije u funkciji pritiska komprimiranog vazduha u bušačem čekiću.

Fig. 4 — Diagram of mine room relative dustiness as a function of compressed air pressure in the pneumatic drill.



Sl. 5 — Dijagram promene koncentracije prašine u rudarskoj prostoriji u funkciji potrošnje vode za različite vrste bušačkih kruna (1—krstasta kruna, 2—u obliku dleta, 3—u obliku dleta sa jednim bočnim otvorom).

Fig. 5 — Diagram of dust concentration change in mine room as a function of water consumption for different kinds of drilling bits.

Praktična ispitivanja u jami »Stari Trg« potvrđuju ovu konstataciju, ali se zbog malog broja ispitivanja grafički ne prikazuju.

Pritisak vode u suštini ne utiče mnogo na sprečavanje izdvajanja prašine. Ipak, pri niskim pritiscima, smanjuje se količina vode u bušotini, dok se kod visokih pritisaka narušava normalan rad bušačkog čekića. Za postizanje optimalnog rada bušačkog čekića potrebno je da pritisak vode u čekiću bude 0,5—1 at manji od pritiska vazduha. Kod većeg pritiska voda prodire u cilindar, skida ulje za mazanje, izaziva potapanje čekića i intenzivno stvaranje magle. U sklopu kontrolnih merenja pritiska komprimiranog vazduha treba meriti i pritisak vode i održavati ga u navedenom dijazonu.

Uticaj forme i oblika bušačkih kruna, broja i rasporeda otvora za vodu pri različitoj potrošnji vode dati su na dijagramu sl. 5 (A. A. Kekina).

Detaljna ispitivanja nisu vršena pošto rudnik raspolaže samo tipiziranim krunama. Dati literaturni podaci ukazuju na pravilan izbor krune o čemu treba voditi računa kod nabavki.

Kao što se iz dijagrama vidi ubedljivo najbolji efekti sa najmanjom potrošnjom vode postižu se upotrebom krstastih kruna.

Važno je napomenuti da otvor za vodu mora biti u centru burgije jer se u tom slučaju izdvajanje prašine smanjuje na polovinu.

Vrlo značajan uticaj na izdvajanje sitnih frakcija prašine ima stepen zatupljenosti burgije. Takva ispitivanja vršena su u SSSR-u. Dobijeni rezultati prikazani su u tablici 2.

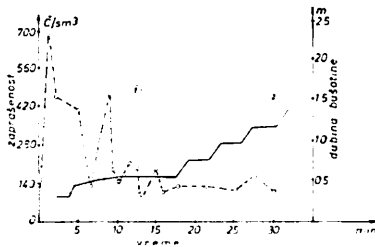
Kao što se iz tablice vidi, izdvajanja frakcije manje od 10 mikrona je duplo veće pri radu sa tupom burgijom. Ako se ovi podaci povežu sa već analiziranim elementima odnosa koncentracije u funkciji izdvojenih čestica prašine u bušotini, jasno je da tupa burgija intenzivno povećava zaprašenost.

Tablica 2

Stanje krune	Težina pojedinih frakcija od opšte težine %					
	Veličina čestica (mikrona)					
	0—10	10—30	30—60	60—200	200—600	600—2000
oštra	0,89	1,41	5,27	19,88	30,67	29,0
tupa	1,72	3,82	10,03	39,63	33,83	18,01

Karakter promene zaprašenosti vazduha na radišću u zavisnosti od dubine bušotine prikazan je na slici 6.

Pri maloj dubini bušotine na početku bušenja izdvajanje prašine je najveće zbog toga što nema uslova za veći kontakt između vode i prašine, tako da se prašina slabije kvasi i obara. Povećavanjem dubine bušotine poboljšavaju se uslovi za kvašenje prašine (zahvaljujući povećanju vremena kontakta prašine i vode) i izdvajanje prašine se znatno smanjuje.



Sl. 6 — Dijagram promene zaprašenosti u funkciji vremena bušenja i dubine bušotine. (1— kriva zaprašenosti, 2—kriva dubine bušotine).

Fig. 6 — Diagram of dustiness change as a function of drilling time and drilling length.

Primenom dugačkih bušotina 2—2,5 m smanjuje se izdvajanje prašine na 30—40% u odnosu na uslove pri dubini bušotine 1,5 m, te bi sa tehnolozima eksploatacije trebalo razmotriti ovaj momenat.

Nagib bušotine suštinski menja uslove kvašenja prašine i ima veliki uticaj na izdvajanje prašine. Do kakvih razmera ta razlika može ići, vidi se iz podataka datih u tablici 3.

Tablica 3

Nagib bušotine	Broj proba	Zaprašenost \bar{c}/cm^3
— Bušotine okrenute na dole	29	200
— Horizontalne bušotine	15	1.900
— Vertikalne bušotine okrenute na gore	37	3.800

Kako se u jami »Stari Trg« buše uglavnom kose i vertikalne bušotine okrenute na gore, postoje najnepovoljniji uslovi za stvaranje prašine. Pitanje nagiba bušotine i dubine minske rupe vezano je za tehnologiju rada na otkopima, ali se sa stanovišta zaprašenosti ukazuje na njihov značaj koji bi obavezno trebalo razmotriti.

Zaključak

Stanje zaprašenosti pri operaciji mokrog bušenja može se dovesti u sklad sa zahtevima tehničkih propisa primenom sledećih mera:

- 1 — uvođenjem bočnog dodavanja vode u bušaću šipku
- 2 — boljim zaptivanjem prednje glave bušaćeg čekića
- 3 — obezbeđenjem potrebnih pritisaka i količina komprimiranog vazduha i vode
- 4 — izborom odgovarajućih bušaćih kruna
- 5 — permanentnim oštrenjem bušaćih kruna i
- 6 — eventualnim povećanjem dubine minskih rupa.

Zavođenjem samo nekih od navedenih mera može se dovesti zaprašenost u granice bliske zahtevima tehničkih propisa, što je svakako značajna činjenica, s obzirom na izložene podatke u tablici 1.

Tačke 1, 3 i 6 zaključka mogu predstavljati teškoću u praktičnoj realizaciji usled već utvrđene tehnologije bušenja i odabrane opreme.

Našim ispitivanjima je nedvosmisleno utvrđeno da samo uz primenu tehničkih mera navedenih u zaključcima pod 2, 3, 5, koncentracije prašine postaju bliske zahtevima tehničkih propisa, te ih treba obavezno zavoditi. Ovo bi trebalo da bude redovna obaveza kontrole tehničkih službi rudnika i nadležnih inspekcijskih organa, kako je to uobičajeno u drugim zemljama sveta sa visokim nivoom tehničke zaštite.

SUMMARY

Factors Influencing the State of Dustiness During Wet Blasthole Drilling and Technical Measures for Bringing It in Accordance with Technical Regulation

I. Ahel, min. eng., — V. Ivanović, min. eng. — G. Jeftić, grad. technician*)

The article deals with the state of dustiness in SFRY lead-zinc mines during wet blasthole drilling, and technical measures required to reduce dust concentration within the limits of technical regulations requirements.

The analysed technical measures were verified in practice in the Mine »Stari Trg«, and the results obtained indicate the possibility to realize technical regulations requirements by the application of simple measures.

Literatura

1. Nedin, V. V. — Hejkov, O. D. 1965: Bor'ba s pylju na rudnikah — Moskva.
2. Institut Mak N II — Donjeck. Spravočnoe sposobie po bor'be s pylju v ugol'nyh šahtah — Moskva 1963.
3. Torskij, P. N. 1956: Obezpylivanie ugol'nyh šaht — Moskva.
4. Desijatnikov, D. T. i dr., 1962: Snizenie zapyljenosti rudničnoj atmosfery — Moskva
5. International labour Office Guide to the Prevention and Suppression of Dust in Mining, Tunnelling and Quarrying, Geneva, 1965.

*) Dipl. ing. Ivan Ahel — dipl. ing. Vladimir Ivanović — dipl. tehn. Gojko Jeftić, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Zagađenje atmosfere površinskih kopova

— II dio —

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Kazimir Kauzlarić — dipl. ing. Milutin Vukić

Objašnjeni su osnovni principi provjetravanja površinskih kopova i izložene mjere za smanjenje zagađenosti atmosfere površinskih kopova.

Provjetravanje površinskog kopa na račun toplotnog faktora

Osnovni sistem stvaranja normalnih atmosferskih uslova na površinskim kopovima je prirodno provjetravanje, tj. izmjena zraka u kopu sa vanjskom atmosferom na račun vjetra ili razlike temperature pojedinih slojeva zraka.

U većini slučajeva provjetravanje se vrši na račun vjetra. Provjetravanje kopova na račun toplotnog faktora (razlike temperature) je relativno rijetko i ne prelazi 20—25% ukupnog vremena u toku godine.

Osnovne šeme prirodnog provjetravanja kopa su konveksna i inverziona.

Konveksna šema

U dane bez vjetra, ili dane kada brzina vjetra ne prelazi 1 m/sek, pod djelovanjem zračenja sunca nastaje zagrijavanje površina kopa praćeno stvaranjem izlaznih zračnih tokova koji se kreću na gore prelazeći etaže kopa (sl. 1). Konveksna šema se karakteriše niskim efektom, pošto brzina zračnog toka pri tome obično ne prelazi 1—1,5 m/sek. Kod insolacije ta šema provjetravanja nastaje u kopovima danju, a pri postojanju požara i oksidacionih procesa i u ostalo vrijeme dana.

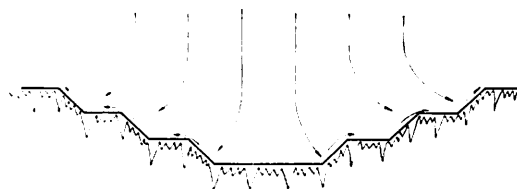
Kod poznatih temperatura zraka na površini zemlje (izvan dubinskog dijela kopa)

i površini kosine etaže, brzina konveksnog toka se može odrediti po formuli L. D. Voronjina:

$$U_k = 0,55 \cdot k \sqrt{g(H-h) \left[\frac{t_p}{t_v} - 1 \right]} \sin \beta, \text{ m/sek}$$

gdje je:

- k — koeficijent koji uzima u obzir usporenbje toka zračne struje uslijed utjecaja kosina etaža
- g — gravitacija, m/sek²
- H — dubina kopa, m
- h — dubina položaja tačke u kojoj se određuje brzina zraka, m
- t_p — temperatura u tački kopa na dubini h, stepeni
- t_v — temperatura zraka na površini zemlje, stepeni
- β — kut nagiba kopa, stepeni.



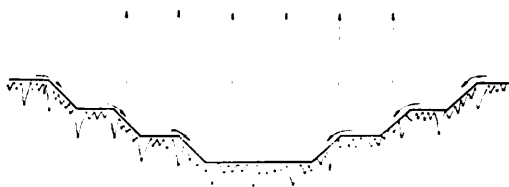
Sl. 1 — Konveksna šema provjetravanja površinskog kopa.

Abb. 1 — Konvekschema der Tagebaubewetterung

Inverziona šema

Ova šema provjetravanja (sl. 2) je nepovoljnija od konveksne, pošto silazni zračni tokovi stvoreni na račun ohlađenja zraka na gornjim etažama kopa imaju još manju brzinu i nose u dubinu kopa pri svom kretanju na dolje štetne plinove i prašinu, koji se izdvajaju na gornjim etažama kopa.

Inverzije mogu nastati u toku čitave godine. U toplom periodu godine, inverzije se obrazuju samo za vreme jasnih, tihih noći i nestaju sa izlaskom sunca.



Sl. 2 — Inversna šema provjetravanja površinskog kopa.

Abb. 2 — Schema der inversen Bewetterung des Tagebaues

Kod inverziona šeme brzina zračnih struja na površini kosina kopa ne prelazi 1 m/sek, smanjuje se u smjeru kretanja i ispod inverzionog sloja ne prelazi 0,1 m/sek. Brzina zračne struje kod inverziona šeme na dijelu kopa od površine etaže do granice sloja nepokretnog zraka (inverzioni sloj) određuje se po formuli L. D. Voronjina:

$$U_i = k \sqrt{2gh \frac{T - T_1}{T_1}}, \text{ m/sek}$$

gdje je:

- g — gravitacija, m/sek²
- h — dubina kopa u tački za koju se određuje brzina zračne struje, m
- T i T_1 — odgovarajuće apsolutne temperature u toj tački i na površini, stepeni
- k — koeficijent koji uzima u obzir utjecaj etaža i zagrijavanja zraka (na račun adijabatskog sabijanja pri njegovom dolasku u kop) na brzinu zračne struje.

Pošto se u periodu inverzije kretanje zračne struje skoro u potpunosti prekida, zaprašenost i zapljinjenost zraka kod odsustva sredstava za obaranje plinova i prašine

može nekoliko puta preći dozvoljene granice (MDK), što kod stalnog izdvajanja otrovnih plinova i prašine može biti uzrok oštećenja organizma radnika.

Provjetravanje površinskog kopa na račun snage vjetra

Vjetar u prostoru površinskog kopa obrazuje dvije zone — zonu istosmjernog kretanja zračne struje (pravac vjetra) i zonu obratnog kretanja zračne struje (sl. 3), koje se između sebe razlikuju kako po pravcu, tako i po raspodjeli brzina u njima. Brzine zraka u zoni istosmjernog kretanja su oko dva puta veće nego u zoni obratnog kretanja. Granica između tih zona kreće se pod kutom od oko 15° ka horizontu. Mnogobrojna ispitivanja su pokazala da taj kut varira od 12° — 20°. Taj kut ne zavisi od brzine vjetra na površini i kuta nagiba kosina etaža. Najgori uslovi za izmjenu zraka stvaraju se u revirima koji se nalaze u zoni obratnog kretanja zračne struje.

U ovim revirima se opaža povećanje zapljinjenosti i zaprašenosti. Kod blagih nagiba kopa, gdje postoji samo zona istosmjernog kretanja zraka, najpogodnija je situacija u pogledu izmjene zraka.

Kod strmih nagiba kopa je daleko nepovoljnija situacija u pogledu provjetravanja, što treba uzeti u obzir kod projektovanja kopa.

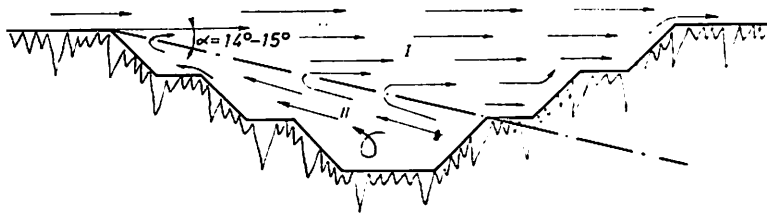
Kod kopova sa kutom nagiba do 15° i kod ravnosmjernog napredovanja etaža, provjetravanje se vrši po direktnoj (protočnoj) šemi provjetravanja (sl. 4), koja je i najefikasnija šema, pošto se plinovi i prašina, koji se izdvajaju na etažama, iznose istosmjernim zračnim tokom.

V. S. Nikitin (Institut za rudarstvo »A. A. Skočinski« — Moskva) predložio je formulu za određivanje količine zraka pri direktnoj šemi provjetravanja:

$$Q_{d1} = 0.124 \cdot X \cdot U \cdot L, \quad \text{m}^3/\text{sek}$$

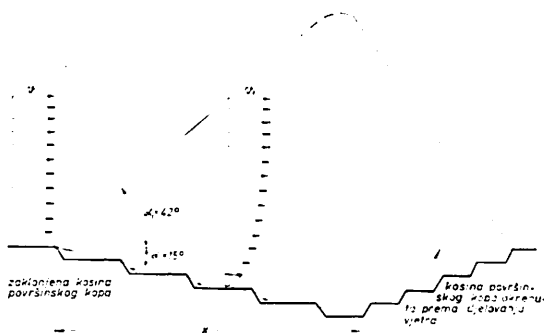
gdje je:

- U — brzina vjetra, m/sek
- L — prostiranje površinskog kopa u pravcu okomitom na pravac kretanja vjetra, m
- X — linijski razmjer kopa u pravcu koji se poklapa sa pravcem kretanja vjetra, m.



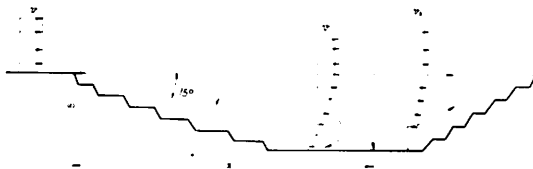
Sl. 3 — Dvije zone kretanja zraka na površinskom kopu, I — zona istosmjernog kretanja zračne struje, II — zona obratnog kretanja zračne struje.

Abb. 3 — Zwei Zonen der Wetterbewegung im Tagebau I — die Zone der gleichläufigen Bewegung des Wetterstromes, II — die Zone der gegenläufigen Bewegung des Wetterstromes.



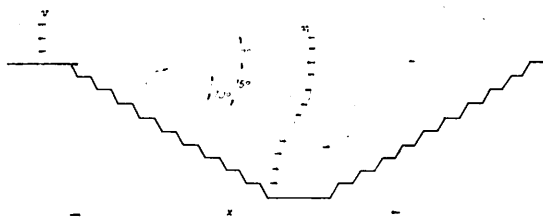
Sl. 4 — Šema direktnog (protočnog) provjetravanja.

Abb. 4 — Schema der direkten Bewetterung



Sl. 5 — Recirkularna šema provjetravanja.

Abb. 5 — Umlaufbewetterung



Sl. 6 — Kombinovana šema provjetravanja.

Abb. 6 — Kombiniertes Schema der Bewetterung

Kod direktne (linearne) šeme provjetravanja normalna izmjena zraka u koku u potpunosti se osigurava pri brzini vjetrova iznad 1 m/sek.

Kod kuteva nagiba kopa iznad 15°, kada je odnos njegovih razmjera na nivou površine prema dubini manji od

$$\frac{B}{H} \leq 6$$

kao i kod neravnomjernog napredovanja etaža, provjetravanje se vrši po recirkulacionoj šemi (sl. 5).

Pri tome djeluju istosmjerni i obratni zračni tokovi, koji uslovljavaju kretanje dijela zraka koji dolazi u kop po zatvorenom krugu. Posljedica takve recirkulacije je postepeno sakupljanje štetnih plinova i prašine, što može dovesti do lokalnog ili općeg zagađenja atmosfere kopa. U tom slučaju, prema naprijed navedenom autoru, količina zraka, na čiji teret se vrši iznošenje štetnih primjesa iz kopa, biće:

$$Q_r = 0,077 \cdot X \cdot U \cdot L$$

Kako se iz formule vidi, veličina intenzivnosti izmjene zraka pri recirkulacionoj šemi provjetravanja je kod iste brzine vjetrova manja za 2 puta u odnosu na direktnu (linearnu).

U praksi su najrasprostranjenije recirkulaciona i kombinovana šema provjetravanja (sl. 6), dok se linearna šema ostvaruje rjeđe i to kod razrade horizontalnih ili blago položenih ležišta.

Kod svih razmotrenih šema provjetravanja, najslabiji uslovi za izmjenu zraka su u dubokim dijelovima kopa uslijed smanjene brzine vjetrova. Strmi kutevi nagiba kopa i neravnomjerno otkopavanje također otežavaju prirodno provjetravanje.

Mjere za smanjenje zagađenosti atmosfere

Mjere za smanjenje zagađenosti atmosfere dubinskih dijelova površinskih kopova i osiguranje radnika svježim zrakom, mogu se objediniti u slijedeće grupe:

1. Zamjena opreme koja zagađuje zrak.
2. Primjena sredstava za prečišćavanje plinova i prašine.
3. Korištenje prirodnog provjetravanja uz primjenu najefikasnije šeme ventilacije.
4. Snižavanje izdvajanja plinova u kop putem primjene aktivnih mjera borbe sa požarima kod razrade slojeva sklonih samozapaljenju (ugljen i ruda), kao i mjere borbe sa prilivom međuslojnih voda koje izdvajaju štetne plinove.
5. Lokalno umjetno provjetravanje pojedinih revira kopa u kojima nastaju zastoje zone i recirkulacioni kružni tokovi zraka.
6. Izoliranje radnika smještenih u kabina bagera, kamiona i druge mehanizacije, putem primjene hermetizacije kabina i uređaja za kondicioniranje zraka.
7. Mjere organizacionog karaktera i
8. Primjena ličnih zaštitnih sredstava — kao krajnja mjera.

Kao primjer mjera prve grupe, može da posluži elektrifikacija transporta na kopu. Tako je, na primjer, na površinskom kopu azbestne rude Džefri u Kanadi prelasom od parnih lokomotiva na električnu vuču znatno smanjena zapljinjenost atmosfere površinskog kopa. Sličan je slučaj i na Korkinskom (ugljen) i Bakalskom (željezna ruda) površinskom kopu u SSSR-u. U Rudniku i željezari Vareš su vršena mjerenja koncentracije CO i akroleina u ispušnim plinovima dizel motora kamiona prevrtača. Mjerenja su pokazala, da kamioni prevrtači, talijanske proizvodnje, stvaraju daleko manje otrovnih plinova od kamiona prevrtača proizvodnje SSSR, što se vidi iz slijedeće tablice:

Tablica 1

Marka vozila	Koncentracija plinova, vol %	
	CO	Akrolein
JAAZ — 210 E	0.091	0.0312
MAZ — 525	0.100	0.0034
Perlini	0,005	0.0001

Mjerenja su izvršena u uslovima opterećenja vozila.

U sredstva druge grupe dolaze razne vrste termokatalitičkih neutralizatora. U posljednje vrijeme u praksi rada površinskih kopova SAD, Kanade, SSSR-a i drugih zemalja primjenjuju se uređaji za prečišćavanje ispušnih plinova dizel motora, zasnovani na principu dogorjevanja plinova u prisustvu katalizatora. Naime, izduvni plinovi sadrže ugljični monoksid, aldehide, čestice nesagorjelog goriva, smole, kao i 15—19% (vol.) kisika, što predstavlja sagorivu smjesu. Uslijed izgaranja u uslovima visoke temperature i u prisustvu katalizatora, ugljični monoksid izduvnih plinova prelazi u ugljični dioksid uz stvaranje vodene pare, a smole i aldehidi prelaze u čisti grafit. U SSSR-u je 1967. godine razrađena nova modifikacija termokatalitičkog neutralizatora NTK — 6 m, koji je dao veoma dobre rezultate kod kamiona Tatra — 11 i KRAZ — 257. Tako su u uslovima opterećenja ovih vozila, nakon primjene ovog neutralizatora, koncentracije toksičnih komponenata izduvnih plinova pale

- CO, od 0,1 vol % na nulu,
- akroleina, od 0,005 vol % na 0,0022 vol % i
- formaldehida, od 0,001 vol % na nulu.

Najjednostavniji metod borbe sa zagađenom atmosferom je korištenje prirodnog provjetravanja, koji se vrši na račun vjetra i razlike temperature (sredstva treće grupe). U tom cilju je potrebno već u fazi projektiranja nastojati da se front kopa u odnosu na pravac kretanja vjetra tako postavi, da se omogućiti prelaženje etaža kopa sa istosmjernim kretanjem zraka (direktna šema). Veliki značaj ima i odnos dimenzija kopa na nivou površine prema njegovoj dubini. Treba težiti da se sačuva kut nagiba kopa u granicama od 15°—18° i da se izbjegne neravnomierno napredovanje etaža kao osnovni uzročnik nastajanja zastoje zone.

Kao uzroci nastanka požara na površinskim kopovima javljaju se samozapaljenja slojeva uglja ili sumpornih (sulfidnih) ruda i stijena, kao i otvaranje kopom zatvorenih požarnih revira, kakav je slučaj npr. u Rudniku mrkog uglja Ugljevik. Od nastalog požara izdvaja se u atmosferu površinskog kopa CO ili SO₂, što u nizu slučajeva dovodi

do općeg zagađenja zraka u površinskom kopu. Prilikom nastanka požara neophodno je odmah poduzeti mjere (mjere četvrte grupe) za njegovu limidaciju i lokalizaciju udaljenjem zapaljene mase, zamuljivanjem požarnog revira i zasipavanjem inertnim stijenama.

Lokalno umjetno provjetravanje površinskog kopa (peti grupa mjera) pogoduje izmjeni zraka u zagađenom reviru kopa i likvidaciji zastoynih zona. Za vještačko provjetravanje zastoynih zona primjenjuju se u SSSR-u samohodni uređaji kod kojih se koriste avionske elise. Ispitivanja su vršena na Goroblagodatskom rudniku u 1965. godini. Sverdlovski institut za rudarstvo predložio je ventilatorski agregat AVK-3, koji stvara vertikalnu zračnu struju, koja omogućava iznošenje zagađenog zraka u gornje slojeve atmosfere. U tom agregatu koristi se kao radno kolo elisa helikoptera.

Mjere šeste grupe sastoje se u hermetizaciji kabina mašina na kopu i primjeni uređaja za prečišćavanje i kondicioniranje zraka. Ovakav slučaj može ilustrirati površinski kop kompanije »Džojls Menvil« u Kaliforniji (SAD). U kabinama bagera, buldozera i kamiona bili su postavljeni ventilacioni uređaji sa filtrima. Kabine su bile prekrivene termoizolacionim materijalom i hermetizirane. Kapacitet ventilatora je bio 5,6 m³/min.

Osnovnim mjerama organizacionog karaktera (mjere sedme grupe) smatraju se:

- prelaz na dvosmjenski rad, što za niz kopova skoro potpuno likvidira rad pri najnepovoljnijim inverzionim režimima prirodnog provjetravanja,

- miniranje pri maksimalnoj brzini vjetra u periodu između smjena i zabrana miniranja u vrijeme inverzije temperature zraka,

- raspored opreme na način koji onemogućava nošenje izdvojenih štetnih primjesa vjetrom na mjesto gdje se nalazi zaposleno osoblje,

- uvođenje obavezne i sistematske kontrole plinova i prašine u atmosferi kopa i organizacija obaveznih preventivnih periodičnih ljekarskih pregleda zaposlenog osoblja u dubinskim dijelovima površinskog kopa.

Posljednja grupa mjera za osiguranje normalnih uslova rada obuhvata primjenu ličnih zaštitnih sredstava u vidu izolacionih ili filtrirajućih respiratora. Ova krajnja mje-

ra dolazi u obzir samo u slučajevima kada treba izvoditi neke akcije u zapljinjenoj zoni u blizini žarišta požara ili drugog intenzivnog izvora izdvajanja štetnih sastojaka.

Zaključak

Primjena visokoproduktivne tehnike omogućava značajno povećanje ekonomski opravdane dubine površinskih kopova. Međutim, razvoj dubinskih dijelova površinskih kopova prati istovremeno povećanje zagađenosti atmosfere, naročito kod najnižih etaža u periodima inverzije i u zonama bez vjetra.

Izvori zagađenja atmosfere površinskih kopova u području kopa ispod nivoa okolnog terena su: bušenje, miniranje, ispušni plinovi vozila, autotransport i požar gorivih naslaga. Ovi izvori zagađenja atmosfere ne dolaze do izražaja na etažama površinskih kopova iznad nivoa okolnog terena, pošto štetne sastojke vjetar odnosi već kod malih brzina vjetra, dok su periodi bez vjetra i periodi inverzije veoma rijetki.

Mjere za smanjenje zagađenosti atmosfere površinskih kopova možemo svrstati u tehničke mjere, organizacione mjere i mjere lične zaštite.

Tehničke mjere obuhvataju:

- zamjenu opreme,
- prečišćavanje štetnih primjesa,
- prirodno provjetravanje,
- borbu sa požarima,
- lokalno provjetravanje i
- izoliranje radnika u kabinama vozila i druge mehanizacije.

Organizacione mjere obuhvataju:

- obustavu rada u periodu inverzije i zastoja vjetra,
- miniranje kod maksimalne brzine vjetra,
- povoljan raspored opreme,
- stalnu kontrolu zagađenosti atmosfere i
- organizaciju preventivnih zdravstvenih pregleda radnika.

Mjere lične zaštite se po pravilu ne primjenjuju kod normalnog odvijanja procesa proizvodnje. One dolaze u obzir kod posebnih akcija u zonama gdje štetni sastojci prelaze dozvoljene granice (MDK).

ZUSAMMENFASSUNG

Die Luftverschmutzung in den Tagebaubetrieben

Dipl. Ing. K. Kauzlarić — Dipl. Ing. M. Vukić*)

Der Einsatz einer hochleistungsfähigen Technik ermöglicht bedeutende Vergrößerung der wirtschaftlich berechtigten Tagebauteufe. Die Entwicklung der tiefen Tagebauteile verfolgt gleichzeitig eine Vergrößerung der Luftverschmutzung, insbesondere bei tiefsten Strossen in den Zeiten der Umkehrung in den windlosen Zonen. In dem Aufsatz wurden die Luftverschmutzungsquellen der Tagebaubetriebe im Bereich unter dem Niveau des umliegenden Geländes sowie technische und Organisationsmassnahmen zur Verminderung der Luftverschmutzung, dargestellt, — die Massnahmen zum persönlichen Schutz, wenn diese bei einzelnen Aktionen in den Zonen, wo schädliche Bestandteile die zulässige Grenze übersteigen, erforderlich sind.

Literatura

1. Kočnev, K. V., Šadrin, A. S. 1970: K voprosu organizaciji kontrolja zapyljenosti i zagazovannosti atmosfery kar'erov. Trudy Instituta gornogo dela.
2. Filatov, S. S. 1970: K vyboru shem iskusstvennoj ventiljacii kar'erov. Trudy Instituta gornogo dela.
3. Mihajlov, V. A., Beresnevič, P. V. 1970: Provetrivanie kar'erov Kvinbassa posle massovnyh vzryvov. Trudy Instituta gornogo dela.
4. Kočnev, K. V., Filatov, S. S., 1960.: K voprosu ob ulučšenii atmosferynyh uslovij v glubokih kar'erah. Sbornik rabot po silikozy. Sverdlovsk.
5. Nikitin, V. S., Česnokov, M. M., 1961. Bor'ba s pylju i gazami na otkrytyh gornyh razrabotkah. Gosgortehizdat.
6. Zaštita vazduha od zagađenja i zaštita od buke u gradovima. Materijali sa Savjetovanja stalne konferencije gradova Jugoslavije, Sarajevo, 1968.

*) Dipl. ing. Kazimir Kauzlarić, Rudnik i željezara Vareš
Dipl. ing. Milutin Vukić, Glavni rudarski inspektor SR BiH — Sarajevo

Prilog istraživanju ugroženosti radnika po smenama od agresivne mineralne prašine na difuzno provetravanim radilištima u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović — dipl. ing. Obren Koprivica

Problem visokih koncentracija agresivne mineralne prašine na difuzno provetravanim radilištima, pri podzemnoj eksploataciji rudnih ležišta, još uvek je aktuelan u našim uslovima eksploatacije.

U podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina često se dešava da se radilišta, naročito otkopna, nalaze na većoj ili manjoj udaljenosti od protočne vazdušne struje. U rudnicima SFRJ, skoro bez izuzetaka, takva radilišta se provetravaju difuzno. Toj praksi verovatno je doprineo i čl. 233. Tehničkih propisa o rudarskim podzemnim radovima kojim se dozvoljava difuzno provetravanje radilišta na dužini do 50 m.

Međutim, ispitivanja zaprašenosti koja smo obavili u jednom rudniku kombinata »Trepča«, pokazala su da su baš na takvim radilištima radnici ugroženi od štetnog delovanja prašine.

Pošto su to proizvodna radilišta na kojima se nalazi najveći broj radnika, neophodno je na njima sprovesti efikasnu zaštitu od prašine, uključujući i odgovarajuće separatno provetravanje.

Cilj naših ispitivanja je bio da se na odabranom otkopnom radilištu izvrše kontinualna snimanja koncentracije lebdeće prašine u I i II smeni (proizvodne smene), pri čemu su obuhvaćene tehnološke operacije pojedinačno i radni ciklus u celini.

Veoma je teško ustanoviti koncentraciju lebdeće prašine u uslovima kompleksnog aerodisperznog sistema formiranog u vazdušnoj struji.

Povezano sa tim ništa jednostavnije nije definisati stepen ugroženosti radnika od lebdeće prašine izdvojene u radnim prostorijama.

Smatra se da rešenje treba tražiti u iznalaženju srednje koncentracije prašine dobijene kontinualnim uzorkovanjem u toku odvijanja celog radnog ciklusa.

