



SIGURNOST U RUDNICIMA

IX·1974·3

**IX GODIŠTE
3. BROJ
1974. GODINA**

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

**SAFETY IN MINES
SÉCURITÉ MINIÈRE
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ГОРНЫХ РАБОТ
GRUBENSICHERHEIT**

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

Stampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dipl. ing. IVO TRAMPUŽ, profesor univerziteta, Beograd

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

ABRAMOVIĆ prof. ing. VLADIMIR, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb

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

ČATOVIĆ dipl. ing. MAHMUT, Rudnik uglja, Kakanj

ČURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

DURHA dipl. ing. KAVAJA, Rudarski inspektorat, Priština

GUCUNJA dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarsko-energetsko-industrijski kombinat „Kolubara“, Vreoci

HRASTNIK dr ing. JOŽE, Rudnik lignita, Velenje

JOVANOVIĆ prof. dr ing. GVOZDEN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

JOVIČIĆ doc. dr ing. VESNA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

KOHNE dipl. ing. EMIL, Zasavski premogovniki, Trbovlje

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

KOVAČEVIĆ dipl. ing. VJEKOSLAV, Projektni biro srednjobosanskih rudnika, Sarajevo

MAJBORODA dipl. ing. ROSTISLAV, Rudarsko-topioničarski basen, Bor

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

MORAVEK dipl. ing. JOVAN, Rudarski institut, Tuzla

MUMINI dipl. ing. FADILJ, Rudnici »Kišnica« i »Novo Brdo«, Priština

NEDELJKOVIĆ dipl. ing. VLASTA, Naftagas, Novi Sad

OSTOJIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski inspektorat SR Crne Gore, Titograd

SAVIĆ dipl. ing. MILAN, Rudarski inspektorat, Novi Sad

SIMONOV dipl. ing. JOVAN, Rudarski inspektorat SR Makedonije, Skopje

STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd

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

S A D R Ž A J**INDEX**

<i>Dipl. ing. IVAN AHEL</i>	
<i>Analiza mogućnosti smanjenja koncentracija prašine na putevima površinskih otkopa</i>	5
<i>Die Analyse der Möglichkeiten Staubkonzentrationsherabsetzung auf den Tagebau-Fahrstrassen</i>	24
<i>Dr ing. STJEPAN TOMAŠIĆ</i>	
<i>Zaštita reke Tare od zagađivanja otpadnim vodama rudnika Brskovo</i>	25
<i>Protection of River Tara Against Pollution by Mine Brskovo Waste Waters</i>	28
<i>Mr ing. ZDENKO TONKOVIC</i>	
<i>Zemljospoj u rudničkoj kabelskoj mreži — opasnosti</i>	30
<i>Erdung im Grubenkabelnetz — Gefahren</i>	35
<i>Dr mr ing. DIMITRIJE DIMITRIJEVIĆ</i>	
<i>Uticaj petrološkog i mineraloškog sastava uglja na sastav jamske ugljene prahine rudnika »Đurđevik«</i>	37
<i>Influence petrologique et mineralogique des structures de la houille sur les composants des poussieres houilleres dans les fosses de la mine »Đurđevik«</i>	41
<i>Dr mr ing. MLADEN FORŠEK — dipl. ing. KAZIMIR KAUZLARIC</i>	
<i>Prilog proučavanju štetnih uticaja vibracija u rудarstvu</i>	43
<i>Beitrag zum Studium der schädlichen Schwingungseinflüsse</i>	48
<i>Dipl. ing DRAGOSLAV GOLUBOVIĆ</i>	
<i>Opšti kriterijumi kod određivanja srednjih koncentracija prahine</i>	49
<i>General Criteria for the Determination of Mean Dust Concentrations</i>	53
<i>Dr ŽIVKO STOJILJKOVIĆ</i>	
<i>Antropotehnika u koncentraciji motornih vozila</i>	54
<i>Anthropotechnic and Automotive Design</i>	57
<i>Dipl. ing. VLADIMIR IVANOVIĆ</i>	
<i>O značaju ventilacije u kompleksnoj zaštiti od prahine u rudnicima</i>	59
<i>On the Importance of Ventilation in Complex Protection Against Dust in Mines</i>	65
<i>Mr ing. ŽIVOJIN NIKOLIĆ</i>	
<i>Neki kriterijumi u izboru odgovarajućih metoda uzorkovanja zaprašenog vazduha u rudnicima obojenih metala</i>	67
<i>Some Criteria for the Selection of Adequate Methods of Dust-Loaded Air Sampling in Non-Ferrous Metal Mines</i>	76
<i>Dipl. ing. JURIJ IVANETIĆ</i>	
<i>Nesreće pri radu sa eksplozivom u SR Sloveniji u 1972, 1973. i 1974. godini posledica su nepoštovanja osnovnih principa sigurnosti rada pri skladištenju i rukovanju sa njim</i>	77
<i>Accidents at Work with Explosives in SR Slovenia in 1972, 1973 and 1974 Due to Disrespect of Basic Principles of Safety During Storage and Handling</i>	87
<i>Prof. BOGIĆ KNEŽEVIĆ</i>	
<i>Naučna povezanost kibernetike i ergonomije u sistemu radne prevencije</i>	88
<i>Scientific Correlation Between Kibernetics and Ergonomy in the System of Work Prevention</i>	91
<i>Bibliografija</i>	91

Analiza mogućnosti smanjenja koncentracija prašine na putevima površinskih otkopa

(sa 11 slika)

Dipl. ing Ivan Ahel i dipl. ing. Dragan Urošević

Članak obrađuje rezultate istraživanja Rudarskog instituta, Beograd i drugih institucija u svetu, koje se bave ovom tematikom, sa posebnim osvrtom na rezultate eksperimentalnih radova na putevima površinskog otkopa RB Majdanpek.

Proučavanje tehnike otprašivanja na površinskim otkopima novijeg je datuma u svetskoj praksi. Konstatovani nivoi zaprašenosti nalaže potrebu intenzivnog rešavanja ovog problema. Površinski otkopi rudnika metala sa visokim sadržajem SiO₂ u rudi i pratećim stenama i visokim kapacitetom proizvodnje, stvaraju ogromna zagadenja agresivnom prašinom, koja u specifičnim uslovima površinske eksploatacije mogu znatno da prevaziđu stepen opasnosti pri podzemnoj eksploataciji. Sa porastom dubine eksploatacije ova opasnost se jasnije izražava, pošto su uslovi za prirodno provetrvanje otežani.

Veća ekonomičnost eksploatacije mineralnih sirovina primenom površinskih otkopa zahteva preorientaciju proizvodnje na taj način, što insistira na detaljnijem proučavanju svih posledica, koje iz ovog sledi.

U uslovima SFRJ proizvodnja bakra dobija se u sve većoj meri površinskim putem, sa tendencijom izrazitog smanjenja podzemne eksploatacije. Slična je situacija sa proizvodnjom rude gvožđa i eksploatacijom ugljeva. Kao izvori zaprašenosti na površinskim otkopima javljaju se: kamionski transport, masovno miniranje, rad bagera, buldozera, bušalica, grejdera i drugih proizvodno transportnih sistema.

Na osnovu istraživačkih radova mnogih instituta*), utvrđeno je da kod površinske

eksploatacije ruda metala, prašina koju stvaraju teški kamioni, predstavlja 60—94% ukupne prašine, koja se izdvaja na površinskom otkopu u procesu rada.

Eksperimentalnim radovima Rudarskog instituta, Beograd u rudniku bakra Majdanpek, konstatovana je slična situacija. U cilju rešenja ovog problema izrađena je studija pod nazivom: »Analiza mogućnosti smanjenja koncentracija prašine na putevima površinskog otkopa Rudnika bakra Majdanpek« od strane Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu, Rudarskog instituta — Beograd.

Rezultati ovih istraživanja korišćeni su u ovom članku**).

Izvori zaprašenosti na putevima

Zaprašenost vazduha zavisi od brzine kretanja vozila, konstrukcije guma, intenziteta transporta, stanja puta (sposobnost drobljenja, vrsta prekrivke itd.), brzine vazduha, vlažnosti vazduha i vlažnosti puta i drugih delujućih činilaca.

Zavisno od navedenih faktora koncentracije se kreće od nekoliko mg/m³ do 150

*) Unipromed, Nirrudventilacija, Igdaa Skočinskog, Veniot, Liot, Vcps i d.

**) Šem autoru ovog članka na eksperimentalnim radovima učestvovali su i saradnici Rudarskog instituta, Beograd: dipl. ing. Slavko Kisić, dipl. ing. Duško Janković i dipl. tehničar Gojko Jevtić.

mg/m^3 . Meke podloge, podložne drobljenju, predstavljaju glavni uzrok prekomernog izdvajanja prašine. Gume vozila prenose sitni materijal sa radilišta. U toku transporta dolazi do prosipanja sitne rude i nanošenja sitnih frakcija sa kosina etaža.

Zaprašenost na putevima menja se zavisno od navedenih faktora, s tim što postoji znatna razlika u distribuciji koncentracija, u odnosu na vertikalnu i horizontalnu osu upravo na pravac kretanja vozila.

Na mestima gde put nema obrađenu podlogu od tucanika, zaprašenost je dvostruko veća od deonice sa prekrivkom.

Uočena je intenzivna promena zaprašenosti u toku dana, s tim što je u jutarnjim časovima najmanja (nekoliko mg) uz izrazit porast do 18 časova, kada se oseća početak smanjenja koncentracija, koji traje do ranih jutarnjih časova. Apsolutne vrednosti su promenljive zavisno od intenziteta transporta, atmosferskih prilika, godišnjeg doba i stanja puta. Naročiti značaj imaju dnevna kolebanja temperaturu, relativne vlažnosti i brzine strujanja vazduha. Na sledećim dijagramima sl. 1, 2, 3, 4 i 5 date su orientacione vrednosti ovih parametara.

Koncentracija prašine na samom putu u visini glave radnika u stojećem stavu u kabini vozila, odnosno na nekom odstojanju od puta zavisi od čitavog niza faktora i veoma se intenzivno menja od mesta do mesta na samom otkopu. Promene nastupaju u toku dana i u toku godine. Koncentracije prašine određene su meteorološkim karakteristikama područja, mikroklimatskim karakteristikama određenih deonica puta i geometrijskim karakteristikama površinskog otkopa. Razlike su znatne na brisanom prostoru, na položaju puta koji je zaštićen jednom ili sa više etaže, odnosno na delovima koji imaju karakteristike tranšea (useka).

U ovom članku bitno je podvući sledeće činjenice:

— Povećanjem brzine vazduha (koja je uslovljena napred iznetim karakteristikama) povećava se podizanje prašine sa puta. Kod brzine do 2,5 m/sec. uticaj položaja puta nije značajan, dok se kod većih brzina vazdušnih struja jasno uočavaju razlike u koncentracijama, pri istom intenzitetu izdvajanja. Pri brzini od 6—10 m/sec koncentracije pra-

šine su najveće, situacija se znatno menja (pojavljuju se oblaci prašine) i koncentracije mogu dostići vrednost od nekoliko stotina mg/m^3 .

— Promene u koncentracijama nastupaju zavisno od vlažnosti podlove puta. Pri umerenom vetu od 2,5 m/sec, ukoliko je podloga puta potpuno suva, koncentracije dostižu vrednost od 50 mg, a često i veće vrednosti. Kada je vlažnost podlove mala, koncentracije padaju na vrednost od oko 30 mg, dok se relativno manje koncentracije od nekoliko mg, javljaju tek kod znatne vlažnosti podlove (mokar put). Održavanje konstantne vlažnosti puta predstavlja najbitniji faktor u borbi protiv preteranog izdvajanja prašine.

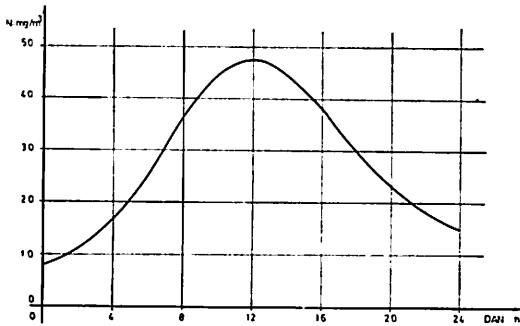
Važno je podvući činjenicu da se o koncentraciji prašine na putevima ne može suditi na osnovu determinističkog shvatanja ove pojave. Koncentracija prašine nije jedna konstantna vrednost, i ona se intenzivno menja u vremenu i prostoru, zavisno od pomenutih uticajnih parametara. Relativna procena srednjeg značenja nekog smanjenja, ili povećanja zaprašenosti, moguća je samo na osnovu dugotrajnih egzaktnih posmatranja.

Za ocenu stvarnog stepena opasnosti, kojem su izloženi vozači kamiona, neophodna su dugotrajnija merenja, koja bi obuhvatila statističku masu od nekoliko godina za proletnji, letnji, jesenji i zimski period kod dnevног i noćnog rada na svim putevima kopa.

Nepovoljno dejstvo prašine na putevima odražava se i na rad motora, njegovo redovno održavanje usled brzog amortizovanja filtera za prašinu. Prašina na površinskom otkopu RBM ima visoki sadržaj SiO_2 (do 50%) čije je abrazivno dejstvo na sve rotirajuće delove vozila izuzetno. Nekvalitetan put smanjuje brzinu transporta, povećava vibracije čije je štetno dejstvo na vozače konstatovano u toku ergonomskih istraživanja.

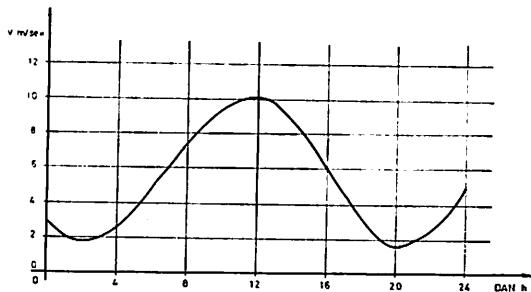
Sem navedenih analiza detaljnije je razmatran uticaj načina izrade puta na formiranje prekomerne zaprašenosti.

Iz navedenih dijagrama se vidi da kod visokih brzina vazduha i temperatura uz malu relativnu vlažnost, koncentracija prašine nagle raste. Nasuprot tome, male koncentracije se javljaju kod visoke relativne vlage, malih



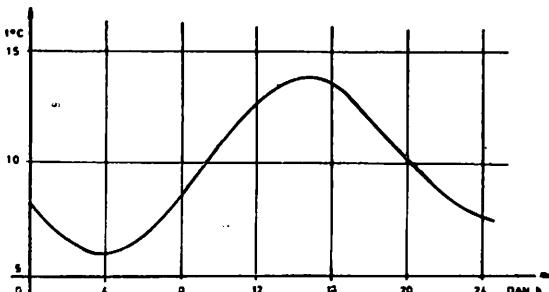
Sl. 1. — Orientacioni dijagram promene koncentracije prašine u toku dana.

Abb. 1. — Orientierungsdigramm der Staubkonzentrationsänderung im Laufe eines Tages.



Sl. 2. — Orientacioni dijagram promene brzine strujanja vazduha u toku dana.

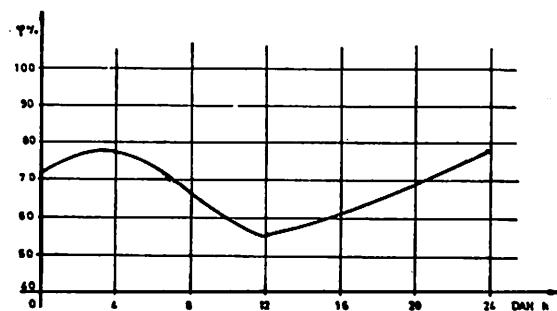
Abb. 2. — Orientierungsdigramm der Änderung der Luftströmungsgeschwindigkeit im Laufe eines Tages.



Sl. 3. — Orientacioni dijagram kretanja temperature vazduha u toku dana za prolećni period.

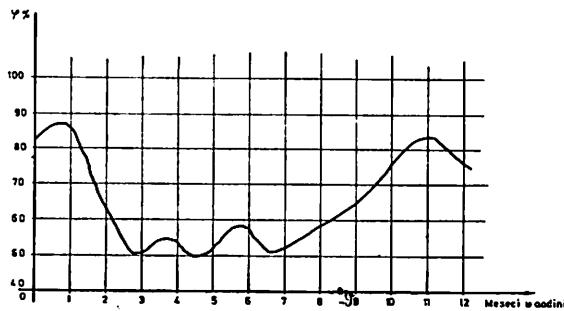
Abb. 3. — Orientierungsdigramm der Lufttemperaturbewegung im Laufe eines Tages für Frühlingszeit.

brzina vazduha i niskih temperatura. Promene koje mogu nastupiti u praksi ne moraju pokazivati navedeni tok dnevnog kretanja pomenutih parametara u absolutnim vrednostima, ali je cikličnost promene u toku dana i uticaj navedenih parametara sasvim izvestan.



Sl. 4. — Orientacioni dijagram kretanja relativne vlažnosti vazduha u toku dana.

Abb. 4. — Orientierungsdigramm der relativen Luftfeuchtbewegung im Laufe eines Tages.



Sl. 5. — Dijagram orientacione promene relativne vlažnosti φ u toku jedne godine.

Abb. 5. — Orientierungsdigramm der Änderung der relativen Luftfeuchte φ im Laufe eines Jahres.

Promene u toku godine pokazuju jasnu razliku zimskog perioda od letnjeg sa varijacijama u proljetnjem i jesenjem periodu.

Uticaj načina izrade puta na zaprašenost

Putevi na površinskom otkopu RBM-a nisu klasificirani, ali se orientaciono mogu podeliti na dve osnovne grupe i to:

- putevi trajnijeg karaktera i
- putevi privremenog karaktera.

Putevi trajnijeg karaktera imaju višestruku namenu i služe:

- kao proizvodni putevi za transport ruda i jalovine.
- kao putevi, kojima se kreću zaposleni i transportuje materijal ka objektima na površinskom otkopu.

Ovi putevi imaju prekrivku od tucanika intenzivnije održavanje i duži vek trajanja.

Putevi privremenog karaktera uglavnom su proizvodni putevi za transport rude i jajlovine, kretanje buldozera, grejdera, bagera i druge mehanizacije. Ovi putevi najčešće nemaju prekrivku od tucanika i kratko traju, od nekoliko meseci do jedne godine.

Podela puteva na kategorije izuzetno je značajna, pošto se tehničke mere zaštite od prašine razlikuju zavisno od tipa puta. Osnovne kategorije mogu se podeliti na grupe i to:

I grupa — sa intenzitetom transporta većim od 100 vozila na čas.

II grupa — od 15—100 vozila na čas.

III grupa — manje od 15 vozila na čas.

Sem navedene kategorizacije neophodno je za svaki put odrediti potreban broj transportnih traka u eksploataciji koje treba zaštiti od prašine.

Putevi bez prekrivke od tucanika daju jednu traku, usled malog kapaciteta transporta, dok se kod puteva I i II kategorije zaštita od prašine mora vršiti za oba transportna pravca.

Način izrade puta bitno utiče na pojavu prekomerne zaprašenosti i mogućnost primeњene odgovarajućih tehničkih mera za njenosmanjenje.

Putevi bez prekrivke od tucanika, daju dvostruko veću zaprašenost od prekrivenih puteva. Povećanje količine prašine direktno je proporcionalno čvrstoći podloge i intenzitetu transporta. Deonice puta sa mekom podlogom i velikim intenzitetom transporta, koje se neredovno održavaju, poseduju veliku količinu izdrobljenog materijala, koji je permanentan izvor zaprašenosti. Tehnička rešenja zaštite obuhvataju postupke:

- kvašenja
- spiranja i
- vezivanja.

Metode kvašenja daju najmanje efekte i primenjuju se samo na privremenim putevima bez prekrivke. Količine vezivnih sredstava 10—20 puta su veće kod prašine, nego kod granuliranog materijala usled velike specifične površine raspršene rude. Navedeni podaci ukazuju na teškoće rešavanja problema zaprašenosti na putevima bez prekrivke, te je neophodno da dužina ovakvih puteva bude minimalna.

O ovoj činjenici treba voditi računa kod kategorizacije puteva.

Prekrivanje puta treba vršiti granuliranim krečnjakom, čiji je otpor na drobljenje veći od 1500 kg/cm^2 , a granulacija ne veća od 0—25 mm.

Kod nasipanja tucanikom vrlo je važno formiranje poprečnog profila sa nagibom od 2%, kako bi se omogućilo spiranje prašine sa puta, a ne samo njeno kvašenje. Ovim rado-vima treba obuhvatiti puteve trajnijeg karaktera.

Deformacije prekrivke i puta bez prekrivke, vrlo su intenzivne u prolećnom i jesenjem periodu kada su intenzivne padavine. Najveći intenzitet deformacija nastupa u zimskom periodu kada je održavanje najmanje, a uticaj atmosferilija na razaranje površine puta najveći. Permanentno održavanje prekrivke puta predstavlja prvu i osnovnu meru za primenu bilo kog tehničkog rešenja za smanjenje zaprašenosti.

U prethodnom izlaganju podvučen je uticaj meteoroloških prilika na promenu kvaliteta kolovoza i stepena zaprašenosti. Za detaljniju analizu ovog uticaja i tehnička rešenja neophodni su meteorološki podaci:

- dnevni hod kretanja temperatura, relativne vlage, brzine i pravca vetra za sva četiri godišnja doba (po mesecima)
- čestine temperaturnih inverzija po mesecima
- padavine (kiša, sneg) po mesecima.

Na osnovu ovih podataka programiraju se rešenja za grupe sličnih meteoroloških situacija.

Prema literaturnim podacima u svetu se primenjuje obrada puteva armirano-beton-skim pločama sa rešetkastom armaturom dimenzija $2 \times 2 \times 0,15 \text{ m}$ ili $2 \times 3 \times 0,15 \text{ m}$. Izrada ploča je mehanizovana u posebnom pogonu, a ploče se montiraju na putu specijalnim dizalicama u vrlo kratkom roku. Pitjanje prašine i kvaliteta puta najuspešnije je rešeno ovom metodom, put je veoma dugotrajan, omogućuje veliku brzinu transporta, lako uklanjanje prašine (spiranjem puta) i mogućnost višestruke upotrebe armirano-betonских ploča na različitim lokalitetima. Cena 1 km puta širine 10 m kreće se od 4.000.000 do 5.000.000 din. Zbog izuzetno visokih troškova, ovaj sistem se u našoj praksi ne preporučuje.

Izrada puteva od monolitnog betona, veoma je skupa i nepodesna zbog kratkog veka pojedinih deonica.

Asfaltni putevi (vruć asfalt) nisu u praksi pokazali zadovoljavajuće rezultate, zbog višokih troškova i brzog razaranja, usled velikog specifičnog opterećenja.

Asfaltni putevi, izrađeni hladnim postupkom, sa bitumenskim emulzijama ne rade se kao trajna rešenja, ali se sve više i više primenjuju kao privremena zaštita tucaničke prekrivke za kraći vremenski period, 6—12 meseci. Upotreba bitumenskih emulzija predmet je posebne obrade u ovom članku.

Tehnička rešenja koja se danas primenjuju u svetu

Tehnička rešenja koja se danas primenjuju u svetu, kao zaštita od prašine na putevima površinskih otkopa su uglavnom sledeća:

- Polivanje (orošavanje) površine puta vodom, pomoću specijalnih pokretnih uređaja za polivanje (autocisterne), koje rade sa raspršivanjem vode ili sa grubim polivanjem. Ova sredstva upotrebljavaju se za kvašenje prašine ili spiranje prašine sa površine puta.
- Polivanje (orošavanje) površine puta vodom pomoću stacionarnih cevovoda postavljenih duž puteva.
- Polivanje (orošavanje) površine puta rastvorima higroskopnih soli: Ca, Na ili Mg. Za raspršivanje slanih rastvora koriste se pokretne auto-cisterne.
- Unošenje u prekrivku od tucanika granuliranog ili praškastog Ca Cl₂, odnosno NaCl.
- Polivanje puteva Lignosulfitom (kalcijum-sulfonat lignin Ca HSO₃ 2) — kalcijum bisulfatna kiselina.
- Ugrađivanje u prekrivku puta smeša sulfatno špiritusne emulzije (lignosulfat), vode, bituminoznih materija i cementa.
- Obrada prekrivke od tucanika ili neobrađenog puta bitumenskim emulzijama.
- Ugrađivanje u puteve poliakril benzolnih smola.
- Obrada puteva naftom.
- Obrada puteva mazutom.

Navedeni postupci eksperimentalno su ispitivani na mnogim površinskim otkopima bakra u svetu i dobijeni rezultati pokazuju

veoma različite efekte, zavisno od lokalnih prilika.

Ekonomski momenat predstavlja pored tehničko-tehnoloških karakteristika bitan činilac kod izbora metode otprašivanja.

Polivanje puteva vodom pomoću auto-cisterni

Presudnu ulogu za izbor ove metode igraju meteorološke karakteristike rudnika. Zavisno od temperature i vlažnosti vazduha, efekat otprašivanja kreće se od 30 min. do nekoliko časova. Primenljiv je u prolećnjem, letnjem i jesenjem periodu, ali ne duže od 7—8 meseci godišnje. Najčešće vreme efikasnog delovanja kreće se od 30 min. do 3 časa. Za uslove površinskog otkopa Majdanpek u prolećnjem i jesenjem periodu, kada je vlažnost vazduha velika, efekat se produžava na vreme do 5 časova, što znači da se ne obuhvata ni jedna radna smena. Polivanje puteva vodom može biti efikasno kod temperaturu od 5—20°C i vlažnosti vazduha veće od 40%. (Posmatrano sa tehničkog stanovišta bez razmatranja ekonomike). Kod manje vlažnosti i veće temperature efekat je beznačajan. Potrebna količina vode po 1 m² kreće se od 1—2 litra, zavisno od temperaturnih prilika. Ukoliko se u I i II smeni vrše dva polivanja a u trećoj jedno, kod širine puta od 10 m, ukupna potrošnja vode po kilometru iznosi od 50—100 m³/dan. Kod zapremine postojećeg vozila od 30 m³, neophodno je obaviti 10—20 polivanja za 5 km puta. Pri ovakovom intenzitetu rada, u letnjim mesecima između 9 i 16 h, put ostaje nedovoljno pokvašen, te su izdvajanja prašine znatna.

Laboratorijskim u RI-u i terenskim istraživanjima na površinskom otkopu RBM, konstatovana je sledeća zavisnost vremena efikasnog delovanja polivenog puta vodom, od temperature t, dozvoljenih koncentracija Na i početne koncentracije No.

$$T = \frac{1}{0,043 t + 0,135} \ln \frac{N_d}{N_0} (=) \text{ čas}$$

Relacija važi za φ = 60% i minimum q = 1,1/m² i Vv < 2 m/sec. Ako u navedenu relaciju unesemo, kao poznate vrednosti Na = 2 mg/m³, No = 0,5 mg/m³ i posmatramo kretanje T u funkcije temperatura t = 5,

10, 15, 20, 25 i 30°C za $\varphi = 60\%$ dobićemo sledeće vrednosti prikazane u tablici 1.

Tablica 1

t °C	5	10	15	20	25	30
T (čas)	3,80	2,42	1,76	1,38	1,27	0,95
Broj polivanja u smeni	2	3	4—5	6	6—7	8

Iz datog tabličnog pregleda se vidi, da je efikasno polivanje puteva vodom iz cisterni samo kod temperatura oko 5°C (pošto se sa 2 polivanja mogu postići zadovoljavajući rezultati), relativne vlage od 60%, odnosno do 10°C, kod većih vlažnosti vazduha (oko 80%). Kod većih temperatura, ovaj sistem je nefikasan, pošto zahteva veliki broj polivanja, odnosno rad stacionarnih uređaja za polivanje puteva. Granična vrednost temperature pri kojoj se može upotrebljavati ovaj sistem je 20°C, s tim da relativna vлага ne bude manja od 80% i broj polivanja ne manji od 4 puta u smeni. Ako usvojimo kao polaznu vrednost vremenski razmak od 4 časa između dva polivanja (kao najrealnije), prema dosadašnjem načinu rada u RBM, iz relacije:

$$N = N_0 e^{T(0,043t + 0,135)}$$

možemo izračunati koje se koncentracije javljaju na putu kod relativne vlage od 60% (kao najčešća vrednost) i kod brzina vazduha $V_v < 2,0 \text{ m/čas}$.

Tablica 2

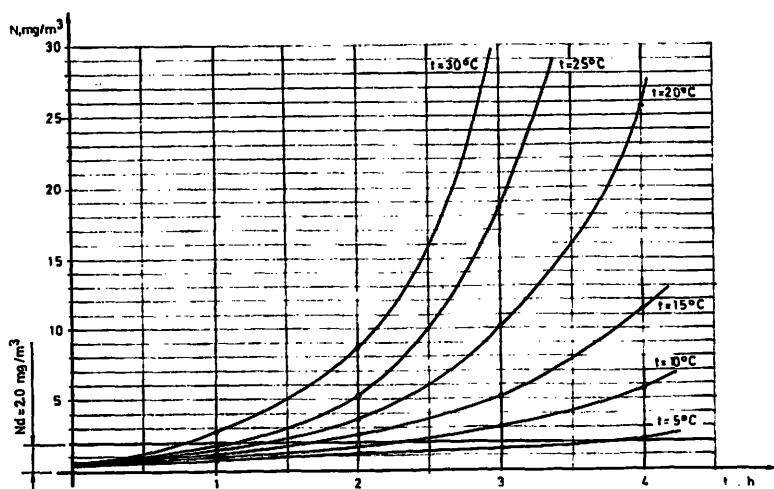
t °C	5	10	15	20	25	30
N mg/m³	2	4,78	10,25	25,75	35,75	147,50
N _d	1	2,39	5,125	12,89	14,875	73,75

Iz datog tabličnog pregleda se vidi da koncentracije prašine, mogu nekoliko desetina puta preći dozvoljenu vrednost u letnjem periodu kod visokih temperatura, iako se obavljaju dva polivanja u smeni.

Na sledećem grafičkom prikazu (sl. 6) date su promene koncentracija u funkciji vremena (nakon kvašenja) i temperature vazduha.

Ukoliko se želi postizanje zauvoljavajućeg efekta $N = N_d$, polivanje puteva vodom zahteva izuzetno visoke troškove. Današnji troškovi nisu tako visoki, ali su i efekti beznačajni.

Nedostatak polivanja puteva vodom je i njegovo brzo habanje.



Sl. 6 — Dijagram promene koncentracija prašine u funkciji vremena i temperature vazduha.

Abb. — Diagramm der Staubkonzentrationsänderung als Zeitfunktion und Lufttemperatur.

Voda iznosi sitne delove materijala, koji služe kao vezivno sredstvo. Oslobođeni krupniji materijal pod pritiskom vozila u kretanju formira rupe na putu, što otežava transport, smanjuje brzinu transporta, izaziva povećano habanje guma i zahteva veće održavanje puteva i vozila.

Eksperimentalno je ustanovljeno da se najveći efekat postiže znatnim polivanjem puta u ranim jutarnjim časovima ($3-4 \text{ l/m}^2$). U ovo vreme vlažnost vazduha je maksimalna, što dovodi do minimalnog isparavanja i dubokog prodiranja vode u podlogu puta. Voda koja prođire u prekrivku, kvasi sitne frakcije prašine, koje se pri kretanju vozila čvršće vezuju za krupnije komade tucanika, stvarajući stabilnu koru, koja može trajati nekoliko sati.

Isparavanjem vode iz kore pod uticajem visoke temperature, dolazi do njene destabilizacije i stvaranja velikih količina prašine. Efekat ranog polivanja, veći je kod novona-

sutih puteva, koji omogućuju dublje prodiranje vode.

Usled navedenih nedostataka polivanje puteva vodom, može se smatrati neefikasnom metodom za rešenje problema zaprašenosti.

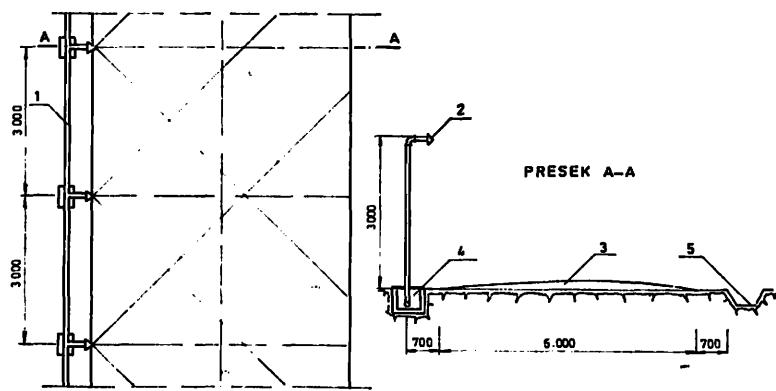
Polivanje površina puteva vodom pomoću stacionarnih cevovoda postavljenih duž puteva

Ova metoda nije isprobana u RBM usled potrebnih visokih investicionih ulaganja i nedostatka vode. Prema literaturnim podacima ova metoda daje bolje rezultate od polivanja autocisternama, ali je ograničena uglavnom na uže puteve (5–6 m).

Kod širih puteva neophodno je dvostruko polivanje, zbog malog dometa mlaznica. Na sledećim slikama (sl. 7 i 8) dat je šematski prikaz stacionarnog uređaja za polivanje puteva.

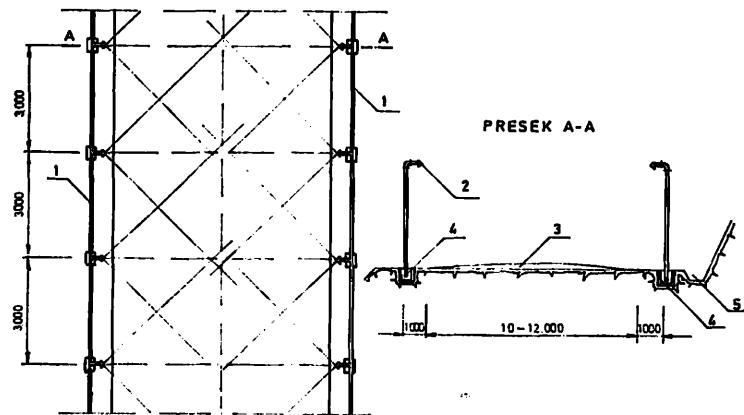
Sl. 7 — Šema jednostranog polivanja: 1. magistralni cevod $\phi 80 \text{ mm}$; 2. mlaznica; 3. prekrivka puta; 4. betonski kanal za zaštitu cevovoda; 5. kanal za oticanje vode.

Abb. 7 — Schema einer eins seitigen Sprengung.



Sl. 8 — Šema dvostranog polivanja.

Abb. 8 — Schema beiderseiti gen Sprengung.



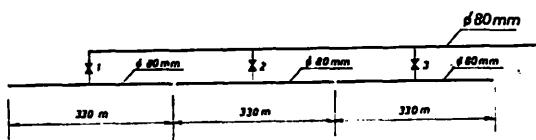
Nepovoljna strana ovog postupka leži u negativnom dejstvu vode na stabilnost puteva, velikim investicionim troškovima i opasnosti da vozila u kretanju oštete vodovodnu mrežu.

Vodovodna magistrala izrađuje se od cevovoda prečnika $\varnothing 80$ mm, dok se priključni cevovodi rade sa prečnikom $\varnothing 18$ mm. Mlaznice se postavljaju na stubove od $\varnothing 80$ mm, koji su ubetonirani.

Zavisno od spoljne temperature, reguliše se režim rada ovog sistema. (Broj uključivanja u smeru).

Pritisak u sistemu treba da je oko 10 at. Kapacitet jedne mlaznice, oko 5 l/min. Sistem se preko elektromagnetskog ventila i vremenskog relea uključuje u rad na svakih 30—60 min po 10 min.

Za dužinu od 1 km potrebno je 330 mlaznica sa ukupnim kapacitetom od 1650 l/min. Deonica od 1 km deli se na tri dela po 330 m prema sl. 9.



Sl. 9. — Šematski prikaz napajanja vodovodne mreže za polivanje puteva.

Abb. 9. — Schematische Darstellung der Wassernetzeinspeisung zur Strassensprengung.

Elektromagnetski ventili (1, 2 i 3) naizmenično se uključuju na svakih 10—20 min. U cilju zaštite cevovoda i električnih kablova neophodno je izraditi pokriven betonski kanal.

U zimskom periodu stacionarni sistem za polivanje ne radi i neophodno je njegovo pražnjenje u tom periodu.

Usled navedenih nedostataka ne preporučuje se zavođenje ovog sistema.

Polivanje površina puteva rastvorima higroskopnih soli

Kao efikasnije sredstvo od vode za suzbijanje prašine na deonicama puteva, koje nemaju prekrivku od tucanika a i za puteve sa prekrivkom od tucanika, primenjuju se rastvori higroskopnih soli Ca, Mg i Na.

Eksperimentalni radovi ovog tipa nisu vršeni, već su obavljeni neki laboratorijski opit.

U posebnim posudama priprema se rastvor CaCl_2 u razmerama 1:1 — 1:4. Rastvor se transportuje autocisternama i vrši usputno polivanje, sa potrošnjom od 3—5 l/ m^2 .

Pozitivni rezultati postižu se u vremenu od 2—3 nedelje. U ovom periodu ne treba polivati put vodom pošto cela površina puta ostaje konstantno vlažna. Dužina trajanja zavisi od broja kišnih dana i intenziteta padavina. Velike kiše brzo ispiraju CaCl_2 sa puta, te se vremenski interval dejstva smanjuje. Veći efekat postiže se na putevima sa prekrivkom od sitnijeg tucanika, koji trajnije zadržava vlagu. Vreme dejstva zavisi i od intenziteta transporta sa čijim se povećanjem i dužina trajanja smanjuje.

Na putevima bez prekrivke, a takođe i na putevima sa prekrivkama veći efekti se postižu, ukoliko se prethodno buldozerima razrije stabilna kora i popune rupe na putu tucanikom.

U toku noći, kada je vlažnost vazduha maksimalna, CaCl_2 upija vlagu u količini koja je dovoljna da održi vlažnost puta u toku dana.

Koncentracije prašine vremenom se povećavaju, tako da kroz 3 nedelje u znatnoj meri prelaze dozvoljene koncentracije. Relativno zadovoljavajuće dejstvo može se produžiti do 4 nedelje a što zavisi od padavina i intenziteta transporta.

U periodu od 20 dana bilo bi neophodno od 200—300 polivanja vodom. Isti efekat postiže se jednim polivanjem rastvorom CaCl_2 .

Troškovi polivanja 1 km puta, 2,5—3 puta su manji kod primene CaCl_2 u odnosu na intenzivna polivanja vodom.

Koncentracije rastvora manje od 20% CaCl_2 i potrošnjom manjom od 2 l/ m^2 ne daju zadovoljavajuće rezultate.

Povećanje efikasnosti dejstva CaCl_2 može se postići posipanjem puta krupnozrnim peskom, debeline 2—3 cm.

Eksperimentalno je ustanovljeno da prisustvo peska, u gornjem delu tucančke podloge, znatno povećava efikasnost CaCl_2 , pošto pesak kao sitna frakcija sadrži veću količinu vlage. Kod izbora kvaliteta peska, treba voditi računa da pesak ne poseduje veliki procentualni sadržaj slobodnog SiO_2 .

Dozvoljena koncentracija prašine data je relacijom:

$$N_d = \frac{30}{P_{SiO_2} + 2} (=) \text{ mg/m}^3$$

Ukoliko se na putu nalazi inertna prašina sa sadržajem do 3% SiO₂, dozvoljena koncentracija N_d = 6 mg/m³. Ukoliko se upotrebni silikatna prašina sa oko 60%, dozvoljena koncentracija iznosi N_d = 0,5 mg/m³.

Ako navedene vrednosti unesemo u relaciju:

$$T = \frac{1}{K} \ln \frac{N_d}{N_0}, \text{ za } N_0 = 0,3 \text{ dobijamo:}$$

$$T_1 = \frac{1}{k} \ln \frac{6}{0,3}$$

$$T_2 = \frac{1}{k} \ln \frac{0,5}{0,3}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\ln 26}{\ln 2} = \frac{3,0}{0,6} = 5$$

$$T_1 = 5 T_2$$

Dobijeni rezultat pokazuje nam da kod inertne prašine na putu, bez obzira na primjeno sredstvo (— sredstvo za sprečavanje zaprašenosti), vreme efikasnog delovanja zaštitnog sredstva pet puta je duže, nego kod 60% SiO₂.

Eksperimenti sa 10%, 15% i 20% rastvorom na nepripremljenoj podlozi pokazali su male efekte. Kod potrošnje 1—2 l/m² i intenziteta transporta od 60—75 vozila na čas, kod t = 23°C vreme trajanja (dejstva) CaCl₂ iznosilo je svega četiri dana.

10% rastvor trajao je svega dva dana. Iz izvedenih eksperimenata se zaključuje da, kada sadržaj CaCl₂ po 1 m² padne ispod 0,1 kg/m² (od početne vrednosti 1 kg), efekat dejstva prestaje.

Dnevna potrošnja CaCl₂ po 1 m² puta kreće se od 40—50 g. Ukoliko bi se primenilo ovo sredstvo na 6 km puta sa širinom od 10 m, u toku sedam meseci godišnje, potrošnja bi iznosila oko 600 t. Mechanizam dejstva CaCl₂ sadržan je u sledećem: rastvoreni CaCl₂ u vodi i razliven po putu snižava parcijalni

pritisak pare nad rastvorom, odnosno nad površinom puta. Povećanjem koncentracije rastvora, napon para nad rastvorom se smanjuje, što sprečava isparavanje rastvora i dovodi do upijanja vlage iz atmosfere. Koristan efekat je i sniženje temperature smrzavanja, čime se sprečava zaledivanje puta.

Suština metode sadržana je u sposobnosti rastvora CaCl₂ da održava površinu puta konstantno vlažnom na račun preuzimanja vlage iz atmosfere, naročito u toku noći, a koja je dovoljna da formira vlažnu plastičnu masu na površini puta, koja ne praši i čini put stabilnim.

Količina vode koja će biti upijena iz vazduha, odnosno koja će ispariti, zavisi od razlike parcijalnih pritisaka u vazduhu i nad površinom rastvora.

Prema zakonu Raula, smanjenje parcijalnog pritiska para nad rastvorom direktno je proporcionalno broju molekula rastvorenog CaCl₂ u jedinici zapremine rastvora. Iz ovog proističe zaključak da se bez obzira na sadržaj vlage u okolnom vazduhu, može formirati rastvor sa takvom koncentracijom pri kojoj će pritisak nad rastvorom biti uvek manji od pritiska vodene pare u vazduhu i vlaga će iz okolne atmosfere prelaziti u rastvor, odnosno u podlogu puta.

Iako je teoretski moguće formirati odgovarajuće rastvore, kod visokih temperatura i male relativne vlažnosti efekat higroskopnog dejstva je mali, pošto je kod niske relativne vlage nizak i parcijalni pritisak u vazduhu. Praktično izvedeni zaključak znači da efikasnost ove metode direktno zavisi od kretanja relativne vlage vazduha u toku godine. Ako je relativna vlaga vazduha visoka (prosečno iznad φ = 60%), metoda može biti vrlo efikasna i troškovi niski, pošto će biti dovoljan i 30% rastvor. Ukoliko se vlaga u toku godine kreće od 40—60% efekat će biti manji, a potrošnja CaCl₂ veća, pošto će zahtevati rastvor do 50%.

Eksperiment izведен u laboratoriji RI-a sastoјao se iz sledećeg:

posude u kojima se nalazio tucanik sa sitnim peskom, termostatirane su do temperature od t = 20°C sa relativnom vlagom od φ = 60%. U posudama se nalazio rastvor CaCl₂ sa koncentracijama 10%, 20%, 30%, 40% i 50%. Količina rastvora iznosila je 2 l/m².

Dobijeni rezultati pokazuju da u roku od jednog meseca, pri navedenim uslovima, vлага kod 10% i 20% rastvora isparava (posuda gubi težinu), pri 30%, 40% i 50% rastvoru vлага iz vazduha prelazi u posudu i težine rastu (priliv vode iz vazduha), direktno proporcionalno koncentraciji. Nakon 10 dana kod svih uzoraka nastupa ravnotežno stanje (nema promena u težini) i znatna je samo razlika u količini vode koju su u periodu do 10 dana upili odnosno izgubili pojedini uzorci.