Uzorkovanje prašine vršeno je sa sledećim instrumentima:

- Kontinualnim meračem MRA, koji je bio uključen u toku cele smene, dobijena je prosečna smenska gravimetrijska koncentracija (mg/m^3).
- Instrumentom AERA i filterom AF—PC dobijene su prosečne gravimetrijske koncentracije (mg/m^3) u vremenskim intervalima 15—30 minuta.
- Konimetrom CAJS 110 dobijene su trenutne konimetrijske koncentracije ($\text{č}/\text{cm}^3$) u određenim vremenskim intervalima. Na radilištima je uzorkovanje vršeno na svakih 10 minuta. Na putevima kretanja radnika pri odlasku na radilište i izlasku iz jame vodilo se računa da sve prostorije budu ravnomerno obuhvaćene pri uzorkovanju.
- Dregerovom pumpom sa membranskim filterima vršeno je uzorkovanje za dobijanje konimetrijske koncentracije ($\text{č}/\text{cm}^3$), disperznog sastava i sadržaja slobodnog SiO_2 u lebdećoj prašini. Uzastopna usisavanja su

Tablica 1

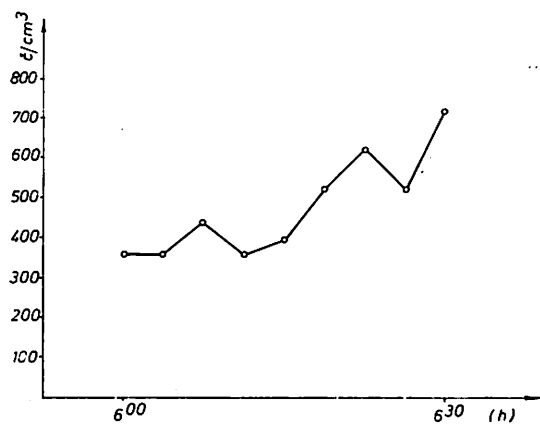
Tablični pregled koncentracija prašine izmerenih u prvoj smeni

Operacije snimanja	Vreme merenja [R]	Konimeter		AERA		Dregerova pumpa		Merač MRA		
		Red. broj	č/cm ³	Red. broj	mg/m ³	Redni broj	% SiO ₂	č/cm ³	Redni broj	mg/m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dolazak na radilište	6,03	1	360							
	6,06	2	360							
	6,09	3	440							
	6,12	4	360	1	1,13					
	6,15	5	400							
	6,18	6	520							
	6,21	7	620							
	6,24	8	520							
	6,27	9	720							
Ručni utovar	7,00	1	880							
	7,10	2	800			1	32,40	790		
	7,20	3	650	1	1,10					
	7,30	4	440							
	7,40	5	800							
	7,45	6	440			2	14,95	820		
	7,55	7	1.120			2	1,03			
	8,05	8	800							
	8,15	9	880					3	33,60	665
	8,25	10	800							
	8,35	11	650							
	8,45	12	800					4	9,17	590
Pauza	9,10	13	480							
Ručni utovar	9,20	14	880	3	1,62					
	9,30	15	960							
	9,40	16	1.120			5	18,30	2.100		
	9,55	17	800						1	0,78
	10,05	18	650							
	10,15	19	960							
	10,25	20	960							
10,35	21	800								
Odmor	10,45	22	650	4	0,15	6	20,10	1.800		
Ručni utovar	11,15	23	400							
	11,25	24	800							
	11,35	25	880							
Ručni utovar i bušenje	11,45	26	880			7	2,77	1.770		
	11,55	27	1.200							
	12,05	28	1.280							
	12,15	29	1.200			8	55,60	740		
	12,25	30	1.200	5	0,7					
Ručni utovar	12,35	31	1.120							
	12,45	32	960			9	10,47	985		
	12,55	33	1.300							
	13,15	34	1.200							
	13,20	35	960	6	0,49					
	13,25	36	1.200			10	5,58	2.360		
	13,30	37	1.200							
Odlazak sa radilišta	13,30	1	520							
	13,35	2	480							
	13,37	3	600							
	13,40	4	840	1	0,49					
	13,50	5	720							
	13,55	6	440							

Tablica 2

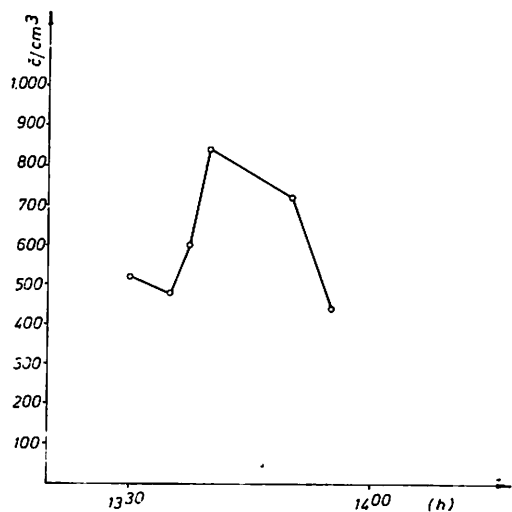
Tablični pregled koncentracija prašine izmerenih u drugoj smeni

Operacije snimanja	Vreme merenja [R]	Konimeter		AERA		Dregerova pumpa			Merač MRA	
		Red. broj	č/cm ³	Red. broj	mg/m ³	Redni broj	% SiO ₂	č/cm ³	Redni broj	mg/m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dolazak na radilište	14,25	1	900							
	14,30	2	600							
	14,35	3	600							
	14,40	4	640	1	1,96					
	14,45	5	600							
	14,50	6	600							
	14,55	7	680							
Period posle miniranja	15,00	1	7.000							
	15,10	2	7.000	1	13,80					
Okucavanje i ručni utovar	15,30	3	5.000			1	17,99	19.600		
	15,40	4	2.400							
	15,50	5	2.400							
	16,00	6	1.840	2	6,20					
	16,10	7	2.560			2	19,10	20.000		
	16,20	8	2.000							
Bušenje	16,30	9	2.400							
	16,40	10	2.480	3	8,50	3	31,62	7.100		
	16,50	11	2.000						1	1,82
Bušenje i utovar	17,00	12	1.600							
	17,10	13	1.760							
	17,15	14	1.520							
	17,20	15	1.600							
	17,30	16	1.680							
	17,50	17	1.520	4	4,85	4	25,01	9.500		
Odmor	18,00	18	1.600							
	18,10	19	1.440							
	18,20	20	1.360	5	1,62					
Bušenje i ručni utovar	18,30	21	1.280							
	18,50	22	1.200							
	19,00	23	1.120			5	23,55	15.000		
	19,10	24	1.200	6	2,80					
	19,20	25	1.360							
Bušenje	19,30	26	1.280							
	19,40	27	1.360			6	24,90	7.620		
	19,50	28	1.200							
Ručni utovar	20,00	29	1.440							
	20,10	30	1.200			7	15,90	11.100		
	20,20	31	1.200	7	2,50					
	20,30	32	1.040							
	20,40	33	1.280							



Sl. 1 — Koncentracija lebdeće prašine u prostorijama pri dolasku radnika u otkopno radilište na početku 1. smene.

Fig. 1 — Suspended dust concentration in underground rooms when the workmen leave to the workings at the beginning of the first shift.



Sl. 2 — Koncentracija lebdeće prašine u prostorijama pri odlasku radnika iz otkopnog radilišta na kraju 1. smene.

Fig. 2 — Suspended dust concentration in underground rooms when workmen leave the workings at the end of first shift.

vršena sa malim pauzama koje su određivane u svakoj konkretnoj situaciji. Jedno uzorkovanje sa prosečno 50 usisavanja je trajalo oko 15 minuta. Pri tome je bila obuhvaćena uvek ista radna operacija ili pauza.

Na ispitivanom radilištu je primenjena metoda podetažnog otkopavanja sa krovnim zarušavanjem. U konkretnom slučaju, krovna ruda nije zarušavala dovoljno dobro, tako da je bio formiran otkop neuobičajeno velikih dimenzija u obliku komore, čija je zapremina iznosila oko 350 m³. Prilikom bušenja, bušač je stajao na oborenoj rudi. Utovar je

vršen ručno. Provetravanje otkopa je bilo difuzno na dužini od 50 m. Oborena ruda je bila prilično vlažna, a takođe i zidovi prostorije. Na radilištu su se smenjivale operacije ručnog utovara i bušenja, a povremeno su se obe operacije istovremeno odvijale.

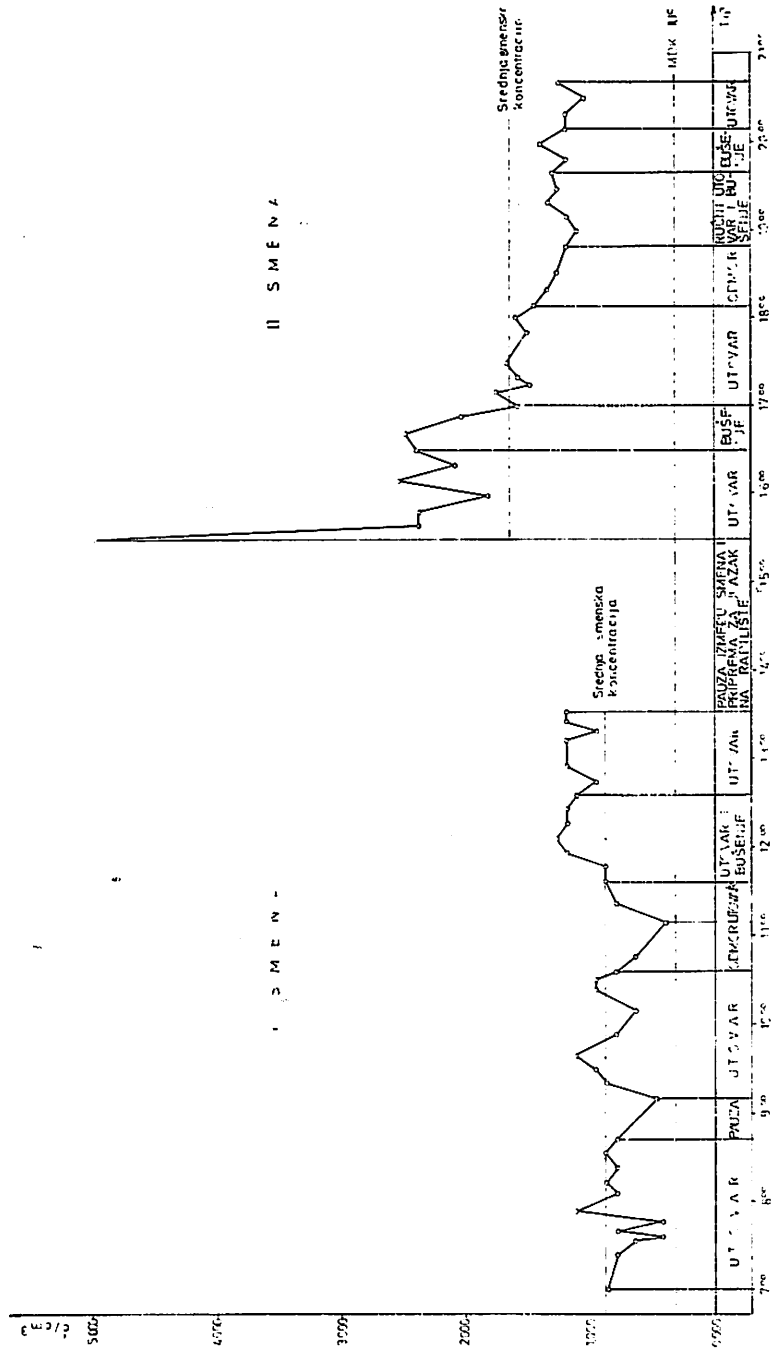
Rezultati izvršenih merenja prikazani su tablično (tablica 1 i 2) i grafički (sl. 1, 2, 3, 4, 5).

Analiza koncentracionih karakteristika prašine

Posmatranjem tablično i grafički prikazanih podataka može se uočiti da pri odvijanju radnog ciklusa dolazi do velikih oscilacija u koncentracijama prašine. Slično tome i srednje koncentracije znatno odstupaju od maksimalne i minimalne vrednosti, bilo da se radi o radnom ciklusu u celini ili o njegovim pojedinim delovima. Izbor vremena i dužina uzorkovanja treba da zavisi od toga kakav se rezultat želi, tj. da li se traže ekstremne ili prosečne koncentracije.

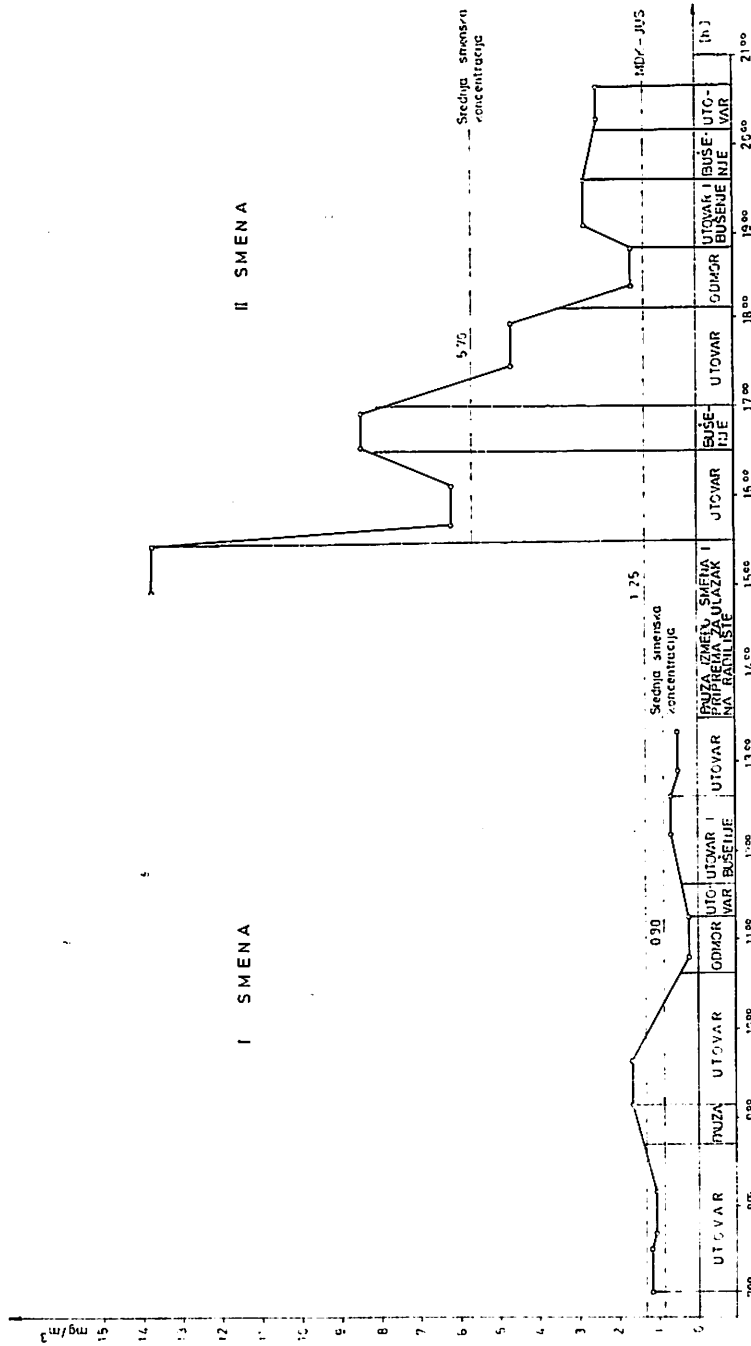
Sledeća konstatacija je da u uslovima difuznog provetravanja radilišta, kakav je bio slučaj na ispitivanom otkopu, pri kontinualnom odvijanju radnog ciklusa, postoji trend povećanja srednje koncentracije u funkciji vremena. To nastaje kao posledica lošeg provetravanja radilišta i nedovoljnog odnošenja izdvojene lebdeće prašine, koja se, inače, zbog spore sedimentacije dugo zadržava u radnom prostoru. Ova konstatacija važi za vrednosti dobijene pri radu u prvoj smeni. U drugoj smeni postoji trend opadanja koncentracije iz razloga o kojima će kasnije biti reči.

Problem nedovoljnog provetravanja otkopnih radilišta drastično dolazi do izražaja pri upoređenju koncentracije prašine u I i II smeni. Razlike su vrlo velike pri upoređenju prosečnih koncentracija, ali su naročito uočljive kod koncentracije na početku I i II smene. Do ovoga dolazi zbog miniranja, koje se obavlja između smena. Kao što je poznato, pri miniranju je veliko izdvajanje prašine, sa visokim početnim koncentracijama. Kod slabog provetravanja vazduh se na radilištu sporo kreće i prašina se dugo zadržava u radnom prostoru. U konkretnoj situaciji od miniranja do početka merenja u II smeni pauza je iznosila 90 minuta. Prvo izorkovanje je vršeno u 15 h i tada je ko-



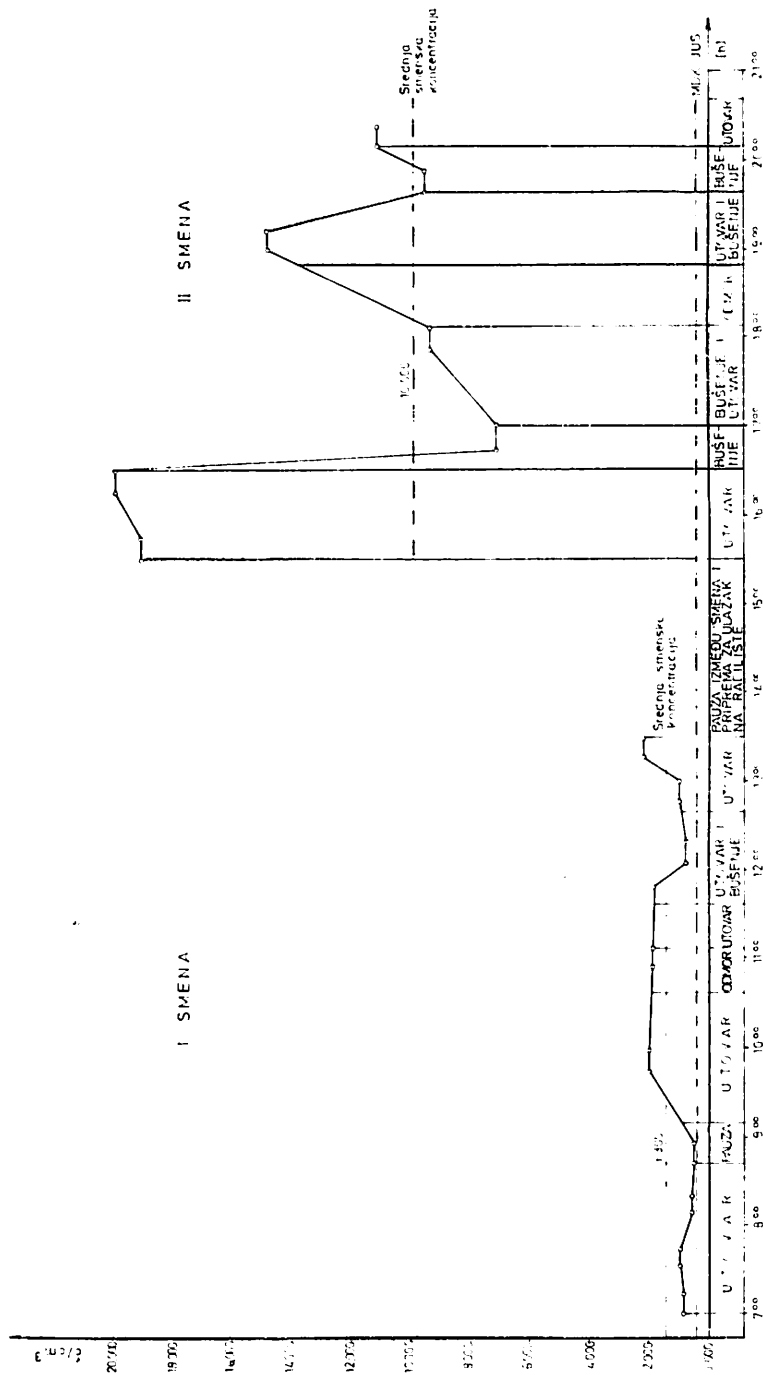
Sl. 3 — Konimetrijska koncentracija lebdеće prašine u otkopnom radištu — snimanje izvršeno konimetrom
 a) Cajs 110.

Fig. 3 — Conimetric suspended dust concentration in an underground stope — measured by Cajs Conimeter 110.



Sl. 4 — Gravimetrijska koncentracija lebdeće prašine u otkopnom radištu — snimanje izvršeno instrumentom »Aera« i celuloznim filtrima.

Fig. 4 — Gravimetric suspended dust concentration in an underground stope — recorded by »Area« apparatus and cellulose filters.



Sl. 5 — Konimetrijska koncentracija lebdede prašine u otkopnom radilištu — snimanje izvršeno Dregerovom pumpom sa membranskim filterima.
 Fig. 5 — Conimetricl suspended dust concentration in an underground stoppe made by Dreger's pump and membrane filters.

nimetrijska koncentracija iznosila 7.000 č/cm³ a gravimetrijska koncentracija 13,7 mg/m³, što čini povećanje od 7,8—11,4 puta u odnosu na isti period u I smeni kada su bile koncentracije 900 č/cm³ i 1,2 mg/m^{3*}).

S obzirom na veoma visoke početne koncentracije u II smeni, pri daljem odvijanju radnog ciklusa dolazi do stalnog smanjenja koncentracije, koje su, međutim, čak i na kraju smene ostale iznad vrednosti izmerenih u I smeni. Iz izloženog proističe jasan zaključak da su radnici u II smeni daleko više ugroženi štetnim delovanjem prašine.

Dalja analiza dobijenih rezultata pokazuje da odmah na početku odvijanja radnih operacija dolazi do naglog povećanja koncentracije lebdeće prašine iznad MDK vrednosti. Razlike u koncentracijama između pojedinih radnih operacija nisu bile izrazite u posmatranom slučaju, premda su postojale. Svakako se izuzima faza miniranja u kojoj je izdvajanje prašine neuporedivo veće nego kod ostalih radnih operacija. Na sl. 1 i 2 su grafički prikazane izmerene koncentracije u prostorijama ulazne vazdušne struje. Rezultati pokazuju veliku zaprašenost, što znači da i problem kvaliteta sveže struje postaje aktuelan za rešavanje.

Osvrt na stari i novi JUS standard za MDK

Kao što je poznato, 1. I 1972. god. stupio je na snagu novi standard JUS Z.BO.001. za maksimalno dopuštene koncentracije (MDK). Interesantno je izvršiti upoređenje starog i novog standarda na jednom konkretnom primeru iz prakse.

Po ranijem JUS-u kriterijum je bio dosta statičan jer je dozvoljavao vrlo širok dijapazon sadržaja slobodnog SiO₂, tj. 10—70% za istu vrednost dopuštene koncentracije od 2 mg/m³ (za primer je uzeta gravimetrijska koncentracija). Novi standard je znatno elastičniji pošto se MDK određuje neposredno iz jednačine za svaku vrednost SiO₂.

Tako na primer, za gravimetrijsku dopuštenu ukupnu koncentraciju jednačina iz standarda glasi:

$$\text{MDK} = \frac{30}{\% \text{ SiO}_2 + 2} \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

*) Dato upoređenje se odnosi na koncentracije dobijene konimetrom i uređajem AERA.

Za upoređenje se prvo uzimaju dva ekstremna slučaja. Kod sadržaja SiO₂ od 13% u lebdećoj prašini MDK = 2 mg/m³ za oba kriterijuma. Kod sadržaja SiO₂ od 65% po novom standardu MDK = 0,45 mg/m³, što je 4,5 puta strožije od prethodnog standarda.

Za ispitivani otkop u periodu izvršenih merenja, srednji sadržaj slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini je iznosio 21,6%^{**}), što znači da je po važećem JUS-u MDK = 1,27 mg/m³.

Po novom JUS-u kriterijum je savremeniji i realniji pošto najnovija saznanja o agresivnom delovanju silicijumove prašine ukazuje na to da se moraju uzimati u obzir i promene sadržaja SiO₂ u lebdećoj prašini.

Vremenska izloženost radnika štetnim koncentracijama prašine

U diskusijama o problemu zaprašenosti značajno mesto zauzima dužina vremena u kome su radnici izloženi štetnim koncentracijama prašine. Postoji mišljenje da je za svaku radnu operaciju potrebno odrediti vreme trajanja pojedinih koncentracija. Podaci iz naših merenja omogućavaju takvu analizu. U tablici 3 dato je za svaku radnu operaciju vreme trajanja koncentracije iznad i ispod MDK. Gravimetrijski i konimetrijski pokazatelji daju različite rezultate^{***}). Tako je u I smeni po konimetrijskom pokazatelju u 100% vremena koncentracija bila iznad MDK. Po gravimetrijskom pokazatelju nedozvoljene koncentracije su obuhvatile 34% radnog vremena. Oba kriterijuma su ukazala na nedozvoljene koncentracije za sve vreme trajanja II smene.

Iz priloženih tabličnih podataka se dalje može zaključiti da su radnici bili ugroženi od opasnih koncentracija prašine na otkopnom radilištu za skoro sve vreme obavljanja osnovnih proizvodnih operacija utovara i bušenja. To znači, u periodu njihovog najvećeg fizičkog angažovanja.

***) Uzorkovanje lebdeće prašine je obavljeno istovremeno sa merenjem koncentracije (membranski filteri sa Dregerovom pum-pom). Slobodan SiO₂ je određen metodom fazne mikroskopije u laboratoriji RI-a.

****) Upoređuju se rezultati dobijeni konimetrom i uređajem AERA

Tablica 3

Vreme izloženosti koncentracijama prašine iznad i ispod MDK za radnu grupu na otkopnom radilištu

Snimljeni delovi procesa	Konimetrijski pokazatelj				Gravimetrijski pokazatelj			
	I smena		II smena		I smena		II smena	
	Ne zadovoljava min	Zadovoljava min	Ne zadovoljava min	Zadovoljava min	Ne zadovoljava min	Zadovoljava min	Ne zadovoljava min	Zadovoljava min
Dolazak na radilište	40		—		40		—	
Ručni utovar	250		145	165	85		145	
Odmor (pauza)	65		40	65			40	
Bušenje	—		70	—			70	
Ručni utovar i bušenje	60		55	60			55	
Izlazak iz jame	30		—	30			—	
Ukupno	445		310	445			310	

Zaključak

Izvršena merenja i analize dobijenih rezultata mogu poslužiti kao materijal u diskusiji za donošenje što realnijeg kriterijuma o stepenu ugroženosti radnika na radnim mestima sa difuznim provetranjem radilišta.

Upoređenje rezultata dobijenih različitim instrumentima nije bilo cilj ovih merenja. Međutim, konstatovane razlike govore u prilog činjenici da za upoređenje podataka o zaprašenosti treba koristiti rezultate dobijene instrumentima iste konstrukcije, uz primenu jedinstvene metodologije uzorkovanja.

Uočene su značajne razlike kod upoređenja srednjih i pojedinačnih koncentracija bilo da se radi o fazama rada ili tehnološkom

procesu u celini. Za opštu procenu realnije je tražiti srednju vrednost koncentracije. Međutim, za detaljniju analizu potrebno je odrediti lokaciju i vremensko trajanje maksimalnih koncentracija prašine.

Pri normalnom obavljanju radnog ciklusa na otkopu, srednje smenske koncentracije lebdeće prašine su bile iznad MDK, što je karakteristično i za prosečne koncentracije proizvodnih radnih operacija. To ukazuje na ugroženost radnika u najvećem delu radnog vremena i pri maksimalnoj fizičkoj angažovanosti. Naročito dolazi do izražaja porast koncentracija prašina u II smeni kao posledica miniranja izvršenog na kraju I smene. Za svođenje zaprašenosti u granice MDK neophodno je primeniti kompleksne mere zaštite.

SUMMARY

Contribution to Investigations on Mine Imperilment During Shifts by Aggressive Mineral Dusts Under Conditions of Difusion Ventilated Workings in Underground Mineral Materials Mining

V. Ivanović, min. eng. — O. Koprivica, min. eng. *)

Upon completed measurements, an analysis is given on the changes in dust concentration during the working hours in a lead-zinc mine stope. The stope was diffu-

*) Dipl. ing. Vladimir Ivanović — dipl. ing. Obren Koprivica, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

sion ventilated from a distance of 50 meters away from the flowing stream. Measurements indicated that during the first shift there was a trend towards dust concentration increase. The second production shift exhibited a trend towards dust concentration decrease owing to the high starting dustiness resulting from blasting at the end of the first shift and low rate of stope ventilation. The third shift was not a productive one.

It is concluded that the workmen working in diffusion ventilated workings are imperiled by aggressive mineral dust, and to a higher extent after blasting in the previous shift. In such workings it is necessary to undertake adequate dust preventive technical measures.

Literatura

- Ivanović, V. — Koprivica, O. 1971: Stručni izveštaj o izvršenim merenjima zaprašenosti u jamskom pogonu »Kišnica«, Rudnika »Kišnica i Novo Brdo« — Rudarski institut, Beograd.

Prilog rješavanju problema sigurnosti kod odlaganja jalovih masa na površinskim kopovima rudnika Ljubija

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Jozo Begić

Autor ukazuje na probleme odlaganja jalovih masa na površinskim kopovima, s posebnim osvrtom na sigurnost zaposlenih radnika i rudarske mehanizacije u ovoj fazi tehnološkog procesa.

Izloženi su rezultati do kojih se došlo geodetskim mjerenjima odlagališta i ukazano na mogućnosti primjene ove metode na ostalim ležištima Ljubije i sličnim uslovima na drugim rudnicima, kao i mogućnost da se ovom metodom provjere dosadašnja naučna dostignuća u toj oblasti.

Prikazani su rezultati geomehaničkih ispitivanja neporemećenog (neotkopanog) stijenskog materijala i ukazano na potrebu ispitivanja odloženog materijala, kao i potrebu određivanja geomehaničkih karakteristika podloge, koja se nalazi ispod trupa odlagališta.

U članku se naglašava potreba daljih ispitivanja u cilju određivanja potpune stabilnosti radnih kosina odlagališta i sigurnosti zaposlenih rudnika u ovoj fazi rada, rudarske mehanizacije i ostalih objekata.

U v o d

Odlaganje jalovih masa, naročito sa aspekta sigurnosti, u procesu eksploatacije mineralnih sirovina na površinskim kopovima, kako kod nas tako i u svijetu, predstavlja složen problem. Brojni su faktori koji zaslužuju svestrani istraživački pristup njihovom izučavanju, a čiji je uticaj na stabilnost odlagališta značajan. Među ovim faktorima, posebno mjesto pripada grupi uticajnih faktora na sigurnost zaposlenih radnika, rudarske mehanizacije, pokretne i nepokretne društvene i privatne imovine. Međutim, danas sve više imamo opravdane zahtjeve da ekonomske aspekte ne odvajamo od sigurnosnih. Ovaj zahtjev, i onako složenu problematiku, čini još složenijom.

Raspored ležišta, konfiguracija terena, naseljenost i izgrađenost objekata, često puta nas prisiljavaju da odlagališta postavljamo u takve zone, koje od nas traže da garantujemo njihovu sigurnost. Na području rudonosne oblasti Ljubije, gdje je na površini od cca 1000 km² do sada otkriveno i okontureno preko 120 ležišta, već danas se

susrećemo sa problemima odlaganja jalovih masa. Poznato je da savremena rudarska mehanizacija i sve brži razvoj mehanike stijena, dozvoljavaju eksploataciju ležišta mineralnih sirovina na površinskim kopovima i u uslovima gdje odnosi jalovih masa — prema korisnim, dostižu vrlo visoke vrijednosti. U uslovima ležišta Rudnika Ljubije, ti odnosi su od ležišta do ležišta različiti. Tako, na primjer, imamo odnos jalovih masa prema korisnim (J:R) u pojedinim ležištima (1,0:1), u većem broju ležišta (3,0:1 do 4,3:1), a kod nekih ležišta ovaj odnos je još nepovoljniji. Imajući ovo u vidu, Ljubija danas proizvodi godišnje oko 5 miliona tona jalovih masa. Izučavanje uticajnih faktora na stabilnost odlagališta i sigurnost rada u ovoj značajnoj fazi tehnološkog procesa ima veliki značaj već i sada, kada godišnju proizvodnju od 5 miliona tona možemo često odložiti, koristeći pogodnosti konfiguracije terena. Imajući u vidu da treba projektima optimalno riješiti odlaganje jalovih masa do 1975/76. godine za količine 3,5 puta veće nego danas, odnosno 7,5 puta veće nego u periodu od poslije 1976. godine, dolazi se do za-

ključka da izučavanje problema odlaganja zaslužuje posebnu pažnju kako sa aspekta sigurnosti, tako i ostvarivanja mogućih ekonomskih efekata.