Kod promene relativne vlage u prostoriji za termostatiranje i nakon formiranja ravnotežnog stanja može doći do upijanja odnosno isparavanja zavisno od toga da li vлага raste ili opada.

Kod zadatih uslova, koji najverovatnije odgovaraju srednjoj temperaturi i srednjoj relativnoj vlazi Majdanpeka, minimalna koncentracija CaCl_2 može da iznosi 20%. Kod manjih koncentracija voda će sa puta isparavati, a kod većih voda će biti upijena iz vazduha u površinu puta.

Efektivnost kvašenja prašine rastvorom CaCl_2 laboratorijski nije ispitivana ali se na osnovu literaturnih podataka konstatuje da kvašljivost opada sa porastom koncentracija, iz čega se zaključuje da suviše visoke koncentracije CaCl_2 nisu potrebne.

Kao zaključak svih istraživanja predlaže se upotreba 30% rastvora CaCl_2 sa normativom od 2 l/ m^2 i pripremom puta, kako je to dato u prethodnom tekstu, s tim da se način priprema puta i efekat ove metode eksperimentalno proveri.

Unošenje u prekrivku od tucanika granuliranog ili praškastog CaCl_2 ili NaCl

Analiza efekata ove metode razmotrena je samo u laboratorijskim uslovima.

Dosadašnji pokušaji u svetskoj praksi kod primene ove metode, dali su zadovoljavajuće rezultate. Institut Unipromed — Sverdlovsk, izvršio je eksperimentalne radove na Sorskem površinskom otkopu, sa granuliranim CaCl_2 i industrijskim NaCl .

Na putu od tucanika, formirane su ispitne deonice od 400 m koje su obrađene na sledeći način: u prvoj deonici naneto je 0,6 kg/ m^2 granuliranog CaCl_2 dok je u drugoj deonici naneta smeša od 0,3 kg CaCl_2 i 0,3 kg NaCl . Reagenti su naneseni na put lopatama iz kamiona koji se lagano kretao. Pre nanošenja

reagenata, put je bio poliven vodom pomoću auto-cisterne.

Na drugoj deonici smeša CaCl_2 i NaCl formirana je tako što je prvo nanet sloj CaCl_2 , a zatim NaCl po navedenom postupku.

Treća deonica bila je nasuta NaCl u količini 0,6 kg/ m^2 , a nasipanje je izvršeno istim postupkom.

Posebne obrade puta izvršena su merenja vlažnosti površine prekrivke puta i koncentracije prašine. Koncentracija je merena na visini od 1,5 m od površine puta, pri brzini vetra od 2—3 m/sec.

Zaprašenost je merena jednovremeno na tri tačke duž deonice (početak, sredina i kraj) u trajanju od 1 časa. Pri kontroli zaprašenosti praćena je jednovremeno i relativna vлага. Za određivanje vlažnosti površine puta uzimani su uzorci materijala u hermetičnim posudama. Za uporednu analizu služila je deonica od 400 m, koja se nastavlja neposredno iza ovih deonica. Paralelno sa merenjima, kontrolisan je i intenzitet transporta (broj kamiona na čas). Putevima su se kretali kamioni MAZ 525 sa intenzitetom od 50 kamiona na čas.

Dobijeni rezultati pokazuju smanjenje koncentracije na putu sa CaCl_2 sa veličine 16,32 mg/ m^3 , na vrednost 2—3 mg/ m^3 .

Na putu sa smešom CaCl_2 i NaCl koncentracija se kretala od 2—2,6 mg/ m^3 , što praktično predstavlja istu vrednost, dok je na putu sa NaCl koncentracija iznosila od 3,5—4,5 mg/ m^3 .

Najintenzivnije povećanje vlage događa se u toku noći i dovoljno je za održavanje vlažnosti puta u toku dana. Za vreme eksperimenta relativna vлага kretala se između 35 i 60%.

Efektivno dejstvo na deonici sa čistim CaCl_2 trajalo je od 45—90 dana. Eksperiment je trajao godinu dana i kontrola vršena pri različitim padavinama. Kod znatnijih padavina vreme trajanja naglo se smanjuje, usled rastvaranja CaCl_2 i njegovog raznošenja.

Smeša CaCl_2 i NaCl , trajala je 20—30 dana dok je deonica sa NaCl trajala svega 10—15 dana.

Zavisno od meteoroloških prilika deonice su obnavljane sa količinom od 0,3 kg/ m^2 .

Zaključak eksperimenta pokazuje da granulirani CaCl_2 daje najbolje efekte. Potrošnja CaCl_2 kretala se 2—3 kg/ m^2 godišnje što je znatno manja vrednost od potrošnje kod

rastvora, s tim što treba uzeti u obzir činjenicu, da je eksperiment izведен u oblasti sa malim padavinama, malim intenzitetom transporta i relativno malim vozilima.

Upotreba kuhinjske soli nije preporučljiva zbog malog efekta i velikog korozionog svojstva. Potrošnja granuliranog i praškastog CaCl_2 nešto je niža od potrošnje CaCl u rastvoru, ali se definitivni izbor postupka može dobiti, tek nakon završetka eksperimentalnih radova.

Polivanje puteva rastvorom ligno-sulfitom kalcijuma $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$

Kalcijum bisulfitna kiselina sa sadržajem lignina

Odskora vrše se probe sa ligno-sulfitom, kao sredstvom u borbi sa prašinom na putevima.

Ligno-sulfit predstavlja otpadnu materiju pri dobijanju celuloze iz drveta sulfitnim postupkom.

U našoj zemlji ovaj postupak primenjuje fabrika celuloze iz Prijedora.

Rudarski institut je stupio u kontakt sa predstavnicima ove fabrike u cilju analize mogućnosti korišćenja ovog otpadnog materijala. Dnevna količina koja se javlja kao otpadak iznosi oko 50 t što je sasvim dovoljno za potrebe RBM, a verovatno bi bila dovoljna za potrebe RTB—Bor u celini. Prema nezvaničnim obaveštenjima, ovaj otpadni materijal bi se mogao dobiti bez naknade, s obzirom da preduzeću štvara teškoće usled zađenja vode.

Navedene činjenice pružile su mogućnost detaljnije analize ovog postupka. U okviru laboratorije RI-a izvršen je samo manji obim eksperimentalnih radova. Ligno-sulfit kalcijuma predstavlja bisulfitnu kiselinu kalcijuma, koja u sebi sadrži 10—15% lignina. Lignin poseduje visoku vezivnu moć, što pruža mogućnost da se upotrebni bilo kao vodenim rastvor, bilo kao emulgator kod izrade bitumenskih emulzija.

Efektivnost primene vodenih rastvora proverena je laboratorijskim putem. Preko tucnika krupnoće 5—30 mm sa znatnim sadržajem prašine preliveno je 50% i 20% $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, pri temperaturi 15°C i relativnoj vlazi od 70%. Količina rastvora iznosila je 1 l/m².

Prodiranje rastvora je značajno i iznosi 3—4 cm, a ako se postupak polivanja ponovi više puta, kod rastresitog tucnika, prodiranje može da iznosi 6—10 cm. Dva do tri sata nakon polivanja dolazi do isparavanja vode i potpunog vezivanja svih čestica prašine. Osnovni nedostatak ovog postupka sastoји se u sledećem: maksimalni efekat postiže se za relativno kratko vreme, ali su vezivne sile relativno slabe, tako da pod pritiskom dolazi do drobljenja slepljene prašine, u vidu lopatica ili skrame, koja pod pritiskom puca i drobi se, stvarajući ponovo prašinu. Prema literaturnim podacima (CGOK-a — Krivoroški basen) na Sibajskom površinskom otkopu ovaj metod dao je povoljne rezultate. Eksperimenti su vršeni na putevima prekrivenim sitnim frakcijama jalovine i putevima sa tucnikom granulata 5—30 mm. Polivanje je vršeno 18% rastvorom u količini od 1 l/m². Vreme efektivnog trajanja iznosi 6 dana bez ikakve pripreme podloge puta. Efikasnost ovog sredstva, u odnosu na vreme trajanja, 100 puta je povoljnija od vode.

Osnovni mehanizam koji sprečava podizanje prašine sastoji se u vezivanju čestica prašine za površinu puta, što nije bio slučaj kod prethodno analiziranih postupaka. Kao vezivo sredstvo služi ligninska materija, koja sa vodom nakon obrade daje površini puta određenu plastičnost. Nakon isparavanja vode plastičnost se gubi i dejstvo naglo smanjuje.

Isparavanje vode kod dodavanja rastvora dvostruko je manje nego kod polivanja čistom vodom, ali je i to vreme ipak kratko za trajnije vezivanje novonastale prašine. Rastvor do momenta isparavanja veže (cementira) jednu količinu prašine, koja se u tom trenutku našla na putu. Na novonastalu prašinu postojeći ostatak rastvora nema nikakvog uticaja. Za 1 km puta, zavisno od postupka primene, potrebno je prosečno 0,5 l/m² na dan, sa rasporedom polivanja, kako je to dato u prethodnom tekstu.

Ukupna dnevna potrošnja po 1 km puta iznosi oko 2,5 t, odnosno za 6 km puta, 15,0 t/dan.

Kod upotrebe ligno-sulfita i kalcijum-hlorida, najveću prepreku čine padavine koje ispiraju rastvore i skraćuju vreme upotrebe. Kao dopunska mera primenjuje se dodatak od 10—15% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ u rastvore $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ i CaCl_2 i nanos tankog sloja gline preko pri-

premljenog puta sa $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ odnosno CaCl_2 .

Ugradivanje u prekrivku puta emulzije: ligno-sulfita, vode, bituminoznih materija i cementa

Ispitivanja izvršena u SSSR (Sibajski površinski otkop) sa emulzijom ligno-sulfata 32%, čvrstog bitumena 10—12%, mazuta 8—10% i vode 4—50%, dala su zadovoljavajuće efekte. Pripremanje emulzije izvršeno je na sledeći način:

Razdrobljeni čvrst bitumen topjen je u standardnim posudama za topljenje bitumena do temperature od 250°C . Istopljeni bitumen unošen je u uređaj za mešanje uz prethodno hlađenje do $100—150^\circ\text{C}$. Nakon hlađenja dodat je mazut uz stalno mešanje. Ovim dodatkom izvršeno je razređenje bituminozne mase. Uz neprekidno mešanje dodaje se ligno-sulfit i kada se postigne konzistentna masa, dodaje se voda. Mešanje se nastavlja do formiranja emulzije. Dobijena smeša pretače se u cisterne za polivanje i nanosi na nepripremljen put, kako je to ranije objašnjeno. Kod pripremljenog puta efekti su znatniji. Koncentracije su smanjene sa 22—35 mg/m^3 na vrednosti 1—2 mg/m^3 . Količina koja se nanosi iznosi 1—1,5 $1/\text{m}^2$ i u fazi izrade potrebno je tri puta naneti pripremljenu emulziju na put. Ukoliko nema kiše, ovako obrađen put daje zadovoljavajuće efekte u trajanju od 30 dana. Literaturni podaci pokazuju različita vremena trajanja od 1 nedelje do 2 meseca. Razlike su uglavnom uslovljene lokalnim prilikama, padavinama i intenzitetom transporta.

Opšta ocena ove metode, prema literaturnim podacima, ne pruža mogućnost za povoljno ocenjivanje. Metoda zahteva složenu pripremu, relativno visoke troškove, a postignuti efekti nisu u potpunosti zadovoljavajući. Voda iz emulzije brzo isparava, tvrdi ostatak deluje cementirajuće sa malom vezivnom silom, što dovodi do brzog narušenja formirane kore i kratkog vremena trajanja.

Obrađa prekrivke od tucanika ili neobrađenog puta bitumenskim emulzijama

Za obesprešavanje i stabilizaciju puteva na površinskim otkopima, od pre nekoliko godina se u mnogim zemljama sveta, prime-

njuju bitumeni i njihove emulzije. Bitumeni su koloidne smeše, složenog hemijskog sastava i sastoje se uglavnom iz različitih ugljovodonika i njihovih nemetalnih komponenata (kiselih, sulfidnih i azotnih). Bitumeni mogu biti naftni prirodni ili dobijeni od uljanih škriljaca. Iako su u eksperimentalne svrhe korišćeni svi navedeni bitumeni, realne mogućnosti korišćenja u nas pokazuju samo naftni bitumeni.

Kod formiranja prekrivke na putevima uz primenu bitumena, koriste se mineralne materije različite po sastavu i razmenama (tucanik, šljunak i dr.).

Princip dejstva bitumija sastoji se u vezivanju pojedinih komada agregata i formiranju hidrofobnih svojstava, tako da su putevi otporni na dejstvo vode. Bitumije zapunjavaju sve pore i omogućuju stvaranje ravnih monolitnih i relativno otpornih i plastičnih masa.

Ukoliko je temperatura vazduha niža od temperature stvrdnjavanja bitumena, a što je najčešći slučaj, vezivanje novonastale prašine ne postoji.

Osnovni zaštitni efekat sastoji se u sprečavanju pokretanja pojedinih delića aggregata, odnosno njihovog drobljenja, čime se sprečava stvaranje prašine.

Nova prašina naneta na bitumensku prekrivku mora se uklanjati vodom, što zahteva profilisani put sa nagibom. Uklanjanje prašine vodom je lako i efikasno na ovom putu.

U procesu pripremanja bitumenskih emulzija, površinski naponi na granicama faza bitumen-voda smanjuju se primenom emulgatora.

Pri mehaničkom dispergovanju bitumena u čistoj vodi, bitumenska emulzija se teško obrazuje usled različitih svojstava bitumija i vode, te je upotreba emulgatora neophodna.

Iako se u praksi za formiranje prekrivke upotrebljava čist bitumen i bitumenska emulzija, rad sa emulzijom je daleko podesniji, pošto bitumen zahteva specijalne uređaje za topljenje i veću potrošnju.

Faza potpunog vezivanja vezana je za period raspadanja emulzije. Specijalnom obradom vreme raspadanja može se podesiti prema potrebama od nekoliko časova do mesec dana. Ukoliko se agregat meša sa emulzijom u specijalnim uređajima (mešalicama) upotrebljavaju se emulzije sa dužim vremenom raspadanja. Duž puta se na određenom od-

stojanju formiraju gomile izmešane emulzije i agregata koje mogu trajati mesec dana i po potrebi koristiti za popunjavanje rupa na putevima. Formirana smeša može se koristiti za formiranje prekrivke debljine 15—20 cm. U ovom slučaju dobija se hladno-asfaltni put. Ovakva tehnologija zahteva visoke troškove i nepodesna je za puteve kratkog vremena trajanja.

Praktična ispitivanja su pokazala da su manje debljine prekrivke povoljnije, ali ne za suviše teška vozila. Kako se u Majdanpeku upotrebljavaju vozila nosivosti od 65—150 t, neizvesna je mogućnost korišćenja ove metode. Eksperimenti izvedeni na rudniku »Silver Bell« — SAD, pružili su zadovoljavajuće rezultate u trajanju od nekoliko meseci. Put je izrađen od podloge debljine od 0,9—1,0 m, sa krupnoćom materijala od 25—150 mm. Na sveži tucanički put nanošena je bitumenska emulzija, u količini od 0,8 l/m².

Nakon nekoliko prskanja i valjanja na površini tucaničke prekrivke stvara se sloj materijala debljine 7—10 cm vezanog bitumenskom emulzijom. Otpornost ovakvog sloja pokazala se zadovoljavajućom.

Slični eksperimenti izvršeni su na površinskim otkopima Arkanzasa (rudnici boksičita). Emulziji je dodavano 15% kaučuka, što je u znatnoj meri povećalo efikasnost.

S obzirom na povoljne literaturne podatke, detaljnije je razmatrana mogućnost upotrebe bituminoznih emulzija za sprečavanje podizanja prašine na putevima površinskog otkopa RBM.

Kako u SFRJ ima više proizvođača bitumenskih emulzija, koji proizvode razređeni bitumen i svi koriste JUS UM 3.030 kojim je predviđeno 5 vrsta razređenih bitumena, analizirani su proizvodi preduzeća »Grmeč«, kao najvećeg proizvođača u nas.

Postojeće bitumenske emulzije nose sledeće oznake:

— razređeni bitumen
— RB —

0/1, 5/10
30/50, 100/170
200/300

Trgovački naziv razređenih bitumena je Fluxbit. Navedeni bitumeni imaju različit procenat sredstva za razređivanje. Oznake proizvođača razlikuju se od JUS-a i obeleže-

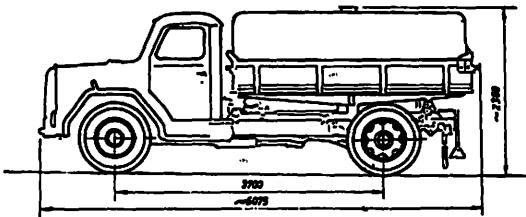
ne su sa F—1 do F—5. Fluxbit F—1 vrlo je tečan, a F—5 vrlo viskozan.

Razređeni bitumen, iako sadrži vodu, zapaljiv je materijal, pa se kod upotrebe moraju preduzeti odgovarajuće, propisima određene mere zaštite. Prema vrsti sredstava za razređivanje dele se na: sporovezujuće, umereno vezujuće i brzovezujuće.

Utrošak razređenog bitumena po postupku prethodnog mešanja, zavisi od krupnoće tucanika. Kod sitnih frakcija do 2 mm potrebna količina iznosi 8%, a kod granulacije od 18—25 mm, 4%. Kod mešanja emulzije i agregata, prašina ne čini znatne smetnje, dok u procesu prskanja, prašina znatno smanjuje efekat.

Prema mišljenju proizvođača prethodno pripremanje smeše i formiranje hladnog asfalta nije podesno za saobraćaj teških vozila.

U cilju provere efikasnosti površinske obrade (samo nanošenje bitumenske emulzije), izvršeni su eksperimenti sa bitumenskom emulzijom, koja je nanošena na put specijalnim uređajem za polivanje. Uređaj je konstruisan u RI-u (tehnička dokumentacija se ne prilaže, pošto predstavlja eksperimentalni uređaj). Šema uređaja data je na slici 10.



Sl. 10 — Sematski prikaz eksperimentalnog uređaja za polivanje puteva konstruisanog u RI.
Abb. 10 — Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung zur Strassensprengung konstruiert im Bergbauinstitut.

Emulzija je nanošena na put pomoću specijalno izrađenih mlaznica u količini od 0,3 l/m² za jedno polivanje. U toku jednog dana eksperimentalna deonica od 500 m polivena je tri puta. Preko sloja bitumenske emulzije nije stavljena nikakva prekrivka. Put je pušten u saobraćaj 8 časova nakon obrade. Količina prašine znatno se smanjila, ali je efekat trajao svega dve smene. Relativno visoka potrošnja 0,9 l/m² i kratko vreme trajanja ne preporučuju ovaj postupak.

U laboratorijskim uslovima sačinjeno je 12 različitih mešavina putnih ulja — Fluxbit-a, na bazi nekih bitumena, lako isparljivih organskih rastvarača, kao i dodataka koji su imali za cilj povećanje fluidnosti, lepljivosti, moći kvašenja i obavijanja, kao i stabilnosti. Eksperimenti su vršeni na oglednim »pogačama« sastavljenim od krečnjačkog agregata, filtara (krečnjačkog brašna) i cimenta, sa granulometrijskim sastavom koji odgovara stanju u Majdanpeku, kako bi se dobila približna potvrda, stepen zatvorenosti i nabijenosti prema pokazateljima u praksi. Veličina »pogača« bila je 20 cm^2 , a debljina 2 cm. »Pogače« su prskane Fluxbit-ima u količini od $1,2\text{ kg/m}^2$ ručnom pumpom i meleno vreme sušenja, dubina penetracije kao i vizuelno utvrđivanje povezanosti čestica tj. slepljivost. Mikroskopski je određivan stepen obavijenosti pojedinih zrna.

Na osnovu istraživanja utvrđeno je da komponente mazuta i teških naftnih ulja, kao i antracenska ulja povećavaju penetraciju, ali imaju malu slepljivost za prašinu. Navedene materije mogu poslužiti samo kod površinske obrade, stim što se očekuje kratko dejstvo i mali efekat.

Za postupak polupenetracije odabранo je nekoliko tipova Fluxbit-a, od kojih se očekuju zadovoljavajući rezultati (eksperiment izvršen sa saradnicima firme »Grmeč«, Beograd).

Prema literaturnim podacima na površinskom otkopu rudnika bakra u Arizoni (po-gon firme American Smelting and Refining Co), primena bitumenskih emulzija daje veoma povoljne efekte.

Rudnik upotrebljava 35 kamiona od 60 t, 6 od 55 t i 10 od 65 tona. Sem navedenog na rudniku rade i 4 traktora — guseničara, 4 dozera, 2 grejdera održavaju puteve i polivanje se vrši sa 4 cisterne i to dve od $7,5\text{ m}^3$, $14,5\text{ m}^3$ i 27 m^3 .

Površinski kop radi u sve tri smene i 7 dana u nedelji. Dnevna proizvodnja iznosi u proseku 100.000 t jalovine i rude.

U letnjem periodu temperature su vrlo visoke od $21-32^\circ\text{C}$ i mala relativna vlažnost. Od juna do septembra temperature se

penju do 37°C sa čestim kišama. I kod visokih temperatura voda nije dala nikakve rezultate, pošto odmah isparava.

Upotreba emulzionog asfalta marke SS-Kh (kotionski asfalt), dala je dobre rezultate.

Rudnik naručuje emulziju u autocisternama od 27 m^3 i pretače u cisternu od 37 m^3 koja je postavljena na obronku iznad puta do koje je moguće pristup vozilu za istovar. Podignuti položaj cisterne omogućuje gravitaciono pretakanje u vozila za polivanje. Emulzija se sipa u cisterne vozila, a zatim se cisterna dopuni vodom. Nije potrebno nikakvo mešanje izuzev onog koje nastaje pri sipanju vode u cisternu i kretanjem cisterne po putu. Brzina kretanja vozila za polivanje iznosi $15-20\text{ km/h}$. Pošto je pogon u radu tokom tri smene, da bi se izbeglo rasturanje emulzije (ovo je najveći nedostatak konstatovan eksperimentom u Majdanpeku) pravi se samo petpostotni rastvor, a nanošenje se vrši nekoliko puta uzastopno, posle sušenja prethodne naslage (približno nakon 2 časa). U toku 24 časa nanose se dve prevlake i zavisno od intenziteta transporta kvalitet je zadovoljavajući u toku 1—5 dana. Ovakvi putevi manje se habaju, omogućuju brži transport i smanjuju potrošnju guma. Otporni su na kišu (sem pljuskova) i ne zahtevaju obradu grejderom 3—4 meseca. Istim postupkom obrađen je i parking prostor za vozila, putevi oko radionice za remont, deo puta za pranje i podmazivanje i td. I na ovim putevima postignuti su zadovoljavajući rezultati. Bitumenska prevlaka na putu tanka je kao hartija (manje od 1 mm), te ne može služiti kao trajna zaštita. Kod permanentnog nanošenja sloj se obnavlja čime se postiže permanentna zaštita. Na deonicama puta gde je moguće obustaviti rad u jednoj smeni može se izvršiti polivanje i sa 10% rastvorom. U štede kod ovakvog načina rada su znatne i nekoliko puta su veće nego kod primene vode.

Potrošnja se smanjuje kod čistih površina ukoliko se prethodno uklanja prašina. Za potrebe Majdanpeka bila bi neophodna sledeća količina emulzije:

Dnevna potrošnja za 6 km puta iznosila bi 3—4 t, odnosno ukupna godišnja potrošnja oko 1000—1200 t.

Puteve na rudi ne bi trebalo prskati emulzijom, zbog mogućeg negativnog efekta na iskorišćenje u flotaciji.

Obrada puteva naftom

Odskora (nekoliko godina unazad) na površinskim otkopima SAD i SSSR-a, za sprečavanje stvaranja prašine na putevima upotrebljava se sirova nafta. Nafta poseduje dobra svojstva vezivanja prašine i kada se naroči na nenabijene tucaničke puteve može vezivati nataloženu prašinu. Kod nabijenih puteva i površinske obrade nafta se brzo otiče i vreme dejstva je kraće.

Ispitivanja izvedena na Kurgaminskom i Kolmakirskom površinskom otkopu pokazala su da su troškovi kod primene nafta 3 puta niži nego kod polivanja vodom. Tehnologija rada sastojala se u sledećem:

Nenabijena tucanička prekrivka polivana je naftom sa potrošnjom 1,2 kg/m². Kod ovih količina nafta prodire 2 do 2,5 cm ispod površine, teško se otire i kompaktira se pod pritiskom točkova vozila. Posle pojave većih koncentracija prašine obavezno je ponovno polivanje sa 0,9 kg/m². Snižavanje viskoznosti nafte koje omogućava normalno polivanje, vršeno je zagrevanjem pomoću specijalnih uređaja ili dodavanjem kerozina. Nakon smanjenja viskoznosti nafta je posipana specijalnim uređajima hidrauličnim ili hidropneumatskim putem. Obradena naftom prekrivka puta postala je stabilnija, a pošto je prema literaturnim podacima omogućila povećane brzine transporta za 11,0% i smanjila troškove održavanja prekrivke puta za 3—5 puta.

Povoljnije efekte daje nafta sa visokim sadržajem smole.

Praktični eksperimenti pokazuju da je posle prvobitne obrade puta sa 1 kg/m² dovoljno svakih jedan do dva dana, politi put u količini od 0,5 kg/m² a da stanje zaprašenosti ostane u granicama propisa.

Potrošnja nafta po 1 km za prvu obradu iznosi 10 t i ovaj postupak treba ponavljati 2—3 puta godišnje. Za sekundarnu obradu

puta potrebno je oko 150 polivanja godišnje, što daje količinu od oko 100 t/km. Ukupna potrošnja kretala bi se oko 130 t/km godišnje, odnosno za 6 km puta oko 800 t/god. Kod ovakve obrade 1 m² primio bi oko 10—13 kg nafte godišnje.

Eksperimentalni radovi izvršeni u RBM bez prethodne obrade podloge, pokazali su da je dejstvo relativno malo, kod potrošnje 0,2 kg/m². Pravilniji zaključci nisu se mogli dobiti zbog relativne kratkoće eksperimenta, te bi ovaj postupak trebalo detaljnije ispitivati.

Eksperiment izvršen od strane Naftagas-a sa veoma viskoznom parafinskom naftom na tucaničkom putu prema bušotini u naftenosnom polju Elemir, pokazao je dobre rezultate, iako je intenzitet transporta bio mali. Obrada puta izvršena je na sledeći način:

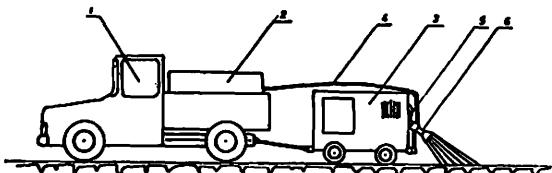
Na novonanetu tucaničku podlogu poliveno je 2—3 kg viskozne parafinske nafte u zagrejanom stanju, dok je na nekim deonica nafta lopatama rasturana po putu (kod nižih temperatura ova nafta stinjava i predstavlja gustu masu koja se lopatama može rasturati). Preko nanete nafte posut je sloj tucanika od nekoliko santimetara, dok su kompaktiranja izvršila sama vozila. Formirana kolovozna prekrivka je relativno stabilna i ne praši.

Na osnovu izvršenih istraživanja konstatovano je da se najbolji efekti postižu kod svakodnevnog nanošenja vrlo malih količina nafta na prekrivku puta. Zavisno od lokalnih prilika, ovakvo nanošenje može se vršiti jedanput u toku dana do jedanput u toku pet dana. Potrošnja nafta iznosi 0,05—0,15 l/m² i nanosi se specijalnim hidropneumatskim mlaznicama bez ikakve obrade puta.

Godišnja potrošnja kod ovog postupka iznosi bi 100 t, odnosno za 6 km puta oko 600 t.

U cilju provere navedenih efekata konstruisan je u RI-u specijalan uređaj (mlazni

ca) za hidropneumatsko otprašivanje. Razmatrana je mogućnost vezivanja ovog sistema za vozilo Euclid, koje danas služi za polivanje puteva na otkopu. Pre definitivne konstrukcije izvršen je eksperiment manjeg obima prema dатoj slici 11.



Sl. 11 — Šematski prikaz eksperimentalnog uređaja za hidropneumatsko nanošenje nafte i ulja na puteve — konstrukcija RI — Beograd.

1 — Kamion; 2 — Rezervoar sa naftom i pumpom; 3 — Kompressor; 4 — Dovod nafte pod pritiskom; 5 — Dovod komprimiranog vazduha; 6 — Mlaznica.

Abb. — 11 Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung für hidropneumatische Auftragung von Schweröl und Öl auf Strassen Konstruktion Bergbauinstitut — Beograd.

U toku eksperimenta korišćena je smeša otpadnog ulja i nafte, samo otpadno ulje i čista nafta.

Prema podacima RBM, rudnik raspolaže količinom od 30 t otpadnog ulja mesečno. Ako se ovoj količini doda 30 t nafte dobila bi se raspoloživa količina od 60 t mesečno, koja bi omogućila 10 polivanja u toku meseca na 6 km puta sa nanošenjem od 0,1 l/m². Praktično svaka deonica puta polivala bi se svaki treći dan.

Izvršeni eksperimenti pokazali su da je efekat predloženog načina relativno mali (traje samo 1 smenu), te se nije prešlo na detaljnju razradu i rekonstrukciju vozila za polivanje puta.

Otprašivanje puteva primenom mazuta

Primena mazuta kao sredstva za otprašivanje puteva novijeg je datuma. Literaturni podaci odnose se na 1972. godinu i Zijanovski površinski otkop u SSSR-u.

U toku eksperimenta primenjene su dve vrste mazuta: M-40 i M-100.

Na veličinu viskoziteta mazuta utiču različiti faktori: temperatura, pritisak, prethodna termo obrada itd. Naročito važnu ulogu igrat će temperatura. Sa porastom temperature, viskozitet se naglo smanjuje.

I kod primene mazuta moguće je primeniti više varijantnih rešenja. Najpovoljnije re-

zultate daju polupenetracioni postupci. Površina puta čisti se od prašine, popunjavaju se udarne rupe, poliva se površina puta vodom i formiraju osloni kanali na ivicama puta (profilisanje grejderom). Na profilisani put polaže se tucanik krupnoće do 25 mm, u debljini 4—5 cm. Tucanik se razastire i ravnata. Tucanička masa poliva se vodom (2 l/m²), radi udaljavanja prašine. Preko ovako formirane prekrivke specijalnim uređajem (gudronator) razliva se mazut sa potrošnjom od 4 l/m². Preko ovako formirane površine postavlja se krupnozrni pesak pomoću specijalnog vozila za razbacivanje peska. Debljina peska iznosi 5 mm. Pesak sprečava lepljenje mazuta za točkove kamiona. Kretanjem vozila valja se put.

Promena zaprašenosti na ovako obrađenoj površini je znatna i traje 2,5 meseca. Trajanje prekrivke može biti duže ili kraće i zavisi od temperature vazduha i padavina. Primena ovakvog postupka smanjuje troškove u odnosu na vodu za dva puta. Sem toga postiže se znatno sniženje troškova za održavanje puta, pošto se ovakva prekrivka daleko manje haba.

Površinska obrada mazutom nije dala povoljne efekte, mazut se raznosi točkovima vozila i traje svega nekoliko smena. U ovom slučaju potrošnja mazuta je znatno manja pri jednom nanošenju ali veća u ukupnom bilansu.

Moguće je polivanje mazutom bez prethodne pripreme podlage, s tim da se na put naneše količina 1—1,5 kg/m², a preko ovoga stavi sloj peska debljine 5 mm. Ovako formirana podloga nešto duže traje i nestabilna je pošto je prodiranje mazuta u osnovnu masu puta malo. Umesto nanošenja nove tucaničke mase moguća je i metoda sa razrivanjem puta, kako je to već opisano u prethodnom tekstu.

Ostali postupci koji se primenjuju za obaranje prašine na putevima površinskih otkopa

Smeša etilenglikola, butil alkohola, vodenog rastvora karboksimetil — celuloze

Jedan od primenjenih načina za obaranje prašine je i navedena smeša. Pogodna je za

rad kod niskih temperatura, ispod 0°C. Komponentalni sastav smeše je sledeći:

- etilen glikol 5 — 20%
- butil alkohol 1 — 10%
- 0,5% rastvor karboksimetil celuloze u vodi 94—70%.

Mešanje komponenata vrši se na sledeći način: prvo se mešaju etilen glikol i butil alkohol. U posebnom sudu pripremi se 5% rastvor karboksimetil celuloze. Navedeni rastvor dodaje se prethodnoj smeši. Navedena emulzija razblažuje se vodom i nanosi na put kao 25% koncentracija. Postignuti efekti su zadovoljavajući, a vreme trajanja je 6—8 dana.

Poliakril benzolna smola

U svrhe polivanja puta upotrebljava se poliakril benzolna smola, koja ima više od 15% poliakril benzola. Ova materija je masna, teško isparljiva i u vodi nerastvorljiva tečnost. Ključa na 180°C a stvaranjem se na — 32°C. Specifična težina je 0,944. Eksperimenti sa ovom smolom izvršeni su na rudniku Ekbastugolj, na etažama uglja i jalovine. Pre polivanja puta put je pripremljen tučnikom po već objašnjrenom postupku. Polivanje je vršeno iz cisterne na autoprikolici, kroz perforiranu cev. Potrošnja tečnosti kod prve obrade iznosila je 2—2,4 l/m². Prva obrada trajala je 8—10 dana, a koncentracije prašine bile su u granicama dozvoljenog. Kod druge obrade potrošnja je iznosila 1—1,2 l/m² a efikasnost delovanja trajala je još 10—12 dana.

Poliakril amidi

Ova sredstva upotrebljavaju se kao 0,03% rastvor u vodi. Polivanje se vrši pri potrošnji od 3 l/m², što odgovara 90 gr/m² poliakril amida. Ova materija je visokomolekularno sintetičko jedinjenje koje se lako rastvara u vodi. Izrađuje se u vidu žele-materije, koja u sebi sadrži 8% vodenog rastvora. Rastvore

poliakrilamida treba upotrebljavati na mestima gde nema rude pošto štetno deluje na iskorišćenje flotacije. Nanošenje ovog rastvora moguće je pomoću specijalnog raspršivača, koji se sastoji iz avionske elise i mlaznica postavljenih na teškom kamionu. Pogon elise može biti električni (visoko napredni asinhroni kratko spojeni motor). Nepodesnost elektro pogona sastoji se u potrebi razvlačenja električnog kabla duž puta i velikog broja priključnih mesta. Optimalni ugao loptatica elise je 25°. Okretanjem lopatice za 180° postiže se promena smera proticanja vazduha. Uredaj je snabdeven cisternom, pumpom i mlaznicama. Mlaznice bacaju rastvor u osu strujanja tako da se postiže domet od 100 — 150 m. Okretanjem elise pod uglom prema putu omogućeno je odnošenje prašine i jednovremeno kvašenje puta. Umesto elektromotora primenjuje se dizel motor posebno ugrađen na šasiji. Za ublažavanje velikih ubrzanja pri puštanju u rad, elisa je spojena sa pogonom preko hidraulične spojnica. Uredaj se može koristiti za čišćenje snega i polivanje radilišta vodom, a i za provetrvanje zonasti stagnacije. Elisa se može okretati po horizontali za ugao od 2 × 45°.

Potrošnja vode je 18 m³/h sa pritiskom od 2—3 at.

Razrađena je takođe i varijanta po kojoj navedeni uređaj vuče cisternu za polivanje. Snagom pritiska vazduha koji daje elisa, put se čisti od prašine, a zatim poliva vodom. Uredaj je pogodan za kvašenje obronaka puta koji su takođe veliki izvori prašine.

Iz literaturnih podataka nisu poznati efekti navedenog sistema, a složenost konstrukcije ne preporučuje njihovu primenu.

Uredaji za polivanje

Veliki broj navedenih metoda zahteva različite uređaje za polivanje čije konstrukcije nisu detaljnije analizirane ali će posle eksperimentalnih radova biti neophodna njihova detaljna analiza. Za sve slaboviskozne tečnosti, kod kojih je znatna potrošnja upotrebljenog sredstva, mogu se upotrebljavati cisterne sa perforiranim cevima. Ovi uređaji imaju relativno uzanu širinu polivanja 3—5 m., ali visoki kapacitet (do 30 t). Najpovoljniji

nija je adaptacija postojećih vozila, kako je to urađeno u rudniku bakra Majdanpek.

Umesto navedenih cisterni mogu se upotrebljavati specijalna vozila konstruisana u ove svrhe. Osnovne karakteristike ovih vozila treba da su:

- mala brzina kretanja od 10 — 20 km/h
- širina pojasa polivanja u jednom prolazu do 18 m.
- ako se upotrebljavaju za spiranje puta, širina spirnog mlaza do 8,0 m.
- mogućnost promene kapaciteta polivanja od 0,5—4 l/m².

Vozila navedenih karakteristika mogu da polivaju put i da vrše spiranje puta vodom ukoliko dođe do primena bitumenskih emulzija (spiranje nataložene prašine).

Za polivanje viskoznim materijama potrebna je nabavka specijalnih mašina gudronatora, u kojima se mazut ili nafta zagrevaju i u zagrejanom stanju polivaju po putu. Kapacitet ovih uređaja trebalo bi da se kreće, minimum 5 t/h.

Opšta karakteristika svih vozila treba da je bezbednost vozača pri upotrebi (kod punjenja i polivanja), obezbeđena protivpožarna zaštita i automatsko rukovanje.

Kod primene treba izraditi posebna uputstva za upotrebu odabranih reagenata.

U eksperimentalne svrhe mogu se koristiti provizorno formirana vozila za polivanje dok se za definitivno odabрано rešenje mora izabrati odgovarajući tip vozila iz domaće ili svetske producije, odnosno konstruisati specijalno vozilo.

Uskladištenje, transport i priprema reagenata

Zavisno od tipa odabranog sredstva potrebno je projektovati način dopreme, uskladištenja i pripreme reagenata.

U svim analiziranim varijantnim rešenjima, količine reagenata kreću se od nekoliko stotina do 1000 t/god. Prevoz navedenih koli-

čina od proizvođača do rudnika i način uskladištenja zavisiće od vrste izabranog reagenta i može se obaviti auto prevozom proizvođača, železnicom u cisternama ŽTP, ili specijalnim cisternama koje mora da nabavi rudnik.

U okviru ovog članka nisu analizirani navedeni elementi iako oni mogu bitno da utiču na izbor odgovarajućeg postupka zbog velikih investicija i redovnih troškova u ove svrhe.

Veliki deo navedenih sredstava je zapanjliv, zahtevaće specijalnu protivpožarnu zaštitu i specijalni postupak pri rukovanju i uskladištenju. U toku eksperimentalnih rada moguća je provizorna organizacija dopreme i uskladištenja, dok se kod definitivnog izbora ovaj postupak mora projektovati.

Ukoliko se materijal doprema železnicom, biće neophodna izrada magacina na železničkoj stanici i organizacija transporta do pomocnih skladišta na površinskom otkopu. Za ovaj transport biće neophodna specijalna vozila.

Ukoliko se materijal doprema auto-prevozom biće neophodna izrada većeg skladišta na površinskom otkopu.

Nakon izbora odgovarajućeg postupka, biće neophodno projektovanje skladišta u skladu sa zakonskim propisima. Ista razmatranja odnose se i na sistem pripreme, koji će verovatno zahtevati izradu posebnih stanica za pripremu i pretovar odabranih reagenata.

Zaključak

Na osnovu izvršenih analiza mogu se izvući sledeći zaključci:

- Problem otprašivanja na putevima je izvanredno složen i do danas nije u potpunosti rešen u svetskoj praksi, kako sa stanovišta efekata, tako i u odnosu na ekonomski pokazatelje primene. Tehnička rešenja nemaju univerzalan karakter i zavise od lokalnih prilika rudnika. Izbor adekvatne metode zahteva dugotrajniji istraživački i eksperimentalni rad na terenu.

- Zaprašenost na putevima predstavlja osnovni izvor prašine u procesu rada od 60 — 94% i treba mu posvetiti najveću paž-

nju. Koncentracije prašine zavise od stanja puta, sposobnosti drobljenja prekivke puta, primjenjenog sredstva zaštite, brzine vazduha, vlažnosti vazduha, brzine i intenziteta transporta, konstrukcija guma i dr. te se ne može jednoznačno definisati za sva mesta na površinskom otkopu. Koncentracije se kreću od 1—150 mg/m³, bez primene sredstava zaštite. Najveće su sredinom dana, a najmanje noću. U letnjem periodu su koncentracije više desetina puta veće nego u zimskom periodu. Koncentracije prašine ozbiljno ugrožavaju zdravlje zaposlenih radnika, smanjuju brzinu transporta i negativno deluju na rad vozila.

— U cilju rešavanja problema potrebno je izvršiti kategorizaciju puteva, prema trajnosti i intenzitetu transporta i za svaku kategoriju predvideti odgovarajuće tehničko rešenje zaštite. Za puteve na rudniku ne smeju se upotrebljavati sredstva zaštite koja negativno utiču na iskorišćenje flotacije.

— Sve puteve trajnijeg karaktera treba obrađivati više puta u toku godine, tucanicom čiji je otpor veći od 1500 kg/cm², a granulacije ne veće od 0—25 mm. U cilju što egzaktnijeg izbora odgovarajuće metode otprašivanja neophodno je prići permanentnom prikupljanju meteoroloških podataka (dnevni hod kretanja temperatura, relativne vlage, brzine i pravca vетра, za sva četiri godišnja doba, čestine temperaturnih inverzija i padavine).

— Polivanje puteva vodom pomoću autocisterni ne predstavlja tehnički zadovoljavajuće rešenje. Vreme trajanja dejstva kreće se od 0,5—4,0 časa za jedno polivanje, te se broj potrebnih polivanja u toku dana kreće od 6 do 20, za dobijanje dozvoljenih koncentracija. Ovakav intenzitet polivanja zahteva velike količine vode i visoke troškove. Primenjeni način polivanja vodom sa 3—5 polivanja dnevno je neefikasan i ne može služiti kao komparativni podatak u odnosu na efikasnost i ekonomski pokazatelje drugih metoda. Negativno dejstvo vode na razaranje puta bitan je činilac kod ocene podobnosti ove metode, pošto utiče na intenzitet transporta i znatno podiže troškove održavanja vozila. Analiza pokazuje da ovu metodu ne bi trebalo primenjivati u daljoj praksi naših rudnika.

— Polivanje puteva vodom pomoću stacionarnih cevovoda se ne preporučuje zbog velikih investicionih ulaganja, velike potrošnje vode i negativnog dejstva na stabilnost puteva. U zimskom periodu ovaj sistem je neprimenljiv.

— Metoda polivanja površine puteva rastvorima higroskopnih soli naročito CaCl₂ je podesna metoda koja se preporučuje bilo kao metoda za sve puteve, bilo kao metoda za puteve na rudi, pošto CaCl₂ u navedenim količinama ne utiče na iskorišćenje flotacije.

Broj polivanja puteva ovim rastvorima smanjio bi se 10—15 puta u odnosu na potreban broj polivanja vodom uz značajne efekte smanjenja koncentracije. Metodu ne treba primenjivati u vreme velikih padavina, pošto je potrošnja CaCl₂ visoka, a trajanje malo.

— Primena metode unošenja u prekrivku od tucanika granuliranog ili praškastog CaCl₂, može dati povoljne rezultate.

— Primena ligno-sulfita kalcijuma može predstavljati efikasnu i jeftinu metodu pošto je ova sirovina otpadni materijal Fabrike celuloze i papira u Prijedoru.

— Rad sa emulzijama ligno-sulfita, vode, bituminoznih materija i cementa, predstavlja vrlo složen proces pripreme te se ova metoda ne preporučuje.

— Metoda obrade tucaničke prekrivke bitumenskim emulzijama, odnosno rad sa razređenim emulzijama na neobrađenom putu, može predstavljati efikasno sredstvo za rešenje problema zaprašenosti na putevima trajnog karaktera.

— Obrada puteva parafinskom naftom predstavlja moguće varijantno rešenje, ali ga treba proveriti u lokalnim prilikama rudnika.

— Primena mazuta verovatno predstavlja najefikasnije sredstvo za obaranje prašine, zbog niskih troškova sirovine i relativno jednostavnog postupka primene.

— Ostali postupci koji se primenjuju za obaranje prašine na putevima nisu u svetu našli primenu, te se ne predlaže njihovo korišćenje na našim rudnicima.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Analyse der Möglichkeiten Staubkonzentrationsherabsetzung auf den Tagebau-Fahrstrassen

Dipl. Ing. I. Ahel*)

Die Lösung des Verstaubungsproblems auf den Tagebaufahrstrassen stellt eine sehr zusammengesetzte Aufgabe dar, die im Weltmaßstab in der Bergbaupraxis noch nicht vollkommen technisch und wirtschaftlich gelöst ist. Bisherige Untersuchungen haben erwiesen, dass mögliche Lösungen an die Besonderheiten einzelner Betriebe gebunden sind, so dass gemachte Erfahrungen nicht direkt auf alle Fälle in der Praxis übertragen werden können.

Das Wasser als technische Lösung gibt keine zufriedenstellenden Effekte im Stadium der heutigen Anwendungsweise. Häufigere automatisierte Anwendung dieses Verfahrens ruft hohe Kosten hervor, was dieses Verfahren nicht empfehlenswerter macht. Zukunftslösungen sind in den Kalziumchlorid, Schweröl, Erdöl und bituminösen Stoffen verwendenden Verfahren zu suchen. Die Auswahl des entsprechenden Verfahrens ist über die Versuche kleineren Umfangs im Betrieb selbst durchzuführen.

Die Bildung der Schotter-Strassendecke beeinflusst wesentlich die Herabsetzung der Verstaubung und wird empfohlen ohne Rücksicht auf das angewandte Abstaubungsverfahren.

*) Dipl. ing. Ivan Ahel, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Zaštita reke Tare od zagadivanja otpadnim vodama rudnika Brskovo

Dr ing. Stjepan Tomašić

Rudniku »Brskovo«, izgrađenom na osnovu tehnoloških podataka obraćenim pre više od 10 godina, nije bilo dozvoljeno da uđe u proizvodnju bez dodatne opreme za prečišćavanje otpadne vode koja bi u potpunosti zaštitila eko sistem reke Tare od zagadivanja. Novo projektovani uređaji su vrlo skupi kako u investicijama tako i u eksploataciji. U cilju izbegavanja novih investicija i povećanih troškova proizvodnje problem je proučavan u RI-u u Beogradu i nadena su odgovarajuća rešenja.

Uvod

Izgradnjom rudnika metala olova, cinka i bakra te pirita »Brskovo« u Mojkovcu, SR Crna Gora, vrlo je ozbiljno dovedeno u pitanje dalje održavanje postojećeg eko sistema reke Tare, nizvodno od Mojkovca u svetu poznate po svojoj lepoti okoline i nezagadenosti njenih voda, na čijoj obali je rudnik izgrađen. Flotacijsko postrojenje rudnika, projektovano i izgrađeno na osnovu tehnoloških ispitivanja flotabilnosti rude »Brskovo«, izvršenih pre više od deset godina, potencijalni je »proizvođač« otrovnih materijala koje je trebalo otpušтati u vodotok Tare i tako tu planinsku reku pretvoriti u kolektor otpadnih industrijskih voda.

Kategoričkim zahtevom jugoslovenske javnosti, Izvršno vijeće i Predsjedništvo Skupštine SR Crne Gore, u cilju zaštite od zagadivanja voda reke Tare, donelo je početkom 1973. god. odluku kojom obavezuje investitora, rudnik »Brskovo«, da poduzme mere u cilju izrade tehničke dokumentacije kojom treba da se obezbedi sigurnost u pogledu bilo kakvih prodiranja otpadnih voda i jalovinskog ostatka u vodotok reke. Taj zadatak bio je od strane rudnika »Brskovo« poveren Institutu za bakar, Bor, koji je, polazeći od

projektom predviđene zagađenosti otpadnih voda flotacijskog postrojenja, rešio problem na taj način što je projektovao izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i oblaganje dna jalovišta, lociranog u aluvijonu na samoj obali reke, PVC folijama. Prelivna voda jalovišta trebalo bi da se vraća u tehnološki proces kao recirkulirajuća. U tom slučaju očekuje se smanjenje iskorišćenja u bilansu metala pri radu flotacijske koncentracije. Da bi se izbeglo to smanjenje iskorišćenja, predviđeno je da se recirkulirajuća voda osvežava izvesnom količinom vode iz reke Tare, a tako stvoreni višak otpadne vode jalovišta prebacuje zasebnim pumpnim postrojenjem u reku Lim. Investiciona ulaganja u izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i oblaganje jalovišta u iznosu od 43,7 milijuna dinara povećala bi se time za daljih 6,9 milijuna dinara, pa bi ukupna ulaganja tada iznosila oko 50,6 milijuna dinara.

Problem tako postavljen pred Rudnik, podstakao je saradnike Rudarskog instituta Beograd, da se prihvate njegovog proučavanja, u cilju omogućavanja što skorijeg početka rada i dalje normalne proizvodnje već izgrađenog rudnika, te potpune zaštite postojećeg eko sistema reke Tare od prodiranja zagađenih voda u njen tok. Činjenica da je od-

lagalište jalovine izgrađeno na samoj obali reke, u njenom aluvijalnom nanosu, da se ne dozvoljava otpuštanje u reku Taru ni pret-hodno očišćene otpadne vode, postavila je pred tehnologe RI-a zadatak da taj problem reše u samom začetku stvaranja zagadenosti industrijske vode i da na taj način spreče otpuštanje zagađenih voda u izgrađeno jalovište. To jalovište može da služi samo za odla-ganje jalovinskog ostatka procesa flotiranja rude iz jamskih pogona »Žuta Prla« i »Brskovo« i kao recipijent izbistrene vode koja će u potpunosti da se upotrebi u tehnološkom procesu kao recirkulirajuća industrijska vo-da, bez opasnosti po smanjenje iskorišćenja metala.

Tehnološka rešenja

Rudnik

Studije flotiranja minerala iz ruda revira »Brskovo« i »Žuta Prla« pokazale su da je dobivanje vrednih koncentrata mnogo lakše iz ovog potonjeg. Sem toga, revir »Žuta Prla« je nešto više odmakao u dovršenju ru-darskih radova, tako da je moguće da se za nešto kraće vreme sposobi za eksploraciju.

Imajući nadalje u vidu poteškoće koje će se pojavljivati pri uhodavanju celokupnog tehnološkog procesa, prišlo se u RI-u ana-lizi rudarskih kapaciteta samog rudnika. Stu-dija izrađena u tu svrhu pokazala je da se bez dodatnih investicionih ulaganja može or-ganizovati proizvodnja u jami »Žuta Prla« za puni kapacitet rudnika od 500.000 tona rude godišnje. Ovakav obim proizvodnje moguće je obezbediti za prve dve godine normalnog rada rudnika, dok bi se nakon toga smanjila proizvodnja na 250.000 tona rude godišnje, kako je to predviđeno programom. U isto vreme ušla bi u proizvodnju jama »Brskovo« sa svojim predviđenim i za to vreme pri-premljenim kapacitetom eksploracije od 250.000 tona rude godišnje.

Flotiranje

Proučavanja, vršena već duže vreme u RI-u, na otpadnim vodama jugoslovenskih olovo-cinkovih rudnika, pokazala su da se tehnološki proces flotiranja može voditi i bez reagenasa potencijalnih uzrokovača zagađe-nosti otpadnih voda. Studijom koncentracije polimineralične rude olova, cinka i bakra

Rudnika »Brskovo« i to kako jamskog pogo-na »Žuta Prla«, tako i pogona »Brskovo«, ovo je potvrđeno i pokazano da je moguće izvršiti koncentraciju korisnih minerala rude tog rudnika bez upotrebe ditiofosfata aero-filota, reagenasa spravljenog na bazi fenola, zatim bez upotrebe cijanida i uz desetostruko smanjenje upotrebe sumporne kiseline. Da-kle, bez materija štetnih za bilo koji sistem životne sredine. Na taj način postiže se da se iz investicija, predviđenih investicionom do-kumentacijom, isključuje postrojenje za pre-čišćavanje fenola, jer se ovi više ne pojav-ljuju. Kako to isto važi i za cijanide i sum-pornu kiselinsku, industrijska voda pogona os-taje u celosti pogodna za recirkulaciju, bez opasnosti po smanjenje iskorišćenja mineral-ne supstance, to ne dolazi u obzir ni izgrad-nja cevovoda i postrojenja za prebacivanje viška otpadne vode jalovišta u reku Lim.

Jalovište

Industrijska voda (tablica 1) iz procesa flotiranja, nakon odlaganja čvrstih čestica korisnih minerala i

Tablica 1

Štetne materije u vodi nakon opita flotiranja rude iz rudišta »Žuta Prla« (ŽP) i »Brskovo« (B)

	ŽP	B
pH	10,6 mg/l	8,2 mg/l
Cu	0,006 trag	
Pb	0,28 0,41	
Zn	0,038 0,02	
Fe	0,07 0,05	
Sulfati (SO_4)	979,0 527,0	
H_2S	1,2 0,41	
Sulfidi rastvorni	3,1 3,4	
Azot amonijačni	0,53 0,48	
nitratni	0,45 0,90	
K-etil ksantat	15,00 11,0	
Fenoli	nema nema	nema nema
Cijanidi	nema nema	nema

jalovine u zgušnjivačima vraća se većim de-lom ponovno u proces flotiranja, dok se ma-nji deo zajedno s flotacijskom jalovinom ot-pušta u jalovište. Na ispustu jalovine iz zguš-njivača dodavaće se u sistem recirkulirajuće industrijske vode sva potrebna količina sveže vode, čime se postiže značajno razblaživanje štetnih materija u vodi koja služi za trans-

port jalovine do jalovišta. U toj vodi pH po-prima vrednosti vrlo bliske neutralnoj. Pro-dor minimalnih količina štetnih komponenata nastalih oksidacijom, pri pH sredine oko 7, jalovinskih ostataka iz tehnološkog procesa flotiranja, kroz aluvijalni nanos prema na-šem iskustvu ne treba uzimati u obzir. Zaost-tatak jona Pb, Zn, Cu, nakon njihovog obara-nja u postrojenju jonske izmene ne prelazi vrednosti maksimalno dozvoljenih interna-cionalnih O.M.S. normi za piću vodu (tab-lica 2).

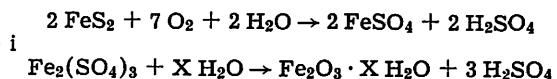
Tablica 2

Maksimalno dopustive toksične materije u vodi za piće (O.M.S.)^{a)}

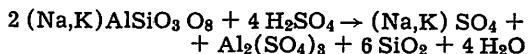
materije	mg/l max dopustivo	mg/l poželjno da ne prelazi
Cu	0,5	0,05
Pb	1,0	0,1
Zn	15,0	5,0
Fe	1,0	0,1
Sulfati (SO ₄)	400,0	200,0
Nitrati (NO ₃)	50,0	
Amonijak (NH ₄)	0,05	treba biti naročito kontrolisan

^{a)} Izvod iz internacionalnih normi (Organisation Mondial de la Santé, Genève, 1971.)

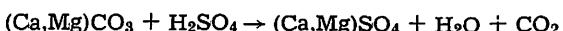
SO₄ joni nastali oksidacijom, i uz pomoć mikroorganizama, pirita i sulfata zaostalih u flotacijskoj jalovini prema hemijskim reak-cijama:



neutrališu se »prirodnim filtrom« pri prodi-ranju kroz jalovinu sastavljenu iz feldspata, porfirita, gline, krečnjaka ili dolomita prema hemijskim reakcijama:



ili



prelazeći u gotovo netopive soli.

Od istih ili sličnih stena sastavljen je i aluvijalni nanos na kojem je izgrađeno jalo-

više. Najkraća udaljenost odloženog jalovin-skog materijala do svetlog profila korita reke Tare je oko 50 m.

U industrijskim pogonima, za odstranjivanje suprnore kiseline iz otpadnih voda, pri-mjenjuju se filtri s punjenjem izdrobljenih karbonatnih stena ili feldspata. Potrebna ko-ličina punjenja zavisna je o količini sum-porne kiseline u vodi a odnos punjenja pre-ma kiseline je 1 : 1.

Jasno je, da je u našem slučaju taj odnos daleko povoljniji.

Prema tome, potreba oblaganja dna jalovišta PVC folijama dolazi, iz napred navede-nih razloga, također u pitanje. Tokom rada postrojenja za koncentraciju formiraće se na odlagalištu sloj fino samlevene jalovine koji po svojim fizičkim i fizičko hemijskim svoj-stvima neće da dozvoli prodiranje štetnih komponenti u vodotok reke u meri koja bi mogla da poremeti postojeću ekološku rav-notežu. To će da važi i za jalovište kad ono bude prestalo da bude aktivno. Za jalovište ostaje neophodno da se obezbedi nasip od mehaničkog oštećivanja, te da se na taj na-čin spreči direktni kontakt voda jalovišta i reke Tare.

Ekonomski posledice novih tehnoloških rešenja

Početak izgradnje rudnika »Brskovo«, pla-niran za početak 1966. god. pada pod kraj 1967. Završetak gradnje bio je predviđen u 1970. godini, ali rudnik do danas još nije pu-ten u rad. Producovanje rokova imalo je za posledicu stalno povećavanje troškova izgrađe-nje (tablica 3).

Tablica 3

Troškovi investicija	u 000 din.
Po prvočitnom invest. programu	94.543.—
Prekoračenja, po aneksima 1970, 1971. i 1972.	81.531.—
Ukupna dosadašnja ulaganja	176.074.—
Potrebita sredstva radi otpadnih voda	43.701*
Obrtne sredstva	6.828
Društveni standard (zahtev)	10.000
Ukupno:	236.603.—

* Nije uračunat iznos od 6.900, za uređaj za prehaci-vanje dela otpadne vode u reku Lim.

Prema tehnološkim rešenjima RI-a, i uz varijantu da se dno jalovine obloži PVC

folijama, iznos za prečišćavanje voda od 43,701.000 din. smanjuje se za 12,935.000 din. Ukupni iznos ulaganja, prema predlogu RI-a je 223,668.000 din., te bi uporedni pregled varijanti investiranja i troškova proizvodnje, prema tablici 4 bio:

Tablica 4

Uporedni pregled finansijskih sredstava

u 000 din.

	Investicioni program	Pregled RI	Primedba
	puna eksploatacija		
1. Investicije	236.603	223.668 ¹	
2. Troškovi sredstava	31.326	28.387	
3. Materijalni troškovi	29.969	23.524	
4. LD	17.502	17.208	
5. Doprinosi	350	344	
6. Cena koštanja	79.147	69.463	
7. Realizacija ²	116.248	127.689	
8. Razlika (7-6)	37.101	58.226	
9. Otplate	19.997	18.703	
10. Ostatak za fondove	17.104	39.523	

— Iznos sadrži i sredstva za oblaganje jalovišta PVC folijama, od čega navodno odgovorne institucije ne žele da odstupe. Ne uzimaju se u obzir svetska iskustva, a za dokazivanje protivnog RI ne raspolaže ni sredstvima ni vremenom.

— Iskorišćenja investicionog programa nisu realna. U iznos investicija nije uračunata izgradnja uređaja za izbacivanje suvišne otpadne vode u reku Lim. Taj višak otpadne vode pojaviće se ako se zadrži tehnološki proces flotiranja.

logija flotiranja prema Investicionom programu, a uz uslov da se želi zadržati planirano iskorišćenje metala.

Cene metala su iz poslednjeg kvartala 1973. godine.

Uz zadovoljavanje svih uslova postavljenih u pogledu prodiranja otpadnih voda u reku Taru, posledica tehnoloških rešenja u ekonomskom pogledu je višak od 22.419.000 dinara godišnje u fondovima preduzeća.

Završni osvrt

Tehnološka ispitivanja Pb, Zn i Pb, Zn, Cu rude rudnika »Brskovo«, u Rudarskom institutu, pokazala su da je moguće voditi tehnološki proces flotiranja te rude uz pomoć flotacijskih reagenasa koji ne sadrže fenole i bez cijanida, dakle bez materija štetnih za bilo koji sistem eko sredine. U celosti je primenjiv sistem recirkulacije industrijske vode, bez ikakvog otpuštanja »viška« u rečne tokove, zahvaljujući primeni istih reagenasa u ciklusu flotiranja rude ležišta »Žuta Prla«, kao i u ciklusu flotiranja kompleksne rude ležišta »Brskovo«. Flotacijska jalovina otprema se u jalovište dodatkom celokupno potrebne sveže vode, čime se razblažuju koncentracije zaostalih štetnih materija. Ne očekuje se prodor proizvoda oksidacija slufida i sulfata kroz aluvijalni nanos reke Tare na kom je izgrađeno jalovište. Aluvijalni nanos je proizvod stena porfirita, krečnjaka i krečnjačkih škriljaca, materija koje vrlo snažno reaguju sa sumpornom kiselinom, stvarajući gotovo netopive soli.

Analiza ekonomske opravdanosti primene takvih tehnoloških rešenja pokazala je njihovu punu svršishodnost.

SUMMARY

Protection of River Tara Against Pollution by Mine Brskovo Waste Waters

Dr. S. Tomašić, min. eng.*)

Less toxic flotation reagents which were used as substitution of flotation reagents containing toxic materials in flotation of complex leadzinc ores of Brskovo mine proved to be more adequate. The recirculation system of waste waters without overflowing into river flows is fully applicable. It is not expected that oxidation products of sulphides and sulphates will penetrate through an alluvium of Tara River where tailings dum has been located. The alluvium is composed of porphyritic rock, limestone and limestone shale- the materials which react very strongly with sulphuric acid making almost non-soluble salts.

Economic justification analyses proved that those technological processes are fully appropriate.

*) Dr ing. Stjepan Tomašić, saradnik Rudarskog instituta, Beograd.

L iter atura

1. O bradović, P. 1973.: Analiza mogućnosti postizanja punog kapaciteta rudnika »Brskovo« u reviru »Žuta Prla«, RI.
2. Popović, D., Đaković, D., Mišić, K., Đokić, V. 1974.: Izveštaj o izvršenim laboratorijskim ispitivanjima flotiranja olovo-cinkove rude rudnih tela »Brskovo« i »Žuta Prla«, RI.
3. Stojković, D. 1974.: Analize ekonomске opravdanosti izmene tehnološkog procesa rudnika »Brskovo«, RI.
4. Water Pollution Control, Chemical Engineering (Deskbook Jssue), June 21, 1971.
5. Vaillant, J.R. 1973.: Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, Paris.
6. Schmidt, J.W., Conn, K. 1971.: Abatement of water pollution in the base metal mining industry, Canadian Mining Journal, mart.

Zemljospoj u rudničkoj kabelskoj mreži — opasnosti

(sa 8 slika)

Mr. ing. Zdenko Tonković

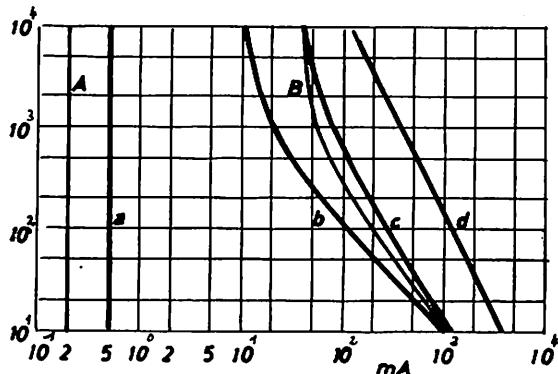
U članku se izlažu oblici mogućih opasnosti u rudničkoj kabelskoj mreži: opasnost po ljude uslijed previšokih dodirnih napona, mogućnost izbijanja iskre na mjestu kvara, te mogućnost zapaljenja eksplozivne smjese trajnim zagrijavanjem strujom pogreške na mjestu kvara. Naročita je pažnja obraćena pragu opasnosti od dodirnog napona, pa je izloženo više danas aktuelnih pogleda na tu temu.

U kabelskoj rudničkoj mreži dva su osnovna kvara: zemljospoj i kratki spoj. Statistički je pojava zemljospoja znatno učestalija, a gotovo redovito prethodi kratkom spaju — zato ćemo zemljospoju posvetiti posebnu pažnju i pokušati ćemo ga analizirati s nekoliko aspekata: kao opasnost električnog udara za ljude, kao opasnost od električne iskre, pa i luka, što je pogibeljno u atmosferi eksplozivnih smjesa, te opasnost od zagrijavanja mjesta kvara strujom pogreške (1).

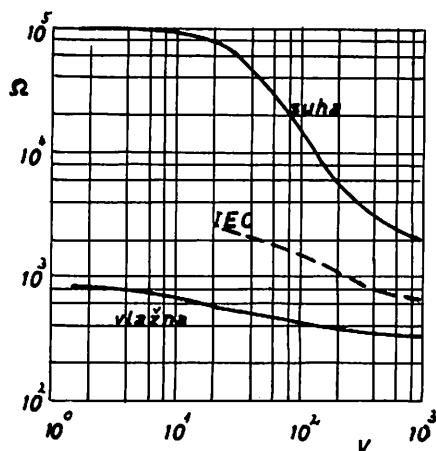
Pogledajmo prvo opasnost od električnog udara, što ćemo analizirati kroz veličinu dozvoljene struje pogreške i definirati dozvoljenom veličinom dodirnog napona kako je to u Propisima uobičajeno.

Na osnovu sovjetskih, američkih i njemačkih ispitivanja slijedi da su fiziološki potpuno bezopasne struje standardnih frekvencija do vrijednosti 10 — 16 mA, odnosno ispod 20 mA efektivne vrijednosti. Na sl. 1 dana su područja patofiziološkog djelovanja struje (efektivne vrijednosti), pogonskih frekvencija 50 ili 60 Hz, u ovisnosti o vremenu protjecanja za prosječnu težinu tijela 50 kg i strujnu stazu preko ekstremiteta. Takav je dijagram dala odgovarajuća radna grupa IEC-a (WG 4), posebno formirana i zadužena za probleme elektropatologije. Do linije »a«

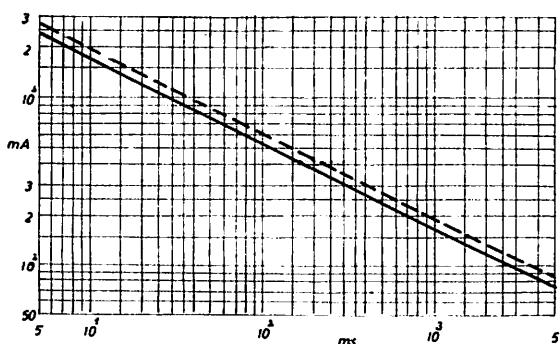
obično nema opasnosti, između »a« i »b« još ne ma trajnijih medicinskih posljedica, između »b« i »c« obično se još ne pojavljuje fibrilacija srca, između »c« i »d« je moguća fibrilacija srca, a od »d« gotovo sigurno. Na istom su dijagramu načrtana i područja djelovanja istosmjerne struje, kako ih je razradila radna grupa IEC-a: do »A« obično je bez posljedica, a do »B« obično nema medicinskih štetnih posljedica. Može se postaviti slijedeća relacija: $I_0 = I_{\text{eff}} \cdot \log t$, u kojoj je »t« vrijeme u milisekundama (ms), ograničeno na područje od 10 ms do 10 s, a I_{eff} vrijednost izmjenične struje. Naponi koji su potrebni da protjeraju te struje računat će se prema Ohmovom zakonu; otpor ljudskog tijela varira od veličine nekoliko stotina Ω kad je koža suha do jednog Ω kad je vlažna, a probanj kože smanjuje ga na oko 500Ω . Specijalno za rudničke prilike, otpor tijela može se uzeti između 800Ω (podatak iz sovjetske literature /2/); u istom izvoru struja od 50 mA smatra se vrlo opasnom, pa slijedi da je veličina graničnog napona 40 V i 2500Ω (u njemačkoj i našoj literaturi). Za kritički osvrt na taj interval otpora trebalo bi poznavati niz parametara za koje se zna da utječu na njegovu veličinu: otpor tijela opada s povišenjem napona (2), od 2500Ω kod malih napona do oko 600Ω kod 1 kV (sl. 2), zatim



Sl. 1 — Područja patofiziološkog djelovanja istosmjerne i izmjenične struje.
Abb. 1 — Bereich der pathophysiologischen Wirkung von Gleich- und Wechselstrom.



Sl. 2 — Električni otpor tijela ovisno o stanju kože
Abb. 2 — Elektrischer Körperwiderstand in Abhängigkeit vom Hautzustand.



Sl. 3 — Prag smrtonosne izmjenične struje u ovisnosti o vremenu protjecanja (4).
Abb. 3 — Wechselstromtodesschwellen in Abhängigkeit von Durchflusszeit.

treba uzeti u obzir i vrijeme kroz koje struja djeluje na organizam, a postoji i niz drugih faktora čiji udio još nije točno utvrđen, kao npr. položaj strujnog udara unutar intervala perioda rada srca te strujna staza (10 do 25 puta manji dio ukupne struje prolazi srcem ukoliko je staza s noge na nogu, prema onoj između ruke ili između ruke i noge). Kao indikaciju vrijednosti otpora može se citirati tablicu prema IEC-ovom dokumentu 64:

narinuti napon (V): 25 50 250

otpor tijela (Ω): 2500 2000 1000

Asimptotska vrijednost otpora je 650Ω .

Ispitivanja na anesteziranim psima (3), čije srce kuca prosječno 200 puta u minuti, pa je interval između dva otkucaja srca prosječno 0,3 sekunde (prosječni ljudski: 0,75), pokazala su da vrijednost minimalne struje, frekvencije 60 Hz, koja dovodi do »trepereњa« srca, odnosno tzv. ventrikularne fibrilacije, pada od oko 1200 mA u vremenu trajanja 1/120 sekunde na blizu 50 mA kroz 5 sekundi. Strujna je staza bila dijagonalno s noge na nogu, a njen otpor izmjerен i zaočušen na 650Ω . Prema ispitivanjima na životinjama, kao i analizom nesretnih slučajeva za koje su bile poznate okolnosti i izmjerene električne veličine, Dalziel (4) je postavio poznate ovisnosti, sl. 3. Opasnost počinje pri vrijednostima struje iznad linije A: to je prag opasnosti, iznad kojeg je vjerojatno da će polovica od 1% velike grupe normalnih ljudi pretrpjeti fibrilaciju ukoliko ih se podvrgne udarima većih vrijednosti. Jednadžba pravca A u dijagramu na sl. 2 je:

$$n = \text{nagib pravca} = -0.5$$

$$I = kt^n$$

$$I = kt^{-0.5}$$

$$I^2t = k^2$$

Konstanta k^2 određena je uvrštavanjem vrijednosti za I i t :

$$I^2t = 0.027 \text{ (A, s)}$$

Premda to vrijedi za kratkotrajne udare možemo poopćiti

$$\int i^2 dt = 0.027$$

$$i \leq \frac{0.1642}{\sqrt{t}} A \quad (1)$$

gde je:

i = efektivna vrijednost minimalne struje koja može prouzročiti ventrikularnu fibrilaciju, A

t = vrijeme trajanja strujnog udara, s

0.1642 = najmanja vrijednost konstante k, koju u praktičnom računu zaokružujemo na 0.165, As^{0.5}.

Iz jednadžbe (1) možemo izračunati i energiju uskladištenu u nekom pretežno kapacitivnom krugu zanemarivog radnog otpora:

$$I^2 t \cdot R_{tij} = 0.027 \cdot R_{tij}$$

$$E = 0.5 C U^2 = 0.027 \cdot R_{tij}$$

$$C U^2 = 0.054 \cdot R_{tij} \quad Ws \quad (2)$$

Do takvog je zaključka Dalziel došao pretpostavljajući sličnost udara izmjenične struje, koji izaziva fibrilaciju, i onog impulsnog izbijanja, potrebnog za defibrilaciju. Međutim, ispitivanja su pokazala da je odnos između udara istosmjerne struje i onog izmjenične, pogonskih frekvencija 4. 8/1, pa Dalziel smatra opravdanim povišenje praga opasnosti za kratkotrajne udare. Oprezno uzimajući odnos 2, jednadžbe (1) i (2) su korigirane, pa uz iste pretpostavke kao i prije, za jednokratni eksponencijalni izboj sad vrijedi:

$$i \leq \frac{0.233}{\sqrt{t}} A \quad (1a)$$

$$C U^2 = 0.108 \cdot R_{tij} \quad Ws \quad (2a)$$

U poslijeratno doba ti su Dalzielovi radovi bili pionirski, pa smo se zato na njima dulje zadržali. Međutim, pojavili su se novi radovi, u Sovjetskom Savezu i Velikoj Britaniji, koji su Dalziela ponukali da preispita svoje rezultate (5).

Iz svih tih eksperimenata ostali su kao sigurni parametri direktna proporcionalnost opasne struje i težine tijela, a inverzna s dru-

gim korijenom vremena trajanja udara. Konačna Dalzielova relacija za dozvoljenu struju definirana je vrijednošću konstante k, između 0.116 i 0.185, pa je veličina praga opasnosti i ozbiljnijih poremećaja rada srca:

$$i = \frac{0.116}{\sqrt{t}} \quad mA \quad (3)$$

Vrijednost maksimalnog dodirnog napona bila bi prema tome:

$$u = \frac{0.116}{\sqrt{t}} \cdot 900 = \frac{105}{\sqrt{t}} \quad V \quad (4)$$

Da se do kraja definira, to je određeno na bazi prosječne mase tijela od 50 kg i trajanja udara od 8 ms do 5 s.

Paralelna novija istraživanja Petera Osypke dala su nešto drugačije rezultate (6). On je ustanovio tri područja s obzirom na opasnu množinu elektriciteta: preko 100 mAs je smrtna množina, a između 30 i 100 mAs opasna, ali ne nužno i smrtna (sl. 4). Vrijednosti su postavljene za trajanja udara do 1 s; za dulje može se računati s konstantnom vrijednošću. Tako slijedi da je efektivna vrijednost smrтne struje u trajanju do 1 sekunde:

$$i = \frac{100}{t \sqrt{2}} = \frac{70.7}{t} \quad mA \quad (5)$$

a opasna:

$$i = \frac{30}{t \sqrt{2}} = \frac{21.2}{t} \quad mA \quad (6)$$

On je dalje postavio tri moguće strujne staze (za razliku od Dalzielova jedne: između ruku): ruka-ruka, ruka-noge, ruke-noge — sa otporima 1300Ω, 975Ω i 650Ω.

Sad su efektivne vrijednosti maksimalnih dodirnih napona (za smrtnosnu množinu elektriciteta Q = 100 mAs u trajanju do 1 sekunde) ovisno o strujnoj stazi, sl. 5:

$$u = \frac{0.1}{t \sqrt{2}} \cdot 1300 = \frac{90}{t} \quad V$$

$$u = \frac{0.1}{t \sqrt{2}} \cdot 975 = \frac{65}{t} \quad V \quad (7)$$

$$u = \frac{0.1}{t \sqrt{2}} \cdot 650 = \frac{45}{t} \text{ V}$$

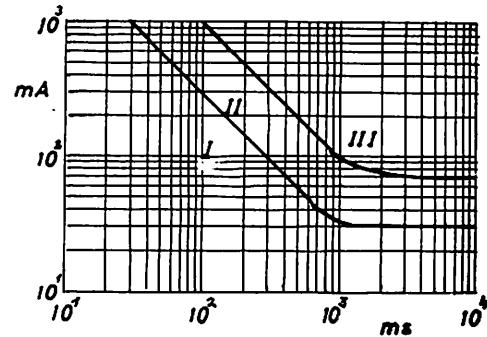
Gledajući kompleksno na veličinu dozvoljene struje, vrijeme njenog protjecanja kroz tijelo te vrijeme u kojem će proraditi zaštita, u našoj je literaturi (8) postavljen slijedeći prag opasne struje:

$$i = \frac{0.165}{s \sqrt{t}} \text{ A} \quad (8)$$

gdje je »s« koeficijent sigurnosti; za rudnike se uzima 2. Te bi se vrijednosti, za vremena dok ne proradi zaštita, nalazila u području II na sl. 5. Može se pokazati da je kod takve vrijednosti praga opasnosti vjerojatnost fibrilacije ispod 0.1%, nasuprot Dalzielovih 0.5% od jednog postotka grupe normalnih ljudi.

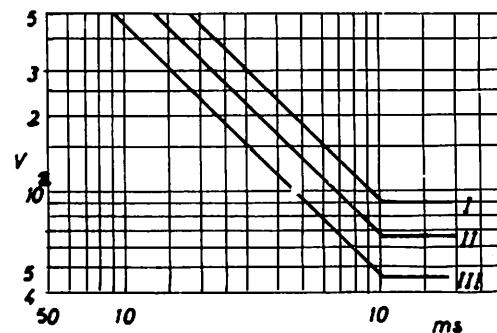
Tu je problematiku, kao prijedlog IEC-a, nedavno razmatrala i studijska medicinska grupa UNIPEDE, na 16. kongresu internacionalnog udruženja proizvođača i distributera električne energije (UNIPEDE) održanom u kolovozu 1973. u Haagu. Rezultat njihovog razmatranja pokazuje sl. 6. Linija »c« je ucrtana kao prijedlog IEC-a i koja uzima u obzir dosadašnja istraživanja različitih autora, a linija »b« kao novi prijedlog UNIPEDE-a.

Opširnije smo se zadržali na problemu direktnе opasnosti po čovjeka, zbog neusklađe-



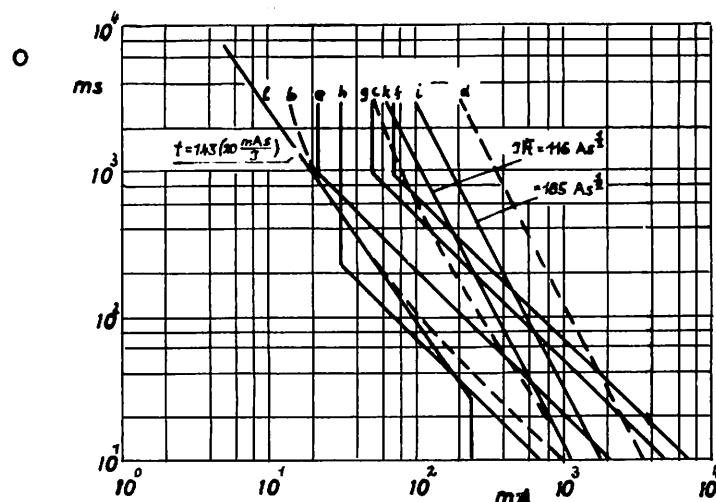
Sl. 4 — Područja patofiziološkog djelovanja izmjenične struje prema (6).

Abb. 4 — Bereich der pathophysiologischen Wechselstromwirkung gegen.



Sl. 5 — Granične vrijednosti dodirnih napona prema (6).

Abb. 5 — Grenzwerte der Berührungsspannungen gegen.

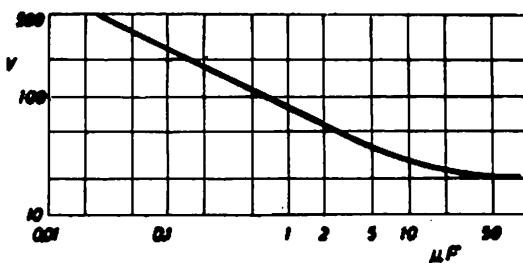


Sl. 6 — Prag smrtonosne izmjenične struje prema različitim autorma:
a, b, c, d — prema IEC-ovom dokumentu br. 64; e, f, g, h — Koeppen i Tolazzi (BTZ-B, bd. 18, 1966); i, k — prema (5); l Nestor.

Abb. 6 — Wechselstromtodeschwelle nach verschiedenen Autoren.

nih pogleda i razasutih rezultata proučavanja. Sve su te vrijednosti rezultat medicinskog proučavanja problematike elektropatologije. Za njihovu konkretnu primjenu u zaštiti i propisima trebat će ih kritički analizirati sa stanovišta tehničkih mogućnosti i vjerojatnosti pojave. U tom je smislu već predložen opći model za procjenu ugroženosti ljudi od električnog sistema općenito (11).

Međutim, osim te direktnе opasnosti po čovjeka postoji i druga ne manja: od izbijanja iskre prilikom pogreške u mreži što može biti fatalno u rudnicima sa zapaljivim smjesama.



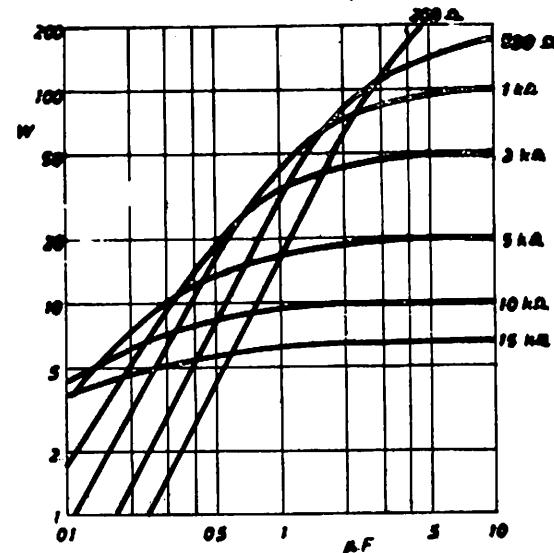
Sl. 7 — Vrijednosti kapaciteta mreže koji se mogu bezopasno izbiti u atmosferi sa 8,5% metana u ovisnosti o naponu mreže (9).

Abb. 7 — Netzkapazitätswerte, die ohne Gefahr in die Atmosphäre mit 8,5% Methan in Abhängigkeit von der Netzspannung durchschlagen können.

Granicu električnog zapalenja eksplozivne smjese daje najveći mrežni kapacitet, koji se još može bezopasno izbiti uslijed pogreške, i najveća struja koja kod danog napona protiče otporom pogreške i koja se može bezopasno prekinuti. Ispitivanja koja su provedena istosmjernom strujom (9) pokazuju da je u smislu izbijanja iskre svaki zemljospoj opasan, sl. 7. Iz dijagrama slijedi da bi maksimalni kapacitet mreže trebao biti ispod 3 μF, jer izdirana kabelska rudnička mreža ne stoji samo pod izmjeničnim pogonskim naponom (u kojem slučaju treba uvrštavati njegove tjemene vrijednosti), nego i pod istosmjernim za kontrolu izolacije (kod 100 V ne bi se smjelo preći 0.7 μF, a kod 50 V 3 μF — kao granice izboja bez iskre; u tom je pogledu očita prednost mrežnih kontrolnika »Rade Končar« koji rade s istosmjernim naponom 33 V. Kad govorimo o mrežnim kontrolnicima marginalno dotičemo i pitanje koliki mora biti njihov unutrašnji otpor a da ne ruše propisanu minimalnu vrijednost otpora izolacije za ugljene i metanske jame 20 Ω/V. Jednostavnim razmatranjem izvodimo da bi ta vrijednost unutrašnjeg otpora trebala biti oko 100 kΩ za mrežu napona 500 V. No u

pogonu su te vrijednosti ipak povoljnije, jer se radi o raspodijeljenim kapacitetima između kojih su radni i induktivni otpori. Što se tiče samosigurne struje kroz zemljospoj preko nekog radnog otpora, njena vrijednost u smjesi zraka i 8.5% metana ne bi smjela preći 25 mA u 500 V-mreži, što znači da je granični izolacioni otpor 20 kΩ.

Opasnost od zapaljenja smjese zagrijavanjem na mjestu zemljospaja postoji već kod gubitaka snage od nekoliko vata, no u tom



Sl. 8 — Snaga koja se gubi na otporu pogreške u izoliranoj mreži napona 500 V ovisno o kapacitetu mreže (10).

Abb. 8 — Die am Fehlerwiderstand verlierende Leistung im isolierten Spannungsnetz 500 V in Abhängigkeit von der Netzkapazität.

smjeru do sada ne postoje čvrsti podaci. Taj gubitak snage na radnom otporu pogreške mogao bi se istražiti na slijedeći način (10):

$$N_z = |I_z|^2 R \quad (9)$$

gde je (uz U = fazni napon i C = kapacitet mreže):

$$I_z = \text{struja zemljospaja} = U \frac{j 3 \omega C}{1 + j 3 \omega CR}$$

$$R = \text{radni otpor pogreške}$$

pa je:

$$N_z = 9 U^2 \omega^2 C^2 \frac{(9 \omega^2 C^2 R^3 + R)}{(1 + 9 \omega^2 C^2 R^2)^2} \quad (9a)$$

Ako tu ovisnost istražimo u smislu maksimuma (dakle: $dN_z/dR = 0$) slijedilo bi da se maksimalna snaga oslobođa kod vrijednosti radnog otpora pogreške:

$$R = \frac{1}{3 \omega C} \quad (10)$$

Za mrežne kapacitete od oko $2 \mu\text{F}$, vrijednost radnog otpora na kojem bi bili maksimalni gubici je oko 533Ω . Maksimalna snaga koja bi se gubila na tom otporu bila bi 80 W , a to je vrijednost koja se više ne može zanemariti kao mogućnost zagrijavanja zapaljive

smjese do zapaljenja. Ovisnost tih maksimalnih snaga o mrežnom kapacitetu pokazuje sl. 8. Orientaciju za veličine struja i gubitaka snage za čisti zemljospoj, u mreži pod naponom 500 V , može pružiti slijedeća tablica:

kapacitet, μF	0.5	1	2
jakost struje, A	0.15	0.3	0.6
najveći gubitak snage, W	20	40	90
otpor pogreške, Ω	1200	900	500

ZUSAMMENFASSUNG

Erdung im Grubenkabelnetz — Gefahren

Mr. Z. Tonković, min. eng.*)

In dem Aufsatz werden die Formen möglicher Gefahren im Grubenkabelnetz dargelegt: Gefahr für Menschen infolge zu hoher Berührungsspannung, Funkendurchschlagsmöglichkeit am Fehlerort, Möglichkeit der Entzündung der Explosions-mischung durch Dauerstromerhitzung, Fehler an der Störungsstelle. Besondere Aufmerksamkeit ist der Gefahrenschwelle von der Berührungsspannung gewidmet. Es wurde mehr heute aktuelle Ansichten über das Thema dargelegt.

*) Dipl. ing. Zdenko Tonković, Institut za elektroprivredu — Zagreb.

L iter at u r a

1. Streich, R. 1962: Zur Frage der Sicherheit im elektrischen Betrieb unter Tage, Glückauf, 98, H. 9, str. 482—489
2. Krasucki, F. 1968.: Neka pitanja bezopasnosti strujnih udara pri povišenim naponima, referat na Simpoziju o sigurnosti u Gotvaldovu.
3. Kouwenhoven, W. 1959: A—C Shock of Varying Parameters Affecting the Heart, AIEE — Trans., 78, p. I, str. 163—169.
4. Dalziel, C. 1953: A Study of Hazards of Impulse Currents, AIEE — Trans., 72, p. III, str. 1032—1043.
5. Dalziel, C. 1968: Reevaluation of lethal Electric Currents, IEEE — Trans., IGA — 4, str. 467—476.
6. Osypka, P. 1972: Sicherheitsfragen bei der Anwendung elektromedizinischer Geräte am Menschen, Bull. SEV, 63, N. 19 (16. September), str. 1081—1092.
7. Muckenhuber, R. 1971: Vorschläge zur Festlegung neuer Spannungsgrenzkurven und Erwartungsfaktoren bei der Beurteilung von Beeinflussungen, E und M, 88 H. 12, str. 511—517.
8. Marinović, N. 1970: Rudarska elektrotehnika, Zagreb.
9. Müller, K. 1957: Eigensichere Stromkreise, Elektrotechn. Z., A 78, str. 177—182. Tage — Berlin.
10. Baltzer, E. 1968: Der Erdenschluss in elektrischen Energieversorgungsnetzen unter Tage, — Berlin.
11. Dennhardt, A. 1970: Zur Frage der Optimierung der Modelle für elektrische Sicherheit im Bereich der Informations — und Beeinflussungstechnik, ETZ—A, Bd. 91, str. 274—278.

Uticaj petrološkog i mineraloškog sastava uglja na sastav jamske ugljene prašine rudnika „Đurđevik“

(sa 1 slikom)

Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević

Uvod

Ispitivanja rudničkog vazduha predstavljaju veoma bitan faktor u pogledu omogućavanja najracionalnije podzemne eksploatacije ugljene materije.