Sa aspekta sigurnosti, u ovom radu ćemo ukazati samo na neke od potencijalnih opasnosti odlagališta, rezultate do kojih smo u dosadašnjim ispitivanjima došli, pravce daljih izučavanja i ozbiljnosti shvatanja problema, koji u sebi sadrži, osim parametara sigurnosti, i mogućnost ostvarivanja značajnih ekonomskih efekata. Ako rezultati istraživačkog rada po jedinici proizvoda jalovih masa donesu uštede samo jedan dinar, tada bi godišnja ušteda u programiranoj maksimalnoj proizvodnji iznosila 37,4 miliona dinara. Ispitivanja koja se vrše u tom pravcu, ukazuju da uštede mogu biti i znatno veće. Shvatimo li nerazdvojnim sigurnost zaposlenih radnika i rudarske mehanizacije i ekonomske efekte, o čemu je bilo riječi, tada se dolazi do zaključka da naučno-istraživački rad može obezbjediti značajna materijalna sredstva za rješavanje problema sigurnosti, za unapređivanje i uvođenje savremene tehnologije odlaganja jalovih masa, a takođe i za ostvarivanje značajne ekonomske dobiti. Da bi shvatili potencijalne opasnosti koje dolaze do izražaja na pojedinim odlagalištima, kao i probleme koje treba rješavati, ukratko ćemo po ležištima koja su u fazi eksploatacije i koja će prema usvojenoj dinamici prva početi sa radom, izložiti prijetće opasnosti iz čega proizilazi i potreban obim ispitivanja.

Centralna i južna rudišta

Južna rudišta

Na Južnim rudištima je okontureno i istraženo oko 20 ležišta. Eksploatacija je završena samo na Novoj Litici. Na Kozinu i Bjeljevcu je eksploatacija privremeno prestala, zbog toga što se došlo u zonu bazičnih ruda, koje će početi sa eksploatacijom poslije 1976. godine. Danas na ovim rudištima, zbog povoljnog omjera (J:R), godišnje se proizvodi oko 0,5 miliona tona jalovih masa. U fazi eksploatacije sada je samo ležište Škorac i djelomično Gradina. Istražena su, i prema dinamici počće sa radom: Jakarina kosa, Jerkovača, Atljina kosa, Dimač brdo, Pašina kosa, Ciganuša, Paljevine, Drenovac,

Vukulja i neka druga ležišta. Raspored svih navedenih ležišta ukazuje da će se problemi odlaganja jalovih masa morati posebno izučavati. Ležišta se nalaze raspoređena u nizu od sjevera prema jugu, a između njih se nalazi dislokaciona zona. Ova zona je naseljena. Njenim središtem prolazi riječica, koja, u zavisnosti od godišnjeg doba, ima različito kolebanje nivoa vodostaja. Sem toga, kroz ovu zonu prolazi međuopštinski put. Svako od pomenutih ležišta udaljeno je od naselja, pomenute riječice i puta između 100 i 500 m. Podloga na koju treba izvršiti odlaganje jalovih masa je strma, iz čega proizilazi da će na takvoj podlozi biti veće tangencijalne sile odlagališta. Ova glavna dislokaciona zona je u stvari jedan veliki rasjed, a jedini mogući prostori u koje bi se odlagale jalove mase navedenih ležišta, bilo sa istočne ili sa padne strane, predstavljaju grupu tzv. perastih rasjeda, niz koje protiču potočići i u koje se slijeva voda sa okolnih slivnih područja. Ovaj, a i drugi primjeri ukazuju da na području Južnih rudišta problemu odlaganja jalovih masa mora biti posvećena naročita pažnja. Na primjer, jalove mase koje su odložene u periodu eksploatacije Kozina i Bjeljevca udaljene su od kopa Škorac-Gradina svega oko 150 metara. Takođe odložene mase iz ležišta Gradina, svojim podnožjem čine udaljenost od naselja i međuopštinskog puta oko 100 m. Da bi se dirigovalo odlagalištem i unaprijed odredili parametri sigurnosti, koji bi dali garanciju da neće doći do njegovog kretanja (rušenja), posebno u uslovima gdje su relacije dozvoljenih kretanja minimalne kao na ovim rudištima, potrebno je izučiti brojne uticajne faktore na stabilnost odlagališta.

Centralna rudišta

Ova su rudišta u fazi eksploatacije. U njihovom sklopu se nalaze lokalnosti: Jazavac, Adamuša, Donja Litica, Gornja Litica, Redak I, Redak II i Bregovi. Na ovim rudištima se odvija eksploatacija od 1916. god. Količine jalovih masa povećavane su iz godine u godinu. Skoro sve jalove mase odlagane su u žunski i tomručki potok. Godišnje se proizvodi oko 3 miliona tona jalovih masa. U odnosu na ostala ležišta, Centralna rudišta do sada nisu sa aspekta prostora za odlaganje masa imala problema. Danas, me-

đutim, i na ovim rudištima postoji značajna potreba za izučavanjem problema vezanih za sigurnost odlagališta.

Prema usvojenoj dinamici, Južna i Centralna rudišta 1975/76. godine treba da proizvedu 1,5 puta više jalovih masa nego danas, a poslije 1976. godine 2,7 puta više nego 1972. godine. Dodamo li i činjenicu da već danas imamo na Centralnim rudištima u nižim zonama odlagališta izgrađena postrojenja mehaničke pripreme rude, servisnu radionicu, naselje, a u području žunskog potoka, u podnožju odloženih jalovih masa, veliku akumulacionu branu u koju godišnje treba da se ulije preko 200 miliona litara otpadnih voda mokre separacije, tada je lako zaključiti da problemi izučavanja aspekata sigurnosti i ponašanja jalovišta zaslužuju posebnu pažnju, kako na Južnim, tako isto i na Centralnim rudištima.

Vidrenjak

Ovo je ležište istraženo. U fazi je projektovanje. Predviđa se eksploatacija poslije 1976. godine. Prema usvojenoj dinamici, godišnja proizvodnja jalovih masa će iznositi oko 3,7 miliona tona. Neposredno ispod mogućeg prostora za odlaganje jalovih masa nalazi se na udaljenosti između 0,5 i 1,5 km željeznička pruga normalnog kolosjeka, asfaltna saobraćajnica i naselje sa većim brojem objekata. Sem toga, konfiguracija terena je nepovoljna. Na ovom ležištu posebno dolazi do izražaja potreba izučavanja mogućnosti formiranja tzv. visokih odlagališta, zbog skupog otkopa zemljišta i privatnih posjeda. Ukoliko se u dovoljnoj mjeri ne izuče ovi problemi, vrlo teško će biti osigurati prostor za odlaganje količina jalovih masa koje će iznositi između 50 i 60 miliona tona, a s tim u vezi ostaće neriješeni i mnogi problemi vezani za sigurnost zaposlenih radnika, rudarske mehanizacije i ostale društvene i privatne imovine.

Tomašica

Ovaj površinski kop pripada Istočnim rudištima Rudnika Ljubije. Eksploatacija se odvija na Južnoj Tomašici. Neposredno oko ovog ležišta nalazi se Sjeverna Tomašica, Blatnjak, Šiljezi, Dabići, Teovanovići i dr. Ukupna količina jalovih masa na ovim ležištima iznosiće oko 300 miliona tona. Sada se godišnje proizvodi oko 3 miliona tona, a

1975/76. godišnja proizvodnja će biti 2,8 puta veća, a poslije 1976. godine 3,8 puta veća nego danas. Izučavanje problema stabilnosti odlagališta višestruko je interesantno. Zbog male udaljenosti susjednih ležišta, odložene količine sa jednog ležišta, mogu ugroziti rad drugog, susjednog ležišta. Ponekad kretanje odloženih masa ugrožava i imovinu građana, a u pojedinim zonama će ugrožavati i objekte površinskog kopa. Formiranjem visokih odlagališta i izučavanjem mogućnosti formiranja unutrašnjih odlagališta, stvaraju se mogućnosti značajnog skraćivanja transportnih puteva. S druge strane, visoka i unutrašnja odlagališta mogu biti potencijalna opasnost, ako se njihovo formiranje ne izvrši na bazi dobro izučanih parametara.

Omarska

Do sada su na ovom području istražena tri lokaliteta: »Jezero«, »Mamuze« i »Buvač«. Utvrđene su rezerve rude oko 100 miliona tona, pri čemu se očekuju količine jalovih masa oko 300 miliona tona.

Teren je ravničarski. Visinske razlike se kreću u dijapazonu ± 5 do 8 metara. Podloga na koju će se odlagati jalove mase nepovoljna je i sa litološkog i sa hidrogeološkog aspekta. Skoro cjelokupno zemljište je privatno vlasništvo, a radi se o plodnom i skupom zemljištu. Značajno je izučavanje problema stabilnosti odlagališta na ovom ležištu i iznalaženje parametara i metoda formiranja tzv. visokih odlagališta, kako bi se zauzeo što manji prostor, a uz to osigurao maksimalni stepen sigurnosti rada na odlagalištu i što je značajno napomenuti, na otkopu, koji će u Omarskoj biti dubinskog tipa.

Opšte napomene za odlagališta

Odlagališta moraju zadovoljiti brojne uslove, među kojima naročito:

- da njihovi konstruktivni parametri, pravci razvoja i dinamika napredovanja, obezbeđuju potpunu sigurnost zaposlenih radnika na odlagalištu, njegovoj neposrednoj udaljenosti u zoni odlaganja i padinama trupa i podloge odlagališta;
- da budu tako projektovana da mogu nesmetano primati: časovnu, smjensku, dnevnu, mjesečnu i godišnju količinu otkrivke sa kopa;

- da u odnosu na ležište gdje se vrši eksploatacija budu tako odabrana, da transportni putevi budu najkraći, po mogućnosti u horizontali i dinamički u skladu sa razvojem kopa i odlagališta;
- da budu pogodna za odvodnjavanje površinskih i podzemnih, infiltracionih voda;
- da njihov pravac razvoja ne ugrožava kop, susjedna radilišta, saobraćajnice, naselja, kulturne i druge spomenike, te da budu elastična i pogodna za uvođenje savremenijih i sigurnijih načina i tehnologije odlaganja;
- da daju optimalne ekonomske efekte.

Da bi odlagališta zadovoljila ove i druge uslove, potrebno je izvršiti kompleksna ispitivanja, kao npr.: uzroke i vrste deformacija, način odvodnjavanja (horizontalna drenaža, vertikalna drenaža, drenaža podloge i dr.), detaljno sagledavanje mjesta i vrste odlagališta (unutrašnje, vanjsko i sl.), način formiranja odlagališta, dinamiku i pravce napredovanja, parametre i metode proračuna, tehnologiju odlaganja (odlaganje plugom, pomoću bagera kašikara, dreglajna, pomoću odlagača, transportnog mosta, pomoću buldozera, hidraulično odlaganje i dr.), te za svaku odabranu varijantu posebno sagledati njen stepen sigurnosti i ekonomske efekte.

Neki uzroci deformacije odlagališta

U uslovima ljubijskih ležišta, tokom naših posmatranja, došlo se do zaključka da ima veliki broj uzroka zbog kojih se deformišu odlagališta.

U fazi je izučavanje nekih uzroka deformacija odlagališta. Mnoge od uzroka neće

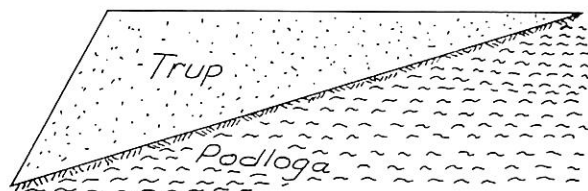
biti moguće uskoro sagledati, jer su u funkciji vremena. Na bazi dosadašnjih posmatranja, došli smo do zaključka, da deformacije odlagališta, pored ostalih uzroka, nastaju i iz sledećih razloga:

- Uslijed stvaranja kliznih površina na kosini trupa odlagališta. U tom slučaju kliznu samo odložene mase preko podloge (sl. 1). Ako je klizna ploha udaljena od kosine trupa odlagališta, te prodre do podloge, tada mase kližu zajedno, naročito ako je podloga nestabilna i, posebno, ako prethodno nije drenirana i uređena za odlaganje. U toku posmatranja (1968. i 1969. godine) na Centralnim rudištima, nivo 390 (žunsko odlagalište) desilo se dva puta da zbog klizanja na kosini trupa odlagališta, demper bude »zarobljen«, jer je u jednom slučaju prizma na kojoj je stajao demper spuštena za 1,47 m, a drugi put za 1,05 m. Brzom intervencijom, nije se desilo da stroj ode u podnožje odlagališta iako je jedna od ovih prizmi za sledeća 42 sata bila spuštena 14 metara, a druga nije izmjerena.
- Uslijed različitog stabiliteta trupa odlagališta i podloge (sl. 1 i tabl. 1), koji u uslovima ležišta Ljubije mogu biti kako je to prikazano u tablici 1.
- Zbog istiskivanja materijala iz trupa odlagališta, koji izlazi u vidu plastičnog tijesta.
- Zbog obrušavanja i osipanja kosine trupa odlagališta.
- Zbog povećanih dopunskih opterećenja (strojevi za odlaganje, neplansko iskipavanje na radni prostor odlagališta)

Tablica 1

Međusobni odnos stabilnosti između trupa odlagališta i podloge			
Moguć slučaj	Trup	Podloga	Primjer
I	Stabilan	Nestabilna	Krečnjak, drobina — na humusu
II	Stabilan	Stabilna	k a r s t
III	Nestabilan	Stabilna	glina, lapor, alevrolit — na krečnjak
IV	Nestabilan	Nestabilna	Humus, pijesak, glina, alevroliti

- Zbog uticaja hidrogeoloških uslova, osobina podloge i odloženog materijala.



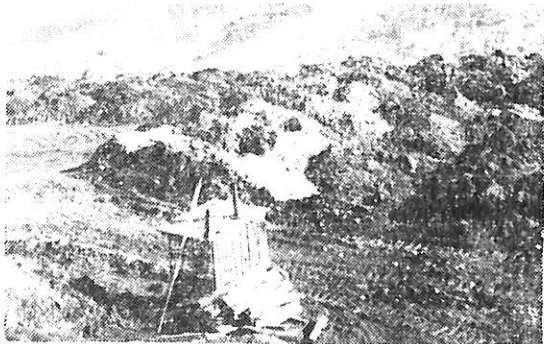
Sl. 1 — Šematski prikaz trupa i podloge odlagališta.

Abb. 1 — Schematische Darstellung des Kippenumpfes und der Kippenunterlage.



Sl. 2 — Vlastita težina buldozera i prizme materijala izaziva dopunsko opterećenje na rubu trupa odlagališta

Abb. 2 — Eigengewicht des Bulldozers und des Kippenprismas ruft nachträgliche Belastung auf dem Kippenrumpfrand hervor.



Sl. 3 — Neplansko iskipavanje na radni prostor trupa odlagališta izaziva dopunsko opterećenje

Abb. 3 — Unplanmäßige Verkippung in den Arbeitsraum des Kippenumpfes ruft nachträgliche Belastung hervor.

- Zbog litološkog sastava odložne mase i podloge odlagališta.
- Zbog nepravilnog izbora parametara odlagališta i dr.

Osvrt na račun radnih kosina odlagališta

Za određivanje stabilnosti odlagališta, potrebno je izvršiti opsežna ispitivanja. Svako ležište ima svoje specifičnosti pa u tom pogledu možemo reći da je potrebno za konkretne slučajeve izvršiti i konkretna ispitivanja. Međutim, neki od faktora su zajednički za sva odlagališta Rudnika Ljubije, koji se moraju ispitati, kao na primjer:

- geodetsko snimanje terena u području odlagališta i podloge;
- utvrđivanje litološkog sastava podloge, njenih hidrogeoloških karakteristika, steriliteta i dr.;
- geomehaničke karakteristike materijala podloge;
- geomehaničke karakteristike stijenskog materijala u neporemećenom (neotkopanom) i odloženom stanju;
- geodetsko snimanje veličina i smjera pokreta odlagališta;
- određivanje kliznih ploha.

Stabilnost zavisi kako od navedenih svojstava podloge, stijenske mase u neporemećenom i odloženom stanju, tako i od sledećih faktora:

- visine odlagališta,
- visine odlaganja,
- nagiba odlaganja,
- nagiba podloge,
- početnog odlaganja stijene neposredno na podlogu,
- tehnologije otkopavanja i odlaganja.

Na osnovu izvršenih geodetskih mjerenja, kojima je praćeno kretanje odložene stijenske mase, dobijen je koeficijent stabilnosti. Ovaj način je najprihvatljiviji sa aspekta sigurnosti odlagališta iako ne daje podatke o svojstvima podloge i odložene mase u odnosu na utvrđivanje geomehaničkih svojstava koja su redovno obimna i skupa, a preko kojih bi se odredila ploha najmanjeg kliznog otpora odložene stijene. Ako odlagalište prekorači graničnu ravnotežu, ruši se i zauzima ravnotežni položaj. Snimanjem toga položaja, omogućuje se da u jednačini (1) stavimo za vrijednost $S = 1$.

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varrho + \sum_{i=1}^{i=n} C \cdot L_i}{\sum_{i=1}^{i=n} F_i \sin \alpha_i} = \frac{\operatorname{tg} \varrho \sum_{i=1}^{i=n} N_i + C \cdot L}{\sum_{i=1}^{i=n} T_i} \quad (1)$$

iz čega proizilazi da možemo napisati jednačinu (2), i to kako slijedi:

$$\frac{\operatorname{tg} \varrho \sum_{i=1}^{i=n} N_i + C \cdot L}{\sum_{i=1}^{i=n} T_i} = 1 \quad (2)$$

gdje je:

- F — opterećenje zemljane mase
- α — ugao nagiba ravni klizanja
- ϱ — ugao unutrašnjeg trenja
- C — kohezija
- L — dužina pojedinih segmenata (m)
- N — sile normalne na ravan klizanja
- T — sile paralelne ravni klizanja.

U ostalim slučajevima vrijednost S nije poznata na odlagalištu. U toku posmatranja, izvršili smo praćenja na profilima: 1, 2, 3, 4, 5 i 6. Na svakom profilu je prikazan i plan sila, iz kojeg je sračunat odnos T:N, koji predstavlja ukupno trenje, u kome je sadržana kohezija (C) i ugao unutrašnjeg trenja (ϱ). Na slici 4 je prikazan najpovoljniji profil.

U tablici 2, prikazane su izračunate vrijednosti za svaki posmatrani profil i odnos (T:N).

Tablica 2

Profil	G	N	T	L	T:N
1	1687	1530	371	280	0,24
2	2430	2200	1800	460	0,82
3	3470	3100	1140	200	0,37
4	6320	3120	1560	420	0,50
5	2216	2100	1000	138	0,47
6	931	890	215	84	0,24

Najpovoljniji je, kako smo već naglasili, profil prikazan na sl. 4 iz sledećih razloga:

- visina odlaganja iznosi do 20 metara,
- nagib osnove je malen, na kraju čak i horizontalan,
- odnos T:N = 0,24 (odnosno granični nagibni ugao $\alpha = 13^\circ 30'$)

Najnepovoljniji je profil broj 2, iz sledećih razloga:

- visina odlaganja iznosi 74 m
- nagib osnove iznosi 22° .

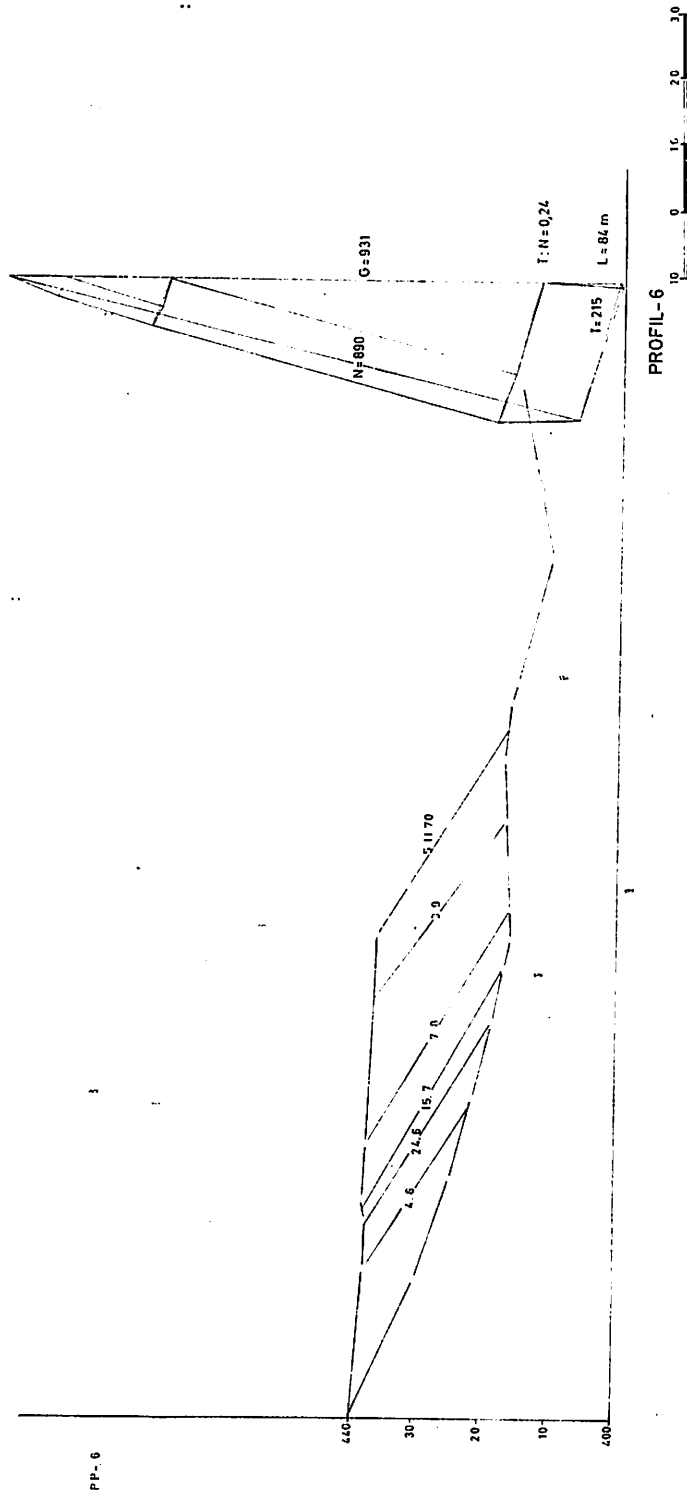
Odlagalište koje smo posmatrali, od početka je nestabilno. Ova nestabilnost se nastavlja iako se odlagalište odupire na protiv-nagib, na koti 370. Kod profila između ovih krajnjih vrijednosti zapaže se smirenje u odlaganju na već odloženu podlogu, na primjer profil 3 i 5.

Profil 3 prikazujemo na slici 5, a vrijednosti ostalih profila su izložene u tablici 2.

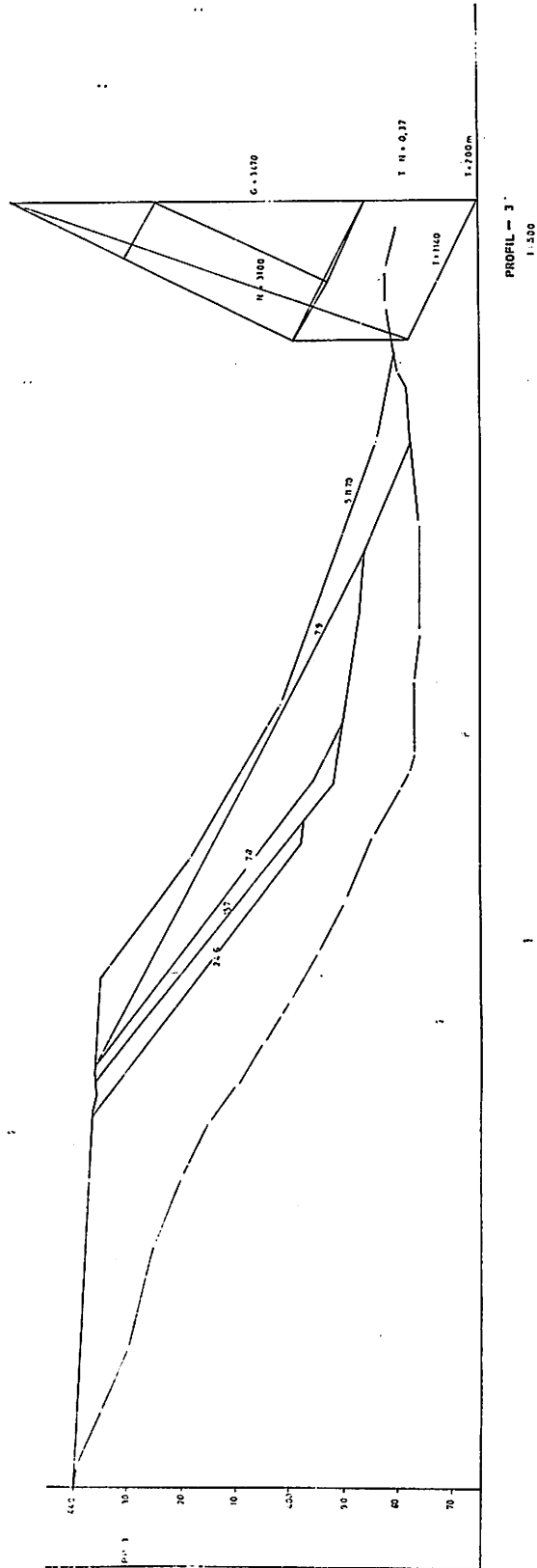
Na osnovu izloženog se može zaključiti, da bi se postigla stabilnost, potrebno je ograničiti visinu odlaganja (ne uzimajući u obzir skupo uređivanje podloge), na taj način, što bi se konstrukcija odlagališta tako uredila da ono bude podjeljeno u etaže do 20 metara. Za veće visine, biće potrebno izvršiti šira i kompleksnija ispitivanja, uređivanje podloge i dr. Ograničavanjem visine, ostvaruje se sigurnost zaposlenih radnika i rudarske mehanizacije, ali se smanjuje kapacitet odlagališta. U uslovima pojedinih ležišta, gdje prostor dozvoljava, a količine jalovih masa daju takvu mogućnost, podjela odlagališta na etaže daje veći stepen sigurnosti. Ugao držanja jednog takvog odlagališta na površinskom kōpu »Brdo« prikazujemo na slici 6.

Iz slike 6 se vidi da je $\alpha = (90^\circ - \beta) = 32^\circ$. Visina pojedine etaže iznosi 20 m.

Na odlagalištu adamuško-litičkog sistema, površinskog kōpa »Brdo«, gdje je djelomično uređena podloga i namjerno iskipane mase u podnožje trupa odlagališta za bolji oslonac i stvaranje protu-sile, ugao držanja odlagališta je povećan i iznosi, kako se to vidi na slici 7, (40°).



Sl. 4 — Rezultati geodetskih mjerenja sa planom sila i izračunatim odnosom T:N, na odlagalištu »Redak«.
 Abb. 4 — Die Ergebnisse der geodätischen Messungen mit dem Kräfteplan und ausgerechnetem Verhältnis T : N auf der Abraumki ppe »Redak«



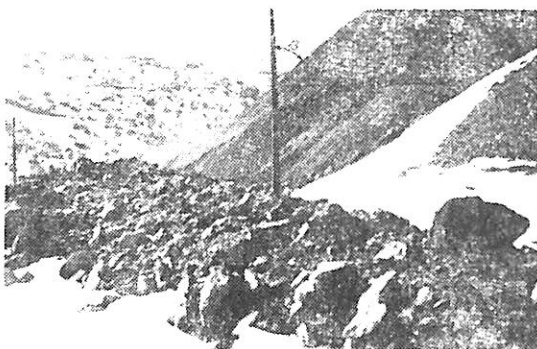
Sl. 5 — Prikaz profila br. 3 na kome se zapaža smirenje u odlaganju na odloženju podlogu.
 Abb. 5 — Die Darstellung des Profils Nr. 3, auf dem eine Berührung in der Verkippung auf die verkipppte Unterlage zu bemerken ist.

Metoda geodetskog mjerenja, kako se vidi, primjenjiva je skoro u svim uslovima i može ukazati na stepen sigurnosti. Takođe se ova metoda uspješno može koristiti kao



Sl. 6 — Ugao odlagališta, formiranog 1966. g. (foto 1972.) konstruisanog na principu podjele u etaže.

Abb. 6 — Kippenwinkel, gebildet 1966 (Foto 1972), konstruiert nach dem Prinzip der Strosseneinteilung



Sl. 7 — Ugao odlagališta, djelomično uredene podloge.

Abb. 7 — Kippenwinkel, teilweise vorgerichtete Unterlage.

provjera dosadašnjih naučnih dostignuća u toj oblasti. Ovu metodu i dalje treba koristiti na svim ležištima Ljubije, dalje je usavršavati i obogaćivati teoretskim osnovama, a može se primenjivati i na mnogim odlagalištima jalovih masa, gdje nije moguće iz bilo kojih razloga organizovati kompleksna ispitivanja parametara navedenih u ovom radu.

Na pojedinim ležištima rudonosnog područja Ljubije, kako je istaknuto, treba odrediti maksimalno moguće visine odlagališta, kako bi se uštedio prostor (zbog otkupa zemljišta, plaćanja privatnih posjeda i dr.), a takođe smanjile transportne udaljenosti (slučaj ležišta: Vidrenjak, Tomašica, Omarska i dr.). Zbog toga su počela kompleksna ispitivanja, pa će, sem geodetskih mjerenja na pojedinim odlagalištima biti izvršena i geomehanička ispitivanja, kako neotkopanog (neporemećenog) materijala, tako i odloženog. Isto tako, u fazi je naučno izučavanje podloge i njenog uticaja na stabilnost odlagališta.

Rezultati ispitivanja neporemećenih uzoraka nekih stijena izloženi su u tablici 3. Ispitivanja odloženih materijala i podloge su u fazi. Njihov uticaj na stabilnost odlagališta i nova konstruktivna rješenja, sa posebnim osvrtom na efekte sigurnosti, biće posebno prezentovani u ovom stručnom časopisu.

Rezultati izvršenih ispitivanja

Izvršena ispitivanja materijala: plavi škrilj, škriljac + pješčar, glina, žuti škriljac i plavi škriljac, samo su dio zastupljenih li-

Tablica 3

Fizičko-mehanički parametri	Plavi škrilj	Vrsta stijena			
		Škrilj + pješčar	Glina	Žuti škriljac	Plavi škriljac
Zapreminska težina g/cm ³	2,39	2,01	1,93	1,91	2,37
Specifična težina g/cm ³	2,53	2,35	2,54	2,36	2,51
Ugao unutrašnjeg trenja	36°	27°35'	20°20'	32°30'	35°40'
Kohezija (C) kpcm ⁻²	0,58	0,48	0,70	0,39	0,52
Poroznost (n) %	0,65	0,17	0,32	0,23	0,05
Prirodna vlažnost (W) %	5,75	13,87	25,11	24,46	5,65
Granica tečenja Wl	19,0	32,20	51,0	47,50	19,0
Granica plastičnosti Wp	13,60	25,58	30,53	29,84	13,59
Indeks poroznosti Ip	5,45	6,52	20,47	17,66	5,40
Indeks tečenja	-1,48	-1,77	-0,26	-0,30	-1,47
Indeks konsistencije Ic	2,50	2,77	1,23	1,30	2,47
Modul stišljivosti Mc	44,48	47,62	50,0	36,36	44,44
Modul bubrenja Mb	63,0	238,09	317,46	212,76	62,50

toloških članova u ležištima Centralnih i Južnih rudišta. Ispitano je po 5 uzoraka. Srednje vrijednosti su prikazane u tablici 3.

Plavi škriljac (1) odnosi se na ležište Škorac—Gradina, a ostali materijali, prikazani u tablici 3, odnose se na ležište Brdo-Redak, Centralna rudišta.

Zaključak

Problemi odlaganja jalovih masa u Rudniku Ljubija zaslužuju posebnu pažnju u procesu daljeg istraživačkog rada. Sigurnost zaposlenih radnika i rudarske mehanizacije i danas, kada se godišnje proizvodi oko 5 miliona tona jalovih masa, zaslužuje da se ulože veliki naponi u cilju stvaranja normalnih uslova rada sa aspekta sigurnosti i ekonomskih efekata, a posebno kada se ima u vidu da će kroz tri do četiri godine proizvodnja jalovih masa biti povećana za oko 7,5 puta godišnje.

Dosadašnja istraživanja su dala odgovarajuće rezultate, a pravci zacrtanih daljih

istraživanja ukazuju da će biti ostvareni značajni efekti sa aspekta sigurnosti na radu i ekonomskih efekata u ovoj značajnoj fazi rada tehnološkog procesa.

I pored toga što su geodetska mjerenja dala dobre rezultate, opravdan je pristup kompleksnim ispitivanjima geomehaničkih karakteristika neporemećenih stijena, odloženih stijena i litoloških članova podloge.

Problemu uređivanja podloge odlagališta, kao i kompleksnim ispitivanjima hidrogeoloških karakteristika podloge i šire zone odlagališta, mora biti ukazana odgovarajuća pažnja, naročito u ležištima gdje ekonomski efekti ukazuju da ima potrebe za konstrukcijom i formiranjem visokih odlagališta.