Štetnost vazduha u jami, pored njegovog sastava, određena je i stepenom disperzije čestica. Frakcija razmere manje od 10 m^k sposobna je da duže vremena ostane u merljivim količinama u vazduhu a obično se javlja kao izvor oboljenja rudara i permanentne opasnosti eksplozije. Imajući sve ove okolnosti u vidu, kao i napore koje čine rudnici uglja, da se na što efikasniji način otklone ove opasnosti, ovim radom je izvršen pokušaj da se doprinese u razjašnjavanju nekih pitanja ove problematike.

Dosadašnja ispitivanja su pokazala da su u sastavu rudničke prašine prisutne organske i neorganske komponente. Izvršena ispitivanja u okviru rudnika »Đurđevik« u osnovi baziraju na ispitivanju ugljene materije koja neposredno utiče na kvalitativno-kvantitativne osobine ugljene prašine, a samim tim i rudničkog vazduha. Rezultati laboratorijskih ispitivanja su pokazali da prilikom drobljenja uglja, u procesu otkopavanja u zavisnosti od petrološkog i mineraloškog sastava uglje-

ne materije i koeficijenta drobljivosti pojedinih petroloških mikrolitotipova, dolazi do formiranja različitih koncentracija čestica organskog i neorganskog karaktera.

Mikroskopska ispitivanja pružila su mogućnost objašnjenja i morfoloških karakteristika sastavnih delova ugljene prašine. Gelificirane i slabo fuzenizirane petrološke mikrokompone, formiraju čestice različitih formi. Fuzenizirane mikrokompone pri lomljenju daju skoro isključivo izdužene oštougaone komade. Pirit se sreće u vidu odvojenih zrna — sačuvanih prvobitnih karakteristika, ili nepravilnog oblika. Pored toga, značajne količine pirita nalaze se srasle sa organskom materijom uglja.

U rudničkom vazduhu može se pojaviti prašina u čiji sastav ulazi pirit, koji se odlikuje visokom kompaktnošću (oko 5 g/sm³). Prisustvo značajne količine sulfida gvožđa u rudničkoj prašini povećava njena eksplozivna svojstva, pošto sulfidna prašina ima znatno veću osetljivost ka samozapaljenju, nego metan ili ugljena prašina /1/. Specijalna ispitivanja su pokazala /2/ da najveću eksplozivnost među sulfidima poseduju pirit i markasit, tj. minerali koji su najviše rasprostranjeni u ugljenim slojevima. Eksplozivna koncentracija sulfidne prašine je 80—100 g/m³. Pošto su sulfidi rasprostranjeni u ugljenim slojevima krajnje neravnomerno, to smo, imajući u vidu ovu činjenicu, ispitivanja ugljenog

sloja vršili na tri nivoa: podinskom, središnjem i povlatnom. Pri tome vršena su kompletna laboratorijska ispitivanja sastava ugljene materije, sa petrološkog stanovišta i stanovišta prisutnosti pirla.

Rezultati su pokazali, da je za ovu vrstu ispitivanja neophodno izvršiti istraživanja u pravcu ustanavljanja petrološkog i mineraloškog sastava ugljene materije kao neposrednog izvora hranjenja rudničkog vazduha različitim sastojcima.

Osnovne montan-geološke prilike banovičkog ugljenog basena

Tercijarni sedimenti banovičkog basena po svom postanku su limničkog karaktera. Tranzgresija, tj. početak stvaranja jezerskih sedimenata, označena je bazalnim konglomeratima, najverovatnije gornjoeocenske starosti, izrađenim isključivo od serpentina koji sačinjavaju osnovno gorje, zatim krečnjaka i rožnjaca. Za vreme pirinejske faze orogeneze (oligocen), došlo je do radikalnih pokreta, što je dovelo do komadanja dinarida i formiranja niza kotlina dinarskog pravca pružanja, te je tako stvorena depresija u kojoj je vršeno taloženje i u sklopu ostalih, formirao se banovički ugljeni basen. Preko bazalnih konglomerata leži krečnjačko-peskovita serija u kojoj su sinhrono nataloženi pesak, peščar, peskoviti lapori i slatkvodni krečnjaci. Iznad njih leže sivo-zelenkasti, jako glinoviti lapori.

Povlatne naslage leže konkordantno preko podinske serije, koje su izgrađene od lapori.

Ugljeni sloj označava prekid normalne sedimentacije u evoluciji basena i pretvaranje jezera u močvaru. S obzirom na njegovu debljinu, akumulacija biljnog materijala bila je velika i faza tranzgresije dosta duga. Ugljeni sloj nejednako je razvijen na širem području. Povlatna partija ugljenog sloja je čista i ugalj je kvalitetniji u odnosu na podinske partie.

Ispitivani basen Đurđevik leži u podnožju Đedinske planine, između ušća reka Oskove i Gostilje. Prostiranje basena je uglavnom istok—zapad, sa dužinom od oko 5,5 km, a širinom počev od istoka ka zapadu 1—3,5 km. Ugljene naslage u osnovi se ne razlikuju od naslaga u ostalim basenima (Seona, Banovići

u užem smislu) i razvijen je jedan ugljeni sloj.

Laboratorijska ispitivanja u cilju ustanavljanja petrološkog sastava i prisustva pirla u ugljenoj materiji

Ispitivanja su obuhvatila podinske, središnje i povlatne naslage ugljene materije u okviru ugljenog sloja koji se nalazi u permanentnoj eksploataciji.

Petrološko-strukturološka mikroskopska analiza pružila je podatke u pogledu građe ugljene materije. Procentualna zastupljenost monomaceralnih, bimaceralnih i trimaceralnih mikrolitotipova u okviru ugljene materije je različita. Monomaceralni teksto-gelo, tj. izrazito gelificirano drvenasto tkivo nalazi se u najvećim količinama, dok bimaceralni detrit-gelo i trimaceralni detrit-teksto nalaze se u manjim količinama (tab. 1).

Tablica 1

Procentualna zastupljenost petroloških mikrolitotipova u podinskom, središnjem i povlatnom delu ugljenog sloja

Mikrolito- tipovi %	Nivoi ugljenog sloja		
	Podinski	Središnji	Povlatni
Detrit-zeksto	21,36	6,0	26,18
Detrit-gelo	36,45	40,90	30,74
Tekstit-gelo	32,00	45,09	41,73
Fuzit	10,10	8,01	1,35

Upoređujući dobijene rezultate kod podinskog, središnjeg i povlatnog dela ugljenog sloja, može se konstatovati veoma različiti sastav. Tako povlatni deo ugljenog sloja sadrži veću količinu detrit-teksto u odnosu na podinski i središnji deo ugljenog sloja. Najveći sadržaj fuzita poseduje podinski ugljeni kompleks, dok povlatni veoma malu. Rasporед teksto-gela je takođe različit.

Ispitivanja koeficijenta drobljivosti petroloških mikrolitotipova /3/ dala su veoma različite rezultate. Tako je detrit-teksto pokazao vrednost $f = 1,54$; detrit-gelo $f = 1,39$; tekstit-gelo $f = 1,11$, a fuzit $f = 0,40$. Daljim

proračunavanjima došlo se da podinski deo ima vrednost $f = 1,14$, središnji deo $1,20^{\circ}$ ¹ povlatni deo $f = 1,30$.

Laboratorijski rezultati su ukazali da su fizičko-mehaničke osobine ugljenog sloja same »Đurđevik« u tesnoj vezi sa procentualnom zastupljenosću petroloških mikrolitotipova.

Podinski i povlatni deo sačinjavaju detrit-teksto, detrit-gelo i tekstit-gelo partie uglja. S obzirom da je koeficijenat drobljivosti (f) različit za svaki od utvrđenih mikrolitotipova i kreće se od 0,4 kod fuzita do 1,54 kod detrit-teksta, te prema njihovoj procen-tualnoj zastupljenosti, koeficijenat drobljivosti raste ili opada u ugljenom sloju. U središnjem delu ugljenog sloja detrit-teksto je prisutan sa 6,00%, tj. ima ga najmanje, dok mu je koeficijenat drobljivosti $f = 1,54$, najveći.

Teksto-gelo je zastupljen sa 45,09%, a koeficijenat drobljivosti mu je 1,11, detrit-gelo je prisutan sa 40,90%, sa koeficijentom drobljivosti $f = 1,39$, detrit-teksto prisutan sa 6,0% vrednost $f = 1,54$ i fuzit prisutan sa 0,01% i $f = 1,04$.

Ispitivanja drobljivosti preko petrološkog sastava neosporno su pokazala da podinski deo ugljenog sloja ima najmanji koeficijenat drobljivosti, tj. najviše je sklon usitnjavanju, zatim središnji, dok je povlatni najmanje sklon usitnjavanju. Tako fuzit u podinskom delu je zastupljen sa 10,19 sa koeficijentom drobljivosti 0,4, a idući prema povlati njegov sadržaj se naglo smanjuje i u povlatnom nivou ugljenog sloja pada na 1,35%. S obzirom da ima mali koeficijenat drobljivosti, tj. lako se drobi (sl. 1), a u podinskom delu ugljenog sloja ga ima znatno, to je jasno zašto se u praksi pokazalo da je baš podinski deo ugljenog sloja sklon samozapaljenju.

Dalja ispitivanja išla su u pravcu ustanavljanja pirita u okviru ispitivanih mikrolitotipova a po različitim nivoima ugljenog sloja (tab. 2).

Iz tabičnog prikaza se vidi da je fuzit najzastupljeniji u podinskom delu ugljenog sloja (10,19%), a pirita ima 2,6%. Kao što je ustanovljeno, fuzit ima najmanji koeficijenat drobljivosti, a mikroskopskim proučavanjima ustanovljeno je da pirita ima najviše u fuzitu.

Vrlo visoki procenat sadrži tekstit-gelo (sl. 1), koji je najprisutniji u podinskom delu ugljenog sloja.

Tablica 2

Količina pirita u okviru petroloških mikrolitotipova na različitim nivoima ugljenog sloja

Mikrolito-tipovi %	Podinski	Fe ₂ SO ₄ %	Središnji	Fe ₂ SO ₄ %	Povlatni	Fe ₂ SO ₄ %
Detrit-teksto	21,36	3,02	6,0	0,9	26,18	3,50
Detrit-gelo	36,45	3,60	40,90	0,6	30,74	3,72
Tekstit-gelo	32,00	3,09	45,09	0,69	41,73	4,2
Fuzit	10,19	2,60	8,01	0,20	1,35	0,32

Mikroskopskom analizom ustanovljeno je i prisustvo singenetski vezanog pirita (sl. 1) za ugljenu materiju, tako da je njegovo izdvajanje otežano iz ugljene materije. Pored toga, mikroskopskom analizom prisutnih čestica u jamskom vazduhu evidentirano je sa sigurnošću prisustvo pirita epigenetskog porekla u obliku zrna najčešće okruglog oblika (sl. 4).

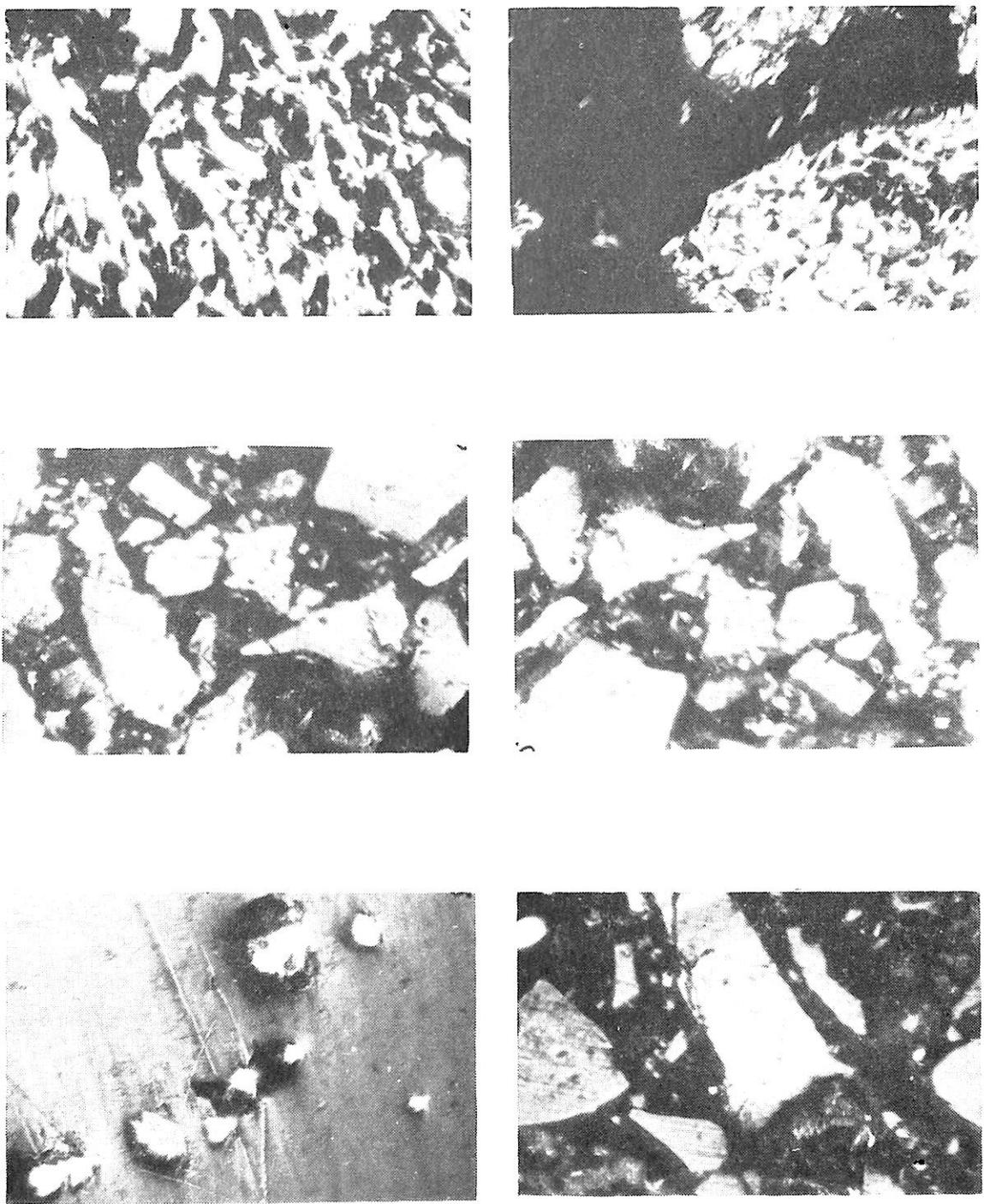
Rezultati ispitivanja ugljene prašine

Ispitivanja ugljene prašine pružila su podatke o veličini prisutnih čestica, kao i o njihovim kvalitativno-kvantitativnim karakteristikama.

Tablica 3

Zastupljenost čestica različitih veličina

Deo sloja	Prisutne čestice ugljene prašine u %							
	Razmara čestice (mk)							
	10	15	20	30	40	50	60	70
Podinski deo	63,2	12,0	9,2	8,4	4,3	1,3	1,6	
Središnji deo	54,3	12,4	8,9	8,0	6,4	4,2	4,6	1,2
Povlatni deo	48,0	12,2	11,0	11,2	9,6	8,0		



Sl. 1 — Morfologija i petrografski sastav delova ugljene prašine.
 a — zdrobljeni fuzit; b — detrit-gelo u različitim oblicima; c — singenetski vezan pirit u okviru tekstit-gela; d — pirit u obliku zrna nepravilnog oblika; e — tekstit-gelo u različitim fragmentima; f — detrit-teksto (povećanje 360x, imer zija).

Fig. 1 — Morphologie et constitution pétrographique de portions du havrit.

Tablica 4

Prisutvo mikrolitotipova u jamskoj ugljenoj prašini

Ispitivan kompleks: ugljenog sloja	Sadržaj mikrolitotipova u %					karbo- nati, glinovite materije i dr.
	tekstit gelo	detrit gelo	detrit teksto	fuzit p.r.t.		
Čitav uglje- ni sloj	65,20	13,20	5,20	8,20	6,00	2,20

Tablica 3 pruža rezultate koji ukazuju da su najzastupljenije čestice od 10 do 15 mk, i to u najvećoj masi iz podinskog dela ugljenog sloja. Podinski deo učestvuje sa 75,2%, središnji deo sa 66,7% i povlatni deo sa 50,2%. Razlog ovome je svakako koeficijenat drobljivosti, koji je u odnosu na ostale nivoje najniži, pa je ugljena partija ovoga dela sloja sklona najvećem usitnjavanju.

Ispitivanja su pokazala /1/ da frakcija, čija je razmera čestica do 10 mk, poseduje sposobnost da duže vremena ostane u merljivim količinama u vazduhu. Imajući ovo u vidu, kao i rezultate dobijene laboratorijskim ispitivanjima (tab. 3), može se reći da cca 50,5% čestica od ukupne mase razmere do 10 mk u ugljenoj prašini učestvuje i to mereno za čitav ugljeni sloj. Iz tabličnih rezultata (tab. 3) vidi se da najveću masu ovih čestica pruža podinski ugljeni kompleks (63,2%), a najmanju povlatni deo ugljenog sloja.

Tablica 4 daje rezultate koji identifikuju prirodu prisutnih čestica u jamskom vazduhu.

Najprisutnije su čestice izgrađene od tekstit-gela mikrokomponenata (sl. 1) sa prisutvom od 65,20%, s tim što prema rezultatima dobijenim ispitivanjima ugljene prašine (tab. 4) u najvećoj masi učestvuje središnji deo ugljenog sloja, jer on poseduje najveću količinu mikrolitotipova (tab. 2) (45,09%).

Pošto je prema dobijenim koeficijentima drobljivosti, fuzit najdrobljiviji mikrolitotip, a u podinskom delu ugljenog sloja prisutan je u najvećem opsegu (10,19%), sa sadržajem pirita u sebi od 2,60%, to on ima veliki uticaj na povećanu koncentraciju pirita u ugljenoj prašini.

Podinski kompleks ugljenog sloja ukupno sadrži 12,31% pirita, središnji svega 2,39%, a podinski 11,24%. Ovi parametri eksplizitno ukazuju na to da je najveći izvor pirita u jamskom vazduhu rudnika Đurđevik, podinski kompleks ugljenog sloja. Pored toga, sa sigurnošću je utvrđeno da su najveći nosioci pirita fuzit i tekstit-gelo mikrolitotipovi.

Izvršena ispitivanja čiji su rezultati prikazani u ovom radu, ukazuju na nesumnjivu funkcionalnu vezu između petrološkog sastava ugljene materije, količine pirita i koeficijenta drobljivosti pojedinih mikrolitotipova. Od njihovih odnosa zavisi i njihovo prisustvo u jamskoj prašini, a samim tim i u vazduhu u jamskim prostorijama.

Samo kompleksna ispitivanja, uz neophodno proučavanje petrološkog i mineraloškog sastava ugljene materije, kao i koeficijenta drobljivosti mikrolitotipova koji izgrađuju, mogu pružiti relevantne rezultate na osnovu kojih se mogu preduzeti odgovarajuće mere u otklanjanju štetnih sastojaka u jamskom vazduhu.

RÉSUMÉ

Influence petrologique et minéralogique des structures de la houille sur les composants des poussières houillères dans les fosses de la mine »Đurđevik«

Dr Mr ing. D. Dimitrijević*)

Les recherches sur l'air la mine joue une rôle très importante à l'égard de la possibilité d'exploitation la plus rationnelle des matières houillères des sousterrains.

Les recherches faites jusqu'à présent ont indiqué que de la présence des poussières dans les mines se trouvent des composés organiques et anorganiques.

*) Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević, vanredni profesor univerziteta i pomoćnik republičkog sekretara za obrazovanje i nauku SR Srbije.

Les experiments effectués dans le cadre de la mine de »Đurđevik« institue sur la base d'examination des matières houillères dont l'influence se manifeste sur la particularité qualitative et quantitative des poussières houillères en même temps et sur l'air de la mine. Les résultats des experimentations ont montrés que pendant émission de la houille dans le processus de l'excavation a dépendance des composés petrologiques et minéralogiques des matières houillères et les coefficients de la morcellation des certains microlyotypes petrographiques, vient du formation des différents concentrations des particules de la provenance organique et anorganique.

Les recherches effectuées, dont les résultats sont indiqués dans les expérimentations faites de cet exposé, montrent sans doute sur la relation fonctionnelle entre les composants petrologiques des matières houillères la quantité du pyrite et les coefficients de la émission des certains microlyotypes. De leurs relations dépendent leurs présences dans la poussière de soies et même dans l'air des espaces fossilières.

Literatura

1. Kizeljštejn, L. 1974: O sostave šahtnoj ugol'noj pili. Ugol', br. 3, mart. — Moskva.
2. Breuer, H. 1956: Untersuchungen über, Staubmessungen in Kohlengewinnungsbetrieben für die Zwecke der Staubhygiene unter besonderer Berücksichtigung der in Deutschland angewandten optischen Verfahren. Bergbau Arch., 17, No. 1—2.
3. Dimitrijević, D., — Cvetković, M. 1967: Drobljivost banovičkog uglja u funkciji petrološkog sastava. Tehnika. Rudarstvo, geologija, metalurgija, br. 11 — Beograd.
4. Dimitrijević, D. 1973: Proučavanje apsorpcionih mogućnosti nekih mrkih ugljeva SR BiH. Tehnika, br. 4, XXIV — april — Beograd.

Prilog proučavanju štetnih uticaja vibracija u rudarstvu

(II DIO)

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Mladen Foršek — dipl. ing. Kazimir Kauzlaric

U ovom nastavku članka daju se rezultati mjerjenja fizičkih parametara vibracija kod bušačeg čekića RK-21, kao i odraz štetnih vibracija na zdravlje radnika, koji rukuju ovim čekićem.

Mjerenje fizičkih parametara vibracije

Mjerenje vibracija na površinskom kopu »Smreka« i u jami »Droškovac«, RiŽ »Vareš« u Varešu, izvršeno je prenosivim aparatom za mjerenje buke i vibracija firme »Brueel-Kjaer«, tip 2204, sa oktavnim filtrom za analizu vibracija počev od 31,5 Hz.

Faktori korekcije:

- za ubrzanje 6,5
- za brzinu 5,0
- za amplitudu 4,5

Mjerenje je izvršeno pri bušenju velikog komada rude (negašarita), na etaži 770 bušačim čekićem RK-21 (u cilju usitnjavanja velikih komada rude), dok je u jami vršeno prilikom bušenja u hodnicima.

Mjerenje je izvršeno na slijedećim mjestima:

- na dršci bušačeg čekića,
- na ručnom zglobu bušača,
- na lakatnom zglobu bušača i
- na ramenom zglobu bušača.

Istovremeno je izvršeno i mjerenje buke na mjestu bušenja, kao i na udaljenosti 5 m, 10 m i 15 m od mjesta bušenja, sa ciljem da se utvrdi na kojoj udaljenosti od bušačeg čekića postoji štetni intenzitet buke i da li su

i ostali radnici na utovaru rude i odvozu rude pod uticajem štetnih veličina buke (pomoći kopač i vozač). Mjerenje intenziteta buke izvršeno je integrirajućim mikrofonom.

Mjerenje amplitude vibracija prikazano je u tablici 1.

Rezultati mjerenja ubrzanja vibracija prikazani su u tablici 2.

Rezultati mjerenja brzine vibracija prikazani su u tablici 3.

Iz podataka navedenih u tablicama 1, 2 i 3 može se ocijeniti da su fizički parametri vibracija iznad maksimalno dozvoljenih vrijednosti u pogledu štetnosti za organizam bušača u području ručnog i lakatnog zgloba, i da se tek u području ramenog zgloba bušača nalaze u granicama dozvoljenih vrijednosti.

Buka kod rada sa bušačim čekićem RK-21

Svrha je ocjenjivanja buke da se pomoći izmjerih, izračunatih ili pretpostavljenih vrijednosti ukupnog stepena ili stepeni u pojedinim oktavama, kao i poznatih vremenskih i drugih osobina buke, ocijeni njeno vjerojatno djelovanje na radnika. Postupak kod ocjenjivanja je takav da se utvrđene stepene i druge osobine buke, kojoj su radnici izloženi, uporedi sa preporukama, normativima ili

Amplitudne vibracije pri bušenju bušaćim čekićem

Tablica 1

Red. br.	Mjesto mjerjenja	Jed. mj.	Frekvencija, Hz				
			31,5	63	125	250	500
POVRŠINSKI KOP (usitnjavanje negabarita)							
1.	Drška čekića	mm	20	6	2	0,6	0,3
2.	Ručni zglob bušača	"	9	2	0,3	0,06	0,001
3.	Lakatni zglob bušača	"	2	0,3	0,02	0,003	—
4.	Rameni zglob bušača	"	0,9	0,1	0,006	—	—
JAMA (bušenje u hodnicima)							
1.	Drška čekića	mm	40	9	6	5	1
2.	Ručni zglob bušača	"	2	0,3	0,1	0,06	—
3.	Lakatni zglob bušača	"	1	0,25	0,08	0,04	—
4.	Rameni zglob bušača	"	0,6	0,20	0,06	0,02	—

Ubrzanje vibracija pri bušenju bušaćim čekićem RK-21

Tablica 2

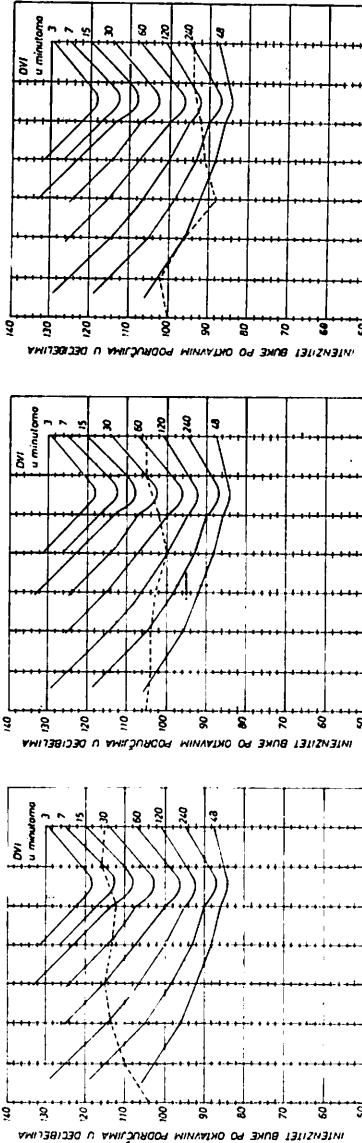
Red. br.	Mjesto mjerjenja	Jed. mj.	Frekvencija, Hz				
			31,5	63	125	250	500
POVRŠINSKI KOP (usitnjavanje negabarita)							
1.	Drška čekića	m/sek ²	2000	1800	1500	900	1200
2.	Ručni zglob bušača	"	50	40	30	21	18
3.	Lakatni zglob bušača	"	20	9	2	0,6	0,4
4.	Rameni zglob bušača	"	—	—	—	—	—
JAMA (bušenje u hodnicima)							
1.	Drška čekića	m/sek ²	2000	600	600	500	800
2.	Ručni zglob bušača	"	200	20	5	4	1,2
3.	Lakatni zglob bušača	"	70	50	12	3	1,5
4.	Rameni zglob bušača	"	9	1,5	1,2	0,9	0,9

Brzina vibracija pri bušenju bušaćim čekićem RK-21

Tablica 3

Red. br.	Mjesto mjerjenja	Jed. mj.	Frekvencija, Hz				
			31,5	63	125	250	500
POVRŠINSKI KOP (usitnjavanje negabarita)							
1.	Drška čekića	m/sek	1,8	1,2	0,6	0,4	0,2
2.	Ručni zglob bušača	"	0,6	0,3	0,09	0,02	0,006
3.	Lakatni zglob bušača	"	0,3	0,1	0,03	0,02	0,006
4.	Rameni zglob bušača	"	0,12	0,009	0,003	—	—
JAMA (bušenje u hodnicima)							
1.	Drška čekića	m/sek	0,6	0,3	0,09	0,09	0,06
2.	Ručni zglob bušača	"	0,6	0,03	0,006	—	—
3.	Lakatni zglob bušača	"	0,4	0,02	0,003	—	—
4.	Rameni zglob bušača	"	0,09	0,018	0,001	—	—

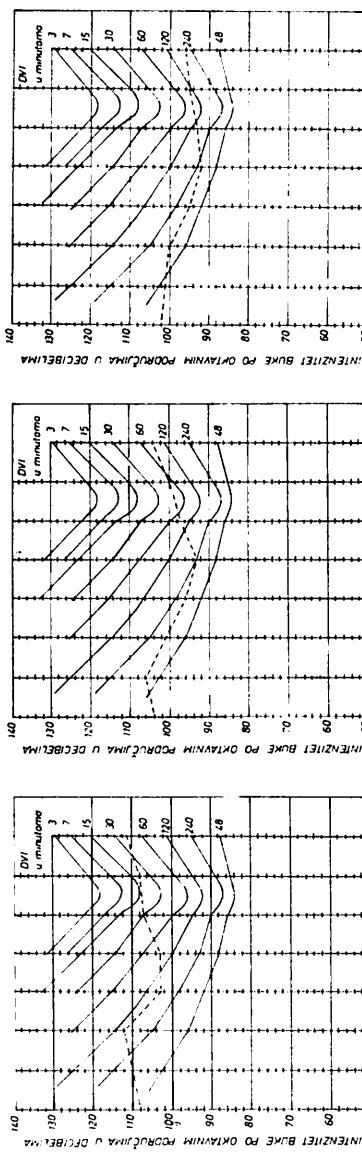
Oktavne analize buke sa krivuljama dozvoljenog vremena izlaganja (DVI) buci, pri radu sa bušaćim čekićem RK-18 na površinskom kopu »Smreka« — Rudnika i željezare Vares



Sl. 2 — Na udaljenosti 5 m od mesta bušenja
A 112 db, B 110 db, C 113 db
Abb. 2 — In einer Entfernung von 5 m von der Bohrstelle

Abb. 3 — In einer Entfernung von 10 m von der Bohrstelle

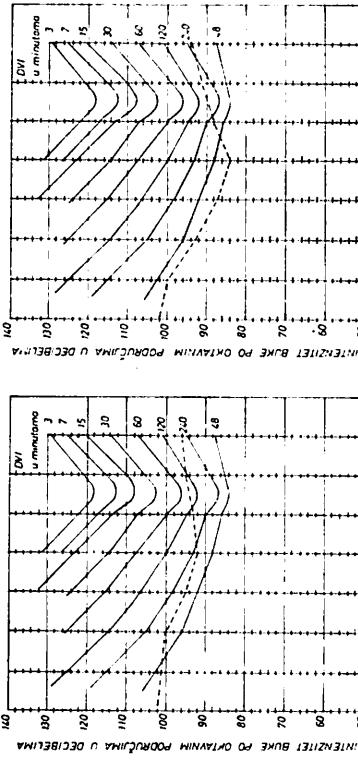
Oktavne analize buke sa krivuljama dozvolje nog vremena izlaganja (DVI) buci, pri radu sa bušaćim čekićem RK-21 u jami »Droškovac« Rudnika i željezare Vares.



Sl. 5 — Na udaljenosti 5 m od mesta bušenja
A 110 db, B 112 db, C 107 db
Abb. 5 — In einer Entfernung von 5 m von der Bohrstelle

Sl. 6 — Na udaljenosti 10 m od mesta bušenja
A 107 db, B 105 db, C 107 db
Abb. 6 — In einer Entfernung von 10 m von der Bohrstelle

Karakteristike buke: neprekidno za vrijeme rada bušaćeg čekića. Ukupno izlaganje buci: 210 min. — A, B, C — Upotrebljeni filteri pri merenju buke.



Sl. 7 — Na udaljenosti 15 m od mesta bušenja
A 97 db, B 101 db, C 105 db
Abb. 7 — In einer Entfernung von 15 m von der Bohrstelle

standardima za maksimalno dozvoljene vrijednosti buke, s obzirom na njena štetna djelovanja na radnika.

Rezultati mjerjenja buke na radnim mjestima koja su povezana sa radom bušačeg čekića RK-21 (bušač, pom. kopač i vozač), prikazani su na dijagramima (slike 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7). Ovi dijagrami dopuštenog vremena izlaganja buci su izrađeni u smislu odredbi Pravilnika o opštim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama (Sl. list SFRJ br. 29/71). Iz dijagrama se može ocijeniti da buka prelazi dozvoljene grane ne samo u neposrednoj blizini rada bušačeg čekića, već i na udaljenosti od 15 m od mesta rada-bušenja bušačim čekićem RK-21. Naime, iz analize buke po oktavnim područjima za radno mjesto udaljeno 15 m od mesta bušenja, može se ocijeniti da buka u frekvencnim područjima između 2000 Hz i 7000 Hz prelazi dozvoljene granice u slučaju ako je radnik izložen djelovanju te buke preko 2,5 sati u toku smjene. Pošto je izloženost buci kod rada s bušačim čekićima RK-21 cca 3,5 sati u toku smjene, to se može ocijeniti da su radnici (bušači, kopači, pom. kopači i vozači) izloženi štetnom djelovanju buke.

Štetno djelovanje vibracije

Uslijed djelovanja vibracije u organizmu nastupaju razne organske i funkcionalne promjene, uključujući promjene u sistemu cirkulacije krvi, u centralnom i vegetativnom živčanom sistemu, u mozgu, koštanom sistemu i mišićima. Posljedice uticaja vibracija na organizam čovjeka po prijedlogu E.C. Andrejeve-Galanine možemo nazvati vibracionom bolešću. Kod vibracione bolesti, koja nastaje kao rezultat dugog djelovanja lokalnih vibracija frekvencije 35 — 250 Hz, nastupaju karakteristične promjene u krvnim sudovima ruku i nogu (rjeđe), izazivajući osjećaj boli, utrnulosti, hladnoće i zamora. Boja kože postaje blijeđa, a ponekad se pojavljuju znaci teškog disanja. Kod toga se opaža sniženje temperature kože udova oboljelih radnika, a također suženje krvnih sudova koje počinje na vrhovima palaca, da bi postepeno obuhvatilo dlanove a zatim noge i cijelo tijelo. Arterijski pritisak se snižava, smanjuje se frekvencija sticanja srca i dolazi do poremećaja snabdjevanja organa krvlju, koje može do-

vesti do odumrlosti (ukočenja) palaca. Istovremeno se opaža oštećenje živčanih centara.

U početnom stadiju vibracione bolesti dolazi također do promjena u mišićnom tkivu, zglobovima, kostima i sluzokoži jednjaka. Promjene u centralnom živčanom sistemu dovode do pojavljivanja subjektivnih i objektivnih simptoma bolesti. Među prvima treba istaći glavobolju, među drugima — promjenu električne aktivnosti mozga, koja se ispoljava u obliku odstupanja elektroenzefalograma od norme, povećanja praga reakcije na svjetlosne i zvučne nadražaje i sl. Kod vibracione bolesti također nastupaju ozbiljne anatomopatološke promjene, čiji karakter, lokalizacija i intenzitet zavisi od oblike, intenziteta i vremena djelovanja vibracionih nadražaja.

Epidemiološki metod rješavanja zdravstvenog problema korišten je pri obradi vibracionog sindroma od strane Dispanzera za medicinu rada pri Domu zdravlja Vareš. Specijalno izrađen anketni list poslužio je za registraciju subjektivnih tegoba izazvanih vibracijom bušačih čekića. Anketa je dopunjena testovima putem kojih je dokazivano blijedilo prsta, tj. lokalni poremećaj cirkulacije. Svim ispitanicima je učinjen snimak na šest simetričnih mesta na gornjim i donjim udovima, kako bi se mogle selektivno odvojiti sistemske promjene na arterijama, koje nisu profesionalne geneze, nego su vezane za doba i konstituciju. Ovako učinjeni snimci su očitavani po posebnom obrascu koji za svaki snimak daje po 10 parametara i na temelju analize svih donesen je zaključak. Radi utvrđivanja broja, stepena i vrste promjena na kostima učinjen je rendgenski snimak oba ručna i laktatna zglobova. Oscilografska snimanja su obavljena mehaničkim oscilografom na pero po Gesinius Koleru, a rendgen snimci na aparatu tipa Fillips standardnom tehnikom predviđenom za snimanje koštanog tkiva. Ovakvom pregledu su podvrgnuti svi ugroženi radnici, bez obzira na doba i trajanje ekspozicije vibracijama.

Ukupno je ispitano 85 radnika (bušači i pomoćnici kopača) a od 24 do 59 godina života, koji su eksponirani vibracijama od 1,5 do 28 godina.

U odnosu na radne jedinice, stanje ispitanih radnika je slijedeće:

— jama »Droškovac«	42 radnika
— površinski kop »Smreka«	12 "
— površinski kop »Brezik«	17 "
— kamenolom »Stijene«	11 "

Ukupno: 82 radnika

Ostala 3 radnika otpadaju na druge grupe zanimanja, povezane sa radom u blizini bušačih čekića. Od ukupnog broja radnika 79% radnika ima pojačani zamor i povećanu razdražljivost.

Po učestalosti javljanja među lokalnim znacima najizraženija je parestezija — promjena koja znači neurovaskularni incident. Od ukupno 85 radnika pregledanih na vibracionu bolest, kod 28 radnika (33%) su nađeni znaci profesionalnog oštećenja, što je vrlo visok procenat.

Štetno djelovanje buke

Kraće ili dulje izlaganje industrijskoj buci dovodi do oštećenja sluha. Prirodno je da je ovaj proces u direktnoj vezi i sa nekim karakteristikama buke, među kojima treba spomenuti intenzitet buke i trajanje buke. Početak profesionalne nagluhosti prolazi skoro bez ikakvih simptoma. U kasnijem periodu šapat se slabije čuje i raspoznaće. Međutim, još uvjek u svakodnevnom životu ovakva lica ne osjećaju veće smetnje. Izražena nagluhost koju i oboljela osoba primjećuje, dolazi tek sa produbljivanjem i širenjem postojećeg slušnog ispada prema frekvenciji od 2000 Hz, a kasnije i prema 1000 Hz. Tada radnici imaju teškoće u konverzaciji. Već prvih dana rada dolazi do jako izraženog zamora sluha. Tokom vremena progresija nagluhosti postaje izrazitija. Ova progresija može po širini slušnog registra da dostigne 2 — 3 oktave, dostižući frekvenciju od 8000 Hz za visoke tonove i frekvenciju od oko 1500 Hz u dijelu registra koji zahvata dio govorne zone. Trajanje ovog perioda je različito i zavisi od individualnih osobina svakog pojedinca. Može da bude relativno kratko (2—3 godine) ili da se znatno produži (8—15 godina). U kasnijem periodu osjećaju se teškoće prilikom razgovora. Oštećenje sluha polako ali sigurno napre-

duje, te jedino rješenje za očuvanje sluha je napuštanje bučnog radnog mjesta.

Buka utiče i na druge organe i organske sisteme, kao što su: srce i krvni sudovi, djelovanje na krvni pritisak, sistem za varenje, žlijezde sa unutrašnjim lučenjem, živčani sistem i sl. Postoje i nespecifični fiziološki efekti buke na organizam koji se ogledaju u djelovanju na centralni živčani sistem i na ritam srca. Opći poremećaji u psihološkoj sferi se ogledaju u djelovanju na psihičko stanje u vidu nepažnje, nevoljnosi, straha, osjećaja nesigurnosti, osjećaja neprijatnosti i neraspoloženja. Također buka djeluje na organ ravnoteže i prouzrokuje vrtoglavicu i otežavanje kretanja. Djelovanje buke na čulo vida pokazuje slijedeće promjene: slabije raspoznavanje boja i poremećaj sposobnosti viđenja u mraku. Djelovanje na ritam i rad srca se ispoljava promjenama u talasima EKG.

Od strane Dispanzera za medicinu rada pri Domu zdravlja Vareš ispitana je 141 radnik u životnoj dobi od 21 do 59 godina sa 2 — 24 godine ekspozicije buci iznad dozvoljelog nivoa. Ispitivanje sluha je obuhvatilo uzimanje radne i otološke anamneze, ORL pregled i na kraju audiometrijska ispitivanja. Audiološkom analizom je obuhvaćeno 47 kopača-bušača i pomoćnika kopača u jami, 40 kopača-bušača i pomoćnika kopača na površinskom kopu, 13 radnika u separaciji na tekućem održavanju i 41 radnik separacije na proizvodnji.

Analiza nađenih oštećenja sluha rađena je u odnosu na zanimanje, dužinu radnog staža i godine života. Audiološka analiza je potvrdila vrlo čest nalaz akustičnih trauma. Od ukupno 141 ispitanih radnika, 118 radnika ima akustično oštećenje sluha (84,3%). U strukturi oštećenja zapaža se prevalencija oštećenja lakog stupnja (89 od 141 ispitanih), zatim srednji stupanj 25 od 141 ispitanih, dok je teški stupanj oštećenja nađen kod ostalih ispitanih radnika.

Pregledom radnika po zanimanjima, oštećenje sluha pronađeno je kod:

1. 96% kopača u jami Droškovac,
2. 90% pomoćnika kopača u jami Droškovac,
3. 83,3% palioca mina u jami Droškovac,
4. 100% kopača na površinskom kopu Smreka,

5. 100% kopača na kamenolomu Stijene,
6. 40—70% ostali pregledani radnici.

U odnosu na godine života, oštećenje sluha ustanovljeno je kod:

- 44% radnika starosti 21 — 30 godina
84% radnika starosti 31 — 40 godina
91% radnika starosti 41 — 50 godina
100% radnika starosti preko 50 godina

U pogledu distribucije oštećenja sluha u odnosu na radni staž stanje je slijedeće:

0 — 5 godina	54,3%
6 — 10 godina	85 %
11 — 15 godina	87,8%
16 — 20 godina	97,4%
preko 21 godine	100%

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zum Studium der schädlichen Schwingungseinflüsse im Bergbau

Dipl. Ing. M. Foršek — Dipl. Ing. K. Kauzlaric*)

Im Aufsatz wurden die Geräusch- und Schwingungsuntersuchungsergebnisse mit Bohrhammer RK dargestellt und Schäden erklärt. Es wurden Messergebnisse und Gehörbeschädigungen der Arbeiter im Tagebau bei der Arbeit mit dem Bohrhammer RK-21 ausgelegt. Es wurden schädliche Wirkungen von Geräusch und Schwingungen auf Organismus, speziell auf das Gehör der Arbeiter erklärt.

Literatura

1. Bishop, R.E.D. — Johnson, D.C. 1960: Mechanics of Vibration, Cambridge University Pres 1960.
2. Coermann, R. et al 1960.: The Passive Dynamic Mechanical Properties of the Human Thorax — Abdomen System. Aerospace Med. Bd. 31, S. 443.
3. Dieckmann, D. 1957.: Einfluss vertikaler mechanischer Schwingungen auf den Mensch Arbeitsphysiol. Bd. 16, S. 519.
4. Hejfic, S. Ja. — Baltajtis V. Ja. 1971.: Ohrana truda i gornospasatelnoje djelo. Izd. »Nedra«. Moskva.
5. Trampuž, I. 1969.: Štetnosti i zaštita od vibracija u rudarstvu — »Sigurnost u rudnicima«, br. 4. — Beograd.
6. Stanković, D. 1974.: Profesionalno oštećenje vibracijama pri radu sa motornom pilom. — Dodatak uz Jugoslovensku i inostranu dokumentaciju zaštite na radu, br. 6. — Niš.
7. Klenović, S. 1968.: Ergonomia, Książka i Wiedza.
8. Scherrer J. 1967.: Physiologie du travail, Paris.

*) Dipl. ing. Mladen Foršek, Kombinat »Soda-so« Tuzla, OOUR Eksplotacija boksite, Barit — Kreševo.
Dipl. ing. Kazimir Kauzlaric — Rudnik i Željezara Vareš.

Opšti kriterijumi kod određivanja srednjih koncentracija prašine

Dipl. ing. Dragoslav Golubović

Veliki broj uticajnih faktora deluje na nestabilnost prašine po profilu jamske prostorije, što utiče na tačnost merenja koncentracije koja se u tački merenja menja u funkciju vremena.

Određivanje srednjih koncentracija prašine u vazduhu je složeno pitanje i predstavlja problem koji još uvek nije rešen jer smeša prašine i vazduha predstavlja aerodinamički veoma složen disperzionalni sistem. Čestice prašine u ovom sistemu su različite krupnoće, najčešće ispod 10 mikrona i sa vazduhom čine aerosol veoma kompleksnog karaktera.

Razlike u disperznom sastavu i obliku čestica su u zavisnosti od polaznog masiva min. materije, odnosno stena koje se dezintegrišu i načina izdvajanja prašine, zatim razlike u sklonosti kvašenju, sposobnosti koagulacije, električnih i optičkih svojstava, podleganja termoforezi, sklonosti ka oksidaciji i dr. veoma utiču na različito ponašanje aerosola. Odsedanje, Braunovo kretanje i uzajamno sudaranje čestica prašine su posledica uticaja spoljnih sila, što još više komplikuje problem.

Ovakav kompleks uticajnih faktora nesumnjivo deluje vrlo značajno na nestabilnost prašine po profilu prostorije i nepovoljno utiče na tačnost merenja, jer izmerena koncentracija prašine u radnoj okolini ne predstavlja jedan određen broj, već se menja u svakom trenutku merenja.

Pojedini istraživači različito sagledavaju problem određivanja srednjih koncentracija prašine, ali se u jednom svi slažu: da do danas nisu potpuno proučene sve zakonitosti ponašanja poludisperznog sistema koji čine vazduh kao gasovita faza i prašina kao čvrsta

faza, i da je radi toga nemoguće tačno utvrditi sve one uslove neophodne za određivanje srednje koncentracije prašine kako u odnosu na metodu uzorkovanja (izdvajanje ili neizdvajanje čvrste faze), tako i u odnosu na instrumentarije i mesta uzorkovanja. Kao posledica nedovoljne izučenosti ovog problema pojavljuju se različite metode u kriterijumu za utvrđivanje koncentracije prašine, a među stručnjacima pristalice ove ili one metode. Jedno je sigurno, da za sada ne postoji tačna metoda određivanja srednjih koncentracija prašine, već su sve približne a dobijeni rezultati se manje ili više razlikuju jedan od drugog, uglavnom usled neravnomernog rasprostiranja prašine u vazdušnoj sredini, neponavljanja istih uslova merenja, kao i ograničene tačnosti kod različitih mernih instrumenata. Moguće je da se čak dobiju i suprotni rezultati.

Bez obzira na metodu uzorkovanja i upotrebljene instrumente, mogu se izdvojiti sledeći parametri, koji generalno uvezši, utiču na tačnost utvrđivanja koncentracije prašine:

- 1 — karakter izvora prašine
- 2 — primjenjeni instrumenti
- 3 — tačnost uzorkovanja — realnost metode
- 4 — položaj uzorkovača
- 5 — momenat uzorkovanja i dužina trajanja
- 6 — veličina uzoraka

- 7 — kolebljivost (varijacija) rezultata
 8 — broj uzoraka

Karakter izvora prašine

Pri uzorkovanju prašine neophodno je utvrditi karakter izvora prašine koji može biti

- kontinuelni
- trenutni

U prvom slučaju uzorkovanje treba vršiti pri uspostavljenom toku ispitivanog procesa. Ako su pauze u procesu veće od 5 minuta, uzorkovanje treba prekidati, pogotovo ako je radno mesto provetrvano protočnom vazdušnom strujom. U ovom slučaju se već pri kratkim prekidima tehnološkog procesa koncentracija prašine naglo smanjuje do nivoa zaprašenosti ulazne vazdušne struje.

Kod trenutnih izvora, uzorkovanja treba vršiti samo za vreme trajanja izvora, uz napomenu da neki trenutni izvori uslovno mogu postati i kontinuelni.

Primjenjeni instrumenti

Idealni instrument za uzorkovanje prašine je onaj koji će sakupiti reprezentativni uzorak prašine uhvaćen tako da nije došlo do promena u rasporedu i broju čestica i koji omogućuje brzo i tačno dobijanje rezultata. Instrument treba da uzorkuje samo udisnu frakciju prašine, sa istom selektivnošću kao i ljudski respiratorni sistem.

Za instrument se kaže da je zadovoljavajući ako daje takve podatke da njihov koeficijent varijacije W_i bude znatno niži od koeficijenta varijacionog rasturanja W_o . U slučajevima da je W_i veće od W_o nije moguće utvrditi da li je dobijena koncentracija postojana ili kolebljiva.

Tačnost uzorkovanja — realnost metode

Tačnost izmerene koncentracije može se ustanoviti preko koeficijenta rasturanja W_o i koeficijenta varijacije instrumenta — W_i .

— Realnost metode sa kojom se vrši uzorkovanje ocenjuje se koeficijentom R .

$$R = \frac{V_v}{V_g}$$

V_v = količina usisnog vazduha

V_g = količina vazduha koji je protekao kroz prostoriju u kojoj se vrši uzorkovanje.

Na primer, za metalne rudnike

$$R_{\min} = 3 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-4}$$

Položaj uzorkovača

Kao što je već naglašeno, radi nepoznavanja zakonitosti rasprostiranja prašine u vazdušnoj struci nije moguće tačno odrediti mesta uzorkovanja. U zavisnosti od postavljenog cilja, odnosno svrhe merenja, menjaju se i mesta merenja. Za utvrđivanje ugroženosti radnika od štetnog dejstva mineralne prašine uzorkovanje se po pravilu vrši u sredini vazdušnog protoka, na visini srednjeg čovečjeg rasta (zona disanja radnika). Ako se određuje srednja zaprašenost radnog mesta, preporučuje se uzorkovanje po celom profilu. Prema tome kvalitet uzimanja uzoraka biće i određen kretanjem i aktivnostima radnika.

Položaj uzorkovača prašine u pojedinim konkretnim situacijama, na primer, u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina, u odnosu na različite metode otkopavanja ili u odnosu na pripremna ili istražna radilišta i slično, nije moguće unapred odrediti, bez prethodnog proučavanja »ponašanja« prašine u navedenim radnim okolinama. Proučiti ponašanje prašine u svakom konkretnom slučaju, kako je već naglašeno, predstavlja veoma složen zadatak, ali ujedno i veoma važan za tačnije određivanje koncentracije prašine.

Uzimanje uzoraka u ulaznim i izlaznim vazdušnim strujama treba vršiti na mestima ujednačenih koncentracija. Eksperimentalno je dokazano da na 30 prečnika prolaza za vazduh od izvora prašine, koncentracije su približno ujednačene. Na mestima gde postoje znatna turbulencija ujednačenost koncentracije prašine postiže se na 10 prečnika prolaza za vazduh. Pri uobičajenim brzinama za vazduh, koncentracija udisne prašine nije pod znatnim uticajem taloženja do udaljenosti približno 100 m od izvora. Prema tome, pogodan položaj uzorkovača u izlaznoj vazdušnoj struci biće između 30 i 100 m od izvora prašine, odnosno radnog mesta.

Položaj uzorkovača u ulaznoj vazdušnoj struji bira se tako da je isključen uticaj radnih operacija okoline, čija se ulazna vazdušna struja kontroliše. Ako se provetrvanje vrši depresivno, uzorak se postavlja u cevi separativnog ventilatora na odstojanju dužine jednog prečnika ispred kraja cevi.

Momenat uzorkovanja i dužina trajanja

— Momenat uzorkovanja za svaku pojedini fazu rada treba da bude izabran onda kada je radna operacija ustaljena, odnosno u sredini trajanja radne operacije. Do bitnih razlika u rezultatima dolazi ako se uzorkovanje vrši na samom početku ili na kraju radne operacije, ili pak u momentu ekstremnih izdvajanja prašine.

— Dužina trajanja uzorkovanja prašine, radi gravimetrijskog određivanja koncentracije, zavisi od minimalno merljive količine prašine, očekivane koncentracije prašine i količine usisanog vazduha prilikom uzorkovanja. Vreme uzorkovanja moguće je odrediti iz odnosa:

$$t = \frac{a \cdot 1000}{b \cdot c} \text{ (min)}$$

gde su:

- a — minimalno merljiva težina (gr)
- b — očekivana koncentracija prašine (mg/m^3)
- c — količina usisnog vazduha (l/min)

Postoje i druge relacije za određivanje potrebnog vremena uzorkovanja, ali data relacija je najpotpunija pošto je sve uticaje uzela u obzir.

Vrednost parametra »a« obično se uzima 10% od prosečne težine filtra.

Vrednost parametra »c« je konstantna i zavisi od instrumenta kojim se meri.

Vrednost parametra »b« moguće je samo orientaciono odrediti na osnovu iskustva, što i smeta tačnosti određivanja vremena uzorkovanja.

Veličina uzorka

Kod instrumenta za gravimetrijsko određivanje koncentracije prašine, s obzirom na konstantnost protoka, veličina uzorka je zavisna od koncentracije prašine i vremena uzorkovanja. Kako vreme uzorkovanja »t«

zavisi od pretpostavljene koncentracije, to je i veličina uzorka određena vremenom uzorkovanja. Veličina uzorka određena je i kapacitetom filtra.

Kolebljivost — varijacija rezultata

Rezultati dobijeni iz više pojedinačnih merenja razlikuju se jedan od drugog uglavnom radi neravnomernog rasprostiranja prašine u vazduhu radnog prostora, netačnosti instrumenta i drugih uticajnih faktora. Za ocenu tačnosti rezultata služi koeficijent varijacije dat izrazom:

$$K_v = \frac{\tau}{\bar{x}} \cdot 100 \text{ (%)}$$

gde su:

τ — standardna devijacija
 \bar{x} — srednja vrednost uzorka

$$\tau = \sqrt{\frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

standardna devijacija

f_i = učestalost mernih veličina u izabranim intervalima (frekvencu)

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$$

srednja vrednost intervala

n = broj uzoraka.

Koeficijent varijacije K_v moguće je odrediti manje složenim postupkom a zadovoljavajućom tačnošću iz relacije:

$$K_v = 100 \cdot \frac{\tau}{\bar{x}}$$

gde je

$$\tau = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$$

srednje kvadratno odstupanje rezultata pojedinih uzoraka.

$$\sum x^2 = \text{zbir kvadrata odstupanja}$$

n = broj uzetih uzoraka.

U sledećoj tablici daje se sprovedeni račun koeficijenta varijacije na bazi sedam merenja koncentracije prašine.

Veći broj autora L.N. Baron, S. Heifig, P.N. Torskii-Rabičev, A.S. Burčakov i dr., smatraju da se može zadovoljiti sa koeficijentom varijacije $K = 15\text{--}20\%$ za gravimetrijsko određivanje koncentracije, dok za ko-

Tablica 1

Broj uzoraka	Izmerena koncentracija mg/m ³	Razlika od srednje vredn. x	Kvadrati razlika od srednje vrednosti	$\tau = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$
1	38,4	+ 6,7	44,89	$\tau = \frac{136,06}{6} = 4,78$
1	35,5	+ 3,8	14,44	
1	30,6	- 1,1	11,10	
1	28,4	- 3,3	10,89	
1	26,5	- 5,2	27,04	$K_v = \frac{4,78}{31,7} \cdot 100 = 15\%$
1	27,6	- 4,1	16,81	
1	35,0	+ 3,3	10,89	
n = 7	srednja vrednost $\bar{x} = 31,7$	7	$\sum x^2 = 136,06$	1

nimetrijsko određivanje koncentracije koeficijent varijacije može ići i do 25—30%.

Ako je K_v veće od navedenih vrednosti, neophodno je izvršiti veći broj uzoraka.

nosti u smislu rutinske kontrole uslova rada na radnim mestima.

Broj uzoraka zavisi od namene merenja i izražava se kao funkcija iz koeficijenta vari-

Tablica 2
Minimalni broj uzoraka za određivanje koncentracije prašine u zavisnosti od metode i pribora uzorkovanja relativne greške i greške broja merenja

Red. broj	Pribor i metoda merenja	Relativna greška %	Minim. broj uzoraka za dobijanje srednjih koncentrac. prašine pri dole navedenim greškama u % uz 95% verovatnoće					
			5%	10%	20%	30%	40%	50%
1	Membranski filtri $\phi 35$ mm	4,5	4	1	1	1	1	1
2	Papirni filtri protok 40, 50 l/min	13,5	30	8	2	1	1	1
3	Filtri od organskih vlakana protok 10—25 l/min	9,5	15	4	1	1	1	1
4	Pribor »Gekslet«	22,5	83	21	6	3	2	1
5	Impindžer	85	1170	295	75	33	19	12
6	Elektrostatički precipitator	90	1295	325	80	37	21	13
7	Membranski filtri (brojna metoda)	43,5	303	76	19	9	5	3
8	Fotokalorimetrijski pribor (ugljena prašina)	39,5	247	62	16	7	4	3

Broj uzoraka

jaci, normalnog odstupanja i dopuštene greške. Tako je:

$$n = \left[\frac{K_v}{P} \cdot t \right]^2 \quad \text{gde je:}$$

n — minimalan broj potrebnih uzoraka

K_v — koeficijent varijacije

P — dopustiva greška

t — dozvoljeno odstupanje.

Prema nekim autorima PN Torskii, L.I. Baron, V.V. Nedina, veličina dopustive greške »P« kreće se od 15 do 20%, dok se vrednosti za dozvoljeno odstupanje »t« za jamske priliike kreće 1,65—2 (najčešće se preporučuje $t = 1,65$). Koeficijent varijacije, kao što je već naglašeno, za gravimetrijsku metodu kreće se $K_v = 15—20\%$.

Na osnovu date relacije, minimalni broj uzoraka za gravimetrijsku metodu, pri varijaciji od 20%, dopustive greške 20% i dozvoljenog odstupanja od 1,65, bio bi:

$$n = \frac{20^2}{20^2} \cdot 1,65^2 = 2,7 \approx 3$$

U sledećem tabličnom pregledu daju se literaturni podaci o minimalnom broju uzoraka, u zavisnosti od metode i pribora za uzorkovanje, relativne greške i greške broja merenja.

Svi nabrojani parametri, koji utiču na tačnost određivanja koncentracije prašine u ovome članku, tretirani su uopšteno, kako bi se generalno sagledao njihov zbirni uticaj. Međutim, svaki od navedenih parametara zaslužuje posebnu pažnju u smislu njegove detaljnije analize.

SUMMARY

General Criteria for the Determination of Mean Dust Concentrations

D. Golubović, min. eng.*)

Determination of mean dust concentrations in working environments represents a complex problem, due to the fact that many factors influence dust instability. Disregarding the sampling method and instruments used, there are general conditions that must be respected during the determination of concentrations.

Literatura

1. Baron, L.N.: Profilaktika silikoza i antrakoza pri
2. Heific, S.: Sniženie zapilenosti vazduha V. Ugolnih šaht.
3. Torskii, N. — Rabičev, V.: Obespiličivanje ugradnih šaht
4. Burčakov, A. S.: Racional'noe ispol'zovanie ventilacii dlja sniženija zapylenosti vozduha.

*) Dipl. ing. Dragoslav Golubović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta u Beograd.

Antropotehnika u konstrukciji motornih vozila

(sa 1 slikom)

Dr Živko Stojiljković

Prikazan je značaj antropotehnike u okviru bezbednije konstrukcije motornih vozila, kao analiza velikog broja statičkih i dinamičkih antropometrijskih i antropotehničkih parametara koji zadovoljavaju ergonomске zahteve u pogledu optimiranja sistema: »čovek-motorno vozilo-radna sredina«.

Dati prikaz se najvećim delom odnosi na strana iskustva, pošto se naša nalaze u začetku usled još uvek nedovoljne koordinacije stručnjaka raznih profila — koji bi timski trebalo da rešavaju ovu ergonomsku interdisciplinarnu problematiku vezanu za bezbednu konstrukciju motornih vozila.

Uvod

Pojam antropotehnika u okviru ergonomije označava oblast koja se bavi problematikom adaptacije mašine, u ovom slučaju »motornog vozila — čoveku«. Težišta tačka ergonomskih istraživanja danas leži na upravljanju i regulaciji dinamičkih sistema od strane ljudi, a naročito na upravljanju motornim vozilima svake vrste.

Mišljenja smo, da je uži specijalista iz ove oblasti dobro upoznat sa problematikom. Međutim, postoji vrlo veliki broj stručnjaka koji se nalaze na periferiji ove interdisciplinarne nauke i koji ulaze u to polje rada iz drugih oblasti. S obzirom na tu činjenicu, naša je namera da razmotrimo neke probleme primene antropotehnike, što znači »mere čoveka u odnosu na vozila«, u okviru bezbednijeg korišćenja, sa posebnim osvrtom na konstrukciju motornih vozila. Ovi podaci mogu uticati — da se konstrukcija motornog vozila podesi prema vozaču, omogućujući mu efikasno funkcionisanje, bezbednost, minimum nekomfornosti i kretanje u svim pravcima i različitim klimatskim uslovima.

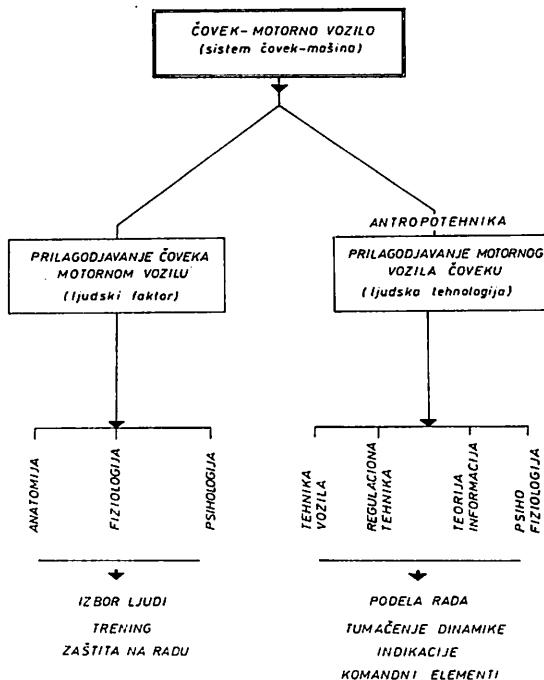
Mesto antropotehnike u optimiranju sistema »čovek-motorno vozilo« (sl. 1) je vrlo značajno u rešavanju ove kompleksne problematike. Tako, npr, pri evaluaciji zbirnih

antropometrijskih podataka u okviru sistema »čovek-motorno vozilo« od posebne je važnosti njihova kasnija pravilna upotreba u toku projektovanja.

Ne sme se nikada pri projektovanju zanemariti činjenica da ne postoji »prosečan čovek« (1, 2, 3), iako on definiše koncept »projektnih granica«. One su inače određene dimenzijom tela ljudi koji se koriste motornim vozilom, a postignute su u kontekstu sistema »čovek-motorno vozilo — radna sredina«. Prema tome, potrebno je, s jedne strane, konstruisati motorno vozilo tako, da fizički bude prilagođeno dimenzijama tela vozača, a, s druge strane, u odnosu na bezbednost pri korišćenju treba imati na umu značaj ljudskog faktora u lokaciji komandi i uređaja, zatim vizuelnu podobnost prednjeg stakla, ogledala i signala za pravac, kao i istovremenu kontrolu fizičke i spoljne sredine u vozilu.

Ne smemo zaboraviti da se u našim uslovima još uvek ne poklanja odgovarajuća pažnja »ljudskom faktoru u konstrukciji motornih vozila« kako od strane projektanata i konstruktora, tako i od strane proizvođača. Praktičan značaj ovog problema ogleda se kako u nepodobnosti motornih vozila, tako i u neadekvatnim rešenjima »ergosfere«, tj. unutarnjeg radnog prostora vozača (nepodobna lokacija komandi i instrumenata, nedo-

voljna vidljivost, slaba kontrola fizičke sredine i spoljne okoline) a što u krajnjem, u oba slučaja rezultira ograničenom korišćenju motornog vozila usled smanjene radne sposobnosti vozača.



Sl. 1 — Šematski prikaz mesta antropotehnike u optimiziranju sistema »čovek—motorno vozilo«.

Fig. 1 — Schematic display of the position of anthropotechnic in the optimization of the System »man — motor vehicle».

Antropotehnika

Vrlo važan aspekt konstrukcije opreme u motornom vozilu odnosi se na raspored vozačevog radnog prostora i njegov sadržaj, tj. »ergosferu« u vezi sa dimenzijom tela, dohvatom ruku i nogu, kao i varijacijama u okviru fizičkih sposobnosti vozača.

Da bi se jasno definisali ovi parametri potrebno je odrediti:

a) Obim ljudskog tela s obzirom na specifična merenja koja se koriste da bi se odredile dimenzije opreme. Tako su, npr., potrebna tri osnovna merenja tela da bi se odredile dimenzije sedišta i obezbedio maksimalni komfor. A to su: za visinu sedišta — mere potkolenične visine ili visine od poda do bedara, za dužinu sedišta — mere »bedroleđa« i dužine kolena, i za širinu sedišta — mere za širinu bedara, odnosno »H—tačka«. Podaci o visini pri sedenju koriste se da bi

se odredio razmak od sedišta do krova, dok je lokacija potiljačnog predela glave potrebna radi postavljanja naslona na vozilu.

b) Lokacija oka vozača je neophodno potrebna zbog određivanja položaja sedišta i podešavanja u okviru vidnog polja vozača — pošto je položaj očiju osnovna dimenzija u konstrukciji motornog vozila.

c) Funkcionalni dohvati ruke i nogu moraju biti poznati kod najmanjih članova grupe ispitivanog ljudstva — pre nego što se odrede spoljne granice radnog prostora za lokaciju komandi i instrumenata.

d) Veličina upotrebljene snage pri rukovanju komandnim uređajima sastoji se u primeni potrebne sile koja je u skladu sa kineziologijom ljudskog tela, tj. telesnog kretanja kao posebnog slučaja mehaničke sile. Od naročitog je značaja pribaviti ove podatke u odnosu na najslabije ispitanike u grupi ljudstva. Podaci su potrebni pri konstrukciji komandnih uređaja na motornom vozilu radi uključenja maksimalne snage, za pokretanje volana, zatim za potiskivanje poluge ili pritisikivanje pedale.

e) Brzina pokreta tela vozača, tj. kako i kojom brzinom reaguju ljudi, je od izvanrednog značaja za bezbednost konstrukcije motornog vozila u odnosu na vreme očekivanja signala i preuzimanje odgovarajuće akcije. Npr., pošto je akcija već otpočela, kako se brzo komanda može staviti u pokret ili kojom se brzinom može krenuti, odnosno zaustaviti motorno vozilo.

f) Preciznost pokreta vozača je takođe od značaja za konstrukciju i zasniva se na maksimalnom iznosu preciznosti koja se može očekivati od najmanje sposobnog vozača u grupi ispitivanog ljudstva.

Možemo konstatovati da je većina ovih ljudskih osobenosti međusobno usko povezana. Naime, brzina pokreta varira sa stepenom zahtevane preciznosti, a iznos jačine (snage), koja se može primeniti na komandne uređaje, u znatnoj meri zavisi od lokacije tih komandi u okviru pokreta tela. Stoga se svaka ljudska radna sposobnost mora definisati i opisati kao jedan elemenat u integrisanom uzorku fizičke aktivnosti.

Diskusija

Mora se obratiti posebna pažnja onim osobama koje se nalaze na krajevima antropometrijske tablice po sposobnostima ili karakter-

teristikama. Ovo korišćenje krajnjih vrednosti ima veliku važnost u konstrukciji opreme motornih vozila. Prema tome, da bi se najefikasnije primenili u konstrukciji opreme motornog vozila antropotehnički i biomehanički podaci, potrebno je da budu prikazani u okviru obima radne sposobnosti i osnovnih osobenosti ljudstva, a ne samo u okviru proseka. Upotreba prosečnih vrednosti u konstrukciji opreme motornih vozila, prema mnogim autorima (1, 2, 3, 4, 6, 7), u prošlosti je stvarala znatne teškoće. Tako, npr., komandu koju može da dohvati rukom »prosečan čovek« ne bi mogao da dohvati niko od onih koji su manji od prosečnog ili veličina za prostor glave određena za čoveka prosečne visine ne bi obezbedila prostor za 50% ljudi koji su viši od proseka. Ovakvi problemi se mogu eliminisati ako se antropotehnički podaci prikažu u procentima, odnosno statističkoj veličini koja izražava brojčane vrednosti date dimenzije ili radne sposobnosti za odabrani uzorak ljudstva. Često su statistički podaci dati u 5% intervalima od 5% do 95% i u 1% intervalima između 1% i 5% i 95% i 99%. Ostali procentualni odnosi predstavljaju deo obima ljudske radne sposobnosti koja je vrlo važan činilac u konstrukciji opreme motornog vozila. Upotrebljavajući procentualne antropometrijske tablice, moguće je proceniti odgovarajućim izrazima ljudske varijabile da bi se odredio procenat ljudstva koji se može obuhvatiti u okviru konstrukcije s obzirom na željene granice bezbednosti i efikasnosti motornog vozila. Napominjemo, da su se ranije mnoge vrste gore opisanih statističkih podataka koristile samo u okviru specijalizovanih ljudskih grupa, kao što su npr., muški personal u civilnoj i vojnoj avijaciji, zatim vozači autobrašuna i kamiona i sl. Ali su zato konstruktorima nedostajali podaci za celokupno stanovništvo, uključujući žene i muškarce — čiji je problem bio da konstruišu motorno vozilo u kome bi smestili ljude između 5% žena i 95% muškaraca. Ovi nedostaci su u mnogim zemljama otklonjeni (1, 2, 3, 4) pošto su one prihvatile kontinuirana antropološka merenja celokupnog stanovništva, odakle se izdvajaju odabранe grupe ljudi sa svim potrebnim antropometrijskim podacima koji služe za konstrukciju motornih vozila.

Posmatramo li postojeće razlike između proizvođača motornih vozila i dimenzija sedišta, konfiguracije, doterivanja i povezanoći sa drugim unutrašnjim delovima vozila, možemo konstatovati — da su mnoge neudobnosti nastale zbog pogrešnih dimenzija, nepravilnih uglova, poroznosti materijala i sl. Kod većine sedišta odabrana je visina sedišta koja omogućuje sedeći položaj »lutke-manekena«, tako da joj »H-tačka« bude smeštena u vertikalnom nivou.

Merenja u okviru »H—tačke« mogu se smatrati osnovnim antropotehničkim opisanim podacima, koji se mogu koristiti ne samo za konstrukciju sedišta već i za analizu sposobnosti dohvata ruku. Međutim, u savremenim motornim vozilima podešavanje sedišta napred i nazad, a ponekad i vertikalno, ukazuje na još jednu promenljivu veličinu u odnosu na dohvat ruku kao takav, pošto će dohvat ruku osobe u mirovanju sa »H-tačke« biti isti, bez obzira da li je sedište napred, pozadi ili na bilo kojoj drugoj tački u dometu podešavanja. Ali zato tačka do koje dohvat ruku ne može da dosegne varira u zavisnosti od neke fiksne tačke na vozilu pošto se sedište pomera. Sadašnji podaci »H-tačke« u vezi sa dohvatom ruke su podložni matematičkoj transformaciji, pri čemu se mogu primeniti u odnosu na neku drugu repernu tačku u vozilu. To je moguće pošto su se ova merenja dohvata rukom vršila u odnosu na tvrdnu tačku peta sa ispitnikom koji se nalazi u odgovarajućem sedištu. Na taj način, svaki dohvat rukom se može definisati u pogledu lokacije svake druge fiksne tačke u motornom vozilu. Međutim, ne sme se zaboraviti, da ovako primjenjeni antropotehnički podaci mogu biti neadekvatni usled velikog broja promenljivih veličina koje dejstvuju na dohvat ruku. Zbog toga se može reći, da svi ti podaci variraju u zavisnosti od podešavanja sedišta i različitih želja vozača kako će smestiti sedište, kao i od razlike u relativnim dužinama raznih delova tela. Na žalost, još uvek nisu pronađeni objektivni metodi za procenu sedišta u motornim vozilima niti postoji mogućnost da se postignu savršena rešenja univerzalne prime-ne sedišta.

Na kraju možemo konstatovati, da svako sedište, pa i najsavršenije, ima svoju opti-

malnu toleranciju u odnosu na ljudsko telo, a kada se ona pređe, tada dolazi svakako do ograničenja radne sposobnosti vozača koja se u datom momentu reperkutuje na psihofizičku kondiciju vozača.

Zaključak

Prikazan je značaj antropotehnike u okviru »bezbednije konstrukcije motornih vozila«, kao i analiza velikog broja statističkih i dinamičkih antropometrijskih parametara koji uglavnom zadovoljavaju ergonomске zahteve u pogledu optimiranja sistema »čovek-motorno vozilo-radna sredina«.

Dati prikaz se najvećim delom odnosi na strana iskustva, pošto se naša nalaze u za-

četku usled slabe koordinacije stručnjaka različitih profila koji bi timski trebalo da rešavaju ovu ergonomsku — interdisciplinarnu problematiku vezanu za bezbednu konstrukciju motornih vozila.

U ovom radu nije iznet ergonomski aspekt u konstrukciji i lokaciji komandi i instrumenata u motornom vozilu, pošto to iziskuje posebno razmatranje.

Na kraju možemo reći, da se u našim uslovima ubuduće mora pokloniti mnogo veća pažnja ergonomskoj saradnji stručnjaka (lekara, inženjera, fiziologa, anatoma, psihologa i dr.) na projektovanju, konstrukciji, rekonstrukciji i sl. kod motornih vozila nego što je to rađeno do danas, kako bi se poboljšala bezbednost u našem saobraćaju.

SUMMARY

Anthropotechnic and Automotive Design

Dr. Ž. Stojiljković*

The paper points out the importance of anthropotechnic within the general Safety of motor vehicle design. It analyzes a great number of both static and dynamic anthropometric and anthropotechnic parameters that substantially meet ergonomic requirements regarding the optimization System of the »man - car - environment« relation.

The survey is primarily based on foreign information since Yugoslav experience is still insufficient. Namely, there is no satisfactory coordination between various specialists, to be included in team work for the purpose of solving basic ergonomic interdisciplinary problems related to the safety of automotive design.

Literatura

1. Diamond, N., Stoudt, H. W., Farland, R. H. Mc 1966: *The Human Body in Equipment Design*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
2. Stoudt, H. W., Farland, P. A. Mc 1970: *Antropometric Characteristics of Automobile Drivers*, International Automobile Safety Conference Compendium, Detroit (USA) May 1970. and Brussels (Belgium), June.
3. Kyropoulos, P., Roe, R. W. 1970: *Antropometry*, International, Safety Conference Compendium, Detroit (USA) May 1970, and Brussels (Belgium), June. 1970.
4. Bernotat, R. 1970: *Antropotechnik in der Fahrzeugführung*, Ergonomics, Vol 13, No. 3 (353—377).
5. Milošević, S. 1967: *Fiziološki aspekti konstrukcije komandnih i kontrolnih uređaja u vozilu*, II jugoslovenski kongres za medicinu rada, Split.
6. Maver, H., Kovačević, M., Grgić, Z. 1969: *Prikladnost domaćih vozila sa antropometrijskog stanovišta*, I simpozijum o preventivnoj ulozi saobraćajne medicine, Zagreb.

* Dr Živko Stojiljković, naučni savetnik Instituta »Kirilo Savić« — Beograd.

7. Cimerman, B. 1967: Uticaj konstrukcije kabine motornog vozila na vozače, II jugoslovenski kongres za medicinu rada, Split.
8. Rieck, H. 1969: Über die Messung des Sitzkomforts von Autositzen Ergonomics, Vol. 12 No. 2 (206—211).
9. Dupuis, H. 1957: Arbeitsphysiologische Verhältnisse in Fahrerhaus, VDI—Berichte, Vol. 25 (49—56).
10. Stojiljković, Ž., Adum, O. 1972: Antropotehnika u upravljanju motornim vozilima, Kongres o saobraćaju i vezama Jugoslavije, decembar, Beograd.

O značaju ventilacije u kompleksnoj zaštiti od prašine u rudnicima

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović

Ventilacija radilišta ima odlučujući uticaj u borbi za suzbijanje zaprašenosti, ali se ona mora posmatrati kao deo kompleksne zaštite u rudnicima sa opasnom prašinom.

Borba sa prašinom u rudnicima se sastoji u primeni kompleksnih mera sa ciljem da se koncentracija lebdeće prašine svede u granične MDK*. U nizu tehničkih mera zaštite postupak ventilacije ima odlučujuću ulogu jer se sa njim ostvaruje definitivna dekoncentracija zaostale lebdeće prašine u radnoj okolini.

Postupak dekoncentracije prašine ventilacijom se u krajnjem praktičnom slučaju svodi na proračun potrebne količine vazduha pri čemu se uzima u obzir i najpovoljniji raspored usmerenih vazdušnih strujnica u radnom prostoru. Ali, za dobijanje parametara za proračun potrebno je prethodnim postupkom istražiti sve faktore u aerodinamičkim uslovima zaprašenosti koji ograničavaju količinu vazduha u svakom konkretnom slučaju. Krajnji cilj ovog postupka je postizanje maksimalne dekoncentracije prašine sa optimalnom količinom vazduha, koja u ukupnoj kompleksnoj zaštiti omogućava utrošak minimuma sredstava.

U ovom prikazu se iznose neka praktična iskustva o ulozi ventilacije i ograničavajućih ventilacionih parametara u kompleksnoj zaštiti od prašine, na osnovu istraživanja izvršenih u našim rudnicima metala.

Za dinamiku prašine u vazdušnoj struji od velikog je značaja brzina vazduha. Kretanje

vazduha u rudarskim prostorijama može biti laminarno i turbulentno. Kriterijum određivanja forme kretanja je Reynoldsov broj:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

v = srednja brzina kretanja vazduha u prostoriji, m/sec

d = prečnik prostorije, m

ν = kinematička viskoznost vazduha, m²/sec.

Kritična brzina pri kojoj se iz laminarnog prelazi u turbulentno kretanje nastaje pri $Re = 2300$. U tom slučaju se njena vrednost može izračunati iz jednačine [1]:

$$v_{kr} = \frac{3,5}{S}, \text{ cm/sec}$$

S — poprečan presek prostorije, m².

Za razne preseke rudarskih prostorija V_{kr} ima sledeće vrednosti [1]:

S	m ²	1	2	3	4	5	6	7
V_{kr}	m/sec	0,035	0,024	0,018	0,014	0,012	0,01	0,009

Kao što se vidi, kritična brzina ima vrlo male vrednosti tako da laminarno kretanje u rudarskim prostorijama praktično ne postoji. Minimalna brzina vazduha koja stvara dovoljno velike pulzациje u ravni poprečnog preseka prostorije za efektivno odnošenje prašine, određuje se iz obrasca [1]:

* MDK, maksimalno dozvoljena koncentracija, JUS Z. BO. 001.

$$v_{o \text{ min}} \geq \frac{500}{d_k \cdot \sqrt{a}}, \text{ cm/sec}$$

d_k — srednji prečnik stupaca podgrade ili srednja visina neravnina u nepodgrađenoj prostoriji, cm.

a — koeficijenat aerodinamičkog otpora (u desetohiljaditim).

Za rudnike metala i nemetala brzina vazduha iznosi $v_{o \text{ min}} = 25 \text{ cm/sec} = 0,25 \text{ m/sec}$ [1], što je potvrđeno i praktičnim ispitivanjima u našim rudnicima metala [5]. To je prvi ograničavajući faktor za količinu vazduha. Međutim, u Tehničkim propisima o zaštiti na radu u rudarskim podzemnim radovima, minimalna brzina vazduha se predviđa samo za metanske rudnike, član 216. To je svakako nedostatak propisa, jer je neophodno da rudnici sa štetnom prašinom imaju isti tretman. Uostalom, član 216 je u suprotnosti sa članom 46 i članom 212 pomenutog propisa.

Količina vazduha je ograničena i u pogledu maksimalne brzine ($V_{z \text{ max}}$) zbog potencijalne mogućnosti zduvavanja nataložene prašine. Kritična brzina pri kojoj neće doći do zduvavanja prašine [1]:

$$V_{z \text{ max}} = \frac{0,92}{\sqrt{F}} \text{ (m/sec)}$$

F — profil prostorije, m^2 .

To je brzina neposredno uz zaprašenu površinu, za razliku od $v_{o \text{ min}}$ koja čini srednju brzinu u profilu prostorije. Odgovarajuća srednja maksimalna brzina u poprečnom preseku prostorije ima oznaku u daljem tekstu $V_{o \text{ max}}$.

Kod praktičnog rešavanja problema veoma je teško zadovoljiti oba kriterijuma, ali se tada postiže najpovoljniji režim provetrvanja sa prirodnim izdvajanjem prašine iz vazdušne struje i bez sekundarnog podizanja nataložene prašine. Zato se često pribegava drugim tehničkim postupcima sa kojima se nataložena prašina čvršće vezuje za podlogu.

Do sada izvršeni studijski radovi potvrđili su veliki značaj sedimentacionog izdvajanja prašine iz vazdušne sredine na dinamički režim zaprašenosti i u našim rudnicima (4, 5).

Za različite dinamičke uslove zaprašenosti postoji više jednačina za proračun količine vazduha. Na bazi studijske analize i praktične provere izvršen je izbor obrazaca za proračun količine vazduha na radilištima u našim metalnim rudnicima (6). Proračun se vrši u odnosu na dva karakteristična načina izdvajanja prašine: kratkotrajno izdvajanje (miniranje) i kontinualno izdvajanje (utovar, bušenje i dr.). Jednačine se daju za tri karakteristična aerološka tipa rudarskih prostorija (3).

Komorne prostorije

Pri trenutnom izdvajanju prašine:

$$Q = \frac{V}{K_m \cdot t} \ln \frac{n_0}{n - n_0} \text{ (m/sec)}$$

V — zapremina komore koja se provetrava, m^3

K_m — koeficijent turbulentne difuzije

t — vreme provetrvanja komore, sec

n_0 — početna koncentracija prašine neposredno posle miniranja, mg/m^3

n' — koncentracija prašine u ulaznoj struji, mg/m^3

n — maksimalno dozvoljena koncentracija.

Pri kontinualnom izdvajanju prašine:

$$Q = \frac{I}{K_m (n - n')} \cdot \epsilon \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

I — intenzitet izdvajanja prašine, mg/sec

ϵ — koeficijent umanjenja ukupnog izdvajanja prašine kod više istovremenih izvora u komori.

Količina vazduha za serijsko provetrvanje više komora određuje se po obrascu:

$$Q = \frac{I_n + \sum_1^{n-1} I'_{n \text{ rez.}}}{K_m (n - n_0)} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

I_n — intenzitet izdvajanja prašine u komori poslednjoj u seriji, mg/sec

$I'_{n \text{ rez.}}$ — rezultujući intenzitet izdvajanja prašine u komorama do poslednje u seriji, pri čemu se uzima u obzir prirodno izdvajanje prašine iz vazdušne struje.

Slepe prostorije

Pri trenutnom izdvajaju prašine:

$$Q = \frac{S}{t} \sqrt[3]{\frac{1 \cdot L^2}{p^2} \cdot \frac{n_0 - n'_0}{n - n'_0}} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

S — poprečni presek prostorije, m^2
 t — vreme provetrvanja posle miniranja, sec
 L — dužina slepe prostorije, m
 l — rastojanje od kraja ventilacione cevi do čela radilišta, m
 p — koeficijent gubitaka vazduha kroz ventilacione cevi.

Pri kontinualnom izdvajaju prašine:

$$Q = \frac{I}{n - n'_0} \cdot \epsilon \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

ϵ — koeficijent umanjenja ukupnog izdvajaju prašine za slučaj serijskog provetrvanja više izvora.

Prostorije uskog čela sa protočnom vazdušnom strujom

Pri trenutnom izdvajaju prašine:

$$Q = \frac{V}{K_m \cdot t} l_n \frac{n_0}{n - n'_0} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

V — zapremina dela prostorije u kojoj se formira početna koncentracija (n_0).

Pri kontinualnom izdvajaju prašine:

$$Q = \frac{I}{n - n_0} \cdot \epsilon$$

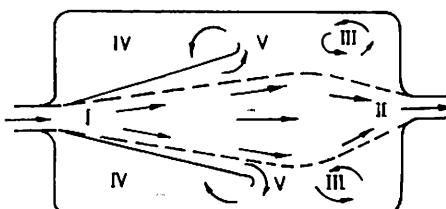
U daljem tekstu se analiziraju efekti dekoncentracije lebdeće prašine postupkom ventilacije za sva tri tipa rudarskih prostorija.

Teškoće kod provetrvanja komornih otkopa su uslovljene nizom faktora. Ukupne količine vazduha u postojećim jamama u većini slučajeva ne zadovoljavaju potrebe svih radilišta, naročito kod neregulisane raspodele vazduha. Prirodno provetrvanje u nekim jama stane čini znatno nepovoljnijim. Velike dimenzije i nepravilni geometrijski obliki

ci komornih prostorija onemogućavaju intenzivno provetrvanje. Nedovoljna ventilaciona propusna sposobnost pristupnih prostorija sprečava dovođenje potrebne količine vazduha na otkop. Nepravilan raspored pristupnih prostorija omogućava provetrvanje samo malog dela od ukupne zapremine komore. Otkopi se često provetrvaju u seriji, što je nepovoljno.

Sam postupak provetrvanja komora je specifičan u odnosu na ostale jamske prostorije. Provetrvanje se vrši pomoću slobodnih struja, koje nastaju pri isticanju vazduha iz pristupnih prostorija ili ventilacionih cevi. Slobodne struje obrazuju aktivne vazdušne struje. Od rasprostranjenosti aktivnih struja u komori, što se definiše koeficijentom turbulentne difuzije K_m , zavisi efekat dekoncentracije i iznošenja lebdeće prašine.

U zavisnosti od geometrijskih karakteristika komora i položaja radilišta veličina koeficijenta turbulentne difuzije se može kretati u širokom dijapazonu $K_m = 0,15 - 1,00$. Znači da je koeficijent K_m veoma uticajan parametar kod proračuna količine vazduha. Na sl. 1 dat je šematski prikaz rasporeda radilišta u odnosu na slobodnu struju, a u tablici 1 su date odgovarajuće vrednosti za K_m (2).



Sl. 1 — Šematski prikaz rasporeda radilišta u odnosu na slobodnu struju.
 Fig. 1 — Schematic outlay of workings arrangement in regard with free stream.

Tablica 1

Zone lokacije izvora	K_m
Zona slobodne struje, I i II	0,96
Zona pripojenih tokova, IV	0,64
Granica slobodne struje, V	0,54
Recirkulaciona zona, III	0,34

Sa promenom napadne tačke otkopavanja menja se i pozicija radilišta u odnosu na slobodnu struju. Za praktičnu primenu dolazi u

obzir zajednički K_m , koji je u zavisnosti od veličine pojedinih zona.

S obzirom na veliku ulogu u provetrvanje, koeficijent K_m se mora tretirati kao ograničavajući faktor količine vazduha i zanjega treba odrediti minimalnu graničnu vrednost. Praktično je to dosta teško zbog velikog broja uticajnih faktora i najbolje je K_m odrediti eksperimentalnim putem. Prema dosadašnjim radovima (4, 5, 6) pretpostavlja se da bi se koeficijent turbulentne difuzije za komorne otkope u našim rudnicima metalarnih mogao ograničiti na minimalnu vrednost $K_{m \min} = 0,8$. Daljim detaljnim ispitivanjima ovu veličinu bi trebalo tačno definisati.

Brzina vazduha kao faktor ograničenja se posmatra različito za pristupne prostorije i komorni otkopni prostor. U pristupnim prostorijama (u koje spadaju hodnici, prolazni, zasipni i ventilacioni uskopi), važi kriterijum gornje granične brzine (V_{max}) u odnosu na sekundarno podizanje nataložene prašine. Prema Pravilniku o tehničkim merama i zaštiti na radu, čl. 216, u ovim prostorijama, dozvoljena je brzina do 8 m/s, ali kriterijum se odnosi na mikroklimatske uslove i neprihvativ je za posmatrani slučaj. Uporednom analizom usvojena je maksimalna srednja brzina za naše rudnike metala $v_{\text{o max}} = 1,5 \text{ m/sec}$ (6).

U komornoj prostoriji važi kriterijum do-nje i gornje granične vrednosti brzine. Minimalno dozvoljena brzina ($V_{o \min} = 0,25 \text{ m/s}$) se daje u cilju postizanja uslova za efikasno odnošenje lebdeće prašine iz radne okoline. U cilju sprečavanja podizanja natažene prašine ograničava se brzina do maksimalne vrednosti ($v_{z \max}$) u blizini površine sa nataženom prašinom prema već poznatoj jedna-čini:

$$v_{z \text{ max}} = \frac{0,92}{\sqrt{F}} = 0,65 - 0,32 \text{ m/s}$$

$F = 2 - 8 \text{ m}^2$, poprečni preseci prisutnih prostorija.