Potrebno je ubrzati istraživački rad na rješavanju problema sigurnosti kod odlaganja jalovih masa, s obzirom na usvojeni plan razvoja Kombinata, usvojenu dinamiku rada na postojećim ležištima, otvaranje i eksploataciju novih ležišta i predstojeće povećanje obima proizvodnje za 7,5 puta više nego danas.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zur Lösung des Sicherheitsproblems bei der Abraumverkipfung in den Tagebaubetrieben des Bergwerks Ljubija

Dipl. Ing. J. Begić*)

In dem Aufsatz wurde auf die Probleme der Abraummassenverkipfung im Bergwerk Ljubija mit besonderem Rückblick auf die Sicherheit der beschäftigten Arbeiter und der Mechanisierung, hingewiesen.

Durch allgemeine Bemerkungen wurde auf die Bedingungen, die seitens der Kippen erfüllt werden müssen, hingewiesen.

Es wurden einige Ursachen der Kippenverformung dargestellt.

Es wurden die Ergebnisse der geodätischen Messungen und die Abraumkippenberechnung aufgrund dieser Messungen gebracht.

Gebracht wurden die Untersuchungsergebnisse einiger Gesteine, durchgeführt an ungestörten Proben und auf die Notwendigkeit der komplexen geomechanischen Untersuchungen zwecks Bildung hoher Abraumkippen und voller Sicherheit des Betriebs im allgemeinen auf den Abraumkippen des Bergwerks Ljubija hingewiesen.

*) Dipl. ing. Jozo Begić, direktor službe za tehnologiju i projektovanje Rudnika Ljubija.

Literatura

1. Štrajher, M., 1970: Račun završnih kosina kod kopanja i radnih kosina odlaganja, Rudarski fakultet, Tuzla.
2. Najdanović, N., 1967: Mehanika tla, drugo dopunjeno izdanje, Univerzitet u Beogradu, Građevinska knjiga.
3. Begić, J., 1972: Neki faktori koji utiču na stabilnost radnih i završnih kosina površinskih otkopa Rudnika Ljubije, »Sigurnost u rudnicima« br. 3. — Rudarski institut, Beograd.
4. Josić, S., — Begić, J., Geodetsko mjerenje odlagališta u cilju određivanja parametara sigurnosti i računa stabilnosti 1970/1971, Služba za tehnologiju i projektovanje, Rudnik Ljubija.
5. Redžepagić, M. — Bašić, A. — Raspudić, A. — Bailo, M. — Begić, J., 1970: Ispitivanje geomehaničkih osobina stijena ležišta Redak i Tomašica. — Rudarski fakultet — Tuzla.
6. Redžepagić, M. — Bašić, A. — Raspudić, A. — Bailo, M. — Begić, J., 1970: Ispitivanje geomehaničkih osobina nekih stijena ležišta Gradina—Škorac. — Rudarski fakultet — Tuzla.
7. Begić, J. — Marjanović, O., 1972: Konstruktivni parametri »Opitnog površinskog kopa ležišta Redak II« — reinterpretacija podataka. Služba za tehnologiju i projektovanje Rudnika Ljubija.
8. Begić, J. — Jejina, T., 1972: Izbor lokacije sondažnih bušotina u cilju uzimanja geomehaničkih uzoraka na ležištu Redak II. Služba za tehnologiju i projektovanje Rudnika Ljubija.
9. Begić, J., 1972: Uticaj mehaničkih svojstava stijenskih masa na izbor parametara površinskih otkopa u Rudnicima željezne rude Ljubija. Saopštenje na III Jugoslovenskom simpoziju iz mehanike stijena u Tuzli.

Rezultati provetravanja „Stare jame” RU Kakanj pri serijskom radu dva ventilatora

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Luka Sučević — dipl. ing. Vaso Elezović — dipl. ing. Alojz Železnik

Povećanjem eksploatacione dubine »Stare jame« RU Kakanj znatno se je povećao dodatak metana, tako da postojeće ventilatorsko postrojenje nije moglo obezbediti dovoljne količine vazduha da bi koncentracije metana bile ispod, propisima dozvoljenih granica. Predviđeno novo ventilatorsko postrojenje, zbog nedostataka deviznih sredstava i dugog roka isporuke, nije se moglo na vreme ugraditi, pa je problem ventilacije jame trebalo rešiti postojećom raspoloživom opremom.

Uvod

U prvom delu članka, koji je objavljen u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 1/1973., analizirano je više varijanti povećanja količine vazduha i izvršen izbor serijskog rada dva ventilatora, V_1 i V_3 , na ventilacionom oknu VO-III. Za izabranu varijantu izvršen je proračun potrebne količine vazduha za jamu i depresije ventilatorskog postrojenja.

Rekonstrukcija ventilacionog sistema

Istovremeno sa izvođenjem građevinskih i montažnih radova na povezivanju ventilatora V_1 i V_3 u seriju u jami je vršena rekonstrukcija ventilacionog sistema. Na IX spratu-istok izrađen je ventilacioni most u cilju odvojenog provetravanja širokog čela br. 2 i pripremnih radilišta IX sprata. Na taj način izbegnuto je serijsko provetravanje širokog čela i pripremnih radilišta, a samim tim i uvođenje vazduha na čelo sa nedozvoljenim procentualnim sadržajem metana (0,60%).

Istovremeno sa ovim premoštenjem izlazne od ulazne vazdušne struje, izvršeno je paralelovanje širokog čela br. 2 i pripremnih radilišta, odnosno smanjenje otpora ovog ventilacionog odeljenja.

U cilju daljeg smanjenja otpora ovog odeljenja, odnosno povećanja propusne sposobnosti, vršena su proširenja pojedinih deonica ventilacionog hodnika IX sprata. Duž istočne linije starih radova, a u cilju smanjenja dotoka metana u izlaznu vazdušnu struju, otpočelo je sa izolacijom pomoću muljnih čepova.

Tehničko rešenje spajanja ventilatora V_1 i V_3

S obzirom na lokaciju postojećeg ventilatorskog postrojenja, a i uslova da jama normalno radi, kao najpovoljnija lokacija ventilatora V_3 usvojena je lokacija iznad ventilatorske zgrade na industrijskoj pruzi. Ova lokacija ventilatora V_3 je najpovoljnija iz sledećih razloga:

- U zgradi ventilatora i na ventilatoru V_1 , osim promene elektromotora, nisu potrebni nikakvi dodatni radovi.
- Ventilator V_2 ostaje kao rezervni i za reverziju vazduha.
- Montaža i obim radova za ovu lokaciju V_3 iziskuju najmanje radove i za sve vreme montaže jama je normalno radila.

Ventilator V_1 i V_3 su međusobno povezani pomoću limene cevi sastavljene iz pet

segmenata. Profil i poprečni presek cevi je različit i zavisi od otvora na koji se priključuje. Pošto je otvor na ventilatoru V_1 kvadratnog preseka $1,30 \times 1,30$ m (izduvni otvor), a usisni otvor na ventilatoru V_3 kružnog preseka, prečnika ϕ 1,80 m, to je u samoj krivini izrađen prelazni deo sa kvadratnog na kružni presek. Međusobno povezivanje segmenata izvršeno je zavarivanjem, a prelazne i priključne veze sa ventilatorom pomoću zavrtnjeva.

Serijsko povezivanje ventilatora V_1 i V_3 prikazano je na sl. 1.

Rezultati rada novog ventilacionog postrojenja

Po završenoj montaži i serijskom spajanju ventilatora V_1 i V_3 , rekonstrukciji ventilacione mreže jame i delimične izolacije istočne linije starih radova pomoću muljnih čepova novo ventilaciono postrojenje pušteno je u rad. Prema izvršenim proračunima potrebnih količina vazduha za pojedina ventilaciona odeljenja jame, izvršena je regulacija vazduha, nakon čega se pristupilo detaljnom snimanju ventilacionih parametara jame.

Raspodela vazduha, koncentracije i bilans metana

Pri serijskom radu ventilatora V_1 i V_3 i izvršenoj regulaciji raspodele vazduha, u jamu se uvodilo $3.200 \text{ m}^3/\text{min}$.

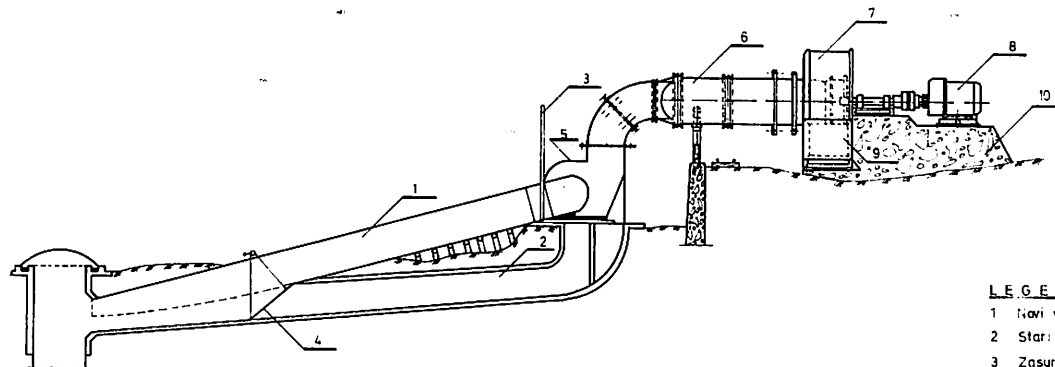
Dobijene vrednosti količina vazduha, procentualnog sadržaja i bilans metana za pojedina ventilaciona odeljenja jame, karakteristična mesta i ukupno za jamu, prema izvršenim merenjima u aprilu 1972. god., prikazane su u tablici 1.

Prema datim vrednostima vidi se da je procentualni sadržaj metana u izlaznim vazдушnim strujama ventilacionih odeljenja i jame ispod dozvoljenih, a što je i bio cilj serijskog rada ventilatora.

Raspodela vazduha u ventilacionom sistemu jame prikazana je na slici 2.

Pri rešavanju problema regulacije vazduha između pojedinih ventilacionih odeljenja naročito se vodilo računa o starom požaru, u starom radu VII sprata. Ugradnjom regulatora protoka vazduha u ulaznoj i izlaznoj vazdušnoj struji VIII sprata-istok, potencijalna razlika između požarnog područja i glavnog izlaza istočnog krila jame (tč. 3-VIII), svedena je na minimum. Ovakvom regulacijom završena je eksploatacija na VIII spratu, a da nije došlo do znatnih promena u starom radu i pojava požarnih gasova u izlaznoj vazdušnoj struji VIII sprata.

Dovođenjem $1760 \text{ m}^3/\text{min}$ vazduha na IX spratu jame i njegovom raspodelom na $490 \text{ m}^3/\text{min}$ za provetranje radova na otvaranju IX sprata i $1270 \text{ m}^3/\text{min}$ za provetranje širokog čela br. 2, uspelo se je, pored svedenja procentualnog sadržaja metana u izlaznoj vazdušnoj struji ispod propisima dozvoljenih koncentracija, i smanjiti tempe-



Sl. 1 — Tehničko rešenje spajanja ventilatora V_1 i V_3 u seriji.

Fig. 1 — Fan connection technical solution — V_1 and V_3 in series.

LEGENDA

- 1 Novi ventilacioni kanal
- 2 Stari ventilacioni kanal
- 3 Zasun (šiber)
- 4 Usmerivač
- 5 Ventilator V_1
- 6 Segmenti
- 7 Ventilator V_3
- 8 Elektromotor
- 9 Otvor za difuzor
- 10 Temelj

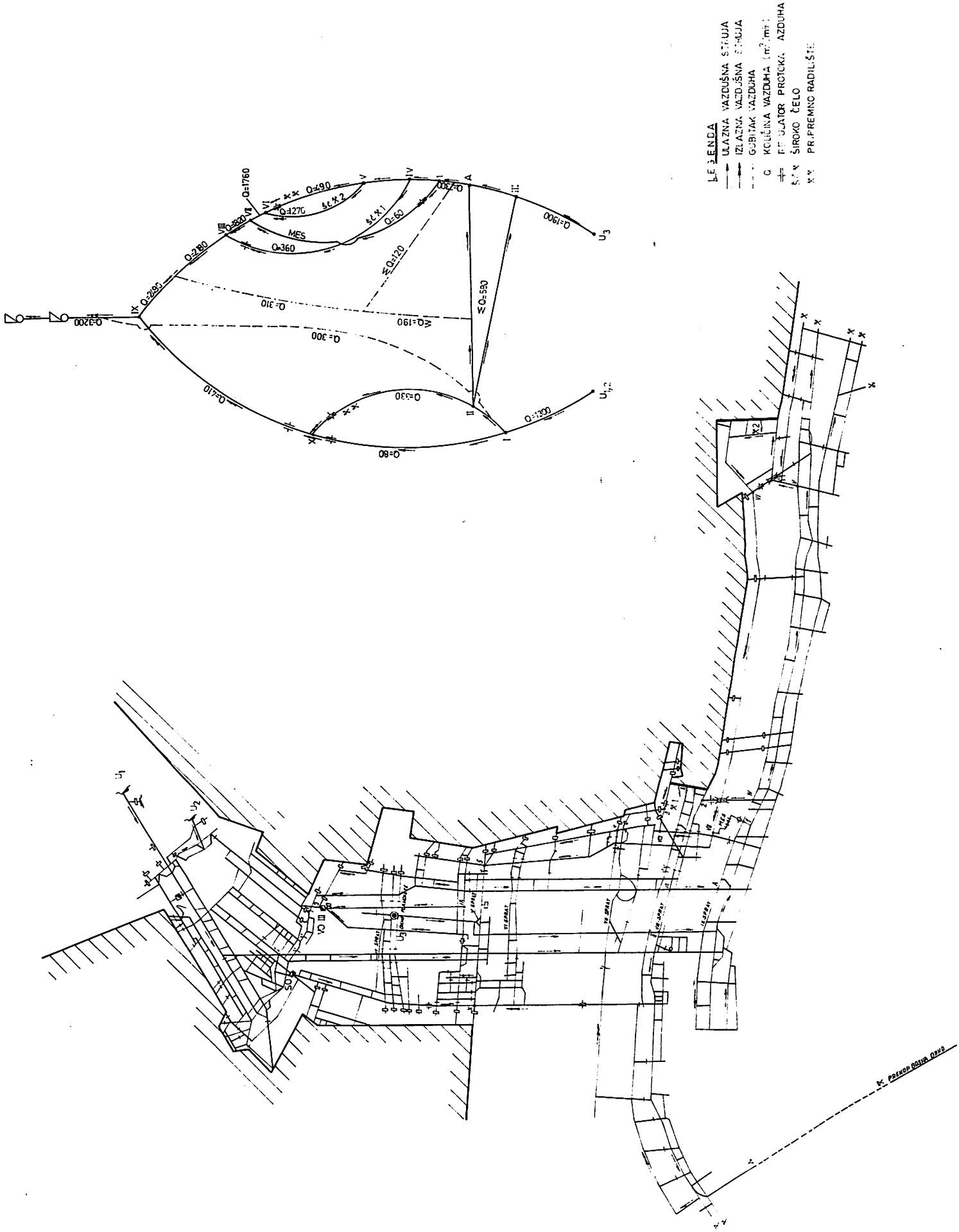


Fig. 2 — Linear and canonic mine diagram.

Tablica 1

Mesto merenja	Q (m ³ /min)	CH ₄ %	q m ³ CH ₄ /min
Ukupna izlazna vazдушna struja širokog čela br. 1	360	0,50	1,80
Izlazna vazдушna struja radova otvaranja IX sprata	490	0,70	3,43
Izlazna vazдушna struja širokog čela br. 2	1270	0,80	10,16
Ukupna izlazna vazдушna struja IX sprata	1760	0,79	13,90
Izlazna vazдушna struja istočnog krila jame (VS—17)	2490	0,75	18,67
Izlazna vazдушna struja zapadnog krila jame	410	0,3	1,23
Ukupna izlazna vazдушna struja jame	3200	0,69	22,08

raturu vazduha na pojedinim radnim mestima. Na radilištima otvaranja temperatura vazduha smanjila se prosečno za 2,6°C, a na širokom čelu br. 2 od 2,5 do 4,0°C.

Povećanjem količine vazduha za 800 m³/min, tj. na 3200 m³/min, omogućeno je forsirano i blagovremeno otvaranje IX sprata, a samim tim i pitanje obezbeđenja planiranih kapaciteta proizvodnje.

Ventilacioni parametri jame

Prema izvršenim merenjima potencijalnih odnosa u jami, za Q = 53,33 m³/sec, potrebna depresija jame iznosi:

$$h = 240 \text{ Kp/m}^2$$

Za Q = 53,33 m³/sec i h = 240 Kp/m² ukupan otpor jame iznosi:

$$R = \frac{240.000}{53,33^2} = 86 \text{ mijurga}$$

a ekvivalentni otvor

$$A = 0,38 \frac{53,33}{\sqrt{240}} = 1,30 \text{ m}^2$$

Koristimo ovu priliku da se zahvalimo prof. ing. Branku Jokanoviću na stručnim konsultacijama i pomoći pri realizaciji primenjenih rešenja vezanih za probleme ventilacije »Stara jama«.

Prema ovim vrednostima, vidi se da je neophodna konstantna kontrola i održavanje glavnih ventilacionih puteva jame, kako bi se zadržalo zavedeno stanje ventilacije. U suprotnom, došlo bi do povećanja otpora jame, odnosno smanjenja ekvivalentnog otpora jame i kapaciteta ventilatorskog postrojenja, a samim tim pitanje sigurnog rada u jami.

Zaključak

Opisani primer predstavlja jedno teoretsko i praktično rešenje poboljšanja ventilacionih uslova u »Staroj jami« RU Kakanj. Ovo je privremeno rešenje sa minimalnom rezervom vazduha, s obzirom na kapacitete raspoložive ugrađene opreme i propusne sposobnosti glavnih jamskih prostorija. Stalnim praćenjem i merenjima ventilacionih parametara jame, moguće je blagovremeno preduzeti potrebne mere za obezbeđenje normalnih i bezbednih uslova rada. Istovremeno će na taj način ventilacija uticati na povećanje proizvodnje, dok bi u suprotnom predstavljala glavni uslov ograničenja proizvodnje.

SUMMARY

Results of Mine Kakanj Pit »Stara Jama« Ventilation by serial Operation of Two Fans

L. Sučević, min. eng. — V. Elezović, min. eng. — A. Železnik, min. eng.*)

The described example represents a theoretical and practical solution for the improvement of ventilation conditions in Mine Kakanj pit »Stara Jama«. This is only a temporary solution with a maximum air reserve, having in view the capacities of the available installed equipment and main mine rooms transmission capacity.

By continuous monitoring and measurement of mine ventilation parameters, it is possible to take adequate measures in due time to provide normal and safe working conditions. At the same time, in this way ventilation has an influence on production increase, while in the adverse case it would be the main cause of production limitations.

Literatura

1. Tehničko rešenje poboljšanja ventilacionih prilika u »Staroj jami« RU — Kakanj.
2. Jokanović, B., 1960: Provetravanje rudnika — Beograd.
3. Kalosa, K., 1962: Pomoćni ventilatori u rudnicima — Ostrava.
4. Ksenofontovoj, A. I., 1962: Spravočnik po rudničkoj ventilaciji — Moskva.

*) Dipl. ing. Luka Sučević — dipl. ing. Vaso Elezović, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta u Beogradu, Dipl. ing. Alojz Železnik, glavni inženjer, Rudnika uglja Kakanj.

Osnovni kriterijumi tehničke zaštite pri dimenzioniranju sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča

(sa 5 slika)

Mr ing. Ratimir Džodić

Dimenzioniranje sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča je kompleksna problematika zato se u cilju obezbeđenja tehničke zaštite i utvrđivanja optimalnih parametara eksploatacije moraju uzeti u obzir svi uticajni faktori. Nijedna metodologija ne može sama da zadovolji i obuhvati sve statičke i dinamičke uticaje, već se ove moraju dopunjavati međusobno kombinujući odabrane uslove i rešenja ovih zadataka.

U v o d

Dimenzioniranje sigurnosnih (međukomornih) stubova i zaštitnih (međuhorizontnih, međuetaznih) ploča sastavni je deo izbora i projektovanja tehničko — ekonomski najpogodnijih metoda eksploatacije rudnih ležišta.

Uloga ovih sastoji se u osnovi u sigurnom i relativno lakom upravljanju podzemnim pritiscima, omogućavanju primene savremenih visokoproduktivnih otkopnih metoda i mehanizacije. Radi toga, njihovo pravilno dimenzioniranje utiče na tehničko ekonomske pokazatelje rada rudnika, od početka primarne faze eksploatacije pa sve do likvidacije otkopavanjem nastalih praznih prostora i podzemnih šupljina. U fazi projektovanja sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča obično se polazi od toga da su sračunati parametri istih zadovoljavajući, ako novonastalo naponsko stanje u njima, nakon superponiranja preraspodele, ne prelazi dozvoljene granice. Za dozvoljene granice računata se otpornošću na kidanje određenom na uzorcima rude iz stuba ili ploče i uvećanom za usvojen koeficijent sigurnosti. Pri svemu tome, polazi se od toga da su izučeni i određeni:

1. fizičko-mehaničke karakteristike rudnog tela i pratećih stena,
2. naponsko stanje stenske mase,
3. morfologija rudnog tela sa elementima zaleganja,
4. geometrijski odnosi otkopa i sigurnosnih stubova, odnosno zaštitnih ploča i
5. dubina eksploatacije.

Do svih indikatora, ovih primarno uticajnih faktora dolazi se pre svega laboratorijskim ispitivanjem i određivanjem (na uzorcima), računski, modeliranjem, i najzad dopunjavanjem mernim podacima na terenu (naponskog stanja, obima i vrste makro i mikro tektonske raspuklosti). Konačno dimenzioniranje sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča vrši se po jednoj od niza poznatih metoda, uvažavajući sve pobrojane uticaje.

Osvrt na neke od postojećih metoda dimenzioniranja sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča

Sa aspekta uticaja pojedinih faktora navedenih u uvodnom delu, pre svega, najbitnije su fizičko-mehaničke osobine rude i pratećih stena, jer — projektovanje i ostavljanje sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča moguće je i ima smisla samo u sten-

skim masama odgovarajuće otpornosti, u kojima je moguće otvaranje rudnih površina određene veličine, bez podgrađivanja otkopnog prostora. U nekim rudnim telima, npr. mangana, olova i cinka, svaki metar napredovanja otkopnih radova mora pratiti sigurno sistematsko podgrađivanje.

Od rešenja predloženih od niza autora, za dimenzioniranje sigurnosnih stubova u uslovima horizontalnih i blagonagnutih ležišta, najpoznatija je i široko primenjena metodologija akademika L. D. Ševjakova, zasnovana na postavkama:

- da je sigurnosni stub izložen pritisku višeležećih masa, računajući od krova otkopne komore do površine,
- da se celokupna stenska masa posmatra kao elastična i izotropna sredina,
- da ukupno naprezanje u stubu mora biti manje od otpornosti na pritisak stenskog materijala stuba, u masivu.

Na osnovu prednjeg, širina x sigurnosnog stuba u obliku trake — zida dobija se iz izraza:

$$x = \frac{a}{\frac{R}{\gamma H} - \frac{h q_1}{\gamma H} \left(1 + \frac{a}{L} \right)}, m$$

gde je:

- a — širina otkopne komore,
- R — otpornost rude na pritisak, određene u laboratoriji,
- h — visina stuba,
- H — dubina otkopavanja,
- L — dužina otkopne komore,
- γ — zapreminska težina stena,
- q_1 — zapreminska težina rude u stubu,
- n — odobreni koeficijent sigurnosti (zavisni od litološkog sastava masiva stuba, raspuklosti, slojevitosti i dr., radi čega se veličina istog bira od 2—10).

Za rudna ležišta pod većim uglom zaleganja najpoznatiju metodologiju dimenzioniranja sigurnosnih stubova razradio je S. G. Borisenko, a zasniva se na teoriji granične ravnoteže — gde se stub identifikuje sa potpornim zidom krovinskog boka rudnog tela, koji svojom težinom deluje na njega u formi klizne prizme.

Princip S. G. Borisenka zasniva se na postavkama:

- da se površina kretanja klizne prizme tretira kao ravan i
- da se stubovi pod dejstvom opterećenja deformišu, što stvara uslove za formiranje klizne prizme.

Širina stuba određuje se iz izraza:

$$a = \frac{P \cdot B}{\sigma_c \cdot b - P}, m$$

gde je:

- P — opterećenje na jedinicu dužine krovinskog boka,
- B — širina otkopne komore,
- σ_c — dozvoljena naprezanja na pritisak,
- b — visina klizne prizme.

Ako je stenski masiv nad stubom raspućan sa slabom kohezijom, nemoguće je dobiti povoljne rezultate dimenzioniranja stubova, ne uvažavajući zakone i principe koje tretira mehanika nevezanih — sipkih sredina (u našoj nomenklaturi — mehanika tla). U ovom slučaju određivanje širine sigurnosnih stubova opisuje se npr. poznatim jednačinama L. I. Ženkova i A. A. Ilivickog.

Deformacije zaštitnih ploča manifestuju se u obliku zarušavanja — otkidanjem pojedinih blokova, kao posledica naprezanja na istezanje donjih delova, odnosno sabijanja i ugiba gornjih delova i ravni ploče.

Posmatrajući zaštitni plafon kao ploču uklještenu po konturi i kontinualno opterećenu, maksimalni ugibni momenat nalazi se u njenom centru i izražava se jednačinom (1).

$$M_{\max} = \beta P_n \cdot a^2 b,$$

gde znače:

- a i b — kraća i duža strana ploče,
- P_n — srednja vrednost normalnog pritiska,
- β — koeficijent proporcionalnosti.

Maksimalno naprezanje na istezanje (kidanje) biće u sredini ploče:

$$\sigma_{i \max} = \frac{M_{\max}}{W}$$

a otporni momenat

$$W = \frac{bHp^2}{3}$$

Zamenom vrednosti za W dobija se

$$\sigma_{\text{imax}} = \frac{3 \beta P_n a^2}{H^2 p}$$

P_n sopstvena težina zaštitne ploče, proizvod je iz njene visine i zapreminske težine:

$$P_n = \gamma H p$$

sada je,

$$\sigma_{\text{imax}} = \frac{3 \cdot \beta \gamma \cdot a^2}{H p}$$

Po B. G. Galerkinu za odnose $b : a = 1 - 1,5$, $\beta = 0,3 - 0,45$ za $b : a = 1$, $\beta = 0,3$, pa je

$$\sigma_{\text{imax}} = \frac{\beta \cdot \gamma \cdot a^2}{H p}$$

odakle je

$$H p = \frac{\beta \cdot \gamma \cdot a^2}{\sigma_{\text{imax}}}$$

$$\sigma_{\text{imax}} = \frac{\sigma_i}{n}$$

gde je:

n — koeficijent sigurnosti.
za $\sigma_i = 48 \text{ kg/cm}^2$, $n = 3$, $a = 14 \text{ m}$ i $\gamma = 4 \text{ t/m}^2$

$$\sigma_{\text{imax}} = \frac{48}{3} = 16$$

$$H p = \frac{0,3 \cdot 4 \cdot 14^2}{16} = 14,7 \approx 15 \text{ m}$$

Rezultati proračuna moćnosti zaštitne ploče po prethodnoj metodi veoma su bliski rezultatima koji se dobijaju po jednačini V. D. Slesareva:

$$h = \frac{\gamma l^2}{2 \sigma_i}$$

gde je:

l — širina otkopne komore.

Položaj zaštitne ploče u odnosu na horizontalnu ravan takođe je od velikog uticaja na koncentraciju naprezanja u istoj, naročito kod rudnih ležišta sa manjim uglom zaleganja. Po S. G. Borisenku i F. A. Kopicu, za rudna tela koja zaležu pod 50° , ako zaštitna ploča nije horizontalna, već upravna na krovinski i podinski bok, onda su smičuća naprezanja u ravni dodira krovina-ploča manja za oko 15%. Pri tome se u ovoj zoni povećava i sigurnost od otkidanja pojedinih blokova — komada rude, a smanjuju rezerve iste u zaštitnoj ploči i do 24%.

Svi postupci i principi dimenzioniranja sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča opisani ovde ili ne, široko su primenjeni. Sa aspekta statičkih uticaja ovi su kompletni i za praksu daju zadovoljavajuća rešenja i pogodnost za razne kombinacije izbora i prilagođavanja npr. konstruktivnih parametara otkopnih metoda.

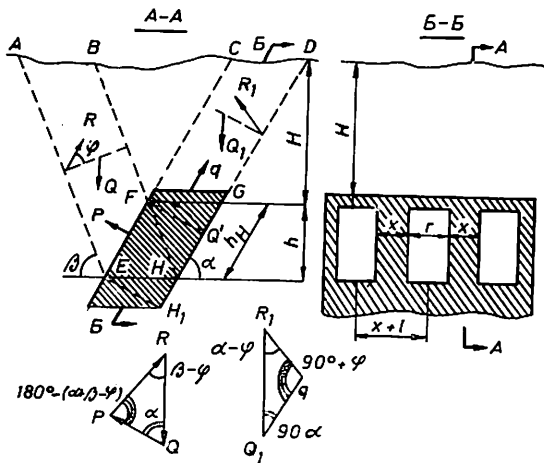
Međutim, primarna faza eksploatacije je »živ« vrlo dinamičan proces, pri kome se često jednovremeno i to za duži period superponiraju ogromni energetske uticaji i efekti. Njihovo dejstvo na sigurnosne stubove i zaštitne ploče može biti od presudnog značaja, bez obzira sa kojim metodama je izvršeno i provereno njihovo dimenzioniranje na bazi statičkih uticaja. Ovim se ne kaže da su ti postupci neodgovarajući, već se, pre svega, naglašava ozbiljnost problema za čije kompleksno rešenje nije dozvoljen jednostran tretman u praksi uglavnom i primenjen.

Uticaj bušačko-minerskih radova na nosivost sigurnosnih stubova

Na rudnicima Urala, Krivog Roga i drugih, nakon detaljnog izučavanja, došlo se do zaključka da su upravo masovna miniranja dubokih minskih bušotina osnovni uzrok zarušavanja međukomornih sigurnosnih stubova.

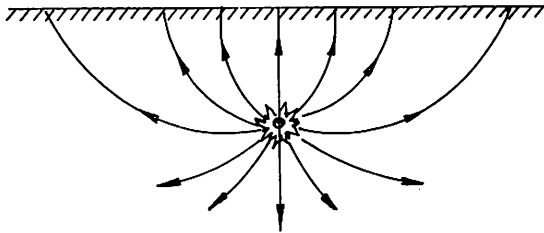
Veličinu i oblik levka, koji obrazuje aktivirano minsko punjenje, od velike je važnosti poznavati iz više razloga kao što su: očuvanje projektovanih kontura sigurnosnih stubova, izbor najpogodnije šeme i parametara bušačko-minerskih radova, kao osnova celokupnog tehnološkog procesa otkopavanja itd.

Prema drugom zakonu termodinamike izvesno je da se energija u izotropnoj sredini



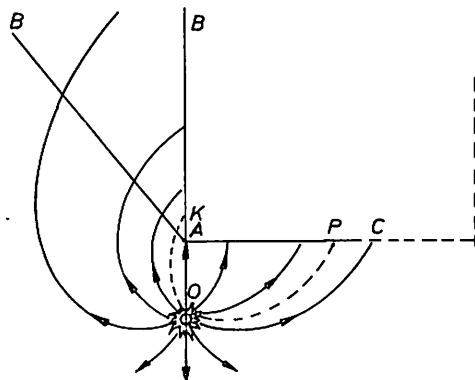
Sl. 1 — Šema proračuna međukomornih sigurnosnih stubova

Abb. 1 — Schema der Berechnung der Zwischenkammersicherheits-pfeiler



Sl. 2 — Šema raspodele energije eksplozije u izotropnoj sredini — poluprostoru.

Abb. 2 — Schema der Sprengkraftverteilung in der isotropen Mitte — Halbraum



Sl. 3 — Šema raspodele energije eksplozije perifernih bušotina u komori.

Abb. 3 — Schema der Sprengkraftverteilung der Randbohrlöcher in der Kammer

širi (prelazi) sa mesta veće koncentracije ka mestu sa manjom koncentracijom. Analogno tome, u kompaktnoj i izotropnoj sredini energija se od mesta miniranja ravnomerno rasprostire u svim pravcima. Ako pak sredina u kojoj se minira ima jednu slobodnu površinu, tada se energija eksplozije rasprostire prema sl. 2, odnosno sa dve slobodne površine prema sl. 3.