U praksi dolazi do zduvavanja nataložene prašine jedino ako je slobodna struja u komori ograničena površinama sa nataloženom prašinom.

Na kraju, faktor ograničenja je i ventila-
ciona propusna sposobnost otkopa i pristup-
nih prostorija u zavisnosti od poprečnog pre-

seka i aerodinamičkog otpora. Utrošeni pritisak u otkopnom bloku*) treba da se izjednači sa potencijalnom razlikom pritiska odgovarajućeg ogranka u ventilacionom sistemu. U uslovima eksploracije naših rudnika rudarski radovi se obavljaju na većem broju horizonta, tako da se pri provetrvanju u seriji mora nalaziti više horizonata. Na osnovu do sada izvršenih radova usvojeno je da se ograniči maksimalan pritisak u otkopnom bloku na $\Delta h_{\text{max}} = 15 \text{ mmVS}$.

U tablici 2 dat je pregled faktora ograničenja, a u odnosu na njih i odgovarajućih količina vazduha za metode otkopavanja sa komornim otkopima u rudnicima metala SR Srbije. U istoj tablici su prikazani i efekti smanjenja zaprašenosti koji se postižu ventilacijom, kao i ukupno potrebni efekti za smanjenje zaprašenosti u granice MDK. Dobijene razlike ukazuju na potrebu za paralelnom primenom i drugih tehničkih mera zaštite.

U tablici 3 su priloženi podaci o postignutim efektima na jednom otkopu u rudniku Trepča-Stari trg, a zatim, upoređenja radi, i potrebeni efekti za svođenje zaprašenosti u granice MDK.

Tablica 3

Radne operacije	Efekti postignuti ventilacijom	Potrebni efekti za MDK
Bušenje minskih rupa	61%	83%
Mimiranje**) Utovar rude utovaračem	97%	98%
T ₂ GH	46%	90%

U grupu slepih prostorija spadaju otkopna radilišta kod nekih metoda otkopavanja i pripremno istražna radilišta.

Teoretski je dokazano, a to i praktična iskustva pokazuju, da se turbulentnom difuzijom vazduha iz prostorije sa protočnom stru-

*) U otkopni blok spadaju otkop i vertikalne prostorije koje ga povezuju sa susednim horizontima ili međuhorizontima.

**) Radilište je provetrvano uređajem za separatno provetrvanje.

jom ne može ostvariti efikasno provetranje slepih radilišta. Potreba za separatnim provetranjem javlja se već kod dužine od 10 m. Međutim, činjenica da se na radilištu primenjuje separatno provetranje ne znači da je problem provetranja rešen. Potrebno je prethodno usaglasiti elemente za postizanje optimalnih ventilacionih uslova na radilištu, u koje spadaju: količina vazduha, prečnik cevovoda, izbor ventilatora, odstojanje kraja cevovoda do čela radilišta, odstojanje između serijski vezanih ventilatora, potrebna hermetičnost. U dosadašnjem praktičnom radu mnogi od ovih elemenata nisu bili obezbeđeni, pa je to bio razlog da separatno provetranje slepih prostorija u našim rudnicima nije dalo zadovoljavajuće rezultate.

Od moguća tri postupka separatnog provetranja: kompresiono, depresiono i kombinovano, kompresiono provetranje je najpogodnije za primenu u posmatranim rudnicima.

Takođe se prihvata režim provetranja sa dekoncentracijom lebdeće prašine do MDK po celoj dužini prostorije, tako da se obezbe-

duje dovoljno kvalitetan vazduh za provetranje drugih radilišta. Taj uslov je i faktor ograničenja za količinu vazduha.

Brzina vazduha se ograničava na minimalnu vrednost, $v_{o\min} = 0,25 \text{ m/s}$, ispod koje se ne postiže efikasno iznošenje prašine iz radne okoline. Ograničenje postoji i do maksimalne brzine $v_{o\max} = 1,5 \text{ m/s}$ u cilju sprečavanja dopunskog zaprašivanja vazduha usled zduvavanja nataložene prašine.

Problem prekoračenja maksimalne brzine pojaviće se u zoni delovanja slobodne struje. S obzirom na položaj ventilacione cevi u prostoriji, slobodna struja mora biti ograničena bar jednim zidom, a brzina vazduha na izlazu iz cevi iznosi oko 15 m/s. Zbog intenzivnog izdvajanja nataložene prašine u zoni mešanja vadzušne struje, efekti ventilacije biće izraženi u manjoj meri.

U tablici 4 prikazani su faktori ograničenja i količine vazduha za pojedine grupe slepih prostorija. Takođe se mogu sagledati efekti dekoncentracije (koji se dobijaju postupkom ventilacije) i ukupno potrebni efekti.

Tablica 2

Tablični pregled ograničavanja ventilacionih parametara i efekata otpaćivanja kod komornih otkopa

Metode otkopavanja površina otkopnog prostora	Pristupne prostorije			Otkopni prostor			Ukupno otkop. blok				
	F m^2	V _{omin} m/s	V _{omax} m/s	F m^2	V _{omin} m/s	V _{omax} m/s	K _m	Q _o m^3/s	η %	η' %	Δh mmVS
(1) Horizontalno otkopavanje sa zasipavanjem do 500 m^2	2,0	0,25	1,5	20	0,25	1,5	0,8	270	68	90	15
500—1000 m^2	2,0	0,25	1,5	30	0,25	1,5	0,8	360	68	90	15
1000—2000 m^2	2,0	0,25	1,5	40	0,25	1,5	0,8	450	68	90	15
iznad 2000 m^2	2,0	0,25	1,5	60	0,25	1,5	0,8	520	68	90	15
(2) Horizontal. otkopav. sa zamuljivanjem	3,0	0,25	1,5	30	0,25	1,5	0,8	270	37	85	15
(3) Frontalno otkopavanje odozgo na dole	3,0	0,25	1,5	20	0,25	1,5	0,8	270	61	88	15
(4) Frontalno otkopavanje odozdo na gore	3,0	0,25	1,5	20	0,25	1,5	0,8	270	61	74	15

Objašnjenje oznaka:

F — profil prostorije
V_{omin} — minimalno dozvoljena brzina u profilu
V_{omax} — maksimalno dozvoljena brzina u profilu
K_m — koeficijent turbulentne difuzije

Q_o — ograničena količina vazduha
η — efekat smanjenja zaprašenosti koji se postiže ventilacijom
η' — ukupno potreban efekat za smanjenje zaprašenosti u granice MDK
Δh — dovoljni porast pritiska u otkopnom bloku

Tablica 4

Tablični pregled ograničavajućih ventilacionih parametara i efekata otprašivanja kod slepih prostorija

Metoda otkopavanja rudarske prostorije	Pristupne prostorije				R a d i l i š t a				
	F m ²	V _{omin} m/s	V _{omax} m/s	F m ²	V _{omin} m/s	V _{omax} m/s	Q _o ϕ (min) [*]	η %	η' %
(1) Podetažno otkopavanje sa krovnim zarušavanjem	1,4—1,6	0,25	1,5	3,5—6,8	0,25	1,5	Φ 400—Φ 600 140—360	41—58	77—94
(2) Izrada hodnika	—	—	—	3,5—8,0	0,25	1,5	Φ 400—Φ 600 80—240	62—55	75—80
(3) Izrada uskopa	—	—	—	2,2—4,5	0,25	1,5	Φ 300—Φ 400 60—130	50—60	75—85

* Količina vazduha je data za dijapazon prečnika cevovoda za separatno provetrvanje koji odgovaraju profilu prostorije.

Objašnjenje oznaka:

F — Profil prostorije
V_{omin} — minimalno dozvoljena brzina u profilu
V_{omax} — maksimalno dozvoljena brzina u profilu

Q_o — ograničena količina vazduha
η — efekat smanjenja zaprašenosti koji se postiže ventilacijom
η' — ukupno potreban efekat za smanjenje zaprašenosti u granice MDK

U tablici 5 prikazani su rezultatni praktičnog ispitivanja efekata dekoncentracije prašine postupkom ventilacije na jednom podetažnom otkopnom radilištu u rudniku Ajvalija (5). Radi upoređenja dati su i ukupno potrebni efekti, koji se mogu postići primenom kompleksne zaštite.

Tablica 5

Režim provetrvanja	Efekat postignut ventilacijom	Potreban efekat za MDK
Difuzno provetrvanje	—	56%
Separatno provetrvanje Q = 50 m ³ /min	35%	56%
Separatno provetrvanje Q = 80 m ³ /min	25%	56%

U grupu prostorija uskog čela sa protočnom vazdušnom strujom spadaju otkopna radilišta kod nekih metoda otkopavanja i transportni hodnici.

Za ovaj tip rudarskih prostorija je karakteristično da se postiže efikasno provetrvanje radilišta neposredno kod izvora prašine, pošto vazdušna struja ima kontinualan i usmeren tok sa koeficijentom turbulentne difuzije $K_m = 1$. Međutim, problem postoji ako se vazduh dalje koristi za provetrvanje drugih radilišta, a to je čest slučaj naročito kod presipnih mesta, koja se nalaze u ulaznoj vazdušnoj struci.

Kod ovih prostorija količinu vazduha ograničavaju sledeći faktori: minimalna i maksimalna brzina vazdušne struje, dozvoljena koncentracija prašine i faktor umanjenja zaprašenosti usled prirodnog prečišćavanja vazdušne struje.

Kao i kod slepih prostorija, brzina vazduha se ograničava na minimalnu $v_{omin} = 0,25$ m/s i maksimalnu $v_{omax} = 1,5$ m/s.

Prekoračenje maksimalne brzine će nastati u prostorijama ulazne vazdušne struje sa većim količinama vazduha, nezavisno od količine potrebne za provetrvanje radilišta kod izvora prašine.

Ograničenje koncentracije lebdeće prašine u vazdušnoj struji ima dvostruki značaj. Koncentracija mora biti dovoljno mala da bi se vazduh mogao koristiti za provetrvanje radilišta koja slede, a zatim, mali sadržaj prašine u vazdušnoj struji manje utiče na sekundarno izdvajanje nataložene prašine, s obzirom na dokazanu činjenicu da do podizanja prašine sa neke podloge dolazi isključivo usled udara čestica lebdeće prašine na čestice nataložene prašine (1). Koncentracija prašine u ulaznoj vazdušnoj struji ne bi smela da pređe vrednost $n'_0 = 0,5 \text{ mg/m}^3$ (5; 6).

Prirodno prečišćavanje vazdušne struje ima veliki značaj kod razmatranja dekoncentracije prašine, naročito u prostorijama ulazne vazdušne struje. Proces se odvija prema sledećoj jednačini [2]:

$$\frac{n_0}{n'_0} = \exp \beta_0 \frac{L}{Q}$$

n_0 — početna srednja koncentracija prašine u prvom preseku

n'_0 — srednja koncentracija prašine u drugom preseku na rastojanju L od prvog preseka.

β_0 — koeficijent koji karakteriše ispadanje prašine iz vazdušnog toka kreće se u predelu $3,95 \cdot 10^{-2} — 11,78 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec.}$ (2)

L — rastojanje između dva posmatrana preseka, m

Q — količina vazduha koja protiče kroz prostoriju, $\text{m}^3/\text{sec.}$

Odnos $\epsilon = \frac{n'_0}{n_0}$ predstavlja koeficijent dekoncentracije prašine u vazdušnoj struji na dužini L . Za dinamičke uslove zaprašenosti u posmatranim rudnicima metala određen je koeficijent $\beta_0 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec.}$ Usvojena je minimalna dužina $L_{\min} = 20 \text{ m}$ između dva izvora postavljena u seriji, što je realno za posmatrane rudnike. U tom slučaju, odnos zavisi samo od količine vazduha Q , pa s obzirom na neophodna ograničenja količine vazduha, za posmatrane uslove se može uzeti $\epsilon = 0,7$.

U tablici 6 su prikazani rezultati praktičnih ispitivanja efekata dekoncentracije ventilacijom za grupu radilišta na pretovarnim mestima u sistemu transporta u rudniku »Trepča«-Stari trg (4).

Tablica 6

Mesta pretovara	Efekat postignut ventilacijom	Potreban efekat za MDK
(1) Utovar rude iz otkopne sipke u vagone	62%	83%
(2) Automatski utovar rude iz centralne rudne sipke	27%	93%
(3) Istovar rude iz vagona u glavni jamski bunker	36%	89%

SUMMARY

On the Importance of Ventilation in Complex Protection Against Dust in Mines

V. Ivanović, min. eng.*)

The paper deals with the importance of ventilation in the struggle to reduce dustiness in metal mines when included in the system of complex protection. Some practical experience is presented on factors restricting the amount of air gained by investigations completed in SFRY metal mines. Three characteristic aerological types were analyzed: compartment rooms, blind rooms and rooms with a flowing air stream. Practical results are given regarding the effect of dedusting achieved by ventilation, as well as a comparison with totally required effects in order to reduce dustiness within the limits of maximum permitted concentrations. Results of field investigations indicated that in considered mines the application of complex protection is necessary, with simultaneous use of the procedure for preventing dust separation and ventilation methods for the neutralisation of residual fly dust in the environment.

*) Dipl. ing. Vladimir Ivanović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

L iter atura

1. Voronina, L.G. i dr., 1962.: Rasčot rudničnoj ventilaciji, Gosgortehizdat.
2. Radčenko, G.A., 1970.: Obesplivajuće provetrvanje podzemnih virabotok, Alma-Ata
3. Jovanović, G. — Ivanović, V., 1974.: Tehnologija eksploatacije i zaštita od agresivne mineralne prašine u rudnicima metala »Sigurnost u rudnicima« — Rudarski institut — Beograd.
4. Istraživanje i zavodenje tehničkih mera za svođenje zaprašenosti radne okoline u granice tehničkih propisa u rudniku Trepča, Stari trg, Rudarski institut, Beograd, 1971. god.
5. Tehnička rešenja zaštite od agresivne mineralne prašine u rudniku Kišnica i Novo Brdo, Rudarski institut, Beograd, 1972. god.
6. Istraživanje novih metoda i tehničkih rešenja za zaštitu radnika od agresivnog dejstva prašine mineralne sirovine, Izveštaj za 1972. god. RI-Beograd.
7. Ivanović, V., 1973.: Eksperimentalno određivanje količine vazduha u okviru tehničke zaštite od agresivne mineralne prašine za provetrvanje otkopnih radilišta kod metode podetažnog otkopavanja sa krovnim zarušavanjem, Simpozijum o ventilaciji u rudarstvu i industriji. — Zenica.

Neki kriterijumi u izboru odgovarajućih metoda uzorkovanja zaprašenog vazduha u rudnicima obojenih metala

(sa 3 slike)

Mr ing. Živojin Nikolić

Za uzorkovanje mineralne prašine u uslovima borske jame, u radu je, na osnovu posebno izabranih kriterijuma, obrađen pristup u izboru parametara gravimetrijske metode uzorkovanja, s aspekta utvrđivanja opšte zaprašenosti jamskog vazduha.

Uvodna razmatranja

Problematika izbora metode uzorkovanja jamskog vazduha u cilju utvrđivanja koncentracije čestica disperzne faze (prašine) u disperznoj sredini (vazduhu) u nas, a i van naše zemlje, još uvek je nedovoljno proučena. Doduše, u svim zemljama postoje propisima utvrđene maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) prašine u vazduhu, koje se izražavaju u granulometrijskim (konimetrijskim) ili gravimetrijskim (težinskim) pokazateljima, koji se utvrđuju obradom uzoraka dobijenih odgovarajućim priborom za uzorkovanje. Međutim, o samom izboru metoda uzorkovanja i njihovom standardizovanju malo je rečeno.

O opravdanosti izražavanja pokazatelja zaprašenosti u jednim ili drugim parametrima, podeljena su mišljenja. U zapadnim zemljama većinom egzistiraju granulometrijski pokazatelji, dok u SSSR-u i u istočnim zemljama — gravimetrijski pokazatelji.

Metode uzorkovanja koje se koriste za dobijanje granulometrijskih pokazatelia, u većini slučajeva su tako koncipirane da se njima odsisavaju samo čestice prašine krupnoće ispod 7 mikrona, odnosno 5 mikrona (konimetar, termoprecipitator i dr), dok se

kod gravimetrijskih metoda gornja granična krupnoća odsisanih čestica ne zna, pa je treba posebno utvrđivati. U svakom slučaju, gornja granična krupnoća odsisanih čestica zavisiće od odnosa brzine usisavanja i brzine strujanja vazduha na mestu uzorkovanja. Kako su ove veličine promenljive, to varira i gornja granična krupnoća odsisanih čestica.

Prema tome, MDK prašine, izražena u granulometrijskim pokazateljima, nedvosmisleno daje uvid o koncentraciji »agresivnih« čestica prašine u vazduhu, dok su u gravimetrijskim pokazateljima zastupljene i frakcije prašine iznad 5, odnosno 7 mikrona. Učešće pojedinih frakcija u gravimetrijskom pokazatelju je od posebnog interesa, jer težina čestica prašine sa povećanjem prečnika naglo raste. Tako, na primer, čestica kvarcne prašine od 5 mikrona teži $1,767150 \cdot 10^{-7}$ mp, a čestica od 50 mikrona je hiljadu puta teža.

S obzirom na napred izneto, u izučavanju problematike izbora metode uzorkovanja, potrebno je, pre svega, utvrditi kriterijume za izbor odgovarajuće metode uzorkovanja. Po našem mišljenju, izbor metode prvenstveno treba da zavisi od postavljenog zadatka i namene dobijenih pokazatelia koncentracije prašine. Zahteve pak, koji se postavljaju u

istraživanju koncentracije mineralne prašine u jamskom vazduhu, svrstavamo u tri grupe:

— zahtevi za utvrđivanje koncentracije samo »agresivnih« mineralnih čestica u vazduhu.

— zahtevi za utvrđivanje koncentracije čestica prašine u vazduhu, samo s aspekta eksplozivnosti, i

— zahtevi za utvrđivanje stvarne koncentracije ukupne mineralne prašine u vazduhu.

Za uzorkovanje »agresivnih« mineralnih čestica ima dovoljno razrađenih metoda, počev od konimetrijskih, termoprecipitatorskih, do selektivnih metoda za uzorkovanje i metoda uzorkovanja, bez izdvajanja disperzne faze iz aerosola.

Na osnovu analize pozitivnih i negativnih strana pojedinih konstrukcija pribora za uzorkovanje, dolazi se do zaključka da je primena konimetra svršishodna za uzorkovanje »agresivnih« čestica prašine zbog svoje reprodutivnosti, jednostavnosti uzorkovanja i obrade uzetih uzoraka. Međutim, zbog male zapremine vazduha koja se odsisava pri uzorkovanju ($1 - 5 \text{ cm}^3$), a samim tim, kratkog vremenskog intervala uzorkovanja, potreban je takav princip uzorkovanja, kojim bi se ovaj nedostatak umanjio.

Utvrdavanje koncentracije eksplozivne prašine u jamskom vazduhu, u principu se razlikuje od uzorkovanja »agresivnih« mineralnih čestica. Osnovna je razlika u disperznosti eksplozivne prašine i disperznosti »agresivne« prašine. Eksplozivnost prašine uslovljena je daleko krupnijim frakcijama, nego što su frakcije »agresivne« prašine — izazivača pneumokonioznih oboljenja. Poznato je, da je najeksplozivnija prašina (ugljena) onda kada se krupnoća čestica kreće u granicama od 50 do 100 mikrona. Čestice prašine manjeg prečnika od 10 mikrona daleko su manje podložne eksploziji. Zato su uzorkovanje eksplozivne prašine ne mogu se primeniti metode koje se primenjuju za uzorkovanje »agresivne« prašine, jer se njima ne bi uzorkovale frakcije prašine, koje su u mešavini sa vazduhom eksplozivne i koje učestvuju u procesu eksplozije. Za uzorkovanje eksplozivne prašine potrebno je primeniti pribor koji omogućava odsisavanje i najkrupnijih frakcija eksplozivne prašine. Na osnovu toga, mišljenja smo da je za određivanje koncen-

tracije eksplozivne prašine svršishodnija primena gravimetrijske metode. Ovaj izbor je u skladu i sa propisima, u kojima je MDK takođe izražena u gravimetrijskim pokazateljima. Što se tiče učešća frakcije prašine ispod 10 mikrona u dobijenim gravimetrijskim pokazateljima, zbog njihovih neznatnih uticaja na stepen eksplozivnosti, mišljenja smo da nisu potrebna nikakva dopunska ispitivanja granulometrijskog sastava, ali pod uslovom da prašina ne sadrži slobodni silicijum-dioksid.

Problematika izbora odgovarajuće metode uzorkovanja u cilju utvrđivanja stvarne koncentracije mineralne prašine u vazduhu uslovljena je, po našem mišljenju, prethodnim ispitivanjem disperznosti prašine na njenom mestu stvaranja i analizom disperznosti lebdeće mineralne prašine u vazduhu na celoj dužini jamske prostorije.

Disperznost mineralne prašine na mestu stvaranja zavisi od primenjenih oruđa i alata u dатој fazi tehnološkog procesa dobijanja rude, a što je problem koji treba posebno istraživati. Za ovaj rad je od interesa samo činjenica, da se u vazduhu na aktivnim radnim mestima mogu naći čestice prašine od submikronskih veličina do veličina i preko 100 mikrona.

Lebdost mineralne prašine u jamskim hodnicima, koja je izučavana za uslove u borskoj jami, pokazala je da se u jamskim hodnicima, u odnosu na izvor prašine, mogu izdvojiti dve karakteristične zone: sedimentaciona zona, u kojoj dominiraju sedimentacioni efekti pod uticajem sile teže i zona lebdećih čestica, gde su ovi efekti zanemarivi. S obzirom na ovo, izbor metode uzorkovanja u cilju utvrđivanja opšte zaprašenosti vazduha treba da bude takav da je metoda uspešno primenljiva u obe zone. Pod uspešnom primenom izabrane metode uzorkovanja podrazumeva se mogućnost da se dobiju takvi pokazatelji zaprašenosti, koji će verno odraziti stvarno stanje zaprašenosti jamskog vazduha, s aspekta granulometrijskog i gravimetrijskog sastava disperzne faze. Prema tome, izabrana metoda treba da zadovolji sledeće uslove:

— da se odsisavanjem zahvataju sve lebdeće frakcije prašine u vazduhu,

— da je konstrukcija pribora za uzorkovanje jednostavna i lako prenosiva,

— da je obrada dobijenog uzorka prosta i jednostavna.

Za uspešno odsisavanje svih lebdećih frakcija prašine iz vazduha i izražavanje pokazatelja koncentracije prašine u gravimetrijskim pokazateljima, najcelishodniji su, po našem mišljenju, aspiracioni pribori sa filterima, kod kojih je moguća regulacija usisne brzine.

Konstrukcija ovakvih pribora je jednostavna i isti su lako prenosni u jamskim uslovima.

Obrada filterskih uzoraka je takođe prosta i jednostavna.

Gravimetrijski pokazatelji se dobijaju na bazi merenja filtra pre i posle uzorkovanja, na preciznim analitičkim vagama, što predstavlja jednostavan laboratorijski rad.

Utvrđivanje granulometrijskog sastava prašine na filterskim uzorcima zahteva, međutim, posebnu pripremu i obradu uzorka. U nekim slučajevima takva analiza je i nemoguća ako je uzorak prašine na filtru velike debljine, jer se ne može mikroskopirati preparat. S obzirom na ovo, predloženu metodu treba koristiti samo za dobijanje gravimetrijskih pokazatelja, a za određivanje granulometrijskih pokazatelja koristiti konimetrijsku metodu, s obzirom na činejnicu da čestice prašine ispod 5 mikrona izazivaju pneumokoniozna oboljenja. U daljem izlaganju biće obrađena samo gravimetrijska metoda uzorkovanja u cilju dobijanja stvarne zaprašenosti jamskog vazduha.

Kriterijumi za izbor gravimetrijske metode uzorkovanja

Osnovni kriterijumi za uspešno gravimetrijsko uzorkovanje bili bi:

— Izbor potrebne brzine odsisavanja, sa aspekta zahvatanja svih lebdećih frakcija disperzne faze iz aerosola.

— Određivanje vremena uzorkovanja u cilju dobijanja reprezentativnog uzorka.

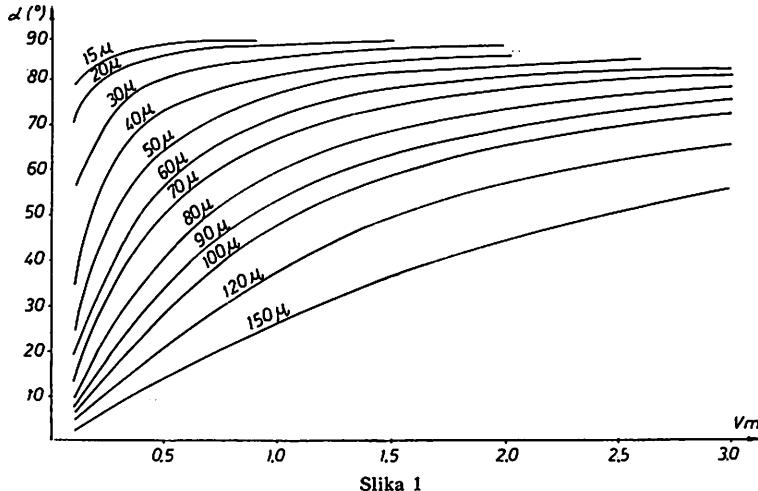
Izbor usisne brzine

Izbor usisne brzine pribora za uzorkovanje treba biti tako izvršen, da i najkrupnije lebdeće čestice prašine u vazduhu budu odsisane pri uzorkovanju. To znači da ovaj izbor zavisi od gornje granične krupnoće lebdećih frakcija prašine u vazduhu. Pri tome

treba uzeti u obzir, da gornja granična krupnoća lebdećih frakcija pri brzinama strujanja u jamskim hodnicima do 0,5 m/s, nije veća od 15 mikrona, a da sa povećanjem brzine strujanja vazduha dolazi i do povećanja gornje granične krupnoće. Tako, pri 4 m/s, gornja granična krupnoća lebdećih frakcija iznosi 40 mikrona. Da bi se, pak, čestice prašine većeg prečnika od 40 mikrona našle u lebdećem stanju, potrebna je i veća brzina vazdušnog strujanja od 4 m/s, što je redak slučaj u jamskim hodnicima borske jame. Osim toga, ove čestice brzo sedimentuju, naročito pri manjim brzinama strujanja vazduha, što je slučaj u većini otkopnih i pripremnih hodnika jame. Ove činjenice nameću zaključak da u uslovima borske jame kao gornju graničnu krupnoću lebdećih čestica prašine treba smatrati čestice prašine prečnika 40 mikrona. Prema tome, brzina usisavanja primjenjenog pribora za uzorkovanje treba da omogući odsisavanje i ovih najkrupnijih frakcija prašine, koje se u datom momentu nađu u vazduhu.

Da bi se ustanovilo, koja usisna brzina omogućuje efikasno odsisavanje i čestica prašine gornje granične krupnoće, polazi se od činjenice da je gornja granična krupnoća čestica prašine zastupljena česticama, čija se težina ne može zanemariti. Takve čestice krećaće se određenom rezultujućom brzinom, čija je veličina i prostorna orijentacija u зависnosti od njenih komponenata: brzine usisavanja i brzine sedimentovanja po Štoksu. Da bi čestice prašine određene krupnoće dospele na odsisni filter, potrebno je da im se smer kretanja rezultujućom brzinom približno poklapa sa smerom usisavanja, što svakako iziskuje velike usisne brzine. Pri velikim brzinama usisavanja dolazi do grešaka zbog odstupanja od uslova izokinetičnosti. Pri umanjenim brzinama usisavanja i ostvarrenom uslovu izokinetičnosti uzorkovanja, takođe dolazi do grešaka u uzorkovanju zbog znatnih odstupanja pravca rezultujuće brzine čestica od aksijalnog pravca strujanja vazduha.

Proračun položaja rezultujućih brzina kretanja čestica u odnosu na ravan koja je upravna na pravac strujanja vazduha, za različite krupnoće čestica mineralne prašine specifične težine $2,9 \text{ g/cm}^3$, a pri različitim brzinama usisavanja, dat je grafik na slici 1.



Slika 1

Iz prikazanog grafika se vidi da do potpuni poklapanja pravaca brzine kretanja čestica i brzine strujanja vazduha nikako ne dolazi, usled dejstva sile teže na masu čestica, koja je u odnosu na masu molekula vazduha neuporedivo veća. Jasno je da su odstupanja pravaca kretanja čestica od pravca usisavanja u funkcionalnoj zavisnosti od prečnika čestica i brzine usisavanja. Tako, na primer, pri brzini usisavanja od 1 m/s, čestice mineralne prašine manjeg prečnika od 40 mikrona u velikom procentu će biti odsisane, jer je razlika u prvcima kretanja relativno mala i iznosi oko 9° . Kod čestica prašine većeg prečnika, razlike su veće: za čestice od 70 mikrona, razlika iznosi 20° , a za čestice od 100 mikrona, 42° .

Ako je kriterijum za izbor usisne brzine, razlika u prvcima kretanja čestica i pravca usisavanja, koja nije veća od 10° , onda za čestice prečnika 70 mikrona, potrebna je brzina usisavanja 2,2 m/s; za čestice od 100 mikrona, 5,25 m/s i tako dalje.

Prikaz zavisnosti usisnih brzina od gornje granične krupnoće lebdećih čestica, po iznetom kriterijumu, dat je u tab. 1.

Tablica 1

w_{us} (cm/s)	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
d_{gr} (μ)	20	30	40	50	60	70

Prema napred iznetoj konstataciji da u aktivnim jamskim hodnicima gornja granična

krupnoća lebdećih frakcija prašine ne prelazi 40 mikrona, to po kriterijumu izokinetičkog uzorkovanja, brzina usisavanja na usisnom otvoru treba da se kreće u granicama od 0,05 do 1 m/s. O ovome će biti više reći u narednom poglavljju.

Izneti podaci u tablici 1 odnose se samo na čestice prašine, koje se nalaze neposredno u vertikalnoj ravni usisnog otvora, gde je i brzina usisavanja najveća. Sa udaljavanjem od usisnog otvora, brzina strujanja fluida, pod uticajem usisnog otvora, opada po određenoj zakonitosti, pa je od interesa utvrditi zonu dejstva usisnog otvora.

Po Pruzneru, zakonitost smanjenja brzine strujanja sa udaljavanjem od usisnog otvora, izražava se relacijom:

$$\frac{w_x}{w_{sr}} = \left(\frac{1}{R_h} \right)^{-2} \quad (1)$$

Po Ecku:

$$\frac{w_x}{w_{sr}} = \frac{R}{t} \quad (2)$$

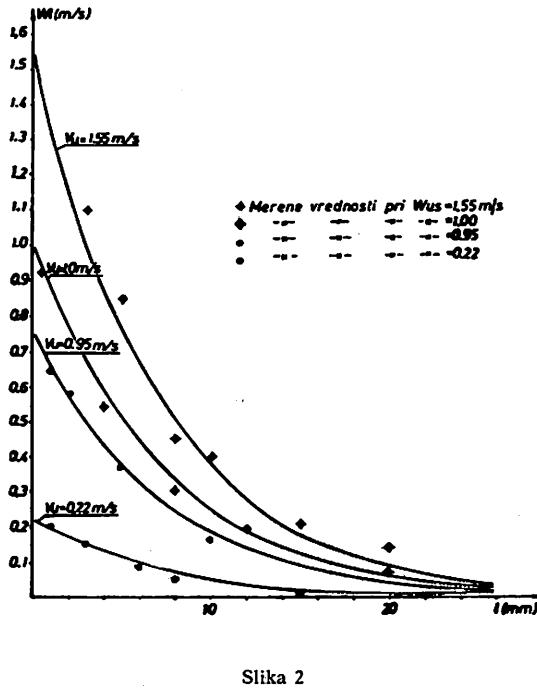
gde je:

w_{sr} — srednja brzina na usisnom otvoru,

w_x — brzina, na odstojanju 1 od usisnog otvora

R — prečnik usisnog otvora

R_h — hidraulični radius usisnog otvora.



Slika 2

Našim ispitivanjima, opadanje brzine strujanja sa udaljavanjem od usisnog otvora, dato je relacijom:

$$w_l = w_{us} l^{-0,142} \quad (4)$$

gde je:

w_{us} — brzina na usisnom otvoru

w_l — brzina na odstojanju l od usisnog otvora
 $k = 0,142$, konstanta, eksperimentalno određena.

Jednačina (4) dobijena je na bazi postavke da je relativna promena brzine strujanja fluida sa udaljavanjem od usisnog otvora proporcionalna toj udaljenosti. Ova postavka može se izraziti prostim diferencijalnim zakonom:

$$\frac{dw}{w} = -k dl \quad (5)$$

Znak „—“ je zbog toga što se sa udaljavanjem od usisnog otvora brzina strujanja smanjuje.

Integraljenjem ove diferencijalne jednačine u granicama

za w : od w_{us} do w_l i

za l : od 0 do l

dobija se jednačina

$$w_l = w_{us} 1 - kl \quad (6)$$

Da bi jednačina (6) opisivala tretiranu pojavu, potrebno je naći odgovarajuću vrednost koeficijenta k .

Rešavanjem jednačine (6) po nepoznatom parametru, dobija se sledeći izraz

$$K = \frac{2,3 \log \frac{w_{us}}{w_l}}{l} \quad (7)$$

Vrednost parametra k je eksperimentalno određena na bazi merenja brzine strujanja fluida na raznim udaljenostima od usisnog otvora i pri raznim vrednostima brzina na usisnom otvoru. Grafik krive (4), sa odgovarajućim merenim vrednostima, dat je na slici 2.

Na osnovu ovoga, već na udaljenosti $l = D$, gde je D prečnik usisnog otvora, brzina odsisavanja pada na 5,9% od brzine na usisnom otvoru, dačle vrlo brzo, pa se postavlja pitanje: kako se to odražava na efekat zahvatanja čestica mineralne prašine usisavanjem?

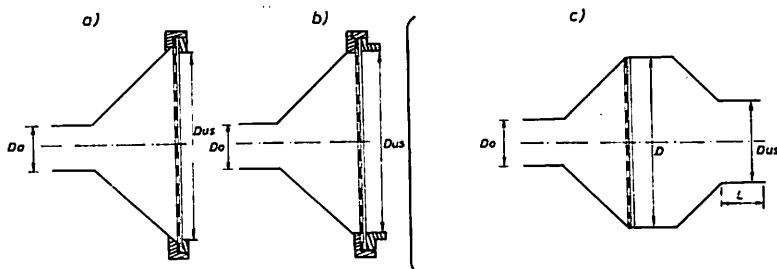
Ako je dolaženje čestica prašine sa D u domen dejstva usisnog otvora stohastičkog karaktera, a opseg uticaja usisnog otvora mali, to uzimanje brzine odsisavanja na samom usisnom otvoru za relevantnu brzinu u ovom razmatranju smatramo opravdanim.

Tačnost utvrđivanja usisne brzine u zavisnosti od gornje granične krupnoće čestica, prema tablici 2, uslovljena je i konstrukcijom odsisne glave u kojoj je smešten filter. Za sada se u praksi primenjuju tri osnovne konstrukcije odsisnih glava (sl. 3), i to:

- sa nezaštićenim usisnim filtrom (sl. 3a),
- sa usisnim filtrom za uzorkovanje u vertikalnom položaju, i sa horizontalnim zaštitnim diskom (sl. 3b), i
- sa oklopjenim usisnim filtrom (sl. 3c).

Kod korišćenja odsisnih glava sa nezaštićenim usisnim filtrom, pored lebdećih čestica koje se zahvataju odsisavanjem, na filter mogu dospeti i slučajno uzvitlane krupne čestice prašine, koje se praktično ne nalaze u vazduhu. Tako dobijeni gravimetrijski pokazatelj neće biti predstavnik stvarne zaprašenososti vazduha, koju treba utvrditi.

Primenom odsisne glave sa horizontalnim zaštitnim diskom, malo je verovatno da će doći do sedimentacije slučajnih čestica na filtru, i to je pozitivna strana ove konstruk-



Slika 3

cije. Međutim, perpendikularno postavljeni disk na pravac strujanja izaziva sekundarna strujanja iza sebe, deformisanje strujnih linija, kao i specifični uticaj usisnog otvora na zahvatanje čestica, usled čega je ostvarivanje uslova izokinetičnosti uzorkovanja, praktično nemoguće.

Konstrukcija odsisne glave sa oklopljenim filtrom mišljenja smo da je najcelishodnija za uzorkovanje aerosola, jer je usisni filter potpuno zaštićen od slučajnog pada krupnih čestica koje ne lebde, a regulacijom usisne brzine može se postići izokinetičnost uzorkovanja.

Prema tome, mišljenja smo da je najpogodnija konstrukcija odsisne glave za uzorkovanje aerosola sa oklopljenim usisnim filterom i da nju treba koristiti u operativnom uzorkovanju.

Vreme uzorkovanja

Potrebljeno vreme uzorkovanja u cilju određivanja gravimetrijskih pokazatelja zaprašenosti vazduha zavisi od stepena zaprašenosti vazduha, količine odsisanog vazduha i tačnosti mernih uređaja za utvrđivanje težine uzorka, odnosno

$$t = \frac{a \cdot 1000}{b \cdot c}, \text{ [min]} \quad (8)$$

gde je:

- a — minimalna količina prašine koju je neophodno uhvatiti na filtru, mp
- b — moguća (verovatna) zaprašenost, mp/m^3
- c — kapacitet odsisnog uređaja, l/min.

Veličina »a« zavisi od vrste i kvaliteta usisnog filtra. Tako, na primer, pri radu sa membranskim filterima, $a = 1 - 2 \text{ mp}$, a pri

radu sa filterima od organskih mikrovlakana, $a = \text{cca } 10 \text{ mp}$.

Veličina »b« dobija se proračunom po poznatim postupcima, koji su literaturno dovoljno razrađeni.

Kapacitativnost odsisnih uređaja »c« varira u širokim granicama: od 2 — 3 l/min, pa do preko 1000 l/min, što zavisi od same konstrukcije uređaja za uzorkovanje. Uredaji velike kapacitativnosti se mahom primenjuju pri uzorkovanju u industrijskim gasovodima, a manji od 2,5 l/min do 100 l/min (najčešće 20 l/min) pri uzorkovanju jamskog vazduha.

Određivanjem veličina a, b i c i njihovom zamenom u jednačini (8), dobija se potrebno vreme uzorkovanja. Veličine a i b relativno se lako određuju, međutim, izbor odsisnih kapaciteta i brzine odsisavanja, predstavlja komplikovaniji zadatak u problematici uzorkovanja zaprašenog vazduha.

Izboru odsisnih kapaciteta kod nas se do sada nije poklanjala dovoljna pažnja, pa je i posledica toga nedostatak opšte usvojenih kriterijuma za izbor ovih parametara.

Izbor kapaciteta odsisnih uređaja

Izbor kapaciteta odsisnih uređaja za uzorkovanje aerosola u osnovi zavisi od prirode mineralne prašine, gornje granične krupnoće lebdećih čestica i brzine strujanja vazduha u jamskim prostorijama.

Priroda mineralne prašine karakteriše se fizičko-hemijskim karakteristikama. Izrazite su razlike između ugljene prašine i prašine metaličnih mineralnih sirovina. Naša razmatranja u ovoj oblasti odnosiće se samo na prašinu metaličnih mineralnih sirovina, mada su principi pristupa izučavanju ovog problema istovetni za bilo koju vrstu mineralne prašine.

Teoretske postavke izbora usisnog kapaciteta uređaja za uzorkovanje dao je Levin. S obzirom na te postavke i na činjenicu da su aksijalne usisne brzine vazduha i čestica prašine nejednake, da pravac kretanja krupnijih frakcija prašine više odstupa od aksijalnog pravca usisavanja i da će, prema tome, koeficijent aspiracije A pojedinih frakcija biti različit, zahteva njegovo posebno proučavanje.

Pod koeficijentom aspiracije A podrazumeva se odnos nađene koncentracije prašine u uzorku C_x i stvarne koncentracije prašine u vazduhu C_{∞} . Po Levinu, on je dat izrazom:

$$A = \frac{C_x}{C_{\infty}} = 1 - 0,8K + 0,008K^2 \quad (9)$$

gde je:

k — Štoksov broj, odnosno inerciono parametar, kako se često naziva

Iz jednačine (9) proizilazi zaključak da, ukoliko je vrednost inercionog parametra veća, utoliko je koeficijent aspiracije manji i obrnuto.

Inercioni parametar k predstavlja odnos dveju linearnih veličina: inercionog dometa čestica λ određenog prečnika d , koje se nađu u vazduhu koji struji brzinom w , i prečnika usisnog otvora d_{us} , odnosno

$$k = \frac{\lambda}{d_{us}} \quad (10)$$

Ako je $\lambda = w \cdot \tau$, gde je τ — relaksaciono vreme čestica, čija je vrednost za slučaj čestica oblika lopte data izrazom

$$\tau = \frac{d^2 \gamma}{\lambda 8 \eta} \quad (11)$$

onda se zamenom (11) u (10) dobija:

$$k = \frac{d^2 \gamma w}{\lambda 8 \eta d_{us}} \quad (12)$$

Kako je količina odsisanog vazduha priborom za uzorkovanje ravna $Q = F w_{us}$, a poprečni presek odsisne površine prema Levinu $F = 4 \pi d_{us}$, to je

$$\frac{1}{d_{us}} = \sqrt{\frac{4 \pi w_{us}}{Q}} \quad (13)$$

čijom se zamenom u (12) dobija

$$k = \frac{d^2 \gamma \cdot w_{us}}{\lambda 8 \eta} \sqrt{\frac{4 \pi w_{us}}{Q}} \quad (14)$$

Dakle, vrednost inercionog parametra, pored toga što zavisi od krupnoće čestica prašine i njene specifične težine, zavisi i od viskoznosti sredine η i količine odsisanog vazduha Q .

U daljem izučavanju ove problematike koristiće se ove teoretske postavke, aplicirane na primeru mineralne prašine borske jame.

Proračun vrednosti inercionog parametra prašine, specifične težine $2,9 \text{ g/cm}^3$ u sredini viskoziteta $17 \cdot 10^{-5} \text{ p/cm.s}$, a u zavisnosti od prečnika čestica, brzine strujanja (usisavanja) i količine odsisanog vazduha u jedinici vremena, korišćenjem jednačine (14), dat je u tablici 2.

Iz prikazanih podataka u tablici 2, može se zaključiti:

a) Vrednost inercionog parametra za čestice prašine prečnika manjeg od 10 mikrona, a pri brzinama usisavanja od 0,3 do 1,5 m/s i kapaciteta aspiracije od 20 do 100 l/min, manji je od 0,25, što znači da im je koeficijent aspiracije veći od 80%.

b) Ukoliko se u vazduhu nalaze i čestice prašine većeg prečnika od 10 mikrona, vrednost njihovog inercionog parametra se znatno menja sa promenom brzine usisavanja i kapaciteta uređaja za odsisavanje. Tako, na primer:

— za čestice prečnika 20 mikrona, pri brzinama usisavanja od 0,3 m/s i kapaciteta aspiracije od 20 l/u minuti, vrednost inercionog parametra je 0,12. Pri većim brzinama usisavanja, a pri zadržanom kapacitetu aspiracije od 20 l/min, vrednost inercionog parametra znatno prelazi vrednost od 0,25. Znači, u svim onim slučajevima gde je brzina strujanja vazduha do 0,3 m/s, u uslovima izokinetičkog uzorkovanja, dovoljan je kapacitet odsisavanja od 20 l/min.