Ovakve šeme odgovaraju položaju perifernih minskih bušotina, pri obaranju rude u primarnoj fazi eksploatacije, neposredno uz projektovane granice sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča. Pri tome, kao posledica prolaznosti talasa energije kroz masiv sigurnosnog stuba i zaštitne ploče, dolazi u njima do naprezanja i odgovarajućih deformacija. Ne ulazeći u detalje mehanizma obrazovanja levka miniranja, naglašava se da se isti različito formira u zavisnosti, pre svega, od obima i vrste pukotinskih struktura, intenziteta raspucalosti, a zatim parametara bušačko — minerskih radova. Čak i pri najpažljivijem izvođenju bušačkih radova ne mogu se izbeći devijacije minskih bušotina. Ove se obično nalaze u granicama na 10 m bušotine — 0,3—0,2 m, što ima za posledicu zarušavanje bokova sigurnosnih stubova u dužini 0,5—1,00 m, pri njihovom miniranju. Razume se, dublje u masivu sigurnosnog stuba obrazuju se pukotine, što slabi njegovu kompaktnost i najzad nosivost.

Istraživanja F. I. Akulova, D. M. Kazikava, A. M. Puga i A. N. Hanukaeva, pokazuju da je upravo seizmičko dejstvo miniranja glavni nosilac dinamičkih naprezanja i deformacija sigurnosnih stubova. Ona su po pravilu znatno većeg intenziteta nego naprezanja izazvana statičkim uticajima (npr. težine višeležećih masa). Merenja »in situ« u rudnicima Noriljskog kombinata pokazala su da u stubovima naprezanja na istezanje rastu pri masovnom miniranju dubokih minskih bušotina, i to: pri miniranju sa 5 t amonita naprezanje na kidanje na rastojanju od 31 m, povećava se za 140—147 kg/m², a na rastojanju od 50 m isto se svodi na 68 kg/cm².

A. N. Hanukaev je dao i grafičku interpretaciju maksimalnih naprezanja na istezanje na frontu udarnih talasa u zavisnosti od rastojanja i prečnika minskog punjenja (sl. 4). Prava paralelna apscisnoj osi pokazuje veličinu granične otpornosti uzorka rude sigurnosnog stuba na istezanje, određene eks-

perimentalno. Projektovanjem tačke preseka ove prave i krive $\sigma_i = f(r)$, (r — prečnik minskog punjenja) na apscisnoj osi, dobijamo bezopasnu širinu sigurnosnog stuba, izraženu kroz prečnik minskog punjenja. Za miniranje u granitu sa eksplozivom amonitom No-6 i prečnikom minskog punjenja 0,05 m, bezopasna širina sigurnosnog stuba iznosi 76 prečnika, odnosno $76 \times 0,05 = 3,80$ m'. Prema tome, određenu širinu sigurnosnog stuba za statičke uticaje potrebno je uvećati za određene dinamičke uticaje u svakom konkretnom slučaju.

Na primer, sigurnosni stub u obliku trake — zida za statičke uticaje određene širine 14 m, dobija na osnovu prednjeg, konačnu širinu $3,80 + 14 + 3,80 = 21,60$ m.

Pored dinamičkih uticaja uslovljenih bušačko-minerskim radovima ne smeju se zanemariti potresi i vibracije usled rada krupnih jedinica mehanizacije u ostalim fazama otkopavanja: utovar, transport, mehanička prerada (npr. drobljenje i dr.) rude itd.

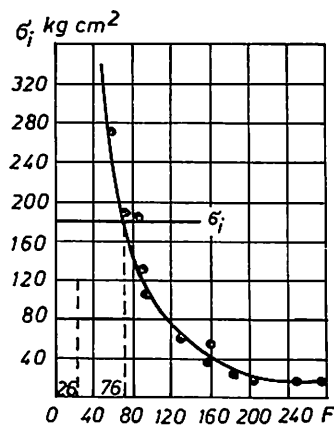
Uticaj zasipnog materijala na noseću sposobnost sigurnosnih stubova

Jedan od veoma uticajnih faktora na noseću sposobnost sigurnosnih stubova jeste i stanje otkopnog prostora (komora) oko istog. Otkopni prostor pri tome može biti prazan i zapunjen raznim materijalom (betonom, suvim zasipom sa raskrivke ili posebnog površinskog kopa, podzemno dobijen, flotacijskom jalovinom itd.).

Iz mehanike tla poznato je da u ravni dodira zida čvrstog masiva i sipkog materijala postoji aktivan i pasivan pritisak. Za aktivan pritisak tretira se uticaj sipkog materijala na zid sigurnosnog stuba, a za pasivan obrnuti uticaj.

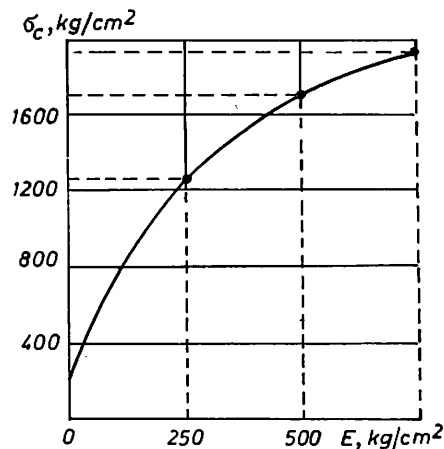
U ovoj problematici bitan je uticaj aktivnog pritiska kako na zidove sigurnosnih stubova, tako i na bokove otkopne komore. Po Kulonu, klizne površine ovde ograničavaju trostranu kliznu prizmu, unutar koje se materijal tretira kao uslovno monolitan.

Pritisak na vertikalni zid sigurnosnog stuba određuje se iz uslova granične ravnoteže klizne prizme. Po zakonima mehanike tla, izvesno je da se kod potpornog zida sa vertikalnom unutrašnjom stranom i horizontalnom površinom tla aktivni pritisak na jedinicu dužine zida određuje po formuli:



Sl. 4 — Promena naprezanja od prečnika minskog punjenja.

Abb. 4 — Beanspruchungsänderung vom Sprengladungsdurchmesser



Sl. 5 — Grafički prikaz povećanja otpornosti stena na pritisak od povećanja bočnog pritiska.

Abb. 5 — Graphische Darstellung der Vergrößerung der Gesteinsdruckfestigkeit infolge Ullendruckvergrößerung

$$E = \frac{1}{2} \gamma h^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \text{ t/m'}$$

gde je:

- γ — zapreminska težina ugrađenog zasipnog materijala,
- h — visina zida (sigurnost stuba),
- φ — ugao prirodnog otkopa (od vertikalne ravni) zasipnog materijala (na klizanje, kotrljanje).

Iz teorije kompaktnih sredina poznato je da otpor stena razaranju raste sa povećanjem bočnog pritiska.

S. G. Averšin izložio je uzorak stene razaranju pritiskom (gnječenjem) pri različitim veličinama bočnog pritiska i dao grafičku interpretaciju eksperimenta (sl. 5).

Za:

$$\sigma_c = 10.000 \text{ t/m}^2 \text{ (rud. stuba)}$$

$$\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3 \text{ (zasipnog materijala ugrađenog u otkopni prostor)}$$

$$\varphi = 44^\circ$$

$$h = 90 \text{ m'}$$

$$E = 1,1 \cdot 8100 \text{ tg}^2 23^\circ$$

$$E = 1.595,5 = 1.600 \text{ t/m'}$$

Iz grafikona S. G. Averšina vidi se da za $E = 160 \text{ kg/cm}^2$, otpornost rude u sigurnosnom stubu raste do 960 kg/cm^2 . Prema tome, ukupna otpornost rude sigurnosnog stuba na pritisak biće

$$\sigma_c = 10.000 + 9.600 \text{ t} = 19.600 \text{ t/m}^2$$

To znači, da će sigurnosni stub određene širine na bazi primarnih (statičkih) uticaja i za uslove praznih otkopnih prostora 14 m' , u

uslovima zapunjene otkopne komore, biti širine

$$a = \frac{P \cdot B}{\sigma_c \cdot b - p} = \frac{163.680.30}{9800.170 - 163.680} = 0,004 \text{ m,}$$

tj. praktično nije potrebno ostavljati sigurnosne stubove.

Zaključak

Dimenzioniranje sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča je kompleksna problematika. U cilju obezbeđenja tehničke zaštite i utvrđivanja optimalnih parametara eksploatacije, moraju se uzeti u obzir svi uticajni faktori, te se rešenju ovih problema ne sme pristupiti jednostrano, kako se to obično pri projektovanju često radi.

Ne može se reći — »dimenzioniranje je izvršeno po toj metodologiji« koja daje zadovoljavajuće stanje stabilnosti celog otkopnog sistema. Nijedna metodologija (do sada poznata) ne može sama da zadovolji i obuhvati kako statičke tako i dinamičke uticaje, već se ovi moraju nadopunjavati međusobno kombinirajući odabrane uslove i rešenja ovih zadataka.

ZUSAMMENFASSUNG

Grundkriterien des technischen Schutzes bei der Bemessung der Sicherheitsfeiler und der Schutzplatten

Mr. Ing. B. Džodić*)

Bemessung der Sicherheitsfeiler und der Schutzplatten ist eine komplexe Problematik. Zur Sicherstellung des technischen Schutzes und Bestimmung der optimalen Parameter der Gewinnung müssen alle Einflussfaktoren berücksichtigt werden, so dass an die Lösung dieser Probleme nicht einheitlich herangetreten werden kann. Deswegen kann keine Methodik befriedigen und sowohl statische als auch dynamische Einflüsse erfassen, sondern müssen diese sich gegenseitig durch Kombination der ausgewählten Bedingungen und Lösungen dieser Aufgaben ergänzt werden.

Literatura

1. Kazikaev, D. M., 1967: Sovmestnaja razrabotka rudnyh mestoroždenij, NEDRA, Moskva.
2. Džodić, R. 1966.: Mogućnost otkopavanja sigurnosnih stubova u rudniku »Trepča« — Stari Trg metodom masovnog miniranja, »Tehnika« br. 6, Beograd.
3. Džodić, R. 1970: Tehničko-ekonomska analiza i dimenzioniranje sigurnosnih stubova u rudniku Suvo Rudište ... magistarski rad.

*) Mr ing. Ratomir Džodić, Rudnici »Kopaonik« i »Rogozna« Leposavić.

Novi tehnološki postupci u pripremi mineralnih sirovina i zaštite čovekove radne i životne sredine

Dr. ing. Dušan Salatić

Naučno-istraživački rad u pripremi mineralnih sirovina na pronalaženju novih, tehnološki savremenijih i ekonomičnijih procesa nužno mora da doprinese povećanju zaštite čovekove radne i životne sredine.

Veoma brz napredak u razvoju tehnologije omogućuje da se uvode novi, savremeniji postupci tretiranja mineralnih sirovina. Istovremeno masovno eksploatisanje prirodnih bogatstava u obliku mineralnih sirovina dovodi do osiromašenja rudnih ležišta. Samim tim, klasični postupci postaju neekonomični, te je neophodno iznalazaženje novih, ekonomičnijih procesa

S druge strane, ugroženost čovekove sredine, kako radne tako i životne, postaje sve veća usled njenog zagađivanja u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina. Zbog toga u pronalaženju novih tehnoloških rešenja ne sme biti cilj samo tehnološko — ekonomska mogućnost prerade mineralnih sirovina, već isto tako i pronalaženje takvih tehnoloških postupaka koji će smanjiti zagađenost radne sredine, odnosno poboljšati zaštitu čovekove životne sredine.

Zaštita na radu u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina može se razmatrati preko izvorišta opasnosti, koja se prema profesoru ing. R. Marušiću mogu podeliti u tri grupe: radna sredina, tehnološki uzroci i katastrofe (članak »Sigurnost u separacijama«; časopis »Sigurnost u rudnicima«; Vol. III, No 4, 1968. god.).

Isto tako, zaštita na radu može se posmatrati po redosledu tehnološkog procesa, tj. »u kojim fazama procesa i kojim vrstama tehnološkog procesa leže najveće opasnosti po radnika bilo da se u njima nalaze uzročnici (izvori) profesionalnih oboljenja, bilo da u njima radnik može biti teže ili lak-

še povređen«, kako to posmatra profesor dr ing. Dragiša Draškić (članak »Neka zapazanja u vezi zaštite na radu u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina«; časopis »Sigurnost u rudnicima«; Vol. IV, No 3, 1969. god.).

I jedan i drugi navedeni prilaz problemima zaštite na radu daje znatan doprinos proučavanju i rešavanju sigurnosti na radu u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina.

Međutim, u novije vreme veoma značajan naglasak stavlja se u razgovorima o suzbijanju zagađivanja ne samo čovekove radne sredine, već isto tako i životne sredine. Čovekova životna sredina postaje zadnjih godina toliko ugrožena otpadnim industrijskim vodama da to zabrinjava celo čovečanstvo. Danas se preduzimaju velike akcije za suzbijanje ove opasnosti u celom svetu, pa i kod nas. Na tu temu održano je i nekoliko značajnih sastanaka u našoj zemlji kao što su: Simpozijum o zagađivanju reke Tare u Moikovcu, čovek i njegova životna sredina na Bledu i Simpozijum o vodama u Beogradu.

Kako su i tehnološki procesi u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina izvori ugrožavanja čovekove radne i životne sredine, to se i pred stručnjake za pripremu mineralnih sirovina postavlja zadatak da posvete posebnu pažnju ovim problemima u svojim istraživačkim radovima u cilju unapređivanja i osavremenjivanja tehnoloških procesa.

Nedavno su održana i dva veoma značajna skupa o problemima pripreme mineralnih sirovina, na kojima je prisustvovao najveći deo stručnjaka pomenute naučne discipline. Jedan od tih skupova bio je 2. jugoslovenski simpozijum o pripremi mineralnih sirovina, održan u Ljubljani i na Bledu od 4. do 7. oktobra 1972. godine u organizaciji Jugoslovenskog komiteta za pripremu mineralnih sirovina, a drugi, Savetovanje o obogaćivanju i okrupnjavanju železnih ruda i njihovih koncentrata i proizvodnji sirovog gvožđa, održan u Skoplju od 25. do 27. oktobra 1972. godine u organizaciji Udruženja jugoslovenskih železara i rudnika i železarnice »Skopje«.

Neosporno je da su oba skupa stručnjaka iz oblasti pripreme mineralnih sirovina značila znatan doprinos unapređenju kako teorije, tako i prakse u tehnološkim procesima. Drugo je pitanje ovde interesantno za nas, koliko su pomenuti skupovi tretirali probleme zaštite na radu i zaštite čovekove radne i životne sredine kroz nove tehnološke procese i kakav značaj oni imaju u njihovom radu.

Autor u ovom radu želi da se ukratko osvrne na 2. jugoslovenski simpozijum o pripremi mineralnih sirovina i na Savetovanje o obogaćivanju i okrupnjavanju železnih ruda i njihovih koncentrata i proizvodnji sirovog gvožđa sa stanovišta zaštite čovekove radne i životne sredine, tj. da uoči doprinos pomenutih skupova u rešavanju akutnih i hroničnih problema u zaštiti čovekove sredine. Isto tako želi mu je da iznese neke teze koje bi morale da budu predmet stručnjaka za pripremu mineralnih sirovina u njihovim fundamentalnim i primenjenim istraživanjima.

2. jugoslovenski simpozijum okupio je oko 120 inženjera i tehničara, koji se bave problematikom pripreme mineralnih sirovina i istovremeno je bio veoma plodan po broju i kvalitetu prezentiranih radova, kojih je bilo 32. Izvestan broj radova bio je iz fundamentalnih istraživanja, posebno u oblasti flotacije. Proučavajući te radove, može se zapaziti upotreba izvesnih opasnih i po zdravlje štetnih reagenasa, koji takođe zagađuju čovekovu životnu sredinu putem odvodnjavanja otpadnih voda iz postrojenja za pripremu mineralnih sirovina. Bilo je i radova iz oblasti luženja minerala kiselim ras-

tvorima, koji takođe, ako se ne preduzmu potrebne mere bezbednosti, mogu ugroziti čovekovu radnu sredinu. Isto tako, govorilo se i o mogućnosti primene teških tečnosti u novim procesima koncentracije sitnih klasa rude, i to u industrijskim razmerama. Znači, tečnosti koje su danas praktično izbačene iz industrijske upotrebe baš zbog svoje toksičnosti i drugih negativnih svojstava.

Dalje, svi naponi na unapređivanju tehnoloških procesa u postojećim postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina išli su samo za tim da se poboljšaju tehničko — tehnološko — ekonomski pokazatelji, bez posebnog osvrta na njihovo održavanje na zaštitu čovekove radne i životne sredine.

Na kraju, i novi uređaji, prezentirani na simpozijumu, imali su za cilj da ukažu na njihovu pogodnost u rešavanju tehničko — tehnoloških problema u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina.

Iz do sada izloženog moglo bi se zaključiti da stručnjaci za pripremu mineralnih sirovina u svojim radovima ne obraćaju pažnju problemu zaštite na radu. Međutim, to bi bio sasvim pogrešan zaključak. Radi se o specifičnom načinu prilaženja prezentiranju tih radova. Premda svaki autor ima svoje mišljenje o problemu zaštite vezanom za njegovo istraživanje, on ga obično ne uključuje u sastav teksta koji tretira tehnološki proces.

Primeru radi, autor koji obrađuje mogućnost koncentracije sitnih klasa rude u tetrabrometanu ima jasno predviđen sistem zaštite putem ugradnje hermetičkog sistema za cirkulaciju tetrabrometana, što je opširnije izložio u toku diskusije na simpozijumu.

Isto tako, autor rada o »vibracionoj glavi« za hranjenje sita i pražnjenje bunkera ne iznosi pogodnosti ovog uređaja za poboljšanje zaštite na radu. A one su očigledne. Pre svega, nema potrebe da radnici silaze u bunkere, napunjene rudom koja se lepi i zbog toga teško prazni iz bunkera, radi ručnog pražnjenja, čime se izbegava jedan veoma veliki izvor opasnosti za povredu radnika.

Savetovanje o obogaćivanju i okrupnjavanju železnih ruda i njihovih koncentrata i proizvodnji sirovog gvožđa takođe je okupilo veliki broj stručnjaka za pripremu mineralnih sirovina i metalurgiju, a prezentirani broj radova o problematici pripreme mineralnih sirovina iznosio je 18.

Radovi su pretežno vezani za laboratorijska i industrijska primenjena istraživanja u cilju ispitivanja mogućnosti koncentrisanja ruda gvožđa iz pojedinih novih ležišta, ili unapređenja tehnoloških procesa u postojećim industrijskim postrojenjima.

I ovde, slično Simpozijumu, nije bilo posebnog sagledavanja čovekove radne i životne sredine kroz izložene referate. Izuzetak je bio rad »Taloženje mulja u otpadnim vodama separacije pri preradi železnih ruda koje sadrže kaolinske materije u cilju maksimalnog korišćenja povratne vode«. Pa i ovde, pre samog izlaganja, referent se izvinio skupu što ovaj rad iako ne spada u pripremu mineralnih sirovina« izlaže na ovom savetovanju. Ovo jasno govori o prilazu problemima zaštite kroz tehnološke procese pripreme mineralnih sirovina. Diskusija je pokazala da se skup slaže da ubuduće mora i problem zaštite da nađe svoje mesto u radovima na unapređenju tehnoloških procesa.

Iz dosadašnjeg izlaganja o problemima zaštite čovekove radne i životne sredine vezanim za tehnološke procese pripreme mineralnih sirovina moglo bi se zaključiti sledeće:

- Tehnološki procesi pripreme mineralnih sirovina razvijaju se veoma brzo i time smanjuju ili povećavaju ugroženost čovekove radne i životne sredine.
- Zaštita od ugroženosti čovekove radne i životne sredine do sada nije našla svoje pravo mesto, direktno vezano za nove tehnološke procese.
- Ne postoji uža saradnja između stručnjaka za pripremu mineralnih sirovina i tehničke zaštite, koji bi morali veoma usko saradivati na rešavanju problema sprečavanja i suzbijanja ugroženosti čovekove radne i životne sredine. (Primeru radi, autor navodi da na Simpozijum o zagađivanju reke Tare otpadnim vodama flotacije u Mojkovcu nisu pozvani predstavnici Komiteta za pripremu mineralnih sirovina, Katedre za pripremu mineralnih sirovina, Rudarsko-geološko-metalurškog fakulteta, niti stručnjaci pripreme mineralnih sirovina koji su direktno radili na utvrđivanju tehnološkog procesa flotiranja flotacije Brskovo u Mojkovcu).

Da bi se brže i efikasnije pristupilo poboljšanju zaštite na radu u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina, kao i suzbijanju ugroženosti čovekove radne i životne sredine, neophodno je intenzivnije uključivanje rešenja problema zaštite i ugroženosti sredine kroz rešavanje tehnoloških procesa.

Zaštita radne sredine može se pre svega poboljšati putem:

- obesprašivanja mineralnih sirovina,
- mehanizacije i automatizacije i
- hermetizacije sistema cirkulisanja otrovnih gasova i tečnosti u tehnološkom procesu.

Mogućnost obesprašivanja mineralnih sirovina treba da navede stručnjaka za pripremu mineralnih sirovina da po mogućstvu nastoji da se tehnološki proces obavlja u mokrom stanju, tj. u vodi ili teškim sredinama. Ako je to nemoguće, da na neki drugi način izvrši obesprašivanje mineralne sirovine u cilju poboljšanja radne sredine.

Mehanizacija i automatizacija takođe treba da nađu svoje mesto pri usavršavanju i iznalaženju novih tehnoloških procesa ne samo iz tehnološko — ekonomskih razloga, već isto tako i zbog poboljšanja radne sredine, putem smanjivanja broja zaposlenih radnika u postrojenju za pripremu mineralnih sirovina.

Ukoliko se u primeni novih tehnoloških procesa zahteva upotreba otrovnih gasova ili tečnosti, kao što su npr. sumporvodoničnik i tetrabrometan, onda je neophodno da se predvidi i hermetičnost sistema za cirkulisanje ovih gasova i tečnosti kako bi se sprečilo njihovo štetno dejstvo na zaposlene radnike.

Što se tiče suzbijanja ugroženosti čovekove životne sredine, ona bi se, pre svega, odnosila na zagađivanja tekućih voda otpadnim vodama iz postrojenja za pripremu mineralnih sirovina. Osnovni pravci istraživanja na ovom polju mogli bi biti:

- pronalaženje i primena novih reagensa,
- korišćenje zatvorenog ciklusa vode i
- prečišćavanje otpadnih voda.

Poznato je da neki reagensi, koji se koriste u pripremi mineralnih sirovina, u svom sastavu sadrže neke komponente koje i u

veoma malim koncentracijama u vodi šteto deluju na živa bića koja žive u toj vodi ili je koriste. Posebno su opasni fenoli, koji ulaze u sastav brojnih flotacijskih reagenasa. Danas se u svetu uveliko ispituje mogućnost proizvodnje reagenasa sličnih osobina zamenom fenola alkoholima i njihovog korišćenja u tehnološkim procesima. U tome se delimično uspelo, te je neophodno nastaviti dalji istraživački rad na tom polju. Isto tako postoji mogućnost da se neki otrovni reagensi zamene novim, neotrovnim. Očiti primer je izbacivanje upotrebe cijanida u mnogim industrijskim postrojenjima, što smanjuje ne samo zagađivanje otpadnih voda već poboljšava i zaštitu radnika u njihovoj radnoj sredini.

Što se tiče korišćenja zatvorenog ciklusa vode, postoji mogućnost, naročito kod ruda sa korisnim mineralima jednog elementa, da se otpadne vode ne ispuštaju u reke, već da stalno cirkulišu u tehnološkom procesu. Ovo, pored toga što ima ogroman značaj za suzbijanje ugroženosti čovekove životne sredine, može da ima, u nekim slučajevima, i tehnološko — ekonomske efekte s obzirom na prisustvo zaostalih reagenasa u vodi. U drugim slučajevima, biće potrebno uložiti izvesna sredstva da bi se jednom upotrebljena voda mogla ponovo koristiti. Međutim, posmatrano sa gledišta sprečavanja ugroženosti čovekove životne sredine i sa gledišta postavljanja sve rigoroznijih uslova za ispušta-

nje otpadnih voda postrojenja za pripremu mineralnih sirovina u rečne vode i u tom pravcu se moraju vršiti ubrzana istraživanja.

Na kraju, kod izvesnih polimetalčnih ruda, kod kojih je tehnološki proces veoma složen, uglavnom je nemoguće koristiti otpadne vode kao povratne u tehnološkom procesu. U takvim slučajevima ostaje jedino rešenje da se te vode prečiste u cilju odstranivanja štetnih sastojaka za čovekovu životnu sredinu, pa da se tek tada ispuštaju iz postrojenja za pripremu mineralnih sirovina u tekuće vode. Svakako da je u današnjem razvoju tehnoloških procesa za prečišćavanje otpadnih voda ovo veoma skup postupak. Međutim, kako će uskoro biti obavezno da se on primenjuje, to ostaje da stručnjaci za pripremu mineralnih sirovina intenzivnije pristupe naučno-istraživačkom radu u cilju iznalaženja jednostavnijih i jeftinijih postupaka za prečišćavanje otpadnih voda, kako bi se poboljšali uslovi čovekove životne sredine.

Svakako da postoje i drugi vidovi i pravci istraživanja u cilju suzbijanja ugroženosti čovekove radne i životne sredine i nadajmo se da će oni biti intenzivno korišćeni sa daljim razvojem teorije i prakse pripreme mineralnih sirovina. Autor je želeo da ukaže samo na neke od njih za koje smatra da su veoma važni i da mogu relativno brzo da dovedu do boljih uslova rada i života.

SUMMARY

New Mineral Dressing Technological Processes and Protection of Human Working and Living Environment

Dr. D. Salatić, min. eng.*)

The author reviews the protection of human working and living environment according to the papers delivered at the Second Yugoslav Symposium on Mineral Dressing, held in Ljubljana and Bled from Oct. 4 — 7, 1972, and the Meeting on Iron Ores and Their Concentrates Upgrading in Crude Iron Production, held in Skoplje from Oct. 25 — 27, 1972.

It is concluded that the problems of human working and living environment protection are inadequately treated by the application of new technological processes, and a more close collaboration is suggested between experts for mineral dressing and technical protection.

A particular emphasis is put on the required control of human living environment imperilment by waste waters discharge from mineral processing plants into river streams, and some topics are suggested for research aimed to solve this problem.

*) Dr ing. Dušan Salatić, docent RGMF u Beogradu

IZ PRAKSE

U ovoj rubrici objavljujuće se iskustva naših rudnika u sprovođenju zaštite na radu i prikazivati praktična rešenja i ostvarenja kojima se otklanjaju posebne opasnosti, unapređuje zaštita i povećava sigurnost pri izvođenju rudarskih radova. U kratkim prikazima objasniće se opasnosti i nepravilni postupci, zbog kojih dolazi do teških i smrtnih nesreća, i kakve se pouke iz takvih nesreća izvode da bi se sprečilo ponavljanje istih.

Osim toga, ovakvim prikazima u ovoj rubrici, časopis »Sigurnost u rudnicima« želi da upozna našu rudarsku stručnu javnost sa onim vrednim i požrtvovanim operativnim kadrovima, nadzornicima, poslovođama, rudarskim tehničarima i inženjerima, koji zaštitu sprovode na radnim mestima gde se vodi bitka za ostvarenje radnih planova i planova proizvodnje, sa onima koji se krajnjim pregalaštvom ističu u intervencijama za spasavanje rudnika i rudara prilikom velikih nesreća i u sanacijama havarija, kao i sa onima koji mnogo brige i pažnje posvećuju unapređenju zaštite vaspitavanjem i poučavanjem radnika.

GLAVNI UREDNIK

Nevarnosti in problemi v zvezi z varstvom pri delu na Rudniku živega srebra Idrija

Dipl. ing. Julij Vastić

Pored opasnosti koje po svojoj prirodi predstavljaju rudarski radovi, u Rudniku žive Idrija pojavljuju se specifične opasnosti usled štetnih uticaja, kakvih u rudnicima drugih mineralnih sirovina nema. Prikazano je kretanje povreda i profesionalnih oboljenja usled tih štetnih uticaja, kao i iskustva u otklanjanju tih opasnosti.

U v o d

Na obratih Rudnika živega srebra Idrija so delavci izpostavljeni mnogim nevarnostim in za zdravje škodljivim vplivom. Nekateri takšni vplivi so za obrate Rudnika živega srebra Idrija značilni, ker drugod ne nastopajo. Glede na vrsto vpliva in intenzivnost le-teh ločimo področja jama, topilnica in elektrostrojni obrat z upravnimi službami.

Nevarnosti za nesreče in za zdravje v jamskem delovnem okolju predstavljajo tesni prostori, prah, Hg pare in neugodna mikroklima. Vsled tektonike porušene in pretrte hribine so krušljive in zelo rade odpadajo iz stropa, bokov in čela. Delavci na deloviščih neposredne proizvodnje so izpostavljeni vsled vrtnanja in strojnega nakladanja znatnemu ropotu.

Prah, ki so mu delavci izpostavljeni vsebuje v veliki večini 12% prostega kremenca večinoma pa pod 10%. (dolomiti).

Manj je hribin z manj kot 5% prostega kremenca. Del v tufih in grōdenskih peščenjakih se izogiblujemo zaradi visoke vsebine prostega kremenca v teh kamninah. Če so dela njuna se na takšnih delovnih mestih podvzemajo še posebni varnostni ukrepi. V Klasirnici rude je delovno okolje podobno jamskemu le mikroklima ni tako neugodna. Za topilnico predstavljajo glavni problem

živosrebrne pare pa tudi prah vendar ta le na nekaterih delovnih mestih (izsipanje in nagrebovanje žganih ostankov).

Nesreče in bolezni so se gibale v zadnjih desetih letih na Rudniku živega srebra Idrija tako, kot je to prikazano v tabeli 1. Tabela 1 nam da sliko gibanja vseh vrst bolezni za dobo 10 let 1962 — 1971.

Izstopata leto 1967 z izredno visokim številom nesreč pri delu in tudi visokim številom izgubljenih dni vsled nesreč ter leto 1968 z zelo visokim številom poklicnih obolenj in izgubljenih dni vsled poklicnih bolezni.

Za letom 1969 se začena obdobje rahlega vendar stalnega opadanja nesreč in poklicnih obolenj ki pade v obdobje ko so bili v podjetju vsaj v glavnem že končani oziroma izvedeni nekateri ukrepi, ki so imeli namen zmanjšati število nesreč in obolenj ter omogočiti njihovo čim bolj zgodnje odkrivanje.

Teško je kritično obravnavati ostala obolenja to je vsa tista, ki niso poklicna in niso posledica nesreč pri delu. Isto velja tudi za nesreče na poti na delo V nadaljnem bomo prikazali vzroke nastajanja poklicnih obolenj in nesreč pri delu ter ukrepe, ki so bili podzeti za njihovo zmanjšanje in pravočasno odkrivanje.

Tabela 1

Gibanje nesreč in bolezni od 1962. do 1971. leta

Leto	Nesreče pri delu		Hg prim	Poklicne bolezni obolenja Silikoza			Ostale poklicne bolezni		Ostale bolezni		Skupno	
	prim.	dni		prim	dni	prim	dni.	prim.	dni	prim.	dni	
1962	163	2844	92	2371	4	548	—	—	1379	18325	1628	24088
1963	148	2766	101	2216	4	776	—	—	1886	20535	2139	26293
1964	196	4000	103	2209	5	388	—	—	2056	23324	2360	29921
1965	176	3850	87	2263	8	597	—	—	2054	29212	2325	35922
1966	193	2836	57	956	4	104	—	—	2004	25255	2258	29151
1967	242	3431	78	1556	2	208	—	—	2142	28959	2464	24254
1968	209	3238	83	2971	14	31	7	—	2604	36454	2917	42394
1969	202	3909	56	1448	16	249	15	—	2547	33236	2336	38342
1970	192	3081	34	829	1	192	1	1	2642	30449	2870	34442
1971	182	2944	25	634	7	100	1	31	2448	30678	2663	34387

Nesreče pri delu

Tabela 2

Viri nesreč in načini poškodb

	1970			1971		
	Jama	Zunaj	Skupno	Jama	Zunaj	Skupno
Najpogostejši vzroki nesreč						
Naglica pri delu in nepazljivost	140	15	155	136	30	166
Najpogostejši viri nesreč-						
Stroji	10	2	12	8	1	9
Naprave za ročno prevažanje	34	7	41	22	4	26
Ročna orodja	19	5	24	15	4	19
Materijal	72	2	74	67	8	75
Prenašanje materiala	25	—	25	8	5	13
Manipulacije z lesom	11	—	11	18	2	20
Plini in pare	6	—	6	—	4	4
Hodniki in poti	4	—	4	11	5	16
Najpogostejši načini poškodb						
Udarci od predmete	43	4	47	23	13	36
Udarci predmeta	52	4	56	71	3	74
Stisnjenja	16	2	18	35	1	36
Padeč poškodovanca v ravnini	24	4	28	30	5	35
Zdrsnjenja in napor	19	3	22	1	2	3

Tabela 3

Faktori nesreč in kategorija poškodb

	1970			1971		
	Jama	Zunaj	Skupno	Jama	Zunaj	Skupno
Faktorji nesreč						
Delovno okolje	—	—	—	5	2	7
Organizacija dela	2	—	2	—	—	—
Osebn faktor	147	36	183	142	31	173
Ostali	6	1	7	—	2	2
Skupno	155	37	192	147	35	182
Kategorija poškodb						
Lahke	156	20	176	132	29	161
Hjuše	13	3	16	17	4	21
Smrtne	—	—	—	—	—	—
Skupno	169	23	192	149	33	182

Pregled poškodb pri novincih

Tabela 4

Obdobje	Stalež novincev	na 1000 zap.	zaposleni		Skupno
			do 6 mes.	6 do 12 mes.	
1964	113	415	22	14	36
1965	95	486	27	19	46
1966	80	212	8	9	17
1967	39	640	8	17	25
1968	52	96	2	3	5
1969	39	284	6	5	11
1970	68	280	14	5	19

V tabelah 2 in 3 so zbrani razni pokazatelji nesreč primerjalno za leti 1970 in 1971. Z letom 1969 se začinja lahna stalna težnja za zmanjšanje števila nesreč ne spreminja pa se struktura vzrokov, virov in načinov poškodb vsaj bistveno ne.