— za čestice prečnika 30 mikrona, da bi iste bile efikasno odsisanе pri uzorkovanju, potrebno je da kapacitet aspiracije bude 100

Tablica 2

w (m/s)	d u mikronima							Q (l/min)	d _{gr} (μ)
	10	20	30	40	50	60	70		
0,30	0,030	0,120						20	
0,30	0,019	0,170						50	
0,30	0,013	0,054						100	20
0,50	0,064	0,259	0,584					20	
0,50	0,041	0,164	0,371					50	
0,50	0,029	0,116	0,262					100	30
1,00	0,184	0,735	1,660	2,940				20	
1,00	0,117	0,466	1,054	1,865				50	
1,00	0,082	0,325	0,736	1,305				100	40
1,50	0,328	1,315	2,960	5,260	8,250			20	
1,50	0,214	0,852	1,920	3,400	5,320			50	
1,50	0,150	0,600	1,360	2,400	3,760			100	50
2,00	0,522	2,080	4,700	8,700	13,050	18,800		20	
2,00	0,330	1,310	2,980	5,300	8,250	11,750		50	
2,00	0,233	0,925	2,100	3,720	5,800	8,350		100	60
2,50	0,720	2,890	6,540	11,62	18,100	26,000	35,500	20	
2,50	0,458	1,830	4,150	7,380	11,500	16,450	22,500	50	
2,50	0,325	1,300	2,940	5,250	8,200	11,700	16,000	100	70

Tablica 3

d (μ)	w _u (m/s)					
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
10	4,90	22,8	128,0	614,3	1456	28,4.10 ³
15	24,80	115,2	921,4	3108,7	7350	14,3.10 ⁴
20	78,40	364,0	2912,0	9842,6	23,6.10 ³	45,5.10 ⁴
30	397,00	1842,8	14,7.10 ³	49,9.10 ³	11,7.10 ⁴	22,9.10 ⁵
40	1255,00	5824,0	46,6.10 ³	15,7.10 ⁴	37,2.10 ⁴	72,5.10 ⁵
50	3087,00	14,1.10 ³	11,4.10 ⁴	37,4.10 ⁴	90,8.10 ⁴	17,7.10 ⁶
60	6350,00	28,5.10 ³	23,6.10 ⁴	79,8.10 ⁴	18,8.10 ⁵	36,8.10 ⁶
70	11750,00	52,3.10 ³	43,8.10 ⁴	14,7.10 ⁵	34,8.10 ⁵	68,2.10 ⁶

l/min a brzina usisavanja 0,5 m/s. Znači, u svim onim slučajevima gde je brzina strujanja vazduha 0,5 m/s, za uslove izokinetičnog uzorkovanja, potreban je kapacitet aspiracije od 100 l/min.

— Ako se u vazduhu nalaze čestice prahne većeg prečnika od 30 mikrona, potrebna je znatno veća vrednost kapaciteta aspiracije, kako bi se dobila zadovoljavajuća vrednost koeficijenta aspiracije.

Izneti zaključci u prethodnim stavovima impliciraju i potrebu utvrđivanja graničnih vrednosti usisnih kapaciteta. Za konkretno posmatrani slučaj, u zavisnosti kapaciteta usisavanja od brzine usisavanja i prečnika čestica lebdeće prašine, jednostavnim postupkom transformacije jednačine (14), dobija se relacija (15),

$$Q \geq 0,0182 d^4 w_{us} [\text{cm}^3/\text{s}] \quad (15)$$

gde je:

d — prečnik čestica, u mikronima,
 w_{us} — brzina usisavanja, u m/s.

Na bazi ove jednakosti, u tablici 3 prikazane su vrednosti graničnih usisnih kapaciteta, za različite frakcije prašine i različite usisne brzine. Iz podataka u tablici 4 sledi:

— Ako je brzina vazdušnog strujanja na mestu uzorkovanja 0,3 m/s, onda po izvršenoj sedimentaciji krupnih frakcija prašine, u lebdećem stanju, prema slici 1, nalaziće se samo čestice manjeg prečnika od 10 mikrona. Za uslove izokinetičnog uzorkovanja, maksimalno potreban protok vazduha pri aspiraciji treba da iznosi $4,9 \text{ cm}^3/\text{s}$, odnosno $0,3 \text{ l/min}$. Ovim uslovima odgovara prečnik usisnog otvora $D = 0,14 \text{ cm}$.

— Pri brzini vazdušnog strujanja od 0,5 m/s, u vazduhu su lebdeće samo čestice prašine prečnika ispod 15 mikrona, a potrebna aspiracija vazduha iznosi $115,2 \text{ cm}^3/\text{s}$, odnosno $6,91 \text{ l/min}$. Ovim uslovima odgovara prečnik usisnog otvora $D = 1,71 \text{ cm}$.

— Pri brzini vazdušnog strujanja od 1 m/s, lebdeće su čestice ispod 20 mikrona, pa je potrebna aspiracija vazduha od $2912 \text{ cm}^3/\text{s}$, odnosno $174,7 \text{ l/min}$. Potreban prečnik usisnog otvora iznosi $D = 6,09 \text{ cm}$.

— Pri većim brzinama vazdušnog strujanja od prethodnih, naglo se povećavaju vrednosti potrebnog protoka vazduha, a time i dimenzije aspiracionih uređaja i odsisnih glava, čime se znatno smanjuje praktična primena ovakvih uređaja. Na primer: pri $w = 1,5 \text{ m/s}$, potrebna je aspiracija od 2994 l/min , i prečnik usisnog otvora $20,58 \text{ cm}$.

Izneti kriterijumi za dimenzionisanje aspiracionih uređaja, baziraju, dakle, na vrednostima koeficijenata aspiracije gornjih graničnih krupnoća čestica od 80%, koje su međutim, u odnosu na ukupan sadržaj lebdećih čestica prašine, pri određenoj brzini strujanja vazduha, malo zastupljene. Prema tome, ako bi se dimenzionisanje aspiracionih kapaciteta izvršilo na bazi vrednosti koeficijenata aspiracije procentualno najzastupljenijih frakcija prašine u vazduhu, ili prema srednjim vrednostima, onda bi se dobili sasvim drugi rezultati, daleko prihvativiji u operativnom uzorkovanju.

Poznato je takođe, da se procentualno učešće frakcija ispod 10 mikrona, u ukupnom bilansu lebdećih čestica prašine sa sigurnošću može uzeti da iznosi preko 90%. Ako se sada potrebna količina vazduha za njihovu uspešnu aspiraciju uzme kao minimalni protok, onda usisni kapaciteti neće premašiti vrednost od 100 l/min .

S obzirom na razmatranja u prethodnim poglavljju i tablici 1, konstatovano je da se uspešno zahvataju čestice od 40 mikrona, ako je usisna brzina 1 m/s. Za lebdost, pak, čestica prašine od 40 mikrona i većeg prečnika, potrebna je brzina strujanja vazduha od preko 2 m/s, što je u uslovima borske jame od irelevantnog značaja, jer su na aktivnim radnim mestima brzine strujanja vazduha manje od 1,5 m/s. Prema tome, u izboru usisnog kapaciteta pribora za uzorkovanje i prečnika usisnog otvora, predlažemo izbor ovih parametara po tablici 4.

Tablica 4

Prečnik usisnog otvora, u mm	Brzina vazd. struje, u m/s	Brzina usisav. u m/s	Kapacitet aspir. l/min
19	0,3	0,3	5
	0,5	0,5	8,5
	1,0	1,0	17
	> 1,5	1,5	20*

* (Vrednost u tablici označena zvezdicom ne odgovara uslovima izokinetičkog uzorkovanja.)

Izbor kapaciteta aspiracije i prečnika usisnog otvora je izvršen na bazi uslova izo-

kinetičnog uzorkovanja, a da pri tom kapacitet odsisavanja ne bude manji od minimalnog potrebnog kapaciteta (kapaciteta za uspešnu aspiraciju čestica prašine od 10 mikrona).

SUMMARY

Some Criteria for the Selection of Adequate Methods of Dust-Loaded Air Sampling in Non-Ferrous Metal Mines

Ž. Nikolić, min. eng.*)

In the study of the problems of selecting dust sampling methods, it is primarily necessary to determine the criteria for the adequate sampling method in order to obtain a sample corresponding to real air dustiness. The paper indicates the following criteria for the selection of the sampling method in order to obtain a true sample: suction speed from the aspect of including suspended fractions of the disperse phase, sampling time for the purpose of obtaining a representative dust sample, and capacities of suction devices for aerosole sampling.

Literatura

1. Levin, M.L., 1961: Isledovanija po fiziike grubodispersnih aerozolej. Izd. Akademiji nauk SSSR, Moskva.
2. Miletić, A.F. i dr. 1972: Rudničnaja i promišljenaja aerologija. Nedra, Moskva.
3. Nedin, V. V. — Nejkov, O. D. 1965: Borba s pylju. Nedra, Moskva.
4. Stočes, B. — Jung, H., 1962: Staub- und Silikosebekämpfung im Bergbau. Berlin.
5. Voronjec, K. — Obadović, N. 1970: Mehanička fluida, Beograd.
6. Nedalek, B., 1970: Iskustva sa gravimetrijskim metodama merenja prašine u čehoslovačkim rudnicima metala. Ref. na konf. za prašinu, Beograd.

* Mr ing. Živojin Nikolić, Rudarsko-geodoško-metallurški fakultet, Beograd—Bor.

Nesreće pri radu sa eksplozivom u SR Sloveniji u 1972, 1973. i 1974. godini posledica su nepoštovanja osnovnih principa sigurnosti rada pri skladištenju i rukovanja sa njim

Dipl. ing. Jurij Ivanetić

Miner može pogrešiti samo jednom. Pri rukovanju sa eksplozivom ne vredi pravilo učenja na greškama. Na greškama nastradalih žrtava pri radu sa eksplozivom mogu se učiti samo preživljeli.

Uvod

Nesretni slučajevi, koji su se desili u SR Sloveniji pri rukovanju sa eksplozivom u poslednjim godinama, pobudili su interesovanje onih koji se bave proizvodnjom i potrošnjom eksplozivnih materija pa i šire javnosti.

U ovom referatu dajem pregled osnovnih principa sigurnosti rada pri rukovanju sa eksplozivom i priborom, pregled eksplozija zbog kojih može doći do nesretnih slučajeva pri rukovanju sa eksplozivom, kao i primjere nesreća sa eksplozivima, i grubih kršenja normi rada u SR Sloveniji u periodu 1972/74, jer sam uvjeren da će ti podaci i razmišljanja doprineti proširenju diskusije o sigurnosti rukovanja eksplozivnim materijalima u SFRJ i pojačati aktivnost u pravcu sređivanja tehničkih propisa na tom području.

Osnovni principi sigurnosti pri radu eksplozivom i priborom

Svaka uređena država sa zakonima i tehničkim propisima sređuje rukovanje sa opasnim materijama u širem i užem smislu. Zato postoje i međunarodne konvencije, koje

moraju biti poštovane od strane država potpisnica.

Radne organizacije internim pravilnicima dopunjaju taj sistem s obzirom na specifičnosti njihovog rada.

Ti zakoni, tehn. propisi, pravilnici, međunarodne konvencije, često predstavljaju obimnu, više manje nepreglednu gomilu dokumenata, čiji sadržaj poznaju rijetki stručnjaci ili lica, koja su po svojoj službenoj dužnosti dužna, da ih svakodnevno primjenjuju, dopunjaju i prate.

Nemam namjere, da bi kroz odredbe postojećih zakona i tehn. propisa, pravilnika i međunarodnih konvencija tražim krvice za nesretne slučajeve. Ograničavam se na opšte priznate osnovne principe sigurnosti rada pri rukovanju eksplozivom i priborom, koje je moguće bez većih teškoća zapamtiti i time doprineti većoj bezbjednosti rada u radnim organizacijama, koje proizvode i troše eksplozivna sredstva.

Ti osnovni principi sigurnosti rukovanja eksplozivom i priborom su opšte važeći u svim zemljama i državama, i predstavljaju zbir uputstava, koja su nastala na iskuštvima u dosadašnjoj praksi.

Svi oni koji se bave proizvodnjom i potrošnjom eksploziva ili trgovinom i transportom ovih, moraju stalno imati na umu te osnovne principe sigurnosti rada i istih se u praksi bezuslovno pridržavati ako žele sebi i svojoj okolini dobro.

U ove osnovne principe sigurnosti rada sa eksplozivom ubrajaju se posebno:

- poznavanje opasnosti
- međusobni uticaj opasnosti različitih eksplozivnih materija
- ograničavanje rizika
- superpozicija opasnosti.

Poznavanje opasnosti

Iluzorno je očekivati od radnika, da će se ponašati sa potrebnom opreznošću pri rukovanju eksplozivom i priborom ako ne poznaje stepen opasnosti kod materije sa kojom rukuje.

Svakomu, ko neposredno ili posredno radi sa eksplozivnim materijama moraju biti poznati:

- a) Svojstva materijala u detalje i osjetljivost eksplozivnog materijala (na udar, trenje, temperaturu, el. struju...).
- b) Stepen opasnosti pri rukovanju određenom eksplozivnom materijom sa kojom radi.
- c) Potrebne mjere bezbjednosti u slučaju požara, saobraćajne nesreće, poplava, lošeg vremena i drugih slučajeva, koji se mogu predviđati.

Međusobni utjecaj opasnosti različitih eksplozivnih materija

Pri rukovanju eksplozivima i priborom najčešći je slučaj, da se radi sa više vrsta različitih eksplozivnih materija, ili sa materijama koje mogu međusobno opasno reagovati. Osim toga je kod eksplozivnih materija karakteristično svojstvo prenosa detonacije od jedne mase eksplozivne materije na drugu u koliko se nalaze dovoljno blizu, ili pod drugim uvjetima koji omogućavaju prenos detonacije.

Za svaki eksploziv potrebno je eksplozivo iniciranje, da ga iniciramo na određeni način pomoću inicijatora eksplozije.

Savremeni teh. propisi u najrazličitijim državama uzimaju u obzir međusobni utjecaj različitih vrsta eksploziva, tako da propisuju mogućnost skladištenja samo određenih vrsta eksplozivnih materija u određenim, različitim, količinama.

Pri rukovanju inicijatori eksplozije uvjek su odvojeni (skladištenje, prevoz, utovar, istovar, prenošenje...) od eksploziva.

Eksplozivi i eksplozivni pribor su kategorizirani prema stepenu opasnosti (s obzirom na osjetljivost na udar). Očito je, da je najveća opreznost potrebna kod detonatora, el. detonatora, detonirajućeg štapina..., dakle kod inicijatora eksplozije. Među eksplozivima, traže najveću opreznost oni eksplozivi, koji sadrže NG, manje eksplozivi sa sadržajem TNT, a najmanje eksplozivne smeše na bazi AN-goriva i vodoplastični eksplozivi (Slurry). Iako su eksplozivne smeše na principu AN-goriva (ANFO) i vodoplastični eksplozivi (Slurry) najsigurniji eksplozivi sa njima moramo rukovati kao i sa eksplozivima sa opasnom materijom.

Posebno je pitanje kako se mora postupati sa AN i ostalim sirovinama, koje se upotrebljavaju kod proizvodnje eksploziva i eksplozivnih smeša. AN predstavlja materiju koja može eksplodirati pod utjecajem dovoljno jakog inicijalnog impulsa (detonacija eksploziva, visoka temperatura i sl.). U istoriji nesretnih slučajeva su poznati primjeri većih nesreća pri skladištenju i rukovanju sa AN, kod kojih je došlo do većih šteta i ljudskih žrtava.

Na osnovu tih nesretnih slučajeva u različitim zemljama na različit način tretiraju rukovanje sa AN.

U određenim zemljama rukuju sa AN jednako kao i sa eksplozivom. Opasnost AN postaje bitno veća u koliko dolazi AN u dodir sa organskim gorivima i hemijskim spojevima (nafta, benzin, ugalj, naftalin...). U tom slučaju povećava se jačina eksplozije prema čistom AN za 4 puta, a osjetljivost takve smeše na inicijalni impuls se bitno povećava.

AN... amonijumnitrat

Treba zapamtiti da se inicijatori eksplozije ne smiju zajedno skladištiti ni zajedno transportirati sa eksplozivom ili materijom, koja može eksplodirati pod dejstvom inicijatora eksplozije. Inicijator eksplozije možemo

zajedno uskladištitи sa eksplozivom jedino kod samog adustiranja i punjenja mina.

Taj posao se smatra kao najopasniji, te ga mogu obavljati samo, za taj posao, stručno kvalificirani radnici uz prisustvo minimalnog broja potrebnih saradnika.

Zajedno prenošenje eksploziva i inicijatora eksplozije mora se izbjegavati. Ako to nije moguće, taj posao smije obavljati jedna osoba, sa potrebnom stručnom kvalifikacijom, pod određenim uvjetima, kod ograničene količine eksploziva i broja inicijatora eksplozije.

Pri rukovanju sa eksplozivom i priborom, moraju se:

- odvojeno proizvoditi različite vrste eksploziva i pribora
- odvojeno skladištitи eksploziv određenih vrsta
- odvojeno skladištitи određene vrste inicijatora eksplozije
- oprezno skladištitи materije koje eksplodiraju pod dejstvom inicijatora eksplozije, ili dejstvom eksplozije eksploziva ili drugim učincima, uzimajući u obzir rok trajanja upotrebe
- međusobna udaljenost među objektima gde se nalazi eksploziv ili pribor, mora biti veća od distance mogućeg prenosa detonacije
- mjesto gde se nalazi eksploziv ili pribor mora biti na sigurnoj udaljenosti od objekata ili mesta gde žive i rade ljudi
- to važi i za transport, utovar, istovar i prenošenje eksploziva i pribora.

Princip ograničavanja rizika

Svaki rad sa eksplozivom i priborom predstavlja određenu opasnost, rizik. Ako bi bilo tko tvrdio suprotno, pokazao bi time svoje nepoznavanje problematike i da nema iskustva.

Ako govorimo o opasnosti (riziku) tada je naš zadatak, da opasnost (rizik) smanjimo do mogućih, prihvatljivih granica.

Opasnost pri radu sa eksplozivom i priborom može se smanjiti:

- a) smanjivanjem broja zaposlenih pri rukovanju sa eksplozivom i priborom

- b) smanjivanjem količine eksploziva i pribora sa kojim rukujemo.

Količina eksploziva ili pribora sa kojim smijemo rukovati na određenom mjestu zavisi najprije od sigurnostne udaljenosti do najbližeg objekta ili mesta, koji bi bili u opasnosti zbog eksplozije.

Osnovni princip rada je, da eksplozivnim sredstvom rukuje minimalni broj potrebnih radnika, sa potrebnom stručnom spremom za rad sa eksplozivom i priborom i to u količinama, koje nisu opasne za okolinu.

Princip superpozicije opasnosti

Analiza mnogih nesretnih slučajeva, pri rukovanju sa eksplozivnim materijalima, kod nas i u svetu, ukazuje na činjenicu, da kod nesretnih slučajeva nastupa istovremeno veći broj prekršaja osnovnih principa sigurnosti rada sa tim opasnim materijama u najrazličitijim kombinacijama. Osim toga ima slučajeva, da se nisu u dovoljnoj mjeri predviđale moguće opasnosti, koje su se međusobno po svojem opasnom dejstvu i posledicama dopunjavale odnosno povećavale.

Pri radu sa eksplozivima i priborom, mora se maksimalna pažnja posvetiti predviđanima mogućnostima, koje bi mogle prouzrokovati nesreću (lutanja el. struja, elektrostatička struja, inducirano elektromagnetsko polje i dr.).

Zaposleni pri radu sa eksplozivom i priborom

Rad sa opasnim materijama traži radnike, koji imaju potrebne fizičke, psihičke i moralno-političke osobine. Svakome ne mora niti se može povjeriti taj rad, jer bi mogao ugrožavati vlastitu bezbjednost i bezbjednost sugrađana, suradnika i okoline.

Rad sa eksplozivom i priborom mora se zato odvijati, naročito pod uvjetima:

- a) da bude obezbjedena prisebnost zaposlenih, da poznaju opasnosti i da budu stručno obučeni u pogledu poduzimanja potrebnih mjera bezbjednosti u slučaju opasnosti i nesreće;
- b) rad se mora odvijati disciplinovano
- c) kod rada mora biti obezbjedena potrebna pažnja i opreznost
- d) rad se mora odvijati bez nepotrebne brzine i nervoze, mirno i hladnokrvno

e) radnici, koji rade sa eksplozivom i priborom moraju biti psihički uravnoteženi i u ličnom životu smireni (bez unutrašnjih konfliktova, koji bi mogli u afektu prouzrokovati rad i ponašanje štetno za njih i okolinu).

f) Ne smije se dozvoliti rukovanje eksplozivom i priborom radnicima, koji bi iz političkih ili nekih drugih namjera htjeli upotrebljavati eksploziv i pribor u protivdržavnim akcijama, narušavati red i stavljati u opasnost sugrađane i njihovu imovinu. Zato moraju biti ti radnici provjereni od strane organa unutrašnjih poslova, da eksploziv ne bi došao u ruke nepouzdanim ljudima.

g) Eksploziv i pribor ne smije doći u ruke maloljetnim i neodgovornim (neuračunljivim) licima.

Kod izbora radnika u skladištima i počnog osoblja, za rukovanje eksplozivom i priborom (utovar, istovar, prenošenje, transportovanje...) često zaboravljamo na uvjete psihičke i moralno-političke prirode. Kasnije ćemo vidjeti šta znači ako na nedopušten način dolazi opasn material u ruke neodgovornih, maloljetnih, nedovoljno stručno spremnih, psihički neuravnoteženih ljudi (radnika).

Osnovna pravila sigurnosti kod rada sa eksplozivom i priborom

Analize brojnih nesreća sa eksplozivom i priborom brzo ukazuju na to, da je subjektivni faktor najutjecajniji, i da se najčešće pojavljuje. Kod toga je karakteristično, da i kod stručno spremnih radnika dolazi do prekršaja, sa teškim posljedicama. Za tu kategoriju radnika postoje 2 činioca, na koje moramo biti naročito oprezni:

- a) budnost pri radu opada sa vremenom koje je proteklo od poslednje nesreće,
- b) često stari, stručno spremni radnici sa dugogodišnjim iskustvom misle da ne može doći do nesretnog slučaja kod nepravilnog načina rada, jer se u njihovoj praksi kod takvog načina rada još nije desila nesreća.

Zbog toga nije dovoljno, da radnici samo poznaju propise sigurnosti rada i osnovne principe sigurnosti, već je potrebna šira, kontinuirana aktivnost u pravcu psihičkog pobuđivanja psiho-budnosti pri radu.

U tu aktivnost psihičkog pobuđivanja budnosti možemo ubrojati:

- 1) Moraju biti izrađeni odgovarajući tehnički propisi i interni pravilnici
- 2) Proveravanje poznavanja propisa i pravilnika
- 3) Poznavanje propisa i pravilnika mora biti povremeno obnavljano i proveravano
- 4) Propisi, pravilnici se moraju prema iskustvima i razvoju tehnologije dopunjavati i ispravljati.

Kakav mora biti sadržaj tehničkih propisa i internih pravilnika sigurnosti rada sa eksplozivom i priborom?

Često smo u situaciji da moramo saraditi kod sastavljanja tehničkih propisa i internih pravilnika. To se ne može izbeći. Takav stručni rad traži naročitu pažnju i preciznost u izražavanju. Kod formuliranja nam mogu pomoći pravilnici, na žalost u manjoj meri nego bi mi to htjeli. Zato smatram da je potrebno da iznesem osnovne zahtjeve, koji se postavljaju pri sastavljanju tih dokumenata:

- a) Propisi, pravilnici moraju biti kratki, da ih mogu radnici brzo zapamtiti.
- b) Moraju biti razumljivi, jasni, tako da ih može razumjeti onaj kome su namjenjeni.
- c) Moraju biti pisani pregledno bez dvomislenosti.
- d) Ne mogu biti savjet već jasno, određeno naređenje, odnosno, zapovjed.
- e) Moraju biti potpuni. Svaki nedostatak jednoga od pomenutih zahteva mogao bi prouzrokovati teške posljedice.
- f) Prijedlog takvih tehničkih propisa ili internih pravilnika mora biti dat na strogu kontrolu — stručnu recenziju stručnjacima sa dugogodišnjim iskustvima, pored toga što su ih prodiskutovali oni kojima su ti propisi, odnosno pravilnici namjenjeni.
- g) Ova akta mogu biti opšta i specijalna (tehnički propisi ili interni pravilnici).

O pšti propisi važe za sve zaposlene u radnoj organizaciji, koja se bavi proizvodnjom, potrošnjom, rukovanjem eksplozivom.

vom, priborom i transportom. Zato ti dokumenti moraju biti izloženi na vidnim mjestima na ulazima u preduzeće, na mjestima gde se primaju novi radnici na posao, po ambulantama, na mjestima gde se isplaćuje L. D. i slično.

Ti opšti propisi moraju imati uglavnom slijedeći sadržaj:

- zabrana pušenja, unošenja žigica, sredstava za pripalu i predmeta u užarenom stanju, svima, koji ulaze u krug preduzeća;
- svim zaposlenim mora biti određen pravac kretanja na radno mjesto po određenoj stazi, odnosno putu;
- zaposleni su dužni prije početka rada obući radno odjelo i upotrebljavati lična zaštitna sredstva, koja je odredio odgovorni rukovodilac, prema važećim odredbama pravilnika o zaštiti na radu;
- zaposlenima je zabranjeno iznošenje iz kruga preduzeća sirovine, poluproizvoda, eksploziva i pribora;
- mora biti određena kontrola kretanja vozila i njihovo parkiranje;
- moraju biti određene dužnosti zaposlenih u slučaju vatre;
- zaposleni ne smiju za vrijeme radnog vremena napuštati krug preduzeća niti u vremenu odmora;
- mora biti zabranjeno otvaranje sanduka sa eksplozivom i priborom u prostorijama skladišta eksploziva ili u prostorijama gde se obavljaju drugi poslovi;
- prostorije gde se nalazi eksploziv i pribor ne smiju se zaključavati u vremenu kada se radi u njima;
- u prostorijama gde se skladišti ili radi sa eksplozivom (manipulacija) mora se obavezno održavati red i čistoća. Otpaci se moraju sakupljati u unapred određenim posudama, na određenim mjestima;
- zabrana skladištenja, rukovanja eksplozivom i priborom na mjestima između objekata gde se proizvodi i skladišti eksploziv i pribor.

Specijalni propisi namenjeni su zaposlenim po pojedinim objektima ili za pojedine radne grupe. Ovi moraju biti objavljeni na vidnim mjestima, u prostorijama gdje

oni važe. Specijalni propisi moraju sadržati slijedeće odredbe:

- mora biti određena maksimalna količina eksploziva ili pribora, ili opasne sirovine koja se smije držati u određenom objektu i vrsta te eksplozivne materije;
- mora biti određen maksimalni broj radnika koji smiju biti istovremeno u opasnom objektu (skladište, radionica);
- mora biti određen alat koji se smije nalaziti u određenom objektu, i kojim alatom je dozvoljeno raditi kod određene radne operacije;
- moraju sadržati detaljna tehnička uputstva o izvođenju radova u datom objektu. Izričito moraju biti nabrojane operacije koje su zabranjene;
- moraju sadržati uputstva za slučaj nesreće ili opasnosti pred nesrećom: u slučaju vatre, samozapalenja i sl., kao i uputstva o načinu uzbune prilikom opasnosti i nastale nesreće;
- uputstva kako postupati u slučaju nevremena, grmljavine i sl.;
- uputstva o čuvanju otpadaka, njihovom uništavanju i čišćenju alata, mašina i prostorija.

Poznavanje propisa o sigurnosti rada

Propisi i pravilnici o sigurnosti rada mogu biti najpotpuniji i najbolji, ali njihovo dejstvo može biti minimalno ako ih zaposleni ne znaju u dovoljnoj mjeri. Zato je neophodno potrebno, da se novo primljeni radnici, odmah posle stupanja u posao detaljno upoznaju sa opasnošću, sa opštim i specijalnim propisima sigurnosti rada, s obzirom na njihovo radno mjesto. Kod toga nije suština, da radnika formalno obavijestimo o postojećim propisima i pravilnicima, već je nužno, da radnika zainteresujemo za njegovu vlastitu bezbjednost i bezbjednost suradnika. Zainteresovati ga moramo u tolikoj mjeri za tu problematiku, da upozna suštinu i da sam postavlja pitanja. Njegovo znanje potrebno je odmah provjeravati.

Takvo, jednom stečeno znanje, brzo gubi svoju vrijednost. Potrebno je stečeno znanje obnavljati na samom radnom mjestu na različite načine, već prema struci i stručnoj osposobljenosti radnika. Sa radnicima je po-

trebno diskutovati o nesretnim slučajevima u radnoj organizaciji ili u sličnim organizacijama u zemlji i u svetu i stalno raditi na odgajanju budnosti i sigurnosti rada. Povremeno je to znanje o propisima potrebno i proveravati, a najuspešnije i nagrađivati. Takmičenja na tom području djelatnosti mogu dati dobre rezultate.

Upotpunjavanje propisa i pravilnika o sigurnosti rada

Sa razvojem određene tehnologije, znanja i mišljenja radnika moraju se mijenjati, usavršavati i dopunjavati postojeći propisi i pravilnici o sigurnosti rada, u radnoj organizaciji.

Taj zadatak je pre svega službe o zaštiti na radu u preduzeću uz saradnju tehničkih stručnjaka i zaposlenih radnika na određenom radnom mjestu. Naročitu pažnju treba posvetiti primedbama i prijedlozima radnika. Među radnicima pobuditi svjest, da je sigurnost rada, pre svega njihov vlastiti interes i da kršenje postavljenih, važećih propisa i pravilnika predstavlja opasnost za njih i njihove suradnike u širem smislu.

Šta može prouzrokovati nesreće usled eksplozija u proizvodnji i prilikom skladištenja i rukovanja eksplozivom i priborom?

Prilikom nesretnih slučajeva sa eksplozivom i priborom, postavlja se najčešće pitanje: »Šta je prouzrokovalo nesretni slučaj?«

Odgovor na to pitanje je najčešće nekonkretan, odnosno neodređen, jer posle eksplozije obično nema ostataka na osnovu kojih bi mogli zaključivati sa potrebnom sigurnošću, o uzrocima nesreće.

Konačni rezultati istraživanja najčešće su brojne mogućnosti i verovatnoća njihovih nastupanja, iz čega ne možemo u krajnjoj konsekvenци kazati što je bila najverovatnija mogućnost i uzrok nesreće.

Prilikom manjih nesreća, koju unesrećeni prežive, mogu se uzroci nesreće — eksplozije dokazivati sigurnije, ukoliko preživjeli ne kriju istinu zbog ličnih ili kojih drugih razloga.

Kod svakog nesretnog slučaja uslijed eksplozije eksploziva ili pribora, bila je prisutna određena količina i kvaliteta energije, koja

je dejstvovala na eksplozivnu materiju sa dovoljnim učinkom za iniciranje eksplozije: udar, trenje, iskra, toplina, žarenje, udarni val i sl.

Sa druge strane moramo računati činjenicom, da svaka vrsta eksplozivne materije ima određenu osetljivost na različite učinke dejstvovanja na nju.

Sigurnost rukovanja eksplozivnim materijalima može se povećati tako, da se njima rukuje potrebnim oprezom.

Rad sa eksplozivnim materijama mora se zato odvijati bez žurbe, bez nenormalnog fizičkog naprezanja eksplozivne materije (ne smijemo bacati, vući po tlu, prekomjerno zagrijavati i sl.). Protiv paljenja eksplozivne materije varnicom, možemo se uspješno zaštiti tako, da sprečavamo mogućnost nastajanja elektrostatičkog elektriciteta, lutajuće el. struje, i da sa eksplozivnim materijama pri radu ne upotrebljavamo predmete i alat, koji mogu varničiti. Od paljenja eksplozivnih materija povećanjem temperature možemo se zaštiti tako, da eksplozivne materije ne stavljamo u blizinu ili dodir sa alatom, mašinama, predmetima koji se ugrijavaju ili su zagrijani preko dozvoljene temperature. U blizinu eksplozivnih materija ne smije se prilaziti sa otvorenim plamenom ili predmetima, koji su u užarenom stanju. Sigurnost protiv iniciranja eksplozivne materije pod dejstvom udarnog vala eksplozije povećavamo tako, da eksplozivnu materiju držimo na većoj udaljenosti od one, koja predstavlja sigurnost prenosa detonacije.

Kod proizvodnje eksplozivnim materijama moramo se još u većoj mjeri pridržavati propisa i pravila za sprečavanje opasnosti prenosa detonacije i međusobnog opasnog djelovanja određenih kemikalija, odnosno kemijskih proizvoda koji mogu u određenoj kombinaciji djelovati eksplozivno. S tim u vezi potrebno je unaprijed odrediti šta se može zajedno čuvati na istome mjestu i šta je izričito zabranjeno.

Kod svakog rukovanja eksplozivnim materijama, postoje najčešće dvije opasnosti, koje mogu potencijalno prouzrokovati eksploziju: vatra (požar) i saobraćajna nesreća.

Na ove dvije mogućnosti naročite opasnosti moramo pre svega biti najspremniji.

Najčešće uzročnike eksplozija prilikom rukovanja eksplozivnim materijama možemo svrstati u sledeće grupe:

1) Aktiviranje vatrom

- a) ostaci pripaljene cigarete ili neugašena šibica
- b) otvoreni plamen u ložištima
- c) vatra (požar) na vozilima i u objektima
- d) rasvjeta sa otvorenim plamenom
- e) vatra prouzrokovana međusobnim dejstvom kemikalija, kratkim spojem električnih instalacija.

2) Aktiviranje električnom strujom

- a) spoj električnog voda i električnog detonatora sa električnom mrežom, koja je pod naponom
- b) kratki spoj kod električnog kabela u instalacijama, električnim spravama, instrumentima, mašinama i sl. u blizini osjetljivih sredstava za iniciranje detonacije
- c) djelovanje lutajuće električne struje na električne detonatore
- d) elektrostatička struja u blizini električnih detonatora ili osjetljivog eksploziva
- e) isključenje napona u blizini eksploziva zá vrijeme nevremena, groma ili kod instalacija visokog napona
- f) opravke električnih instalacija i električnih sprava, alata, mašina u blizini osjetljivih vrsta eksploziva, električnih detonatora
- g) opasnost indicirane el. struje u blizini radiopredajnih stanica i dalekovoda visokog napona.

3) Aktiviranje dejstvovanjem mehaničkih učinaka

- a) udar po eksplozivu ili inicijatoru eksplozije;
- b) trenje među djelovima eksploziva ili među eksplozivom i podlogom (predmetom);

ta opasnost je naročito primjećena kod inicijatora eksplozije,

- c) ubod i ubadanje u eksploziv
- d) trenje koje ima za posledicu povećanje temperature
- e) povećavanje pritiska na eksploziv ili na inicijator eksplozije (komprimirani gasovi...).

4) Kemijsko dejstvo određene materije

Djelovanje određenih materija može prouzrokovati eksploziju eksploziva, inicijatora eksploziva i drugih određenih kemijskih materija.

Određene kemijske materije, koje same po sebi nisu eksplozivi, mogu djelovati eksplozivno ili prouzrokovati povećavanje temperature.

5) Aktiviranje pomoću vatreng oružja

Projektili (vatrenog oružja) mogu svojim mehaničkim (udar projektila na masu eksploziva), eksplozivnim (ukoliko je projektil eksplozivan) dejstvom prouzrokovati eksploziju mase eksploziva.

6) Aktiviranje udarnim valom

- a) prenos detonacije eksploziva ili određene količine inicijatora eksplozije na masu eksploziva ili inicijatora eksplozije koji se nalaze u blizini. Vjerovatnost prenosa detonacije može se većom točnošću odrediti na osnovu brojnih studija tog problema. Postoje najrazličitije tablice sa numeričkim vrijednostima za određene vrste eksplozivnih materija pa i matematičke formule.
- b) prenos detonacije dejstvovanjem trofejne municije, projektila sa eksplozivnim punjenjem, ručnih bombi, plinskih bombi. Ti predmeti mogu imati dvostruko dejstvo:
 - učinak udarnog vala sa mogućnošću prenosa detonacije
 - mehanički učinak sa dejstvom udara metalnih djelova

- 7) Námjerno aktiviranje
- samoubistvo
 - zbog ljubomore
 - osveta
 - diverzija
 - sabotaža
 - kriminal — sa željom da se prikrije krađa.
- 8) Aktiviranje eksploziva zbog neznanja, nemarnosti i nepoštovanja tehničkih propisa
- Eksplozivna materija je došla u ruke dece ili osoba koje nemaju uslova, stručne spremnosti za rad sa eksplozivnim materijama
 - Nepravilni rad osoba koje imaju potrebnu stručnu spremu iz najrazličitijih razloga
 - Nemaran odnos prema radu sa opasnim materijalom
 - Podcenjivanje opasnosti kod rada sa eksplozivnim materijama
 - Rad i manipulacija sa eksplozivnim materijama na neodgovarajućim, nedozvoljenim mjestima (u naseljenim krajevima, u stambenim kućama, među ljudima ...)
 - Transportiranje eksplozivnih materija na nedozvoljen način ili na prevoznim sredstvima koja nisu dozvoljena za transport tih materija
 - Transport eksplozivnih materija po gusto naseljenim, prometnim ulicama, krajevima, te zadržavanje na zabranjenim mjestima
 - Grubo kršenje normi rada sa eksplozivnim materijama (na različitim nedozvoljenim mjestima ili na različite nedozvoljene načine).

Ne usuđujem se tvrditi, da su u tom pregledu nabrojane sve postojeće mogućnosti uzročnika nesretnih slučajeva sa eksplozivnim materijama. Nabrojao sam samo najverovatnije. Život i svakodnevna praksa donose nove, najnevjerovatnije i najmanje očekivane mogućnosti. Proizvodači eksplozivnih materija su u saznanju te neprijatne istine osjetili potrebu, da se međusobno povezuju izmjenjivanjem informacija i iskustava, širom sveta, da bi time obezbjedili preživjelim sigurniji rad sa eksplozivnim materijama.

Primjeri nesreća sa eksplozivom u SR Sloveniji, u 1972. godini

Zahvaljujući plodnoj saradnji sa R.S.Z.U.P. SRS omogućeno mi je dati pregled nesretnih slučajeva sa eksplozivom i priborom u toku 1972. godine, koje su registrovali njihovi organi. Sve pomenute nesreće su za sobom ostavile teže posljedice tako: smrtno unesrećene i teže invalide, pa i veću materijalnu štetu pojedincima i zajednici.

1) U Sp. Lipnici (O.S. Radovljica) je mladić Z.D. (16 godina) pozvao dvojicu sugrađana (u 23 godine), da idu sa njim do potoka Lipnica. Kod potoka je pomenuti mladić adustirao patron eksploziva sa kapsulom (detonatorom) br. 8 i sporogorućim štapinom. Mina mu je eksplodirala u ruci usled čega je unesrećenom mladiću teže povređena desna ruka i lakše povređena leva ruka. Usled toga će ostati teži invalid. Jedan od prisutnih je bio lakše povređen. Eksplozivni materijal je pomenuti verovatno uzeo od svoga oca, koji ga upotrebljava u svom kamenolому.

Koji momenti su prisutni kod ovog nesretnog slučaja?

- Eksplozivni materijal nije bio vjerovatno uskladišten u skladu sa propisom pa je tako došao u ruke licu, koje nije imalo potrebne stručne spreme niti drugih uslova za rad sa eksplozivom.
- eksplozivni materijal se je upotrebljavao u nedopustive svrhe
- adustiranje udarnog patrona u prisustvu većeg broja nepozvanih lica
- rad sa eksplozivnim materijalom je bio nepravilan pa je tako došlo do nesreće.

2) U Gruškovju kod Vidma — Ptuj, je momak (16 godina) S.M. pripremao minu sa eksplozivom KAMNIKTIT i električnim detonatorom uz električku bateriju, sa kojom je željeo aktivirati minu. Tim eksplozivnim punjenjem namjeravao je pogubiti 4 mačke. Taj opasan posao obavljao je svega 50 m daleko od stambene kuće. Došlo je kod toga do eksplozije. Unesrećeni je izgubio levu ruku te će ostati teži invalid.

Momenti koji su nastupili kod nesreće u tom primjeru su:

- a) Eksploziv i pribor došli su u ruke licu, koje nije imalo stručnu spremu, niti drugih uslova za rad sa eksplozivom.
 - b) Unesrećeni je došao do eksploziva i pribora na nedozvoljen način (krađa ili prikupljanje eksplozivnog materijala, kao ostatak zatajenih mina na gradilištu kod gradnje puta Maribor — Zagreb). U oba moguća primjera radi se o nepravilnom manipuliranju eksplozivom: skladištenje, evidencija potrošnje, evidencija zatajenih mina i nepravilan rad kod miniranja na gradilištu ...
 - c) Eksploziv se je upotrebljavao u nepravilne svrhe.
 - d) Eksplozivom se je radilo na nedozvoljenom mjestu.
 - e) Rad sa eksplozivom i priborom je bio nestručan pa je zbog toga i došlo do nesreće.
- 3) U selu Tlake kod Grosuplja je radnik S.S. 39 godina starosti izvršio samoubistvo sa eksplozivom u svojoj stambenoj kući.

Primedbe:

- a) Eksploziv i pribor došli su u ruke čovjeku za kojeg je bilo poznato da je bio u teškoj depresiji zbog porodičnih svađa. Pomenuti je bio osim toga poznat kao alkoholičar.
- b) Eksplozivni materijal je unesrećeni uzeo na radnom mjestu u kamenolomu u kome je bio zaposlen, na protivpravni način. Do toga je moglo doći zbog greške kod skladištenja, netačnog evidentiranja potrošnje ili kod izvođenja miniranja.
- c) Eksplozivni materijal je bio upotrebљen namjerno za potrebe, koje nisu predviđene — dozvoljene.

4) U fabrici »Mehanotehnika« u Izoli došlo je do eksplozije u kupolnoj peći za ljevanje. Ustanovljeno je bilo, da je došao eksploziv u peć sa starim gvožđem. Kod te nesreće je bio jedan radnik lakše povređen. Veća je materijalna šteta.

Primedbe: — Kod ljevaonica, koje upotrebljavaju u svom proizvodnom procesu staro gvožđe, poznati su takvi i slični primjeri nesreća sa eksplozivnim materijalom. Tih primjera je bilo naročito mnogo u vremenu odmah posle II svjetskog rata, pa i u krajevima u kojima su ostale veće količine, ostataka municije i oružja. (Dolina Soče u SR Sloveniji). Sprečavanje tih nesreća moguće je jedino pažljivim sortiranjem otpadaka starog gvožđa. Eksplozija je bila u datom primjeru prouzrokovana visokom temperaturom.

5) U selu Grgarske Ravne u blizini Nove Gorice došlo je do jakе eksplozije eksploziva. Život je izgubilo 13 lica, 5 lica je bilo teže povređenih. Porušena je zgrada stare škole a lakše oštećen veći broj stambenih i privrednih objekata. Istragu je vodio Okružni sud u Novoj Gorici.

U kakvim okolnostima je došlo do ove nesreće?

Povodom proširivanja puta Grgarske Ravne — Banjščica, kod minerskih radova i gradnje uopšte angažovane su bile jedinice JNA. U napuštenoj školskoj zgradi u Grgarskim Ravnama bilo je nastanjenih 15 vojnika. U istoj zgradi u I katu istovremeno je imala stan porodica H. U zgradi su bili instalirani:

električna struja
peći sa otvorenom vatrom
štednjak na električnu struju i na gas
brojni el. aparati (mašina za pranje rublja, televizor, radio aparat, magnetofon, gramofon ...).

U blizini škole postavljen je dalekovod visokog napona. Kuće i drugi objekti bili su udaljeni od školske zgrade 35 do 200 m.

Vrijedno napomene je i to, da su vojnici kod gradnje puta naišli na trofejnu municiju iz II svjetskog rata (engleske defanzivne ručne bombe ...). Do eksplozije je došlo za vrijeme kada su se vojnici vratili sa gradilišta i premještali materijal, alat iz kamiona u zgradu. Na kamionu su imali i eksploziv. Očito je, da su u školskoj zgradi skladištili manje količine eksploziva (AMONAL) i sredstva za iniciranje (el. detonatori), svoje oružje i pripadajuću municiju.

Razmisljajte — I u tom nesretnom slučaju, koji je imao presudne posledice na

stupili su istovremeno brojni nepovoljni faktori, koji su imali za posledicu brojne žrtve, materijalnu štetu i nezavidljive, dugotrajne posledice za odgovorne, preživjele.

Primeri nesreća i grubih kršenja normi rada sa eksplozivom u 1973. godini

1) 12. I 1973. g. eksplozija u peći u fabričkom predelu »Mehanotehnika«, Izola. Lakše povređen radnik F.B. (23 godine starosti). Eksploziv došao u peć sa starim gvožđem, kojeg su upotrebljavali u tehnološkom postupku.

2) 17. I 1973. g. došlo je do eksplozije ispod gusenica buldozera u Josipodolu. Teže je bio povređen radnik I. I. (48 godina starosti), iskopavajući čeličnom štanglom eksploziv ispod buldozera, koji mu je pao sa buldozera prilikom transporta eksploziva i pribora.