Kot vsako leto daleč presega po številu vzrok nesreče »naglica pri delu« oziroma »nepazljivost«. V odnosu na celotno število nesreč pri delu je bilo ugotovljeno, da je bilo 81% nesreč v letu 1970 in 92% v letu 1971 pripisanih temu vzroku. Nastopa mogoče vpravičeno vprašanje če niso takšne številke posledice prestrogega kriterija pri razporejanju poškodb v grupo »osebni faktor« namesto v »organizacijo dela« ali »delovno okolje«. Če pogledamo vire in načine poškodb vidimo, da se je zmanjšalo število poškodb pri delu s troji kljub temu, da posebno v jami uporaba strojev stalno raste, ker se mehanizira prevažanje in nakladanje izkopnine ter dostava lesa v etaže. Povečalo se je število nesreč pri manipulaciji z lesom in hoji to je pri nemehaniziranih delih, kjer je mogoče preprečiti nesrečo le z ustrezno pažnjo ogroženega.

Povečalo se je število poškodb vsled udarca predmeta, stisnjenj in padca poškodovanca v ravnini. Delavci so poučeni o varnih načinih dela. Do teh nesreč pride predvsem zaradi tega, ker delavec sam posveča premalo pozornosti svojemu delovnemu okolju in si tudi dostikrat sam izbere način dela, ki po njegovem mnenju najboljše ustreza predvsem doseganju boljšega učinka pri delu.

Neposredna kontrola na deloviščih je otežkočena posebno v jami ker so delovišča razstresena in v večini primerov lahko nadzornik obhodi delovišče le enkrat v izmeni. Zaradi tega bo le potrebno predvsem računati na zavest delavca in njegovo voljo, da bo opravljal delo bolj kvalitetno, ker preje omenjeni načini poškodb nastajajo predvsem

vsled slabo pregledanega delovišča, slabo postavljenih kretnic, tirov in pa seveda pri manipulacijah z lesom in ostalim materijalom.

Izboljšanje uvajanja novih delavcev delo v jami na školskih deloviščih je doprineslo k zmanjšanju nesreč pri novincih, kar se vidi iz tabele 4. Uvajanje novih delavcev na šolskih deloviščih se je začelo v letu 1966. Delavce so uvajali v delo inštruktorji.

Poklicne bolezni

Na obratih Rudnika živega srebra Idrija nastopajo naslednje poklicne bolezni:

- boleznj vsled živosrebrnih hlapov
- silikoza
- akustične traume
- ostale poklicne bolezni.

Številčno so najbolj zastopane bolezni vsled zastrupitve z živosrebrnimi hlapi. Manj številne so bolezni vsled akustične traume in silikoze. Boleznj vsled zastrupitve z živosrebrnimi hlapi so ozdravljive če se zastrupitev ne ponvalja prepogosto sicer pa postanje kronične. Zaradi tega predstavljajo te zastrupitve predvsem problem zaradi smotrenega razporejanja delavcev. Zdravstvene okvare vsled silikoze in akustične traume so definitivne in je nesposobnost delavca opravljati delo v nevarnem okolju stalna.

Pod ostalimi poklicnimi boleznimi so mišljeni poedini primeri dermatoz, ki so nastale vsled dotika kože in jedkih kemičnih snovi. To so zelo redki primeri obolenj. Akustične traume so problem, ki v rudnikih šele izstopa, ker mu doslej nismo posvečali dovolj pažnje. Delavci najraje uporabljajo Billesholm vato za zaščito sluha.

Ščitnikom za ušesa montiranim na čeldah ali pa na glavi niso naklonjeni in jih neradi uporabljajo. Takšni ščitniki tudi niso najboljši za delavce, ki dosti gibljejo glavo.

Pregled oboljenj od silikoze

Tabela 5

	1970	1971	1970	1971	1970	1971	1970	1971	1970	1971
	Borba		Delo		Jama		Zunaj		Skupno	
Stalež invalid. vsled silikoze	18	17	7	6	25	23	3	3	28	26
Novi prim. silikoze	1	3	—	3	1	6	—	1	1	7
Izgubljen. dnevni vsled silikoz.	192	—	—	99	192	99	99	1	192	100

Na vse primere ostalih poklicnih bolezní prikazanih v tabeli 1 odpadejo na dermatoze 4 primeri. Obolenja so nastala v laboratoriju in v jami pri torkretiranju z baragunitom.

En primer zunaj ugotovljene silikoze je nastal v jami vendar je bil delavec spoznan za invalida, ko je bil že razporejen na delo zunaj. Pregled novih primerov obolenj v tabeli 5 ne daje prave slike o nastajanju obolenj vsled silikoze, ker izgleda kot bi bila oba jamska obrata Borba in Delo enako ogrožena. Dejansko nastaja več obolenj na jamskem obratu Borba kjer je tudi več del v kamninah s prostim kremenom.

V letu 1967 je dobila ambulanta, ki opravlja preventivno zdravstveno dejavnost na rudniku Idrija novo opremo za odkrivanje te bolezni. V tem času so bili tudi na delovišnih v jami izvedeni ukrepi za zmanjšanje števila prašnih delcev v ozračju. Meritve so pokazale, da je s temi ukrepi doseženo zmanjšanje števila prašnih delcev pod dopustno mejo pri skoro vseh fazah dela.

Uvedeno je bilo vrtnanje na vodno izplako in močenje odstreljene izkoppine z vodo v tolikšni meri, da je tudi pri strojnem nakladanju le redko prekoračeno dopustno število delcev prahu v ozračju. Pri sedanjem načinu dela je samo še pri delu z odkopnim kladivom in pri pihanem (pnevmatskem) zasipu gotovo prekoračeno dopustno število prašnih delcev v zraku pri vrtnanju na vodno izplako pa se giblje zaprašitev okrog dopustne meje.

Kljub temu se obolenja silikoze še vedno pojavljajo. To je še posledica prejšnjih slabih razmer na delovišnih v jami in seveda izboljšani opremi za odkrivanje bolezni. Če uopšteujemo, da je pričela ambulanta delati v letu 1967 z novo opremo imamo v štiri letnem povprečju pred tem v obdobju 1964 — 1967 ugotovljenih 4,75 novih obolenj na leto v obdobju 1968 — 1971 pa 9,5 novih obolenj na leto kljub temu, da so se razmere v jami glede zaprašitve delovišč temeljito izboljšale in bo na rezultate teh ukrepov treba še čakati.

Pri vseh delih kjer se pojavlja prah v ozračju v količini večji od dopustne je mogoče uporabljati masko proti prahu. Popolnoma drugače se razvija v podjetju problematika okrog pojava živosrebrnih par na delovišnih. Število takšnih delovišč raste šte-

vilo takšnih delovišč, kjer je delavec v svojem celotnem akcijskem radiusu gibanja izpostavljen vplivu živosrebrnih par.

Za delo na takšnih delovišnih je predvidenih vrsta varstvenih ukrepov, ki se še vedno dopolnjujejo.

Pravilnik o varstvu pri delu Rudnika živega srebra Idrija predvideva za delo na delovišnih živosrebrnimi parami skrajšamo delovno izmeno 6 ur in omejeno število zaporednih delovnih dni, ko sme delavec delati na takšnih delovišnih. Izmena, ki traja 6 ur pomeni dejansko ekspozicijo živosrebrnim hlapom 4 ure na izmeno, če upoštevamo prihod na delovišče oz. z delovišča in z zakonom predpisani odmor. Delavcem na takšnih delovišnih pripada tudi slanina za žvečenje in taninska vode za izpiranje ust.

Delavci so bili pred razporeditvijo na takšna delovišča zdravstveno pregledani. Prvotno je bil takšen pregled omejen v glavnem na kontrolo ust in eventualnega pojava tremorja sedaj pa je že več let ta pregled vsebinsko razširjen. Zdravnik, ki opravlja pregled delavcev pred razporeditvijo letega na delovišče z živosrebrnimi parami dobi tudi podatke o izločanju Hg v urinu in tudi druge značilne podatke o pojavih v urinu in krvi za vsakega delavca predno se ga razporedi na ogroženo delovišče.

V primernih ko zdravnik opazi na delavcu sumljive znake prepove delavcu delo na delovišču z živosrebrnimi hlapi za določen čas. Stalne omejitve delovne sposobnosti vsled vpliva živosrebrnih hlapov izreka invalidska komisija. Do takšnih primerov je prišlo v Topilnici.

Tabela 6

Pregled obolenj Hg po obratih za leto 1970—1971.

Obrat	1970.			1971.			
	prim.	ini	dni/obol.	prim.	dni	dni/obol.	
1. Borba	24	334	13,9	10	172	17,2	
2. Delo	2	160	80,0	1	12	12,0	
3. Jama 1 + 2	26	494	18,9	11	184	16,72	
4. Topilnica	7	276	39,9	13	445	34,23	
5. Laboratorij	—	—	—	—	—	—	
6. E S O	1	59	59,0	1	5	5,0	
7. Ostali	—	—	—	—	—	—	
Skupno	3+4+5+6+7	34	829	24,0	25	634	25,36

Pri delih v jami pa tudi na nekaterih delovnih mestih v Topilnici se ne bo mogoče tudi v bodoče popolnoma izogniti koncentracijam živosrebrnih hlapov večjim kot jih določajo predpisi, na nekaterih delovnih mestih pa bodo vedno ostale celo neizogibne precej visoko prekoračene koncentracije Hg hlapov. (Izsipanje prežganih ostanih ostankov, mešanje štupe, prešanje štupe, remontna dela na kondenzatorjih, dimovodih in komorah v topilnici ter odpiranje, priprava in raziskava rudnih teles, kjer nastopa samorodno živo srebro v jami).

S predvidenim izboljšanjem glavnega zračenja bo mogoče deloma izboljšati klimatske razmere v jami in tudi deloma zmanjšati koncentracije živosrebrnih hlapov v ozračju področij v jami, kjer nastopa samorodno živo srebro. Bistveno pa ne bo mogoče zmanjšati teh koncentracij pri raziskavah, odpiranju in pripravi rudnih teles z visoko vsebino samorodnega živega srebra.

Mehanizacija raznih faz del v jami je v zadnjih letih zelo dobro napredovala preveč pa se je zanemarjalo mehanizacijo del na deloviščih s samorodnim živim srebrom.

Ta zaostanek je bil tudi vzrok, da je počasno napredovalo tudi iskanje ustrezne osebne zaščitne opreme za delavce, ki delajo na deloviščih s samorodnim živim srebrom v jami za delavce v topilnici pa je bil ta problem hitreje rešen čeprav ne popolnoma zadovoljivo. Izboljšanja, ki jih v zvezi z obolenji vsled živosrebrnih hlapov vidimo v tabelah 1 in 6 so bila dosežena s postopnim uvajanjem osebne zaščitne opreme, poostreno evidenco razporejanja delavcev na delovišča s samorodnim živim srebrom in stalnim zdravstvenim nadzorom, ki ga je opravljal zdravnik pred vsakim razporedom delavca na delovišče s samorodnim živim srebrom, kjer so bile koncentracije živosrebrnih par večje kot največje dopustne.

Za zaščito dihal za delavce v jami in topilnici so bile v uporabi različne maske s filtri proti živosrebrnim hlapom in cevni respirator s priključkom na komprimiran zrak.

Najpreje je bila v uporabi enocevna filterska maska, ki se zaradi napora pri dihanju ni obnesla niti v topilnici niti v jami.

Uporaba cevne respiratorja s priključkom na cevovod za komprimiran zrak je primerna le za delavce, ki opravljajo delo v

prostoru z majhnim akcijskim radiusom. Na deloviščih v jami bi bil takšen respirator uporaben na deloviščih, kjer koncentracije živosrebrnih par ne zajemajo obsežnejšega področja.

Običajno polmasko s filtrom za živosrebrne hlape je bilo mogoče uporabljati le pri delih, ki pridejo v poštev v topilnici in Klasirnici.

Za sedanje stanje je bil, problem zaščite delavcev na deloviščih z velikim območjem ogroženim od živosrebrnih par in tam kjer so koncentracije par visoke, zadovoljivo rešen z dvocevno filtersko masko z dvema filtroma proti Hg hlapom. Napor pri dihanju je bil v primeriz ostalimi do sedaj uporabljanim zaščitnimi sredstvi občutno zmanjšan in ob primernem tempu dela omogoča opravljanje vseh del. Nastal je problem postavljanje norme za delavca, ki bo moral v teku cele izmene pri opravljanju dela na delovišču stalno uporabljati takšno masko. Dosedanja opazovanja so pokazala, da je z uporabo takšne osebne zaščite mogoče dosegati povprečne storitve pri opravljanju vseh ročnih del. Ostane odprto vprašanje, koliko je mogoče prekoračiti normo pri uporabi takšnega zaščitnega sredstva. Pri mehaniziranih delih je to manj problematično.

Effekt varovanja proti Hg hlapom je bil pri uporabi dvocevne filterske maske kontroliran. Delavci so delali pod takšnimi pogoji 3 dni in to pod stalnim nadzorom. Urin je bil pri delavcih kontroliran pred začetkom dela na delovišču s koncentracijami živosrebrnih par nad 1 mg Hg/m^3 zraka.

Delavci, ki so delali pod takšnimi pogoji niso zboleli. Pri kontroli izločanja Hg v urinu teh delavcev po končanem delu to se pravi po opravljenih treh izmenah so bile ugotovljene mnogo nižje koncentracije kot jih smatra Goldwater še za dopustne. Zaradi tega je bila dovoljena ob enakih pogojih nadaljnja eksplozija 6 zaporednih izmen. Delavci stalnega nadzora so bili na delovišču ob enakih pogojih 14 dni. Doslej na tem delovišču še ni bilo obolenj. Po izjavi zdravnika, ki opravlja stalen zdravstveni nadzor nad temi delavci tudi druge analize urina in krvi ne kažejo nobenih sprememb, ki bi opozarjale na spremenjeno delovanje organizma vsled vpliva živosrebrnih hlapov v delovnem okolju kjer so delavci delali.

Koncentracije živosrebrnih hlapov se sedaj meri na vseh deloviščih, ki so ogrožena od le — teh enkrat tedensko. Meritve se opravlja z indikatorjem firme Beckman K — 23. Opravljanje meritev je nerodno ker sta za delo potrebna 2 delavca. Meritve z plinskimi cevčicami so sicer za samo opravljanje priročneje vendar je odčitavanje cevk težavno in ne najbolj natančno. Takšen način meritev bi bil tudi zelo drag če upoštevamo dejstvo, da je treba število meritev povečati.

Inštitut Jožef Štefan v Ljubljani dela na izdelavi indikatorja za živosrebrne hlape priročne oblike in teže, ki bi omogočal opravljanje meritev samo enemu delavcu. Dela se tudi na preureditvi napajanja sedanjega indikatorja Beckman K — 23, z istim ciljem. Tako poskuša podjetje priti na čim cenejši način do potrebnega števila merilnih instrumentov, ki so sicer zelo dragi z namenom da se poveča število meritev in s tem izboljša kontrola delovnega okolja tudi glede živosrebrnih hlapov na takšen način, da bi pri tem ne bilo angažiranih preveč ljudi, ker je tudi to zelo drago.

V fazi preizkusov je tudi škropljenje izkopnine, stropa, bokov, tal in izkopine v vozičkih za transport po glavnih progah s kalcijevim polisulfidom. Dosedanji preizkusi so pokazali, da je mogoče na takšen način zmanjšati koncentracije živosrebrnih hlapov za približno 50%. Sedaj se v jami pripravlja odkopno polje v katerem bo škropljenje s polisulfidom preizkušeno tako kot naj bi to potekalo v normalni proizvodnji. Šele takrat bo lahko dokončno ocenjena uporabnost tega sredstva, stroški in faze dela ter prostori v katerih bi se to lahko učinkovito uporabljalo.

Število nesreč in poklicnih bolezni bo mogoče še naprej zmanjševati če bodo sodelovali vsi, ki k zmanjšanju le — teh lahko kaj doprinesejo. Predvsem so to delavci sami, ki bodo z discipliniranim izvajanjem predpisanih varnostnih ukrepov in kvalitetnim izvanjanjem rudarskih in drugih del lahko zmanjšali stroške za neobhodno potrebno kontrolo, ki je sedaj premajhna, ker so delovišča razstresena v velikem prostoru.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Gefahren und die Probleme im Zusammenhang mit dem Arbeitsschutz im Quecksilberbergwerk Idria

Dipl. Ing. J. Vastič*)

Neben Gefahren, die bergmännische Arbeiten mit sich bringen, treten im Bergwerk Idria spezifische schädliche Arbeitsbedingungen infolge Quecksilberdampf und Quarzstaub auf. Es wurde die Bewegung der Unfallhäufigkeit und der Berufserkrankungen in den Jahren von 1962 bis 1971, sowie Unfallschwere, Quellen und Ursachen der Unfälle und der Berufserkrankungen besonders Quecksilbervergiftung und Silikose dargestellt und Erfahrungen bei der Bekämpfung dieser Gefahren aufgebracht.

*) Dipl. ing. Julij Vastič, Rudnik živega srebra Idrija.

Savremena tehnička rešenja opreme za podzemnu eksploataciju i sigurnost rada

(sa 5 slika)

Dr. ing. Dragoljub Đokić — dipl. ing. Slobodan Luković

Usavršavanje motora na dizel ulje, a naročito uvođenjem kombinovanih katalitičkih prečistača ugljen-monoksida u kombinaciji sa prečistačima vodom, koji smanjuju sadržaj azotnih jedinjenja u ispusnim gasovima, sve više se primenjuje oprema sa dizel pogonom u neugljenim rudnicima, a posebnim uslovima koji su određeni propisima nekih zemalja. Osim toga i kod primene savremene opreme za otkopavanje, transport i podgrađivanje postignuta je veća bezbednost usavršavanjem i određenim uputstvima i propisima za primenu i održavanje te opreme, kao i daljinskim upravljanjem.

Proizvođači rudarske opreme za podzemnu eksploataciju posvećuju sve veću pažnju sigurnosti i maksimalnoj bezbednosti prilikom rukovanja istom, uz poštovanje svih elemenata ekonomičnosti njene primene. Ova dva elementa, bezbednost i ekonomičnost primene, postali su zakon i tržišna uslovnost za sve razvijeniju proizvodnju rudarske opreme.

Uslovna povezanost ova dva faktora je svakako posledica potrebe otkopavanja mineralnih sirovina sa što nižim proizvodnim troškovima, uz maksimalno moguće smanjenje svih rizika i opasnosti po život i zdravlje zaposlenih radnika.

Razvoj opšte i tehničke kulture radnika nametnuo je u prvi plan brigu o njihovoj bezbednosti, izraženu kroz brojne zakonske odredbe i rudarske propise, koji se stalno dopunjavaju i proširuju u zavisnosti od razvoja rudarske tehnike u celini.

Otuda su ova dva osnovna elementa sadržana kod svih konstruktivnih rešenja savremene jamske mehanizacije i opreme, pa i rudarske opreme prikazane na specijalizovanoj izložbi u Bukureštu, septembra 1972. godine, koja je priređena u vremenu održavanja VII međunarodnog kongresa.

Karakteristično je da svi veliki proizvođači rudarske opreme, koji su prikazali svoje proizvodne programe (Westfalia Lünen, Joy, Kiruna-Truck, sovjetski, poljski i drugi) osnovnu poentu daju baš ovim elementima u svim stručnim diskusijama, objašnjenjima i propratnom stručnom materijalu. Ovo je prirodno i ne predstavlja nikakvo iznenađenje, ali ukazuje na značaj i ozbiljnost u prilazu i rešavanju zadataka koje je rudarska privreda postavila.

Potrebno je da se istakne i ukaže na sve izrazitija nastojanja velikih evropskih i van-evropskih proizvođača rudarske opreme, u korišćenju dizel goriva, doskora dosta zastavljenog oblika pogonske energije u iznalaženju takvih konstruktivnih rešenja pogonskih motora i dodatnih uređaja, koji primenu dizel motora u jamskoj eksploataciji čine bezbednom i izvan glavnih ventilacionih puteva.

Primena ovog oblika pogonske energije za rad pokretne jamske mehanizacije neposredno na otkopima (jamski kamioni, utovarne lopate i sl.), tačnije rečeno renesansa ove primene, relativno je novijeg datuma.

Poznato je da su se prvi pokušaji u primeni tečnih goriva za rad pogonskih motora

u podzemnoj eksploataciji javili dosta davnno, skoro odmah posle pronalaska motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Prvi pokušaji učinjeni su sa benzinskim motorima. Učestale nesreće usled nesavršenosti samih motora, nespecificnosti sigurnosnih uređaja i nedovoljnog poznavanja uslova korišćenja, učinili su da je ovaj oblik energije, i pored niskih eksploatacionih troškova, bio za duži vremenski period napušten u podzemnoj eksploataciji.

Ponovno nastojanje korišćenja tečnih goriva kao pogonske energije u podzemnoj eksploataciji, javilo se sa usavršavanjem motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Posle niza ispitivanja, utvrđeno je da su dizel goriva ne samo jeftinija, već i znatno sigurnija u primeni od benzina. Razne naučne institucije u svetu, posle niza eksperimentalnih ispitivanja i teorijskih dokazivanja, utvrdile su pod kojim uslovima i uz kakvu primenu mera bezbednosti može da se dozvoli korišćenje dizel goriva kao pogonske energije u podzemnoj eksploataciji. Pri tome je rešavano pitanje bezbednosti i zaštite zaposlenog osoblja, prvenstveno za dva osnovna slučaja:

- bezbednost i zaštita radnika koji su u neposrednom kontaktu sa radnom mašinom,
- bezbednost i zaštita radnika koji su indirektno izloženi uticaju rada pogonskih motora sa unutrašnjim sagorevanjem.

Zahvaljujući opštem napretku tehnike i naporima proizvođača rudarske opreme, nađena su zadovoljavajuća tehnička rešenja za oba osnovna slučaja, čime su ispunjeni postavljani uslovi u pogledu zaštite ljudi na radu.

Ne upuštajući se u analize postojećih rudarskih propisa u svetu i kod nas, potrebno je samo da se naglasi da su mnoge zemlje sa razvijenom rudarskom tehnikom dozvolile (pod strogo propisanim uslovima) primenu dizel motora na pokretnim mašinama u podzemnoj eksploataciji, ali za rad u neugljenim rudnicima, uz tačno propisane uslove ventilacije. Istovremeno se istim propisima definiše i pojam neugljenih rudnika.

Otuda su interesantna tehnička rešenja iz ove oblasti, koja savremeni proizvođači rudarske opreme nude tržištu.

Vredni su pažnje jamski kamioni na dizel pogon, koje je poslednjih godina ponudila rudarskoj privredi švedska fabrika Kiruna, poznati kao »Kiruna-truck«. Postoje različiti tipovi, sa oznakama K—162, K—500 i dr., i sa različitim zapreminama sanduka.

Ono što pada u oči kod ovih tipova jamskih kamiona, (ne upuštajući se ovom prilikom u ocenu ostalih tehničkih rešenja) je zaštita samog vozača od nepovoljnih klimatskih i drugih uslova (nepovoljna temperatura, promaja, prašina, vlaga, buka, potresi usled neravnina na kolovoze itd.), i drugo, zaštita jamske atmosfere od zagađivanja izduvnim gasovima iz motora.

Osnovnu zaštitu samog vozača, »Kiruna« rešava preko dobre amortizacije sedišta, a za slučajeve vrlo nepovoljnih klimatskih i drugih uslova, lošeg stanja kolovoza i drugih ruta, proizvođač je konstruisao posebnu kabinu pod nazivom »Kiruna CAB«, koja se na šasijsku vozila postavlja čvrsto ili preko sistema opruga. Bez obzira kako je kabina vozača postavljena na vozilo, ona obezbeđuje, prema navodima proizvođača, potrebnu zaštitu vozača od promaje, vlage, čist vazduh za disanje pomoću ugrađenih odgovarajućih filter uređaja, potrebno zagrevanje ili hlađenje pomoću klima uređaja i izvesnu zaštitu od buke.

Konstrukcija kabine, koja se na vozilo pričvršćuje preko sistema opruga, proistekla je iz potreba bezbednosti i komfora samog vozača, u slučajevima kada se na samom vozilu iz dobro poznatih tehničkih razloga, ne predviđa ogibljenje. Stručnjaci raznih profesija, među kojima se pojavljuju i biotehnolozi, pružaju ovakvo tehničko rešenje u želji da izmire dve suprotnosti: stvaranje čvrste, sigurne i jednostavne konstrukcije samog vozila, pružajući istovremeno potrebni komfor vozaču. Time je omogućeno da se sa vozilom koriste veće brzine i na neravnoj podlozi.

Ista firma, u želji da razne tipove svojih vozila sa dizel motorom učini bezbednim za korišćenje u podzemnoj eksploataciji, pored standardnih rešenja, koja koriste i drugi proizvođači slične jamske opreme, a koja se sastoji u ugradnji visoko kvalitetnih, prethodno testiranih dizel motora sa propisanim karakteristikama izduvnih gasova, pažljivo podešenim i u eksploataciji sigurnim sistemom za ubrizgavanje goriva, kao i drugih prepo-

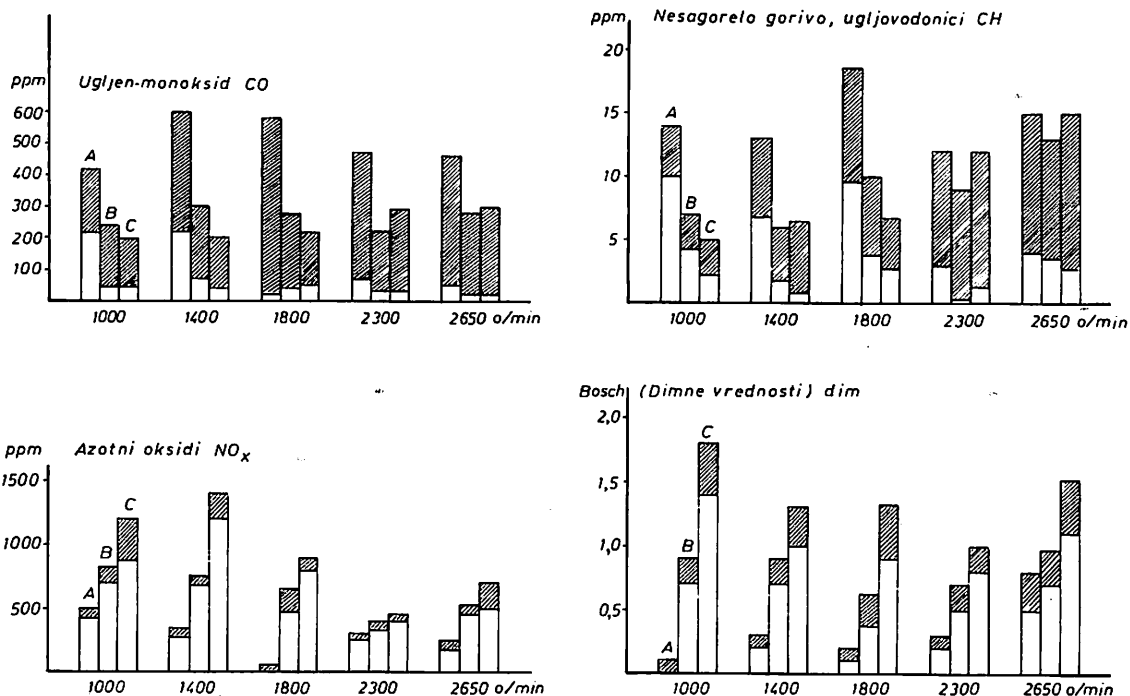
ruka i ograničenja kojih se pridržavaju kako proizvođači tako i korisnici opreme sa dizel pogonom, daje i neka specifična rešenja. Ova tehnička rešenja u principu nisu nepoznata tehničkoj javnosti, ali su karakteristike koje pruža proizvođač vredne pažnje. To su, u prvom redu, katalitički prečistači izduvnih gasova »Kiruna« i prečistači sa vodom. Prvi služi za smanjenje CO, nesagorelog goriva, gasovitih i čvrstih produkata sagorevanja putem naknadnog sagorevanja, a drugi za »pranje« izduvnih gasova u cilju smanjenja azotnih jedinjenja i čvrstih čestica.

Katalitički prečistač izduvnog gasa postavlja se što bliže motoru, na mestu gde je temperatura izduvnih gasova visoka, radi pojačavanja katalitičkog delovanja materije kojom je prečistač napunjen.

i dima prikazana je pri različitim brojevima obrtaja i opterećenjima motora (A — prazan hod, B — pola opterećenja, C — puno opterećenje).

Ovde treba naglasiti poznatu činjenicu da je katalitičko razlaganje oksida azota najteže, pa je, verovatno, to razlog da i proizvođač preporučuje za potpuno bezbednu primenu dizel motora u jami kombinaciju katalitičkog i prečistača sa vodom. Nesumnjivo da katalitički prečistač ima značajnu ulogu u slučajevima kada motor radi sa kritičnim brojem obrtaja.

»Kiruna« proizvodi razne veličine ovih prečistača, u zavisnosti od snage dizel motora, uz koji bi se prečistač koristio. Postoji



Sl. 1 — Efekat katalitičkog prečistača izduvnog gasa pri testiranju

Fig. 1 — Effect of catalytic exhaust gas cleaner during testing.

Na dijagramima (sl. 1) prikazani su rezultati koji su dobijeni prilikom ispitivanja ovih prečistača u DEUTZ-ovoj laboratoriji za motore u Kelnu. Redukcija ugljen-monoksida, ugljovodnika, azotnih jedinjenja (oksida)

devet standardnih modela katalitičkih prečistača izduvnih gasova koje ova firma nudi tržištu, a koji u osnovi treba da ispune sledeće uslove: potrebna efikasnost: veliki kapacitet, trajnost, jednostavna kontrola, laka za-

mena katalitičke supstance i niski eksploatacioni troškovi. Svi ovi prečištači su izradeni od nerđajućeg čelika i otporni su prema koroziji.

Prečišćavanje izduvnog gasa se vrši metodom naknadnog katalitičkog sagorevanja. Na taj način se velikim delom otklanjaju ugljen monoksid, nesagorelo gorivo, gasoviti i čvrsti produkti sagorevanja.

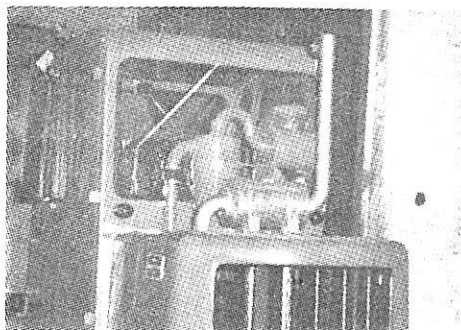
Katalitička materija se sastoji od platiniziranih keramičkih granula sa velikom aktivnom površinom, velikom mehaničkom čvrstoćom i velikom trajnošću (5.000 do 7.000 radnih časova).

Održavanje prečištača se ogleda u regularnom proveravanju i dopunjavanju katalitičke supstance. Za tu svrhu katalitička supstanca se pakuje u specijalne boce kojima se dopunjavanje vrši. Ukoliko se katalizator isprlja usled čađi, taloga goriva itd., može lako da se opere u sapunjavoj vodi.

Prema navodima proizvođača, efikasno prečišćavanje se obavlja i u nepovoljnim radnim uslovima.

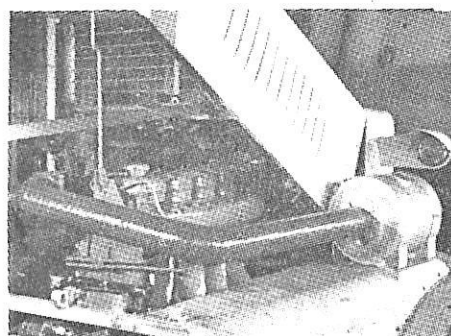
Prečištač takođe deluje i kao veoma efikasan prigušivač zvuka, tako da kada je on montiran, otpada potreba za klasičnim izduvnim loncem.

U cilju postizanja maksimalne efikasnosti, prečištač treba da bude montiran blizu motora, na mestu gde je temperatura izduvnih gasova visoka. Da bi se izbeglo hlađenje, izduvna cev može biti toplotno izolovana u delu između motora i prečištača. Ovako se postupa u slučajevima kada je prečištač izložen velikom hlađenju usled niskih spoljnih temperatura, velikoj promaji i sl. Izolacija takođe poboljšava efekat prečišćavanja pri praznom hodu motora. Može da se ugradi u vertikalnom ili horizontalnom položaju. Važno je da bude tako postavljen da je o-



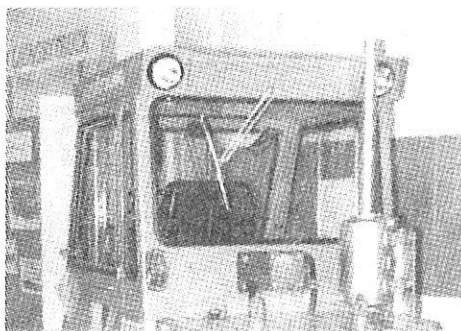
Sl. 2 — Položaj prečištača.

Fig. 2 — Position of the cleaner.



Sl. 4 — Izolovana verzija izduvne cevi.

Fig. 4 — Insulated type of exhaust pipe.



Sl. 3 — Položaj prečištača.

Fig. 3 — Position of the cleaner.

moгуćen lak pristup radi kontrole i da se otvor za punjenje nalazi na vrhu.

Na sl. 2 i 3 prikazana su dva položaja ugrađenih prečištača, a na sl. 4 izolovana verzija izduvne cevi.

Važne dimenzije standardnih modela prečištača, zapremine njihovih filtera, težine i opsezi snaga u kojima se preporučuje njihova primena, prikazani su u tab. 1, a izgled jednog standardnog katalitičkog prečištača tipa »Kiruna« dat je na sl. 5.

Tablica 1

Typ	KS (1)	dm ³ (2)	L	Dimenzije (mm)		Dy	(3) kp
				D	H		
MA 3	—40	3,0	200	228	265	35—76	12
MA 6	20—60	4,5	265				14
MA 10	35—100	7,0	395				20
				308	340	63—130	31
MA 17	50—155	10,5	386				37
MA 25	75—220	15,0	521				
				440	442	85—160	43
MA 32	90—270	18,5	428	418	450	85—160	55
MA 35	110—330	22,0	413	440	442	85—160	55
MA 42	130—385	26,5	553	418	450	89—160	60
MA 51	145—435	30,0	538				
				528	560	130—230	90
MA 70	210—630	44,0	548				115
MA 101	290—870	61,0	713				

(1) Opseg snaga u kome se preporučuje pri mena prečistača

(2) Zapremina filtra

(3) Ukupna težina

L Dužina prečistača

D Širina prečistača

H Visina prečistača iznad montažne ravni

Dy Prečnik ulazne cevi.



Sl. 5 — Katalitički prečistač »Kiruna« tip MA 17.

Fig. 5 — Catalytic cleaner »Kiruna«, Type MA 17.

U cilju smanjivanja ukupne koncentracije izduvnih gasova, isti proizvođač koristi sekundarno filtriranje propuštanjem izduvnih gasova kroz sirovinu utovarenu u sanduk vozila.

Interesantno je da se napomene da je i fabrika rudarskih mašina Scharf GmbH, poslovno vezana sa fabrikom Westfalia Lünen, dala posebnu varijantu sa dizel — hidrauličnim pogonom za svoj inače standardni

tip podinske i krovne železnice tipa »Scharf« sa snagama pogonskih motora od 53 i 90 KS. Ovo ukazuje na sve veći prodor dizel agregata kao sredstva pogona u podzemnoj eksploataciji.

Savremena oprema za otkopavanje, transport i podgrađivanje fabrike Westfalia Lünen (plug tipa S₁ i S₂, otkopna mašina sa valjkom tip THV—15 i DTS—300, VM 08—H, hidraulična podgrada i dr.) naročito je interesantna sa stanovišta eksploataciono-tehničkih mogućnosti koje ova oprema pruža. Mere bezbednosti i sigurnosti rada sa ovom vrstom opreme definisane su postojećim rudarskim propisima, uz odgovarajuće dopune koje su sadržane u posebnim uputstvima za rukovanje i održavanje takve opreme. Stoga se ova oprema u okviru iznetih razmatranja posebno ne tretira. Treba istaći da veliki broj proizvođača rudarskih mašina, za neposredni rad na otkopima u podzemnoj eksploataciji, ugrađuje posebne uređaje za daljinsko rukovanje istom, kako bi se povećala bezbednost radnika u najugroženijoj zoni.

Slično je i sa rudarskim mašinama i opremom poznatih sovjetskih i poljskih proizvođača, kao i fabrika Joy, Atlas Copco i drugih.

Firma Atlas Copco posebnu pažnju posvećuje i smanjenju nivoa buke, koju bušači čekići na komprimirani vazduh stvaraju u radu.

Čekići tipa »Puma«, »Lion«, »Leopard« i drugi sa ugrađenim prigušivačima, prema navodima proizvođača, smanjuju energiju zvuka i do 75%, pri čemu se bitno ne umanjuju radne sposobnosti, niti se povećava njihova težina. Osim toga, ostvareno je i dobro uravnoteženje masa, što sve zajedno doprinosi smanjivanju ukupnog opterećenja prilikom rukovanja istim.

Na osnovu ovog kratkog osvrtta može se reći da brojnost i raznovrsnost tipova opreme namenjene podzemnoj eksploataciji, koju u svetu poznati proizvođači pružaju rudarskoj privredi, samo potvrđuje poznatu istinu da je raznovrsnost rudarsko-geoloških uslova tolika, da uslovljava stvaranje veoma razno-

like mehanizacije, u želji da se u svakom pojedinom slučaju omogući izbor adekvatne opreme. Međutim, ta materija izlazi iz okvira tretirane problematike, pa se stoga ovde samo napominje.

Ovde smo relativno dosta prostora posvetili primeni dizel goriva kao pogonske energije u podzemnoj eksploataciji i opremi onih proizvođača koji kao osnovni pogonski motor koriste dizel motor, jer se u našoj rudarskoj tehnici dizel pogon za sada u podzemnoj eksploataciji koristi skoro jedino kod lokomotivskog transporta. U savremenoj podzemnoj eksploataciji u svetu dizel pogon se sve više upotrebljava i kod drugih pokretnih jedinica, pri radu u neugljenim rudnicima, pa je veliki broj zemalja ovu materiju regulisao i odgovarajućim rudarskim tehničkim propisima.

S obzirom da je ova materija za sada našim postojećim propisima nedovoljno obuhvaćena, učinjen je ovim prikazom napor da se ukaže na svu složenost problematike i potrebu da se istoj posveti dužna pažnja.

SUMMARY

Up-To-Date Technical Solutions of Equipment for Under-ground Mining and Safety at Work

D. Đokić, min. eng. — S. Luković, min. eng.*)

In a brief review of up-to-date technical solution of equipment for underground mining, the authors point out the increasing use of diesel fuel for the operation of movable mine mechanization. The solution of safety at work and the protection of workmen contributed to this growing application. This was achieved by improved diesel motors, safe fuel injection and specific limitations, as well as by solving the purification of exhaust gases by catalytic cleaners for the reduction of carbon monoxide by subsequent combustion combined with water scrubbers effecting the decrease of nitrogen compounds and solids contents in exhaust gases. By recent solutions, the concentration of exhaust gases is also reduced by secondary filtration achieved by leading them through loaded material in the case of truck transport. With such safety measures, many countries allow the use of diesel machines in mines other than coal ones, under the provision of adequate ventilation conditions defined by separate regulations.

In addition, the authors reviewed the newly developed equipment for mining, transportation and supporting from the standpoint of exploitation possibilities, the safety of which is achieved by specific application and maintenance instructions, and particularly by increasing use of remote control in the most endangered zones. Of particular importance are the newer types of pneumatic drills with silencers that reduce the noise right up to 75 per cent.

*) Dipl. ing. D. Đokić — dipl. ing. S. Luković, Rudarsko-geološko-metalurški fakultet u Beogradu

Prikazi iz literature

Autor: Dr Olga Maček
Naslov knjige: *Apsentizam*
Izdavač: Sarajevo, 1970.

Institut za fizijatriju i rehabilitaciju Ilidža — Sarajevo, objavio je 1970. godine monografiju prof. dr Olge Maček »Apsentizam« sa podnaslovom »Izostanci zaposlenih od posla«. Cilj ove knjige je, kako autor u predgovoru ističe, da svima onima koji se u privredi bave, ili bi trebalo da se bave, ispitivanjem fenomena izostanaka od posla zbog bolesti ili povreda, a naročito industrijskim lekarima, ukaže na suštinu problema, i metodologiju kojom se taj problem prati i proučava.

Pošto je u uvodu ukazala na veliki ekonomski značaj apsentizma, svoja razmatranja autor zasniva na fenomenološkom shvatanju izostajanja od posla kao opšte pojave, jer radnik ne izostaje od posla samo zbog poboljšanja i povraćivanja, nego u celini uzev, izostajanje od posla je neka vrsta odbrambenog mehanizma, koji radnik svesno ili nesvesno primenjuje u slučajevima nekog pritiska, nezadovoljstva i psiholoških sukoba, socijalnih nezgoda, teškoća koje proizilaze od suprotnih stavova rukovodilaca i radnika, kao i stava uslovljenog rezultatima medicinskog istraživanja. Zato autor prihvata mišljenje nekih ispitivača ovoga problema, da dimenzije i pravac kretanja apsentizma ne određuju samo zdravstveni razlozi, nego i druge okolnosti, čiji su koreni u društvenim, ekonomskim i političkim zbiljama u širem smislu reči. Ove okolnosti, koje su ne samo komplikovano povezane i isprepletene već i međusobno zavisne, diktiraju da se izostanci moraju posmatrati u celini, a ne po pojedinim grupama.

Da bi olakšao pristup problemu i omogućio jednoobrazni tretman apsentizma, a time omogućio upoređivanje, autor najpre definiše određene pojmove, a potom izostanke po opštim karakteristikama razvrstava u dve osnovne grupe: u izostanke u vezi sa zdravstvenim razlozima, i ostale neopravdane i opravdane izostanke. Svaka grupa se dalje raščlanjava u podgrupe itd.

Prilikom razvrstavanja izostanaka, on posebno razlikuje još i izostanke tzv. recidivista, tj. onih radnika, koji često izostaju od posla, odnosno često se pojavljuju kod lekara.

Na takvoj podeli izostanaka treba da se zasniva statistika, odnosno evidencija izostanaka, koju mora da vodi svako preduzeće a čiji cilj je preventiva od apsentizma, i da služi kao osnova za proučavanje ovoga problema. Statistički metod ispitivanja apsentizma autor je izabrao jer je najcelishodniji za utvrđivanje eventualne zakonitosti kod određenih pojava u vezi izostanaka, a ta zakonitost usmerava rad analitičara.

Autor upozorava, da s obzirom na složenost uzroka apsentizma osnovni statistički pokazatelji i distribucija povreda po brojnim skupinama, mogu da pokažu samo kretanje apsentizma u celini, i daju samo osnovu za program proučavanja, ali ništa više od toga.

Zbog toga, evidencija mora da obuhvati što više okolnosti koje utiču na pojavu apsentizma. Pri tome se mora voditi računa da se ne ide u preveliku širinu, i time izgubi pregled okolnosti koje su od dominantnog uticaja na apsentizam.

Analizu tako prikupljenih statističkih podataka treba da izvrši tim stručnjaka (tehničkih, medicine rada, psiholog, sociolog i ekonomista) koji zajednički treba da utvrde koji su osnovni uzroci apsentizma. Međutim i timska analiza može ponekada da ima i svoju lošu stranu, jer uvek ne obezbeđuje usklađene zaključke. Zbog toga se često radi bržeg i lakšeg sagledavanja celine i ključnih problema za sanaciju apsentizma vrši analiza samo sa medicinskog i ekonomskog aspekta.

Ekonomskim analizama apsentizma autor daje poseban značaj s obzirom na smanjenje, produktivnosti rada i smanjenje društvenog i nacionalnog dohotka.

Da bi situacija s obzirom na apsentizam, bila što jasnija, autor pledira da analizom treba utvrditi odnos struktura izostanaka, i ispitati i objasniti odnose unutar struktura, zatim utvrditi učeljive i istaknute činjenice prilikom upoređivanja pojedinih grupa, odnosno struktura apsentizma, i statističkim metodama dokazati značajnost tih činjenica, i konačno, izraditi program ispitivanja uzroka učtenih pojava i značajnih činjenica.

U traženju, odnosno ispitivanju uzroka autor polazi od toga da analiza često vodi do granice na kojoj se retko dobija odgovor, šta je stvarni uzrok apsentizma, ili zašto se broj izostanaka u određenim slučajevima menja, jer je apsentizam jedan od najsuptilnijih simptoma adaptacije radnika na njegovom radnom mestu i upozorava na konfliktno stanje situacije čoveka, i čoveka sa njegovom okolinom, on je mehanizam koji reguliše njegovu aktivnost. Zbog toga se apsentizam ne sme svoditi na jednu kategoriju uzroka.

U trećoj glavi sistematizovani su uzroci apsentizma u osnovne grupe, po kojima se na osnovu i u toku analiza uočavaju neposredni faktori u odnosu na preduzeće, faktori socijalnog osiguranja, zatim faktori ocene radne sposobnosti, i individualni faktori.

Za utvrđivanje uzroka učestalog izostajanja recidivista u IV glavi preporučuje se metod kliničkog pregleda i metod medicinskog intervjua recidivista, i navode se glavni faktori uzročnici recidivizma. Osim toga, za grupe koje sačinjavaju recidivisti, autor je mišljenja da se uzrok može utvrditi i epidemiološkim metodom. U ovoj glavi prikazano je nekoliko primera iz prakse, iz kojih se vidi kako su medicinskim intervjuom ustanovljeni uzroci izostajanja recidivista.

S obzirom na vrlo različite uzroke apsentizma, na osnovu sistematskog istraživanja svih napred pomenutih faktora, potrebno je sagledati glavne uzroke izostajanja od posla i na osnovu toga sastaviti plan prevencije. U vezi s tim, u knjizi su objašnjene glavne mere prevencije, među kojima su najvažnije: održavanje radnih mesta, dobra organizacija, održavanje dobrih međuljudskih odnosa u radnoj organizaciji, unapređenje stručnih službi brige za radne ljude, zdravstvena služba i drugo.

Na velikom broju primera iz naših statističkih podataka, i naše i strane literature, u knjizi je prikazano, kakav treba da je pravilan pristup analizi apsentizma.

Dr Olga Maček je u svojoj knjizi prvi put na jednom mestu prikupila i kritički razmotrila rezultate dosadašnjeg proučavanja naših i stranih stručnjaka. Koristeći u svom radu rezultate drugih istraživača, i na osnovu rezultata svog dugogodišnjeg istraživačkog rada u ovoj oblasti u raznim privrednim preduzećima, ona je sagledala kompleksnu metodologiju ispitivanja apsentizma i upoznavanja njihovih uzroka. Koristeći podatke drugih autora, ona se za njima ne povodi, nego se samo njima služi kada želi da potkrepji svoje stavove i ispravnost razrađene metodologije. Odnoseći se autokritički prema svom radu autor nema pretenzije da brani svoju koncepciju niti da da konačno rešenje ovog problema, nego želi samo da podstigne na razmišljanje i prikupljanje podataka, u cilju traženja novih puteva, da se smanji apsentizam u privredi.

Autor problemu prilazi konkretno i neposredno, a materiju izlaže sistematski, logičnim redom, jasno i na savremen način, što čini knjigu atraktivnom i pristupačnom svakom stručnjaku. Knjiga je namenjena lekarima i ostalim stručnjacima u radnim organizacijama, sa namerom da se otklone nepravilni i uprošćeni stavovi u odnosu na ovaj problem, čije posledice se ogledaju u neuspehu ili polovičnom rešavanju pitanja apsentizma, pa se zbog toga pribegava primeni administrativnih mera, koje su neefikasne ili kratkotrajnog uspeha.

I. T.

Određivanje zapašenosti vazduha pomoću ultrazvuka

Među raznim aparatima koji se zasnivaju na ultrazvuku, a koje M. N. Gumanjuk prikazuje u VI glavi svoje knjige »Ultrazvuk u gornjoj avtomatike« (Izdateljstvo »Tehnika« Kiev 1970. godina), za borbu protiv zapašenosti, od posebnog je interesa pilemer AP-1, koji je izradila laboratorija Gasgortehnadzor RSFR.

Potrebno je napomenuti da postojeći instrumenti, kao što je npr. fotopilemer FPG ili instrument za određivanje zapašenosti koji se zasniva na metodi elektrostatičnog obaranja prašine u cevčicama sa vaganjem istih, daju podatke o stanju zapašenosti u vremenu kada se ista vrše.

Međutim, efikasnost borbe protiv štetnog uticaja mineralnih prašina zahteva da se obezbedi kontinuirana automatska kontrola zapa-

šenosti jamskog vazduha, čiji rezultati se mogu bez prekida uvoditi u sistem automatskog upravljanja jamskim provetravanjem.

Takva kontinuirana kontrola može se postići određivanjem stepena prigušivanja (slabljenja) akustičnih oscilacija vazduha kod različitog stepena zapašenosti. Stepenn prigušivanja akustičnih oscilacija, usled zapašenosti koja se izražava dopunskim koeficijentom, proporcionalan je količini čestica u jedinici zapremine, a koja opet zavisi od krupnoće čestica i drugih parametara.

Količina prašine u jedinici zapremine kod izvođenja rudarskih radova kreće se u vrlo širokim granicama i retko dostiže 1 g/m³. Dozvoljena količina prašine koja je u skladu sa sanitarnim normama za različite materijale, kreće se od 2 do 10 mg/m³. Zato osetljivost aparata za automatsko određivanje zapašenosti ne sme biti niža od ovih graničnih normi.

Ako se smatra da su čestice prašine veličine do 3 mk sitne, a one veće od 3 mk — krupne, tada u proizvodnim procesima rudnika sitne čestice po težini pretežno učestvuju sa 15—20%, a krupne sa 85—80%. Isto tako u jedinici zapremine zapašenog vazduha sitnih čestica ima do 95%.

Može se smatrati da je brzina sleganja čestica u vazduhu proporcionalna kvadratu njihovog dijametra. Ako se npr. čestica kvarca dijametra 10 mk slegne brzinom 7,8 mm/sec, kod dijametra 1 mk, brzina sleganja iznosi 0,0786 mm/sec. Zato se dijagramski koeficijent ugušivanja određuje po uticaju naročito sitnih čestica, a posebno kod male sadržine prašine u vazduhu. Već je napred napomenuto da ukoliko su sitnije čestice i manja frekvencija oscilacija, u utoliko većem stepenu ona učestvuju u procesu oscilacija samoga vazduha, tj. tim veći je koeficijent odvođenja. Dopunski koeficijent ugušivanja α' se u tom slučaju određuje izrazom

$$\alpha' = \frac{n}{q \cdot c} \cdot \frac{1 - \left(\frac{X_p}{X_g}\right)^2}{b}$$

gde je:

n — količina čestica u jedinici zapremine

X_p — amplituda oscilacija čestica

X_g — amplituda oscilacija gasa

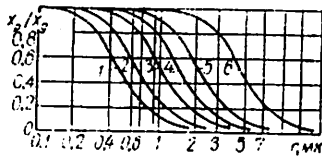
$$b = \frac{1}{6\pi \cdot \eta \cdot r} \text{ — postojeća veličina}$$

Dijagram odnosa amplituda kod radijusa r čestica za različitu frekvenciju ultrazvuka u vazduhu ($\eta = 0,0017$) prikazan je na slici 1.

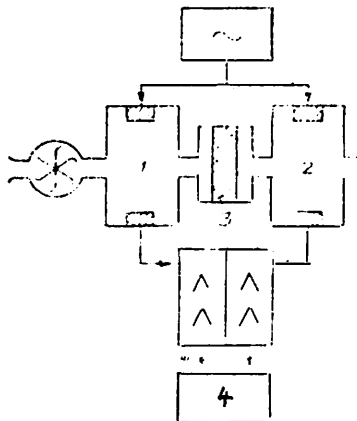
Za slučaj stojećih zvučnih talasa stepen učešća čestica u zvučnim oscilacijama sredine (koeficijent poleta) je

$$\frac{X_p}{X_g} = \frac{1}{\sqrt{\left[\frac{4 \pi \cdot \rho_1 \cdot r^2 \cdot f}{9n} \right]^2 + 1}}$$

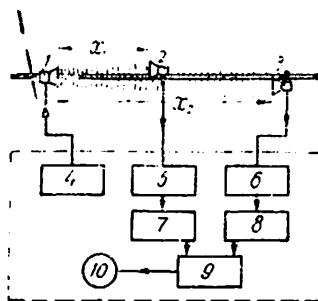
Centralna naučna laboratorija Gosgorteh-nadzora RSFSR 1957—59. razradila je akustične aparate za određivanje zaprašenosti pilemer AP—1. Pilemer (slika 2) se sastojao iz dve ko-



Sl. 1 — Grafikon zavisnosti koeficijenta odvođenja H_p/H_g od radiusa čestica r za frekvencije ultrazvučnih oscilacija: 1—100, 2—50, 3—20, 4—10, 5—5, 6—1 kHz.



Sl. 2 — Blok — šema ultrazvučnog pilemera AP—1.



Sl. 3 — Blok — šema ultrazvučnog pilemera, konstruisanog u institutu za automatiku — Kiev.

more, od kojih je u svakoj montiran po jedan pijezelektrični izvor i prijemnik. Frekvencija kolebanja kreće se od 5 do 6 kHz. Dužina svake komore ravna je polovini dužine talasa. Na taj način pri radu izvora u svakoj od komora nastaje stojeći talas i, ako je u njima čist vazduh, signal na prijemnicima postigne maksimum.

Prijemnici se priključuju na diferencijalno pojačalo, kojega je izvor priključen na uređaju 4, koji je graduisan u miligramima na kubični metar. U jednu od komora 2 dodaje se vazduh neposredno iz atmosfere, a u drugu 1 — isti vazduh propušten kroz filter 3. Diferencijalno uključivanje prijemnika komora 1 i 2 obezbeđuje kompenzaciju oscilacija temperature i vlažnosti vazduha. Pribor se snabdeva strujom galvanskih elemenata OP—4. Osetljivost aparata zavisi od radne frekvencije i baze merenja. Najmanja količina izmerene prašine kreće se od 10—20 mg/m³.

Pribor AP—1 ima veća preimućstva od u uvodu pomenutih, neakustičnih pilemera. Ali prisutnost filtera u njima, komora, sistema prinudnog dovođenja vazduha, čine ga da se može primenjivati samo periodično. Radovi na izradi automatskog pilemera neprekidnog dejstva izvode se u Institutu za automatiku.

Sigurno je, da pri udaljavanju na rastojanje r_1 od izvora oscilacija (koja se ne razilazi) u ravni ultrazvučni talas se ugušuje po zakonu

$$A_{r_1} = A_0 \cdot c^{-\alpha \cdot r_1}$$

gde su

A_0 i A_{r_1} — amplituda kolebanja u izvoru ultrazvuka, i na rastojanju r_1 od njega.

Kod rasprostiranja oscilacija u vazduhu koji sadrži prašinu, ova zavisnost može se predstaviti obrascem

$$A_{r_1} = A_0 \cdot c^{-(\alpha + \alpha') \cdot r_1}$$

Kod udaljavanja talasa na rastojanje r_2 njegova amplituda je

$$A_{r_2} = A_0 \cdot c^{-(\alpha + \alpha') \cdot r_2}$$

Odnos amplitude oscilacija na rastojanju r_1 i r_2

$$\frac{A_{r_1}}{A_{r_2}} = c^{(\alpha + \alpha') \cdot (r_2 - r_1)}$$

Otuda

$$\alpha' = \frac{1}{r_2 - r_1} \cdot \ln \frac{A_{r_1}}{A_{r_2}} - \alpha$$

ili

$$\alpha' \cdot (r_2 - r_1) = I_n A_{r1} - I_n A_{r2} - \alpha \cdot (r_2 - r_1)$$

Pošto se u atmosferu koja se mora kontrolisati postavi neprekidno delujuć: izvor ultrazvučnih oscilacija i dva prijemnika, koji su udaljeni u rastojanjima r_1 i r_2 od izvora, mogu se na namotajima prijemnika primiti najnužnije veličine za računanje, koje su proporcionalne A_{r1} i A_{r2} .

Izračunavanje veličine α' i njezino pretvaranje u formu prikladniju za vizuelnu kontrolu ili za uvođenje u računsku mašinu, koja upravlja procesom provetravanja, može se postići jednostavnijim računskim uređajem, koji uključuje dva bloka za logaritmiranje i jedan blok za sabiranje.

Pilemer (slika 3) se sastoji od jednog izvora (1) ultrazvučnih oscilacija i dva prijemnika (2 i 3). Sva tri pretvarača pričvrste se na jednoj letvi i postave se na mesto gde se kontroliše zaprašenost. Pretvarači su magnetostrikcioni, analogni onima, koji su primenjeni u releu UZR. Blok ekranizovanog kabla u koji ulazi stabilizacioni generator struje ultrazvučne frekvencije 4, dva linijska pojačala 5 i 6 sa regulatorom koeficijenta pojačanja, dva logaritmička zvana 7 i 8, sabirno zvono 9 i sredstva indikacije 10.

Promene osnovnih karakteristika vazduha od kojih zavisi prigušivanje ultrazvučnih oscilacija u njemu, tj. njegove temperature i vlažnosti zbog jamskih uslova, takođe se nalaze u relativno uskim granicama. Naročito malen uticaj na prigušivanje pokazuju promene temperature i vlažnosti kod frekvencija reda 10—15 kHz.

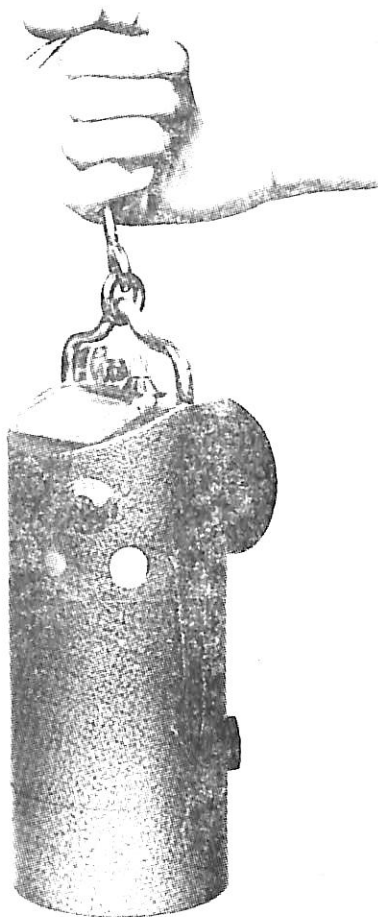
Proračuni pokazuju da graničnim normama sadržaja prašine u vazduhu (2—10 mg/m³), dopunski koeficijenti gušenja α' odgovaraju, dopunski koeficijenti prigušivanja α' , zvuka u vazduhu α' . Očito je da takav sadržaj prašine granica osetljivosti metode merenja, koje ne isključuje princip pune kompenzacije parametara sredine, u kojoj se vrše merenja.

I. T.

Kongresi i savetovanja

Međunarodna izložba rudarske opreme u Bukureštu

U vremenu održavanja VII međunarodnog rudarskog kongresa u Bukureštu, na prostoru za međunarodne izložbe, u sedam paviljona, na ukupno 6000 m² površine — otvorena je izložba savremene rudarske opreme, na kojoj su 42 firme iz 12 zemalja izložile svoju opremu, sredstva za automatizaciju i razne aparate za ispitivanje radne sredine i za zaštitu u rudarstvu. Među ovima se svojom brojnošću i raznovrsnošću isticala oprema rumunske proizvodnje, izložena na 1200 m² od ukupnog izložbenog prostora.



Sl. 1 — «Oksor» aparat za kontrolu sadržaja kiseonika.

Od izložene opreme, posebno značajne za bezbednost, osim transportne opreme, bili su hidraulični stupci, metalni stupci sa hidrauličnim upravljanjem, visokoproduktivne mašine za izradu hodnika, skreperski konvejeri, vagoni samoistresaći, razni vrste utovarača i kamiona, oprema za istražno bušenje na visokom tehničkom nivou i aparati za merenje devijacije bušotine, otkopni čekići visokog učinka, oprema za spasavanje, savremena geofizička oprema kao geofoni, radionometri, i dr., te razni aparati za kontrolu štetnih i opasnih gasova, a posebno elektronska oprema za automatizaciju.

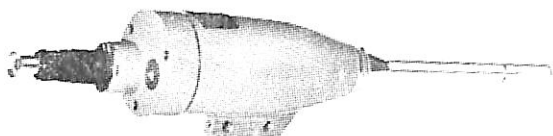
Od eksponata interesantnih, s obzirom na zaštitu, posebno treba spomenuti pribor i opremu za obezbeđenje radne sredine i povoljnijih uslova rada, o kojima se daje kraći prikaz kako sledi.

Firma H. Mahak AG — Hamburg izložila je aparat oksor koji daje signale kada u jama ili žarištima jamskih požara dolazi do opasno malih koncentracija kiseonika. Merenje se zasniva na paramagnetskim osobinama kiseoni-

ka. Aparat omogućuje merenja razlike sadržine kiseonika u jamskom vazduhu, koji se kontroliše uporedbom sa normalnim atmosferskim vazduhom.

Portabilni oksor-aparat sastoji se od boce sa komprimovanim vazduhom, gasom za uporedivanje, reduktorom pritiska, akumulatorom i pokazivačem vrednosti merenja. Merno područje je od 16 do 21% O₂, a tačnost merenja $\pm 0,2\%$ O₂, prečnik aparata 100 mm, visina 290 mm, a težina 2,5 kg i trajanje upotrebe 9 sati.

Ista firma izložila je ventor-instrument za merenje brzine struje jamskog vazduha. Ovim se aparatom brzo, sigurno i kontinuirano meri i registruje brzina vazdušne struje u rudnicama, a opremljen je uređajem za prenos podataka merenja na daljinu.



Sl. 2 — »Ventor« aparat za merenje brzine struje jamskog vazduha.

Sa ovim aparatom obezbedeno je da se provetranje stalno uskladuje sa potrebama, s obzirom na procentualnu sadržinu primese metana i ugljen monoksida u jamskom vazduhu. Ovaj

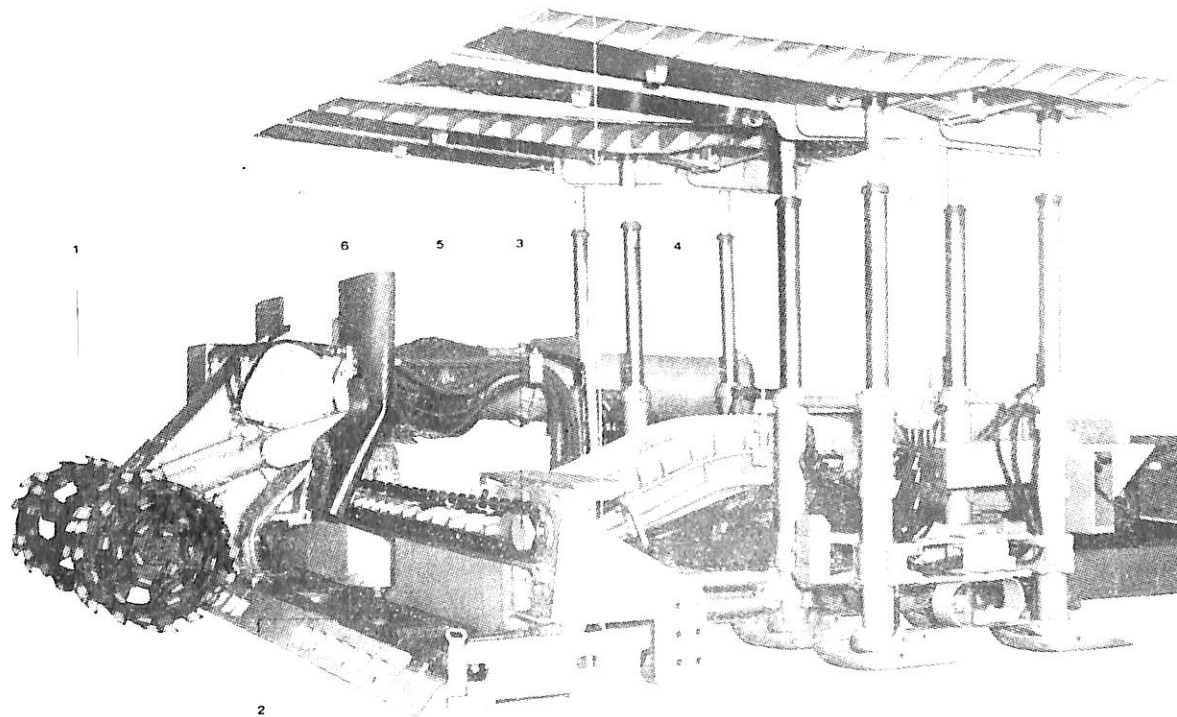
aparatus je od posebnog značaja i za ekonomičnost ventilacije.

Aparatus se može podesiti na sedam mernih područja između 0,5 i 25 m/s. Dužina merne sonde iznosi 532 mm, a prečnik 106 mm, dok je težina merne sonde 2,5, odnosno 13 kg, a težina prijemnika 25 kg. Aparatus se priključuje na mrežu 220 V 50 Hz.

Od transportne opreme po svom značaju s obzirom na zaštitu od opasnog zagađivanja atmosfere od izduvnih gasova dizel motora na pokretnim mašinama u podzemnoj eksploataciji interesantni su kamioni na dizel pogon koje proizvodi švedska firma »Kiruna« kao poznati »Kiruna truck«. U cilju smanjivanja koncentracije izduvnih gasova, kod ovih kamiona proizvođač koristi sekundarno filtriranje propuštanjem izduvnih gasova kroz utovarenu iskopinu u sanduku vozila.

Ova vozila odlikuju se zaštitom vozača od potresa pomoću sedišta sa dobrom amortizacijom u kabini posebne konstrukcije koja je elastično montirana na šasiji i koja zaštićuje vozača od promaje, vlage i buke, obezbeđuje čist vazduh i ima uređaj za klimatizaciju.

Ista švedska firma izložila je interesantan Kiruna prečistač izduvnih gasova, koji se zasniva na naknadnom sagorevanju nesagorelih gasova (CO) i čvrstih čestica goriva. Aktivnost katalizatora u prečistaču je 5000 do 7000 radnih časova. Ako u katalitičkoj supstancijsi ima nečistoća, iste se mogu isprati sapunicom. Prečistač Kiruna istovremeno je prigušivač buke, koji zamenjuje ranije prigušivače buke na vozilima.



Sl. 3 — »Westfalia« mašina za izradu jamskih prostora.

Veliki tehnički napredak predstavlja Vestfalia mašina za izradu jamskih prostorija tipa VM, čija konstrukcija se, pored univerzalne mogućnosti upotrebe u slojnim i otkopnim hodnicima, uskopima, širokim uskopima, kratkim čelima i stubnim i komornim otkopima u uglju i ostalim mineralima čvrstoće na pritisak do 700 p/cm², odlikuje velikom sigurnošću od povređivanja kao i time što ne proizvodi mnogo otpadne prašine. Osim toga, na prednjem delu mašine ugrađene su dizne za raspršavanje vode, i vodenim oblacima obara se lebdeća prašina. Iza ovih dizna postavljene su vetrene cevi za isisavanje preostale lebdeće prašine. Na taj način se ovom savremenom opremom, pored produktivnosti rada, povećava bezbednost pri radu i obezbeđuju povoljni radni uslovi.

Prof. ing. I. Trampuž

Međunarodni kolokvijum o zaštiti na radu

U vremenu od 4 do 9. septembra 1972. godine, na Beogradskom sajmu, u halama X, XI i XII, održana je značajna međunarodna manifestacija zaštite na radu, pod pokroviteljstvom Saveza sindikata Jugoslavije, Zajednice za zaštitu na radu — Niš, Beogradskog sajma i Opštinske skupštine, Beograd.

U navedenom vremenu održavale su se i sledeće manifestacije:

- Međunarodni kolokvijum o zaštiti na radu
- Međunarodni festival filmova iz oblasti zaštite na radu
- Međunarodni sajam o dostignućima iz oblasti zaštite na radu.

Međunarodni kolokvijum o zaštiti na radu održavao se u hali XII Beogradskog sajma u vremenu od 5. do 7. septembra 1972. godine. Zadatak ovog kolokvijuma je bio upoznavanje javnosti o značaju zaštite na radu u savremenim uslovima rada pojedinih vrsta delatnosti. U okviru kolokvijuma podneseni su sledeći referati:

- M. Jaques Bourret — »Fiziološki aspekti i medicinski problemi«
 Prof. dr Danilo Marković — »Psihosociološki aspekti«.
 Mr Chain Robbins — »Obrazovanje, obuke i informisanje na nivou preduzeća«.
 G. Stefan Filipovski — »Primena ergonomije«.
 Mr Karl Habeck — »Učešće mladih radnika u organizaciji i realizaciji sprečavanja nesreće na radu u preduzećima«.
 Dr A. Annoni — »Propis:«.

Međunarodni festival filmova u oblasti zaštite na radu održan je od 4. do 8. septembra u projekcionoj sali Beogradskog sajma. Na ovom festivalu prikazano je 90 filmova, koji su ukazali na najsavremenija dostignuća iz oblasti zaštite radnika zaposlenih u hemijskoj, metalurškoj, rudarskoj, prerađivačkoj i drugoj industriji, kao i zaštiti radnika od previsokog napona dodira i struja kratkih spojeva.

Na međunarodnom sajmu dostignuća iz oblasti zaštite na radu u hali X i XI Beogradskog sajma u vremenu od 4. do 9. septembra 1972. godine, otvorena je izložba sredstava zaštite na radu. Na izložbi su prikazani proizvodi najrazličitijih proizvođača ličnih zaštitnih sredstava i druge opreme kao eksponati sa publikacijama naučno-istraživačkih ustanova koje se bave problematikom zaštite na radu.

Dipl. ing. D. Golubović

Bibliografija

Baraz, V. I.: **Tehnička sredstva koja povećavaju sigurnost na radu kod bušaćih radova** (Tehničke sredstva, povysšajušče bezopasnost' truda v burenii). M., »Nedra«, 1971, 121 str., (knjiga na rus.).

Breuer: **Napredak pri suzbijanju prašine i silikozе** (Fortschritte bei der Staub — und Silikosebekämpfung). »Glückauf«, 108 (1972) 18, str. 806—814, 5 sl., (nem.).

Bykov, K. E. i Zabolockaja, N. P.: **Problemi toksičnosti flotacionih reagenata pri flotaciji gvožđa** (Problema toksičnosti flotoreagentov pri flotaciji železnych rud). »Naučn. tr. Vses. In-ta mineral'n. resursov«, 1971, vyp. 5, str. 164—170, (rus.).

Fofanov, E. L.: **Borba sa vibracijama na postrojenjima za obogaćivanje** (Bor'ba s vibraciej na obogatitel'nyh fabrikah). »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1971) 12, str. 42, (rus.).

Zechenter, J.: **Spasavanje zatrpanih rudara pomoću bušotina sa površine terena** (Ratowanie odcietych pod ziemią gornikow przez potwory wiertnicze wykowane z powierzchni). »Przegl. Gorn.«, 27 (1971) 12, str. 559—565, (polj.).

Semkin, I. I.: **Mehaničko prečišćavanje i dezinfekcija jamske vode** (Mehaničeskaja očistka i obezzaraživanie šahtnoj vody).

»Ugol' Ukrainy«, (1971) 11, str. 41—42, (rus.).
 Varšavskij, Ja. M., Paršin, A. V. i dr.: **Nova preventivna sredstva za sprečavanje padova ljudi u jamske prostorije** (Novye predohranitel'nye sredstva ot padenija ljudej v vyrobotki). »Ugol' Ukrainy«, (1971) 11, str. 37—38, (rus.).

Indikator kiseonika (Oxygen deficiency). »Colliery Guard.«, 219 (1971) 11, str. 498, (engl.).

Indenbaum, T. E.: **Karakteristike mikroklimе regenerativnog respiratora na hemijski vezanom kiseoniku** (Osobenosti mikroklimata, regenerativnogo respiratora na himičeski svjazannom kislorode).

- U sb. »Vopr. zaštity organov dyhanija v gorno-spasat. dele. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 25—28, (rus.).
- Didenko, N. S., Kleščunov, P. P. i dr.: **Pokazatelji pouzdanosti jamskih regenerativnih respiratora** (Pokazatelji nadežnosti rudničnih regenerativnih respiratorov). »Standarty i kačestvo«, (1971) 11, str. 39—40, (rus.).
- Ivanov, V. A.: **Snabdevanje vazduhom rudara kod iznenađnih provala metana** (Vozduhosnabženje gornjakov pri vnezapnyh vybrosah gaza). »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1971) 11, str. 59—60, (rus.).
- Niewtzol, P. i Žydek, W.: **Kontejner za spuštanje različitih predmeta od životne važnosti kroz spasilačke bušotine** (Patunkowy pojemnik zaopatrzeniowy). Patent NR Poljske, kl. 5d, 11/00, (E 21 f 11/00), Nr. 61979, prijav. 17. 04. 68, publ. 30. 01. 71.
- Ogorelec, I.: **IV poljsko-jugoslovensko savetovanje o sprečavanju opasnosti u rudarstvu**. »Rudar. i metalurgija«, (1971) 12, str. 2139—2141, (srp.—hrv.).
- Ney, J., Wurostkiewich, G. i dr.: **Jamski alarmni uređaj** (Alarmowy sygnalizator kopalniani). Patent NR Poljske, kl. 74c, 10, (G 08 b 3/10), Nr. 61036, prijav. 30. 12. 68, publ. 25. 11. 70.
- Rjabov, Ju. I. i Krupp, N. Ja.: **Ocena prozračnosti jamske atmosfere** (Ocenka prozračnosti rudničnoj atmosfery). »Tr. VNII gorn. geomehan. i markšejd. dela«, 1971, sb. 84, str. 172—177, (rus.).
- Zasuhin, I. N., Saškov, A. F. i dr.: **Provetravanje istražnih hodnika** (Provetrivanie gornorazvedočnyh vyrabotok). M., »Nedra«, 1972, 148 str., (knjiga na rus.).
- Fel'dman, L. P., Svjatnyj, V. A. i dr.: **Modeliranje sistema automatskog upravljanja raspodelom vazduha u jamskoj ventilacionoj mreži** (Modelirovanie sistem avtomatičeskogo upravljenija vozduhoraspredeleniem v šahtnoj ventilacionnoj seti).
- U sb. »Avtomatiz. i optimiz. režimov elektr. sistem i privodov«, Doneck, 1971, str. 133—139, (rus.).
- Podgorskij, W.: **Utica j pomoćnih ventilatora na jamsku ventilacionu mrežu** (Oddziaływanie wenty orlaotwr, 2^o wanie wentylatorow pomocnych na sieć wentylacyjna kopalni). »Rudy žel.«. 15 (1971) 11—12, str. 18—20, (polj.).
- Tarasov, B. G. i Evstratenkov, G. S.: **Uslovi neutralnosti dijagonale kod paralelnog rada ventilatora** (Usloviya nejtral'nosti diagonali pri paralel'noj rabote ventiljatorov).
- »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh«, (1971) 5, str. 125—130, (rus.).
- Luk'janov, P. F. i Pticyn, V. P.: **Raspodela vazduha u otkopnom polju kod otkopavanja strmih slojeva sa zasipavanjem** (Raspredelenie vozduha v vyemočnom pole pri razrabotke krutyh plastov s zakladkoj). »(Sb. tr.) Kuznec. n.-i. ugol'n. in-t«, 1971, sb. 23, str. 150—152, (rus.).
- Evdokimov, A. G. i Šehovcov, B. G.: **Linearni problem sinteze, optimalnog po utrošku energije, sistema regulacionih organa u jamskoj ventilacionoj mreži** (Linejnaja zadača sinteza optimal'noj po energozatratama sistemy regulirjuščih organov v šahtnoj ventilacionnoj seti).
- »Pribory i sistemy avtomatiki. Resp, mežved. temat. naučno-tehn. sb.«, 1972, vyp. 21, str. 138—153, (rus.).
- Kontrola protoka vazduha u jamskim ventilacionim mrežama** (Monitoring mine ventilation air volumes). »Canad. Control. and Instrum.«, 11 (1972) 2, str. 34—35, (eng.).
- Babak, G. A., Levin, E. M. i dr.: **Elementi jamskih postrojenja glavnog vetrenja** (Elementy šahtnyh ventiljacionnyh ustanovok glavnogo provetrivanija). M., »Nedra«, 1972, 264 str., (rus.).
- Kremenčuckij, N. F., Kapšuk, I. M. i dr.: **Određivanje maksimalno moguće dužine cevovoda za lokalno provetrevanje** (Opredelenie maksimal'no vozmožnoj dliny truboprovoda mestnogo provetrivanija). »IVUZ. Gornyj ž.«, (1972) 3, str. 63—68, (rus.).
- Roszkowski, J. i Pawinski, J.: **Toplotna depresija s obzirom na izmene temperature gasova u vremenu** (Depresja cieplna z uwzględnieniem zmian temperatury gazow w czasi). »Spraw. pos. komis. nauk. PAN Krakowie«, 14 (1970) 1971, Nr. 2, str. 689—690, (polj.).
- Medvedev, B. I., i Pavlovskij, V. A.: **Modeliranje režima vetrenja jama kod požara i kod intenzivne razmene toplote** (Modelirovanie avarijnyh režimov provetrivanija šaht pri intenzivnom teplovobmene). »IVUZ. Gornyj ž.«, (1972) 2, str. 81—85, (rus.).
- Spivak, V. A. i Kovalevskaja, V. I.: **O sniženju gubitaka vazduha u ventilacionim postrojenjima** (O sniženii veličin uteček vozduha v ventiljacionnyh ustanovkah). »Ugol'«, (1972) 3, str. 47—48, (rus.).
- Graščenkov, N. F. i Levickij, Ž. G.: **Aerodinamički otpor ventilacionih bušotina** (Aerodinamičeskoe sprotivlenie ventiljacionnyh skvažin). U sb. »Gorn. delo. Vyp. 1«, Karaganda, 1970, str. 221—226 (rus.).

- Bugrimov, V. I., Lavrova, E. S. i dr.: **O određivanju veličine specifičnog izdvajanja metana sa otvorene površine ugljenog masiva** (K opredeleniju veličiny udel'nogo gazovydelenija s obnažennoj poverhnosti ugol'nogo massiva). »(Tr.) Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti«, (1971) 15, str. 85—90, (rus.).
- Aleksandrov, Ju. N. i Grašččnikov, N. F.: **Struktura bilansa metana i upravljanje izdvajanjem metana kod otkopavanja moćnih slojeva nagnutim pojasevima** (Struktura gazovogo balansa i upravlenie gazovydeleniem pri razrabotke moćnyh plastov naklonnymi slojami). U sb. »Gorn. delo. Vyp. 1«, Karaganda, 1970, str. 177—184, (rus.).
- Karaljus, A. A., Kušččanov, G. K. i dr.: **Način automatske zaštite od metana pripremnog hodnika u rudnicima uglja** (Sposob avtomatičeskoj gazovoj zaštity podgotovitel'noj vyrabotki ugol'nyh šaht). Patent SSSR, kl. E 21 f 1/00, Nr. 320631, prijav. 22. 06. 70, publ. 17. 02. 72.
- Morozov, I. F. i Tarasenko, V. K.: **Smanjenje izdvajanja metana u rudnicima uglja** (Sniženie gazovydelenija v ugol'nyh šahtah). Kiev, »Tehnika«, (1972), 160 str., (knjiga na rus.).
- Pavlov, R. V., Fedorov, V. N. i dr.: **Prognoziranje opasnosti provale metana iz stena** (Prognozirovanie vybrosopasnosti porod). »Šaht. str.-vo«, (1972) 3, str. 16—17, (rus.).
- Istraživanja u oblasti kontrole metana** (Methane control research). »Colliery Guard«, 220 (1972) 3 str. 164—165, (engl.).
- Kolmakov, V. A.: **Proračun parametara i tehnoloških režima degazacije otkopanih prostora uz pomoć bušotina** (Raščet parametrov i tehnologičeskih režimov degazacii vyrabotannyh prostranstv skvažinami). »Sb. Naučn. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1972) 39, str. 210—217, (rus.).
- Krzystolik, P. i Šwiergot, F.: **Sigurnosni metanometar sa programskim merenjem i neprekidnom otpremom signala** (Metanomierz iskrobezpieczny o programmowanym pomiarze i ciągłej transmisji sygnału poliarowego). »Prz. gorniszy«, 27 (1971) 12, str. 575—579, (polj.).
- Nikolenko, I. L.: **Osnovni uzroci opasnosti od endogenih požara slojeva uglja u Donbasu i putevi za smanjenje ove opasnosti** (Osnovnye pričiny endogennoj požaroopasnosti ugol'nyh plastov Donbassa i puti ee sniženija). »Ugol'«, (1972) 5, str. 74—75, (rus.).
- Both, W.: **Sprečavanje požara usled samozapaljenja uglja u otkopanim prostorima sprečavanjem prodora vazduha** (Verhüten von Selbstentzündungsbränden in Abbaubetrieben durch Unterbinden von Schleichwetterströmen). »Glückauf«, 108 (1972) 7, str. 237—242, (nem.).
- Surnačev, B. A.: **Rezultati rada kontrolno-osmatračke službe za otkrivanje ranih simptoma samozapaljenja uglja u jamama** (Opyt raboty kontrol'no-nabljudatel'noj služby po obnaruženiju rannih priznakov samovozgoranija uglja v šahtah). »Ugol'« (1972) 4, str. 62—63, (rus.).
- Ivanov, B., Markov, P. i dr.: **Poboljšanje protivpožarne zaštite drvene podgrade** (Povišavane odnozaščitnitye kačestva na rudničnija drven krepež). »Rudodob., Metalurgija«, 26 (1971) 11—12, str. 13—14, (bug.).
- Pravilnik o izolovanju požara u metanskim jamama** (Rukovodstvo po izolaciji požarov v šahtah, opasnyh po gazu). (M-vo ugol'n. prom-sti SSSR. Upr. voenizir. gornospasat. častej). M., »Nedra«, 1971, 215 str., (rus.).
- Maevskaja, V. M., Miller, Ju. A. i dr.: **Analiza efikasnosti načina otkrivanja endogenih požara u jamama Kuzbasa** (Analiz effektivnosti sposobov obnaruženija endogennyh požarov na šahtah Kuzbassa). »Ugol' Ukrainy«, (1972) 4, str. 43—45, (rus.).
- Belik, I. P., Zrelyj, N. D. i dr.: **Požari usled paljenja ulja u turbo-spojnicama traka-stih transportera** (Požary ot vospomenenija masla turbomuft konvejerov). »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1972) 2, str. 33, (rus.).
- Wilde, D. G.: **Protivpožarna zaštita jamske građe** (Fireretardant treatments for mine timber). »Mining Eng.«, (1972) 138, str. 281—288, (engl.).
- Borba s jamskim požarima** (Mine fire control). »Mining Mag.«, 126 (1972) 1, str. 66, (engl.).
- Romanov, S. W. i Schlesinger, W.: **Matematički model prostiranja prašine kroz jamske hodnike** (Matematische Model der Staub ausbereitung im Grubenbau). »Neue Bergbautechnik«, 2 (1972) 2, str. 142—145, III, IV, (nem.).
- Nedbalek, B.: **Utícaj različityh metoda otkopavanja rudnih ležišta na zaprašenosť jamske atmosfere** (Vliv ruznych dobyvacih metod v rudnem hornictví na znečišteni dulniho ovzduši poletavym prachem). »Rudy«, 20 (1972) 3, str. 73—77, (češ.).
- Burchart, J.: **Utícaj različityh metoda otkopavanja na zagađenost jamske atmosfere lebdečom prašinom** (Určovaní absolutníhe starí mine-rálu pomoci stop štepení uranu). »Rudy«, 20 (1972) 3, str. 78—81, (češ.).

Timme, A. A. i Kuzmič, I. A.: **Borba sa prašinom i iznenadnim provalama u rudnicima uglja korišćenjem injektiranja vode u sloj.** (Borba s pyl'ju i vnezapnymi vybrosami na ugol'nyh šahtah nagnetaniem vody v plast).

U sb. »Tehnoł. razrabot. mestorožd. tverd. polezn. iskopaemyh. T. 9 (Itogi nauki i tehn. Vinizi AN SSSR)«, M., 1972, str. 272—302, (rus.).

Lotze, J.: **Novi višekomorni merač prašine za određivanje stepena zadržavanja tekstilnih filtera u postrojenju za filtriranje prašine** (Ein neuentwickeltes Mehrkammerstaubmessgerät in einer Staubfilterapparatur zur Bestimmung des Abscheidegrades von Geweben).

»Neue Bergbautechnik«, 2 (1972) 3, str. 188—192, (nem.).

Časopis

„SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	70,00 ND
za ustanove i preduzeća	300,00 ND

Pozivamo sve rudarske stručnjake, saradnike naučnih ustanova i drugih organizacija na saradnju u časopisu »Sigurnost u rudnicima« po svim pitanjima iz oblasti zaštite na radu u eksploataciji mineralnih sirovina, nafte i gasa, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze iz prakse (iskustva u sprovođenju zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND
- za prikaze savetovanja, kongresa do 250,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana
1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

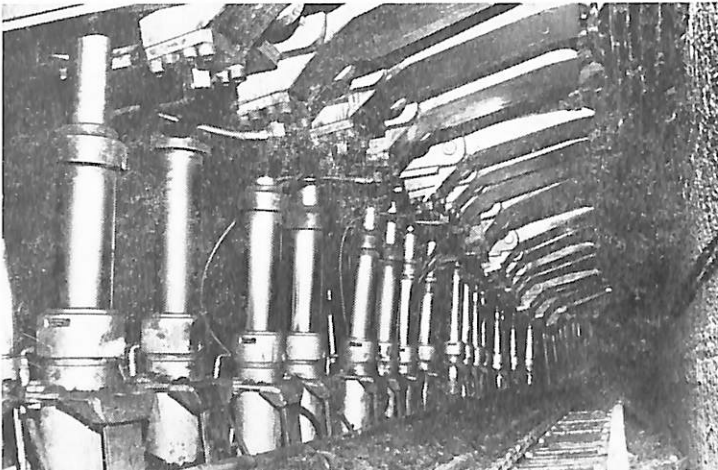
Za rudarstvo isporučuje

VÖEST-ALPINE

Između ostalog niže navedene uređaje i mašine



Mašine za izradu hodnika i za izradu tunela u stenama do 1000 kp/cm² pritiska na cvrstocu



Hidrauličke podgradne okvire sa dvolančanim grabuljarima i svim dodatnim uređajima



Utovarivače (Točkaše) od 1,25 m³ do 2,3 m³ zapremine kašike

Dalje: postrojenja za okna, podgrade za hodnike i okna, vibracijona sita, postrojenja za sagorevanje smeća

VEREINIGTE ÖSTERREICHISCHE EISEN- UND STAHLWERKE — ALPINE MONTAN AKTIENGESELLSCHAFT

A-1011 Wien, Friedrichstraße 4
A-1011 Wien, Postfach 91
Telefon (0 22 2) 65 67 11, Telex: 01-2683
Telegramme: Vöest-Alpine Wien

NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1973. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	300,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	300,00

Ukupno: 600,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

_____ (mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa _____

MP

NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1973. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	70,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	70,00

Ukupno: 140,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

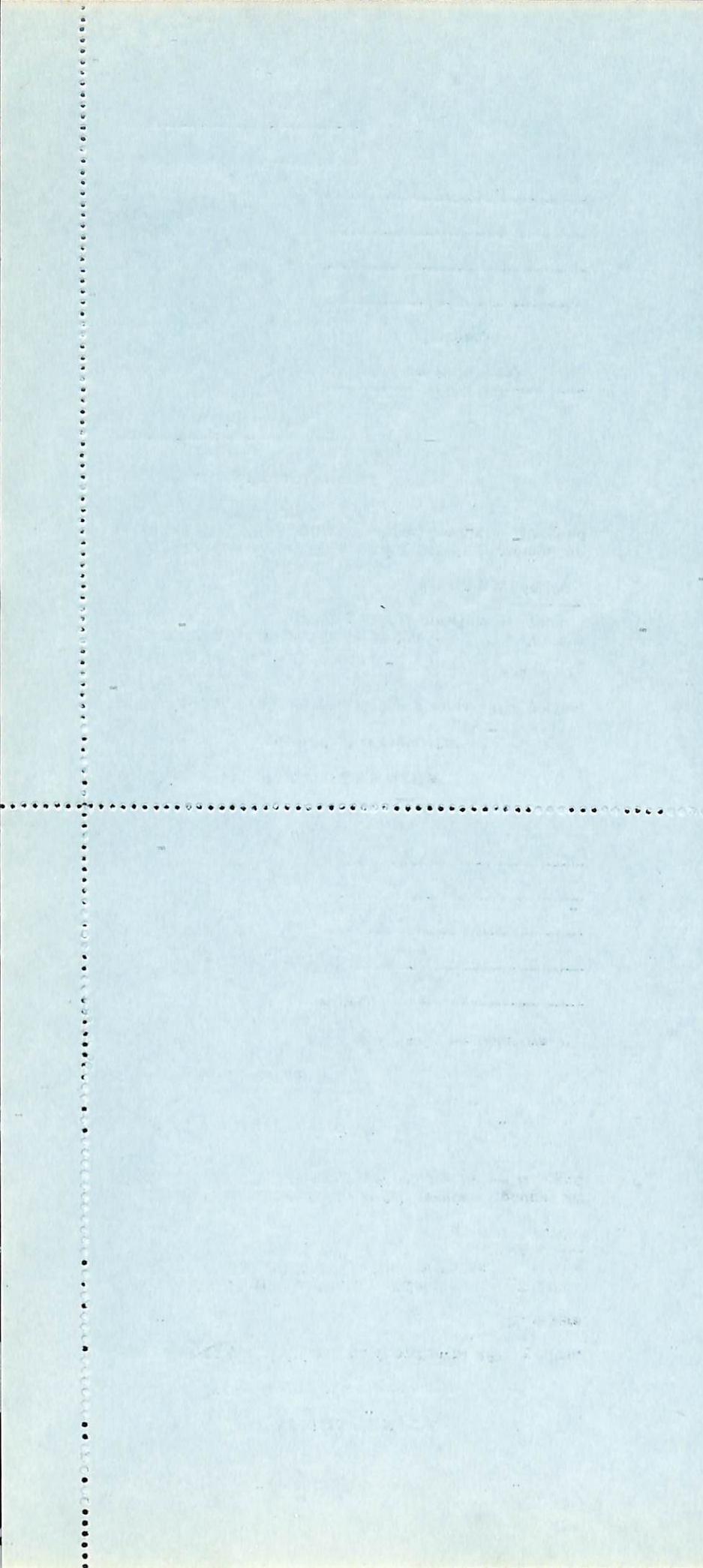
Napomena: nepotrebno precrtati

_____ (mesto i datum)

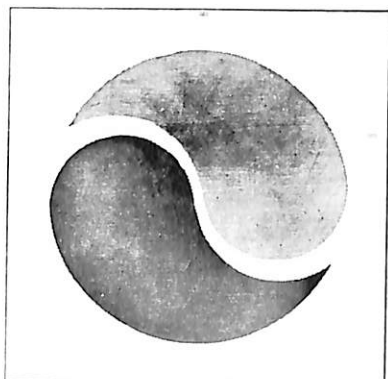
_____ (ime naručioća)

_____ (adresa)

Overava preduzeće — ustanova



naša delatnost



NAFTAGAS

NAFTNA INDUSTRIJA

NOVI SAD

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA:

Istraživanje nafte i gasa
Bušenje na naftu i gas
Proizvodnja nafte i prirodnog gasa
Osnovna prerada nafte i prirodnog gasa
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

U OBLASTI TRANSPORTA:

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti
proizvodnje
Transporta
Prerada nafte i gasa
Petrohemijske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i
treća lica

U OBLASTI SAOBRAĆAJA:

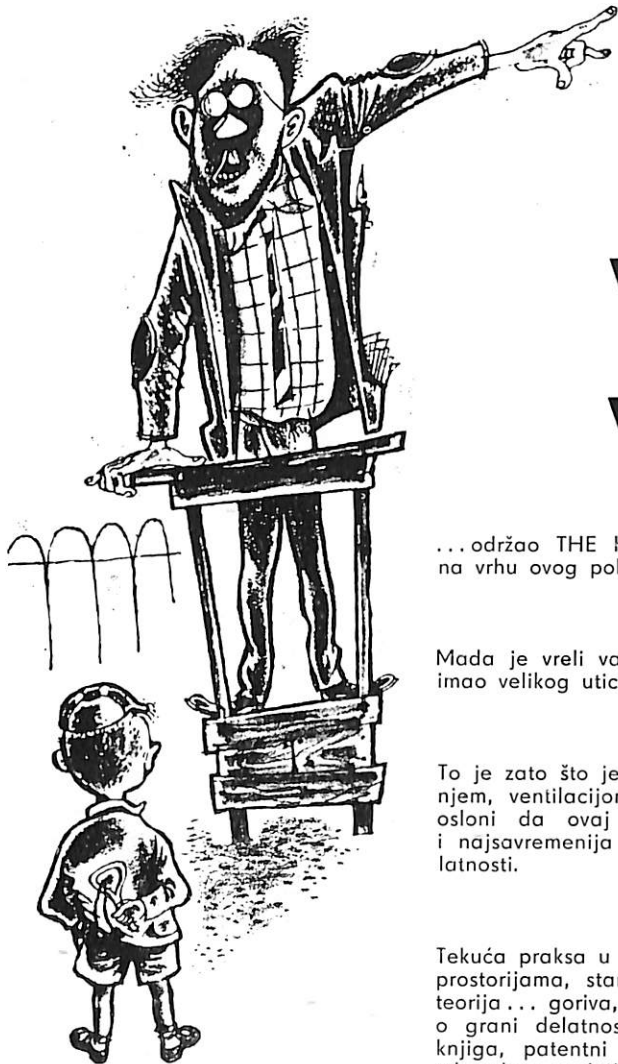
Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za
sopstvene potrebe
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom
saobraćaju
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom
industrijskom koloseku

U OBLASTI TRGOVINE:

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za
tečni gas (novih i polovnih)
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje
investicionih radova u inostranstvu
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na ve-
liko i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih orga-
nizacija
Reeksport nafte: derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i
direktan reeksport)

U OBLASTI USLUGA:

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istra-
živanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim rad'o-
nicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva i
Popravak uređaja za gas.



nije VRELI VAZDUH

... održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vrela vazduh (i svež, hladan, suv i čist vazduh)
imao velikog uticaja na to!

To je zato što je svako ko ima bilo kakve veze sa greja-
njem, ventilacijom i »er condišnom« -uvek mogao da se
osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija
i najsavremenija obaveštenja o svakom aspektu ove de-
latnosti.

Tekuća praksa u svim područjima... fabrikama, poslovnim
prostorijama, stanovima, rudnicima, brodovima. Principi i
teorija... goriva, oprema, naučno-istraživački rad. Novosti
o grani delatnosti... ljudima u toj delatnosti. Pregledi
knjiga, patentni izvodi, raspoloživa literatura. Počev od
vrhunskog praktičara do mladog početnika, svi mogu da
nađu interesantne i vredne informacije u svakom meseč-
nom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEA-
TING AND VENTILATING ENGINEER. Uverićete se da se
to isplatilo. Pišite za uzorni primerak na adresu:



THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,

London. W. C. 1.

ENGLAND

NOVO!

NOVO!

NOVO!

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
Kippenrutschung
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 le dépôt; face (f) vers
le remblai
kippenseitig
со стороны отвала

Cena iznosi 230,00.— dinara.



BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Verständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



**World
Mining**

EDITED FOR THE
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD

BPA



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

**SCHWERSCHMIEDEN
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN**

**HEUER
HAMMER**

5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE

SEIT



1893

... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleibenden Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevodenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obrađivanjem.

ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufont, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.

Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglašavaju svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja
GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak i
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
Join Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD – ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 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

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

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 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

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 two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK
SIGURNOST U RUDNICIMA

-
- 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:

**POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU**

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)
Poštanski fah 116.

RI

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

guarantee:

FAST

CONTEMPORARY

HIGH QUALITY

services in above activities

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

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2

tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

RI