P r i m e d b e : Kod rukovanja eksplozivom su bile grubo kršene norme rada. Eksploziv i detonatore prevozili su na buldozera. Kada je pao eksploziv pod buldozera grubom intervencijom iskopavanja čeličnim alatom pouzrokovana je bila eksplozija.

3) 12. III 1973. g. došlo je do jake eksplozije u stambenoj zgradi seljaka A.Š., u Čepovanu (kod N. Gorice). Eksplozirao je nepoznati eksplozivni predmet, kojom prilikom je teže povređen N.Š. (41 godina starosti), lakše povređeni Š.M. (42 godine starosti), Š.M. (43 godine starosti) i Š.A. (75 godina starosti).

P r i m e d b a : — Verovatno aktiviranje trofejne municije u kuhinji.

4) 13. III 1973. g. ustanovljeno je kod inventura u skladištu eksploizva VP, manjak od 25 kg eksploziva, 200 komada detonatora No. 8 i 197 m' sporogorećeg štapina.

5) 25. III 1973. g. nađeno je u međunarodnom vozu Beč — Beograd, u Mariboru, u železničkom vagonu 200 grama eksploziva Donarit I.

6) 28. III 1973. g. veća krađa eksploziva u kamenolomu V. Pirešica, kod izvođenja masovnog miniranja. Ukradeno je ukupno 150 kg Amonala. Krađu su izvršili J. G. (25 godina starosti) i P. G. (15 godina starosti).

P r i m e d b a : — Straža nedovoljno pažljiva ili uopšte nije postojala. Eksploziv je došao u ruke nepozvanih te stručno neosobljenih ljudi i dece.

7) 10. IV 1973. g. je kod čišćenja radnog odjela u Novom Mestu radnik E.G. našao de-

tonator, koji mu je iz nepoznatih razloga eksplodirao u ruci. Kod toga je bio teže povređen (amputacija 2 prsta i povređeno oko).

P r i m e d b a : — Nepravilna manipulacija detonatorima. Opasni predmet je došao u ruke radnika, koji nije bio stručno osposobljen za rukovanje takvim materijalom.

8) 30. IV 1973. g. je radnik G. Z. (57 godina starosti) na predveče 1. maja u selu Škale, kod Velenja, upotrebljavao za petarde patronе eksploziva Kamniktit II., koje je adustirao sa detonatorom i sporogorećim štapinom. Jedna od tih mina je eksplodirala u njegovoj blizini i odnjela mu ruku u ramenu.

P r i m e d b e : — Krađa eksploziva i pribora, nemamenska upotreba, rukovanje eksplozivom u prisustvu ljudi, nestručno rukovanje.

9) 19. V 1973. g. nesretni slučaj sa tromblonskom minom u Grčaricama. Smrtno povređen S.O. (11 godina starosti), kojemu je mina eksplodirala u ruci iz nepoznatih uzroka.

10) 5. X 1973. g. je radnik K. O. iz Domžala našao u grmu kod sela Dolsko 2,5 kg eksploziva i 10 komada električnih detonatora.

P r i m e d b e : — Verovatno krađa eksploziva. Neprimerno skladištenje eksploziva i pribora.

11) 16. X 1973. g. je u ruci R. G. (7 godina starosti) eksplodirala petarda ispred crkve u Mekinjama, te teško povredila pomenutog i E.B. (7 godina starosti), koji se je nalazio u blizini.

P r i m e d b e : — Nepropisno skladištenje. Deca uzela opasni predmet i igrala se njime.

12) 22. X 1973. g. su radnici A. P. i A. K. iz poduzeća IGM Zagorje prevozili eksploziv i pribor iz skladišta eksploziva do kamenoloma. Na putu izgubili su 12 komada električnih detonatora.

P r i m e d b a : — Nepravilno rukovanje eksplozivnim materijalom.

Primeri nesreća i grubih kršenja normi rada sa eksplozivom u 1974. godini (januar — februar)

1) 12. I 1974. g. samoubistvo eksplozivom rudara iz RL Velenja F.Z. (34 godine starosti), u parku u Velenju.

P r i m e d b a : — Krađa eksploziva i nemamenska upotreba.

2) 2. II 1974. g. je bila u Šmiklavžu kod Celja izvršena krađa 11 kg eksploziva Amonal i 18 kg mašinskog ulja na radilištu.

P r i m e d b e: — Krađa uz prisustvo straže. Skladištenje eksploziva na neodgovarajućem mestu.

3) 5. II 1974. g. izvršena je provala u zaključani sanduk privremenog skladišta eksploziva, na šumskom putu Draga — Planica pod Begunjščicom. Ukradeno je bilo 5 kg eksploziva Kamniktit, 26 komada detonatora i 32 m' sporogorećeg štapina.

P r i m e d b a: — Neprimerno skladištenje eksplozivnih materijala i krađa.

Zaključak

Od ukupno 20 nesretnih slučajeva i grubih kršenja normi rada sa eksplozivnim materijalom u periodu 1972, 1973 i I — II/1974., koji su bili evidentirani u SR sloveniji, bilo je:

Prilikom 10 nesretnih slučajeva ustanovljena krađa eksploziva i pribora (od toga u jednom primjeru provala u priručno skladište). Od toga je bila u 2 primjera izvršena krađa uz prisustvo stražara.

Prilikom 10 slučajeva ustanovljenih nepravilnih skladištenja, na mjestima koja nisu bila zaštićena ili na mjestima gde se stalno zadržavaju ljudi.

Prilikom 9 nesreća je došao eksploziv i pribor u ruke nepozvanih lica.

Prilikom 6 nesreća radilo se eksplozivom i priborom na nestručan način što je prouzrokovalo nesreću.

Prilikom 5 nesreća se eksploziv i pribor koristio u nenamjenske svrhe što je imalo za posledicu smrt, teže ili lakše povrede.

Prilikom 5 nesreće došlo je do nesreće zbog nedovoljne pažnje kod rukovanja eksplozivom i priborom ili eksplozivnim predmetima, (od toga u 2 slučaja kod dodira sa trofejnom municijom).

Prilikom 2 nesreće došlo je do grubog kršenja propisa i nesreća zbog kršenja normi kod transporta.

U datom izlaganju nije mi bila namjera izazvati paniku i prekomjerni strah, kod rada sa eksplozivom i priborom. U našem civilizovanom svijetu smo svaki dan, na najrazličitijim mjestima suočeni sa različitim opasnostima. U koliko se ne želimo odreći ugodnosti te civilizacije potrebno je, da se sa još većim znanjem i studiranjem, borimo protiv opasnosti, na koje nađemo.

Kratka analiza nesrećnih slučajeva u SRS u poslednjim godinama ukazuje na potrebu da se sa više znanja i studiranja treba boriti sa opasnostima sa kojima se susrećemo, kao i na potrebu veće brige društva i stručnih službi u pravcu sređivanja uskladištenja, rukovanja i evidentiranja eksplozivnih materijala, da bi se svelo na minimum krađu eksploziva i eksplozivnog pribora. Time će se sprečiti opasnost da eksplozivi i pribor dođu u ruke nepozvanih lica, koja bi mogla nenačinkom korištenjem, nestručnošću i nesvesnošću ugroziti život, zdravlje i imovinu radnika, sugrađana i zajednice.

SUMMARY

Accidents at Work with Explosives in SR Slovenia in 1972, 1973 and 1974 Due to Disrespect of Basic Principles of Safety During Storage and Handling

J. Ivanetić, min. eng.*)

On the basis of the analyses of accidents that occurred during work with explosives in 1972, 1973 and 1974 in SR Slovenia, the author proved by a concrete example that the accidents were due solely to disrespect of safety principles.

*) Dipl. ing. Jurij Ivanetić, Podjetje »Kamnik« — Kamnik.

Naučna povezanost kibernetike i ergonomije u sistemu radne prevencije

Prof. Bogić Knežević

Kibernetičari su izazov skepticima koji svojim nemarom dovode u iskušenje druge ljude da svoj život uzaluđ utroše.
ELIOT HAČISON

Veliki tehničko-tehnološki napredak nije zanemarivo ni područje zaštite na radu. Kibernetički programeri i kompjuteri mogu blagovremeno da signaliziraju sve kvarove u sistemu mašine i da spriječe eksplozije, rušenja, požare i povrede na radu. Pored nagle modernizacije proizvodnje neophodno je kod nas šire popularisati ovaj kibernetičko-tribološki aspekt prevencije rada, kako bi neposredni proizvođači i organizatori posla prihvatali ove inovacije sa više povjerenja.

Namjerno smo pošli od navedenog aforizma Eliota Hačisona, poznatog američkog kibernetičara da bismo ukazali na današnji optimizam kibernetičara, a sa njima i ergonoma i tribologa, gdje taj optimizam želi da odstrani i najmanju dozu nemara i nevjerice kod svih poslenika nauke, kako oni, i svi ljudi, ne bi bili »dovedeni u iskušenje da svoj život zaista uzaluđ utroše«.

Ovaj stav Hačisona datira od šeste decenije našega vijeka i on se podudara, odnosno slaže s jasnim i usmjerenim razmišljanjima psihologa, pedagoga, sociologa, ekonomista, inženjera raznih profila i ergologa uopšte, koji danas interdisciplinarnim putem, zajednički rade na radnoj prevenciji. Razumljivo je da klasični vidovi zaštite na radu dobijaju i novu kompjuterizovanu dimenziju o kojoj ćemo na ovom mjestu reći nekoliko naših zapažajna, kako bi se i naša ergonomija uključila u međunarodnu podjelu rada, što je i jedan od ciljeva naše naučne, privredne i društvene reforme uopšte i svih naših društveno-

političkih kretanja, koja se moraju zasnovati na usaglašavanju nauke i proizvodnje i na realizaciji marksističke nauke u svim područjima našeg samoupravnog razvijanja.

Kibernetičko-ergonomsko-tribološka automatska u otkrivanju kvarova na mašinama kao doprinos efikasnoj zaštiti na radu

Nova nauka, koja je od velikog značaja za teoriju i praksu automatskog otkrivanja raznih kvarova mašina, zove se tribologija. Ona u kibernetičkoj povezanosti i sprezi sa ergonomijom kao naukom o najracionalnijem korišćenju psihotehničkog inženjeringu, odnosno zaštitnih sredstava za očuvanje čovjekova zdravlja i prilagođavanja uslovima života i rada u tzv. ergološkom trouglu: operator-mašina-radna sredina i te kako danas pomaže sistemu radne prevencije u svim oblastima čovjekove djelatnosti. Ona je zahvaljujući kibernetici kao nauci koja se bavi sistemom povratnih informacija, sistemom upravljanja i usmjeravanja svih procesa pri korišćenju postojećih resursa objektivne stvarnosti, doveo do razgraničavanja naučnih djelatnosti i u domenu zaštite na radu, jer je u svoj sadržajni program uključila i primjenjenu matematiku, elektroniku, neurofiziologiju, anatomiju, psihofiziologiju, psihologiju rada, andragogiju, pedagogiju sa sociologijom i privrednom filozofijom i cjelokupno inženjerstvo, pa je to razgranjavanje dalo i praktične rezultate u radnoj prevenciji (izrada i ko-

rišćenje sprava za suzbijanje povreda na radu; kontrola rada mašina i tribološkog vijeka trajanja mašina; izrada programa ergonomskog obrazovanja radnika i fizionomiranje stručnjaka interdisciplinarno-kibernetičkog profila koji doprinosi ostvarenju tih programa i osavremenjivanju zaštite na radu u svim područjima čovjekovog života i rada).

Pod uticajem kibernetike, mora da se istakne, danas se klasična automatizacija zamjenjuje kibernetikom, koja uglavnom obuhvata izradu raznih automata ili mašina koje se koriste u mirnodopske i ratne svrhe, za izradu i upotrebu automata u domaćinstvu, industriji i društvenim službama, za kontrolu rada mašina, kao i čovjekova rada, inženjer-skog upravljanja, inženjerskog sistema sa inženjerstvom radne prevencije, odnosno kompjuterizacije rada u cilju oslobođenja rada i čovjeka od robovanja silama prirode, od robovanja doskorašnjoj naučnoj nemoći, a time i robovanja samom sebi što se javljalo kao vid otuđenja rada i čovjeka, kako u materijalnoj, tako i u duhovnoj sferi življenja.

Ergonomsko-tribološka automatika inženjerstva (sa cjelokupnim psihotehničkim inženeringom) otkrivanja kvarova na sredstvima rada i predmetima djelovanja, kao i prognostičko-dijagnostičkom tretmanu mašina i alata, dovela je do mjerjenja svih uslova čovjekove radne sredine, kako bi u vezi kvalitativnosti mašina i alata, kao i odnosa na liniji mašina-radna sredina i čovjekovo okruženje ukazivala na sljedeće:

- ergonom-tribolog, odnosno programer sa kompjuterom bira celishodnu operaciju u procesu rada, kako bi se bez eventualnih smetnji rad što više olakšao i što uspješnije obavio, te time ne bi izazivao ni povrede,
- sve individualne osobenosti i utvrđivanje karaktera rada mašina moraju se danas vršiti automatskim programiranim sekvencama (obučavanje preko programiranih mašina-kompjutera, putem povratnih informacija, inserata, slajdova ili obrazovno-vaspitnih mera da bi se znalački koristila mašina, a time se i radnik čuva od povreda,
- programer sa kompjuterom mora uklizivati i na postojanje mogućnosti kompenzacije pri odstupanju mašine radilice od njenog standardnog rada, kako se ne bi radnik izlagao povredama,

- takođe mora stalno da se radi na pronalaženju i blagovremenu stabilizovanju prekomjerne i pogrešne disperzije rada mašina, koji se može i mora ekrанизirati ili audiovizuelnom tehnikom prikazati, a sve u cilju zaštite radnika od povreda,
- programer-kompjuter, poslije signalizacije kvarova, kao što je poznato, sam se automatski uključuje i sa radnikom, odnosno operatorom, pomoću servo-aktualizatora, odstranjuje kvar i sam uključuje mašinu, da bi na njoj radnik-opservator bezbjedno nastavio rad, što je od velike važnosti za sigurnost radnika na radu.

Programer otkriva greške i upozorava na moguću nesreću

Tako, ilustracije radi, ako je riječ o bušilici i bušaču, odnosno o radniku koji njome rukuje, on mora, prije početka rada, da uključi programer-mašinu (kompjuter), da ispita, odnosno objasni eventualne promjenljive standardne metode pomoću koje radnik fiksirat će kvarove na bušilici. Pri dijagnostiranju, sam kompjuter ukazuje na sljedeće mogućnosti:

- bušilica škripi,
- snaga potrebna za konstantnu brzinu bušenja raste,
- na reznoj ivici se stvara bedem istrošenosti,
- potreba za pogonskom snagom (ulaz u vatima) raste za 30% u odnosu - na normalnu,
- nagli porast sile bušenja i pritiska pri bušenju se povećava i temperatura na ivici oštice odnosno sečiva raste itd.

Ako radnik ne shvati i ne prihvati opomenu kompjutera o bušilici, jasno je da, čim se bušilica izvuče iz bušene stijene (ili neke druge podloge koja se buši), izaziva prskanje i povređivanje radnika koje može biti smrtonosno. Zato kompjuter istodobno daje i ergonomsko-tribološka pravila za zamjenu bušilice a to su:

- bolje je odrediti cijenu čovjekove povrede i sve reperkusije koje ona izaziva u odnosu na cijenu zamjene jednog ili svih svrdlova!

- uvijek, prije upotrebe, dijagnosticiraj mašinu pomoću dijagnostičkog kompjutera i sačini zapisnik o stanju mašine!
- na svaki eventualno defektni zvuk mašine, isključi je i timskim putem radi na oticanju kvara, putem detekcije i drugih metoda koje koristimo za utvrđivanje neispravnosti rada mašina.

Kompjuterska razjašnjenja i propaganda

Da bi se u svemu tome uspijevalo (u osavremenjavanju prevencije), pored povoljnijih ekonomskih, odnosno finansijskih uslova, nužno je da se udruženja zaštite na radu angažuju u objašnjavanju, tumačenju i sprovodenju svih inovacija koje prate zaštitu na radu. U tome bi se imalo više uspjeha kada bi naša udruženja koordinirala rad sa udruženjima psihologa, sociologa, pedagoga, ekonomista, kao i udruženjima inženjera i tehničara Jugoslavije, sa redakcijskim kolegijumima naše stručne periodike, kako bi svi zajedno radili na osavremenjavanju prevencije, na sigurnosti radnika na radu, što je i jedan od osnovnih zadataka svih naših društvenih faktora, a u prvom redu organa samoupravljanja u radnim organizacijama i društveno-političkih organizacija u organizacijama udruženog rada.

Na tom bi poslu, kada je riječ o zaštiti u preduzećima, pored angažovanja klubova samoupravljača, trebalo formirati i klubove ergonoma i oni bi u svojim redovima morali imati:

- članove samoupravnih organa,
- članove stručnih službi i timove stručnjaka: kadrovike, odnosno pedagoge, psihologe, sociologe, ekonomiste, inženjere za zaštitu na radu i inženjere svih profila u radnoj organizaciji, lječare medicine rada, psihijatre i socijalne radnike.

Članovi ergonomskih klubova bi mogli biti iz dotične radne organizacije kao stalni članovi, kao i stalni ili pomažući članovi iz raznih stručnih udruženja, naučnih instituta i univerziteta, odnosno stručnih škola.

Programi tih klubova bi mogli obuhvatiti sljedeću problematiku:

- oblasti psihofiziologije i psihologije rada koje se odnose na racionalizaciju rada,
- prevenciju zamora i studiju pokreta, odnosno statiku položaja tijela na radu, dinamiku tih položaja,
- fizičko-fiziološke faktore, faktore sredine i okruženja,
- mikro-klimu sa enterijerom radnih prostorija (psihologiju boja, elemente proizvodnog i konstruktivnog dizajna sa tribološkom dijagnostikom,
- metodiku, odnosno didaktiku obučavanja radnika u zaštiti na radu (nastavne metode, sredstva i principe rada), u sistemu permanentnog obrazovanja uz rad i za rad (andragoški domen),
- proučavanje kibernetike, informatike i sistematike, kao i uvođenje radnika u sistem kompjuterizovane radne prevencije sa programiranjem psihotehničkog inženjeringu.

U tome bi se ogledali savremeni aspekti kibernetičko-ergonomsko-tribološke prirode u svim područjima radne prevencije, te bi na ostvarenju te povezanosti i dostignuća trebalo stalno raditi kako bismo polako, ali sigurno ostvarivali ciljeve naše radne prevencije u svim oblastima društvenog života i rada.

Iz svega do sada rečenog slijedio bi ovakav naš zaključak:

1. Mono i interdisciplinarnim istraživanjima treba što prije ukazati što se može uraditi da bi se smanjile razne nelagodnosti, pa i povrede na radu u našim organizacijama udruženog rada.

2. Treba čim prije afirmisati ergonomiju sa tribologijom u domenu rada prevencijom i znalački je utjeloviti u istraživačke projekte naučno-istraživačkih instituta i fakulteta, kako bi se što neposrednije uticalo na povećanje radnog i životnog longiviteta radnika.

3. Treba pored domaćih, koristiti i inozemna iskustva u metodologiji naučno-istraživačkog rada i čim prije se založiti za timski rad na tom istraživanju, gdje bi se uporedio radilo na kodifikaciji zakona radne prevencije i na primjeni njene metodologije u oblasti racionalizacije pokreta i prevencije zamora, odnosno u oblasti zaštite na radu, gdje se ta zaštita mora oslanjati na samoupravnu

tijela organizacija udruženog rada i na zadatke koji proizilaze iz zaključaka II kongresa samoupravljača Jugoslavije, II konferencije SKJ i Platforme za X kongres SKJ, kao i na

radno pravo koje proizilazi iz novog Ustava i isto apsolutno ozakonjuje u samoupravljanju u našoj socijalističkoj samoupravnoj zajednici.

SUMMARY

Scientific Correlation Between Kibernetics and Ergonomy in the System of Work Prevention

Prof. B. Knežević*)

Huge techno-technological progress did not ignore the area of safety at work. Kibernetic programmers and computers are capable to signalize on time all failures in the machine system and to prevent explosions, disasters, fires and accidents at work. Due to rapid modernization of production it is necessary to popularize this kibernetic and tribological aspect of work prevention with us too, so that the workers and organizers accept the innovations with more confidence.

Bibliografija

Davydov, E.G., Georgievskij, V.V. i dr.: **O tačnosti merenja površine preseka jamskih hodnika kod vršenja depresionih snimanja** (K voprosu o točnosti izmerenij ploščadi sečenij gonyh vyrabotok pri proizvodstve depressionnyh semok) U sb. »Tehnol. razrabotki mestorožd. polezn. iskopaemyh«, Karaganda, 1973, str. 209—212, (rus.)

Morozov, E.G. i Ivashchenko, V.H.: **O rednom provetrvanju hodnika posle masovnih miniranja u uslovima komornih metoda otkopavanja** (O posledovatel'nom provetrvanii vyrabotok posle massovyh vzryvov v usloviyah kamernykh sistem razrabotki) »Razrabotka rudn. mestorožd. Resp. mežved. naučno-tehnž sb.«, 1973, vyp. 16, str. 99—102, (rus.)

Klubov, S. Ja., Kozlov, V.G. i dr. **Provjetranje komora za bušenje kod izrade uskopa u sekejama miniranjem dubokih bušotina** (Provjetranie burovych kamer pri prohodke vosstajuščih sekcionnyh vzryvaniem глубоких скважин) »Tr. Vost. n.-i. gornorudn. in-ta«, 1973, vyp. 13, str. 139—147, (rus.)

Musohranov, G.F. i Kozlov, V.G.: **Provjetranje otkopnih hodnika kod čeonog ispuštanja rude** (Provjetrvanie očistnyh vyrabotok pri torcovom vypuske rudy) »Tr. Vost. n.-i. gornorudn. in-ta«, 1973, vyp. 13, str. 128—130, (rus.)

Grašenkov N.F., Georgievskij, V.V. i dr.: **Proračun ventilacionih mreža uz korišćenje preseka** (Račet ventilacionnyh setej s ispol'zovaniem sečenij) U sb. »Tehnol. razrabotki mestorožd. polezn. iskopaemyh«, Karaganda, 1973, str. 170—176, (rus.)

Svatnyj, V.A., Avramenko, F.G. i dr.: **O rešavanju problema upravljanja raspodelom vazduha u jamskoj ventilacionoj mreži uz pomoć analogno-digitalnih modela** (K rešeniju zadač upravljenija vozduhoraspredeleniem v šahtnoj ventilacionnoj seti na analogo-cifrovoj modeli) »IVUZ. Gornij ž.«, (1973) 8, str. 74—78, (rus.)

Klubov, S.Ja.: **Proračun provetranja slepih hodnika kod pripremanja blokova** (Račet provetrvanja tупиковых vyrabotok pri podgotovke blokov) »Tr. Vost. n.-i. gornorudn. in-ta«, 1973, vyp. 13, str. 148—158, (rus.)

Hivrenko, A.F., Red'ko, I.A. i dr.: **Primena polivinilskih platna za smanjenje aerodinamič-**

*) Prof. Bogić Knežević, Ekonomski školski centar, Niš.

kih otpora ventilacionih mreža (Primenenie vinilplastovoj plenki dlja sniženija aerodinamičeskogo sопrotivlenija ventilacionnyh setej) »Gornij ž.«, (1973) 8, str. 70—71, (rus.)

F ro h a m, A.: **Čist vazduh u rudniku Macleod** (Keeping it clean at th Macleod Mine) »Canad. Mining J.«, 94 (1973) 9, str. 48—50, (engl.)

F r y c z, A. i S u l k o w s k i, J.: **Upravljanje provetravanjem rudnika pomoću elektronske tehnike** (Kierowanie przewietrzaniem kopaliń w oparciu o elektroniczną technikę obliczeniową) »Przegl. Gorniczy«, 29 (1973) 10, str. 375—380, (polj.)

M a d e j a, A. i S t r u m i n s k i, A.: **Intenzivnost provetravanja jamskih radilišta sa velikim površinama poprečnih preseka** (Intenzynosć przewietrzania wyrobisk górniczych o dużych polach przekrojowych prorzecczych) »Przegl. Gorn.«, 29 (1973) 7—8, Buil. GIG, str. 21—24, (polj.)

E s z t o, Z.: **Uloga pomoćnih ventilatora kod automatskog regulisanja strujanja ventilacionog vazduha** (A segédventillátorok szerepe az automatikus légáramszabályozásban) »BKL-Bányaászat«, 106 (1973) 6, str. 366—371, (mag.)

P a t r u š e v, M.A., Š e v č e n k o, V.V. i dr.: **Industrijsko ispitivanje šeme provetravanja sa razblaženjem metana u mestima njegovog izviranja u jamsku atmosferu** (Promyšlennye ispytaniya shemy provetrvaniya s oboslablennym razbavleniem metana po istočnikam ego postuplenija v rudničnuju atmosferu) »Ugol'«, (1973) 11, str. 58—62, (rus.)

M o r z y n s k i, St., W r o b l e w s k i, A. i dr.: **Visokokapacitetni ventilatori sa vazdušnim i električnim pogonom** (Wysokosprawne wentylatory lutniowe o napędzie powietrzowym i elektrycznym) »Przegl. Gorn.«, 29 (1973) 10, str. 403—409, (polj.)

A n d r u š e n k o, V.N.: **Kompleksna ocena i normiranje topotnih uslova rada u jama** (Kompleksnaja ocenka i reglamentirovanie teplových uslovij truda v šahtah) »Ugol' Ukrayny«, 17 (1973) 11, str. 35—37, (rus.)

K a r a, V.V., S u h a n o v, V.V. i dr.: **Osnovne prednosti i nedostaci sintetičkih penušača koji se primenjuju za poboljšanje provetravanja jama** (Osnovnye dostoинства и недостатки пенопластов, применяемых длja ulučenija ventilacii šaht) »Ugol' Ukrayny«, 17 (1973) 11, str. 33—35, (rus.)

H o e w s, M.J.: **Optimizacija i rešenje podzemnog hlađenja u rudniku Falconbridge** (Optimisation and design of underground refrigeration at Falconbridge) »Canad. Mining J.«, 94 (1973) 10, str. 42—54, (engl.)

M u r e s a n, E.: **Da li je ekvivalentni otpor korištan faktor za aeraciju rudnika?** (Este orificiul echivalent un factor util in practicarea aerajului

minelor?) »Revista Minelor«, 24 (1973) 11, str. 541—543, (rum.)

V o s k o b o j n i k o v, V.I., K a r a b a t a e v, A.K. i dr.: **Okretanje vetrene struje u jamama pri pojavi požara u horizontalnim prostorijama** (Op-rokidyvane ventilacionnyh struj v šahtah pri požarah v gorizontálnyh vyrobokah) »Ugol'«, 49 (1974) 1, str. 53—56, (rus.)

F l e t c h e r, B., M c Q u a i d, J. i M e r c e r, A.: **Neki problemi ventilacije u podzemnim rudnicima** (Some ventilation problems in the underground environment) »Tunnels and Tunneling«, 5 (1973) 2, str. 144, 147, 149—150, (engl.)

T h o m s o n, C.R.: **Postupak ventilacije kod rudarskih radova** (Mining ventilation method) (Shell Oil Co.) Patent SAD, kl. 299—12, (E 21 f 1/00, E 21 c 41/00), Nr. 3695714, prijav. 16.10.70, objav. 3.10.72.

G a m b e r g, E.N. i V a s s e r m a n, A.D.: **Izbor formula za proračun provetravanja slepih hodnika rudnika Karnasurt posle miniranja** (Vybor rasčetnyh formul dlja provetrvaniya posle vzryvnyh rabot tupikovyh vyrabotok rudnika Karnasurt) U sb. »Proveitrvanje rudnikov severa«, L., »Nauka«, 1972, str. 9—15, (rus.)

V o r o n c o v, P.A., I v a š k i n, V.S. i dr.: **Režim vetra i turbulentnosti atmosfere i njihovo evidentiranje kod ocene prirodnog provetravanja dubokih površinskih otkopa** (Režim vetra i turbulentnosti atmosfери i ih učet pri ocenke estestvennogo provetrvaniya glubokih kar'erov) »Tr. Gl. geofiz. obsrv.«, 1973, vyp. 310, str. 11—25, (rus.)

Š c e r b a k, V.N. i A h m e t o v, M.S.: **O specifičnim troškovima za sredstva prinudnog provetravanja površinskih otkopa** (Ob udel'nyh zatratah energii sredstv prinuditel'nogo provetrvaniya na otkrytyh gornyh rabotah) »Ugol'«, (1973) 9, str. 30—32, (rus.)

B i t k o l o v, N.Z. i I v a n o v, I.I.: **O topotnom režimu dubokih površinskih otkopa** (O teplovom režime glubokih kar'erov) »Tr. Gl. geofiz. observ.«, 1973, vyp. 310, str. 75—85, (rus.)

Z e n o v, S.I.: **Korišćenje analognih računara za proučavanje procesa rasturanja primesa u atmosferi površinskih otkopa** (Ispol'zovanie analogovyh výčislitel'nyh mašin dlja izuchenija processov rasseleniya primezej v atmosferu kar'erov) »Tr. Gl. geofiz. observ.«, 1973, vyp. 310, str. 69—74, (rus.)

V o r o n c o v, P.A. i B i t k o l o v, N.Z.: **Mikroklima na površinskim otkopima** (Mikroklimat kar'erov) »Tr. Gl. geofiz. observ.«, vyp. 310, L., Gidrometeoizdat, 1973, 140 str., (rus.)

Ivanov, I.I.: Primena hidrauličkog integratora kod matematičkog modeliranja geotermičkih procesa na površinskim otkopima (Применение гидравлического интегратора при математическом моделировании геотермических процессов в кар'ерах) »Tr. Gl. geofiz. observ.«, 1973, vyp. 310, str. 53—62, (rus.)

Andrušenko, V.N. i Zaharov, E.P.: Obrazlaganje klimatskih uslova zona za radna mesta u dubokim jamama (Обоснование климатических зон по рабочим местам на глубоких шахтах) »Bezopasnost truda v prom-sti«, (1973) 6, str. 32—33, (rus.)

Karesev, N.I. i Pasjuta, I.I.: Matematičko modeliranje uređaja za zagrevanje vode i vazduha u sistemima za snabdevanje jama toplotom (Математическое моделирование водо- и воздухо- подогревательных установок в системах теплоснабжения шахт) »Sb. naučn. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1973) 47, str. 144—150, (rus.)

Muravejnik, V.I. i Olejnik, I.P.: Normalizacija klimatskih uslova u pripremnim hodnicima dubokih jama metodom radijacionog hlađenja (Нормализация климатических условий в подготовительных выработках глубоких шахт способом радиационного охлаждения) »IVUZ. Gornyj Ž.«, (1973) 8, str. 79—84, (rus.)

Waclawik, J., Mikolajczyk, W. i dr.: Temperatura i vlažnost jamskog vazduha (Temperatura i wilgotność po powietrzu kopalnianego) »Arch. Gorn.«, 18 (1973) 3, str. 345—374, (polj.)

Zabetakis, M.G.: Kontrola sadržaja metana u rudnicima uglja SAD (Methane control in United States coal mines — 1972) »Inform. Circ. Bur. Mines. U.S. Dep. Inter.«, 1973, Nr. 8600, 22 str., (engl.)

Sadovich, V.P., Žirnova, T.S. i dr.: Modeliranje dinamike izdvajanja metana u otkopima radilišta kod podsoljnog otkopavanja uglja (Моделирование динамики выделения метана в очистные забои при послойной выемке угля) »Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti«, 19 (1973), str. 181—192, (rus.)

Ermekov, M.A., Hidureli, R.S. i dr.: Prognoza metanonoštosti ugljenih slojeva na osnovu stvarnog izdvajanja metana u horizontalne pripremne hodnike (Прогноз метаноносности угольных пластов по фактическому газовыделению в горизонтальные подготовительные выработки) »Tehnol. razrabotki mestorožd. polezn. iskopаемых«, Karaganda, 1973, str. 227—231, (rus.)

Stojanov, D.: Sprečavanje nagomilavanja metana na mestima sprezanja širokih čela sa hodnicima u jami IM. Maršala Tolbuhina (Предотвратjavane на натрупането на метан около вторите изходи на фронтовете в рудник »Маршал Толбухин«) »Vglišča«, 28 (1973) 7, str. 25—28, (bugar.)

Korepanov, K.A. i Irisov, S.G.: Uloga putotina kod razvoja iznenadnih provala uglja i gasa (Роль трещин в разрывавании внезапных выбросов угля и газа) U sb. »Vopr. teorii vybrosov uglja, porody i gaza«, Kiev, »Naukov. dumka«, 1973, str. 82—83, (rus.)

Karev, N.A., Fominyh, E.I. i dr.: Proučavanje uticaja sastava uglja na brzinu ispuštanja metana (Исследование влияния вещественного состава угля на скорость газоотдачи) U sb. »Vopr. teorii vybrosov uglja, porody i gaza«, Kiev, »Naukov. dumka«, 1973, str. 339—348, (rus.)

Eržanov, Ž.S., Saginov, A.S. i dr.: O mehanizmu iznenadnih provala uglja i metana (О механизме внезапных выбросов угля и газа) »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopаемых«, (1973) 4, str. 3—6, (rus.)

Kissell, F.N., Mc Culloch, C.M. i dr.: Direktna metoda za određivanje sadržaja metana u ugljenim slojevima kod projektovanja ventilacije (The direct method of determining methane content of coalbeds for ventilation design) »Rept. Invest. Bur. Mines. U.S. Dept. Inter.«, (1973) 7767, 17 str., (engl.)

Tarasov, B.G.: Prognoza metanoobilnosti jamskih hodnika i degazacija rudnika (Прогноз газообилности выработок и дегазации шахт) M. »Nedra«, 1973, 208 str., (rus.)

Reinhard, A.: Aparat tricapteur za upravljanje degazacijom jame (Un appareil nouveau pour la gestion des reseaux de captage de grisou: le tricapteur) »Ind. miner. Ser. mine«, (1973) 2, suppl., str. 121—124, (fran.)

Gričko, G.I. i Vylegžanin, V.N.: O matematičkom modelu za prognoziranje endogene opasnosti od požara (О математическом моделировании опасности пожароопасности) »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopаемых«, (1973) 3, str. 77—83, (rus.)

Uredaji za gašenje požara (Can your fire extinguisher put a blaze?) »S. Afr. Mining and Eng. J.«, 85 (1973) 4081, str. 23, 27, 29, 31, 33, 37 (engl.)

Salganik, V.A., Semesin, V.Z. i dr.: Metode i sredstva za obaranje prašine kod pneumatskog punjenja bušotina granulisanim eksplozivima (Способы и средства для обработки пыли при пневмоизаряжании гранулированными ВВ) U sb. »Gornorudn. proiz-vo«, Krivoj Rog, 1973, str. 257—261, (rus.)

Neels, P.V. i Degueldre, G.: Postrojenje za duboko injektiranje vode u ugljene slojeve u cilju borbe sa prašinom u jamama kampinskog ugljenog basena (Teopassing van de pretele-injectie van water in de leeg in een Kempische mijnen) »Rev. Inst. hyg. mines«, 27 (1972) 4, str. 167—174, (flam.)

Braginskij, M.D., Balyokov, V.M. i dr.: Rezultati uvođenja obaranja prašine penom kod rada kombajna (Opyt vnedrenija pylepodavlenija penoj pri rabote kombajnov) »Ugoł«, (1973) 9, str. 64—66, (rus.)

Hadzaregov, A.P., Alborov, I.D. i dr.: Proučavanje sposobnosti vode i drugih rastvora za absorbovanje prašine (Issledovanie pyleulavivajuših svojstv vody i vodnyh rastvorov) »Izv. Sev.-Kavkaz. naučn. centra vyss. školy. Ser. tehn. nauk.«, (1973) 1, str. 94—95, (rus.)

Isaev, E.A., Roganov, Ju.P. i dr.: Poboljšanje aparature telemetrijske kontrole protoka vazduha u jamskoj ventilacionoj mreži (Ulučenje apparatury telemetričeskogo kontrolja za rashodom vozduha v šahtnoj ventilacionnoj seti) »Razrabotka rudn. mestorožd. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, 1973, vyp. 16, str. 112—116, (rus.)

Aldridge, M.D.: Kontrola i upravljanje atmosferom podzemnih rudnika uglja (Monitoring the coal mine environment) »NTC 72 Rec. Nat. Telecommun. Conf., Houston, Tex., 1972«, New York, N. Y., 1972, 24B/1-24B/3, (engl.)

Lang, H.W. i Freedman, R.W.: Trominutna gasno-hromatografska analiza osnovnih komponenti jamskog vazduha (A three-minute gas chromatographic analysis of the main constituents of mine atmospheres) »S. Afr. Mining and Eng. J.«, 85 (1973) 4081, str. 59, 61, 63, 65, (engl.)

Ermekov, M.A., Graščenkov, N.F. i dr.: Uredaj za određivanje količine metana koji se izdvaja iz zidova ugljenog masiva (Ustrojstvo dlja opredelenija količestva gaza, vydelenjušegosja iz stenok ugol'nogo massiva) Patent SSSR, kl. E 21 f 5/20, Nr. 368414, prijav. 28.03.70, objav. 26.03.73.

Pribor za kontrolu zaprašenosti vazduha (Dust sampling device) »Mining Mag.«, 129 (1973) 1, str. 67—69, (engl.)

Gimel'stejn, L.Ja. i Nosov, A.M.: Struktura i algoritam automatskog sistema za upravljanje ventilatorima u trenutku nastanka havarije (Struktura i algoritm avtomatičeskoj sistemy upravlenija ventilatorami v moment vozniknovenija avarii) »Sb. naučn. tr. Kuzbas. politehn. in-t.«, (1973) 56, str. 124—129, (rus.)

Jamieson, D.M.: Podzemni požari (Underground fires) »Mining Mag.«, 128 (1973) 6, str. 430—431, 433, 435, 437, 439, (engl.)

Čugunov, A.F.: Smanjenje buke kod mehanizovanog bušenja u oknima (Sniženje šuma pri mehanizirovannom burenii špurov v stvolah) »Šaht. stro-vo«, (1973) 9, str. 13—15, (rus.)

Filin, A.P., Tatkaev, T.A. i dr.: Ocena buke koju stvaraju rudarske mašine koje se koriste u jamama karagandinskog ugljenog basena (Ocenka šume gornyh mehanizmov, primenjaemyh v šahtah Karagandinskogo ugol'nogo bassejna) »Naučn. tr. Vses. n.-i. i proektn.-konstrukt. ugol'n. in-t.«, 1972, vyp. 44, str. 176—177, (rus.)

Nikolaev, V.P., Popov, P.I. i dr.: Bezkontaktni sistem upravljanja signalnim svetiljkama u jamskom transportu električnim lokomotivama (Beskontaktnaja sistema upravlenija signal'nyimi ognjami na rudničnom elektrovoznom transporcie) »Tr. Vost. n.-i. gornorudn. in-ta«, 1973, vyp. 13, str. 257—264, (rus.)

Alekseev, V.P., Anreev, E.A. i dr.: Uredaj za prenos daljinske informacije (Ustrojstvo dlja peredači teleinformacij) Patent SSSR, kl. G 08 c 17/00, Nr. 364011, prijav. 05.08.70, objav. 09.03.73.

Savel'ev, G.P.: Sredstva za prenos informacija u rудarstvu (Dispečerizacija, veze, signalizacija). Bibliografski pokazivač literature za 1969—1971. g. (Sredstva peredači informacij v gornoj promyšlennosti — dispečerizacija, svjaz' signalizacija). Bibliografičeskij ukazatel' literatury za 1969—1971 g.) In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskog, M., 1973, 219 str., (rus.)

Bakoniček, V.: Uredaj EZT 1 i EZH 1 za signalizaciju i veze uz pomoć glasnogovornika na otkopnim radilištima (Zarizeni EZT 1 a EZH 1 pro porubovou signalizaci a hlasite hovorove spojeni v porubu) »Uhli«, 21 (1973) 7, str. 283—285, 25—27, (češ.)

Langer, W.D.: Radioveza u jami (Sprechfunk unter Tage) »Glückauf«, 109 (1973) 16, str. 825—829, (nem.)

Palmer, D.: Dvostrana radiotelefonska veza u jamama (Radiotelefonija subterranca) »Mineria y met. plast y elec.«, 33 (1973) 386, str. 31, 33, 35, 37, (špan.)

UPUTSTVO ZA PRIPREMU ČLANAKA ZA ŠTAMPU

Shodno odluci Redakcionog odbora članak treba da bude iz oblasti primenjene nauke i savremenih dostignuća u rударstvu.

Članak treba da bude kratak i jezgrovit, po mogućnosti do 16 stranica, kucanih s proredom (1 autorski tabak).

Svaki autor nosi punu odgovornost za originalnost članka. Članak koji je već bio objavljen (u celini ili izvodu) Redakcija neće primiti. Ukoliko autor iznosi rezultate rada neke institucije, obavezan je da pribavi njenu saglasnost za objavljivanje članka.

Strane nazive i imena autor treba da piše izvorno. Ukoliko tekst sadrži grčka slova (u formulama), autor treba da ih ponovi na margini i napiše njihov naziv (α — alfa). U tekstu, tablicama i crtežima treba izbegavati skraćenice.

Neobično je važno da se literatura dostavi potpuna, tj. prezime i ime autora, god. izdanja, naslov članka ili knjige u originalu (ukoliko se radi o članku treba napisati i naslov časopisa u kome je članak objavljen — u originalu), stranu na kojoj počinje članak, tom knjige ili časopisa i mesto izdanja. Literatura treba da bude sređena abecednim redom.

Članak na kraju treba da sadrži kratak rezime na srpskohrvatskom ili jednom od četiri strana jezika (engleskom, nemackom, francuskom ili ruskom), već prema želji autora. Ako autor smatra da ne može sam dati dobar prevod, Redakcija će prevesti srpskohrvatski tekst, a honorar za prevod odbiti od autorskog honorara.

Članak treba predati u dva primerka (original + kopija). Ako je članak neuredan, sa dosta ispravki, Redakcija će izvršiti prepisivanje a troškove snosi autor. Rukopis treba da ima marginu od 3 cm.

Autor je dužan da članak potpiše i dostavi tačnu adresu i broj žiro računa.

Priprema crteža. — Crteži i fotografije treba da se dostave u prilogu članka, nenalepljeni na kucane stranice. Dovoljno je da autor u tekstu označi mesto crteža. Crteži se rade tušem, na pausu ili finoj hartiji, po mogućnosti uveličani tako da se posle smanjenja (što daje oštrinu slići) mogu uklopiti u format 15 × 20,5 cm, odnosno 7 × 9 cm (n može da se kreće od 1 do 20,5 cm) Svaki crtež mora imati redni broj i objašnjenje.

Objašnjenje autor treba da dà posebno, a ne na samom crtežu, jer se objašnjenja štampaju i prevode na jezik, na kome je dat i rezime članka.

Ukoliko crteži nisu dobro tehnički pripremljeni za štampu, Redakcija će ih vratiti autoru na ispravku ili, po njegovoj želji, dati da se ponovo izrade. Troškove u tom slučaju snosi autor.

Svaki članak podleže stručnoj recenziji. Posle izvršene stručne recenzije i eventualnih ispravki autora, Redakciono odbor odlučuje u kom broju časopisa će članak biti objavljen. Redakcija će o tom obavestiti autora.

Pre štampanja časopisa svaki autor dobija na uvid poslednju reviziju, koju je, zbog kontinuiranog posla u štampariji, obavezan da hitno pregleda i vrati Redakciji.

Autor dobija besplatno 20 separatova svog članka.

Svaki članak treba da sadrži i moto — dve do tri rečenice koje će izneti problematiku članka.

Redakcija

Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	10,00 ND
za ustanove i preduzeća	400,00 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, kama

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 500,00 do 800,00 ND
- za prikaze iz prakse
(iskustva u sprovođenju
zaštite na radu) od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze savetovanja,
kongresa do 350,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 80,00 do 150,00 ND po prvom tabaku

Oглашавајте се у нашем часопису!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana

1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se preplaćujemo na časopise za 1974. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja preplata	400,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja preplata	400,00

Ukupno: 800,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Bačajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa _____

M. P.

NARUDŽBENICA

(za individualnu preplatu)

Neopozivo se preplaćujemo na časopise za 1974. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja preplata	100,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja preplata	100,00

Ukupno: 200,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Bačajnički put 2.

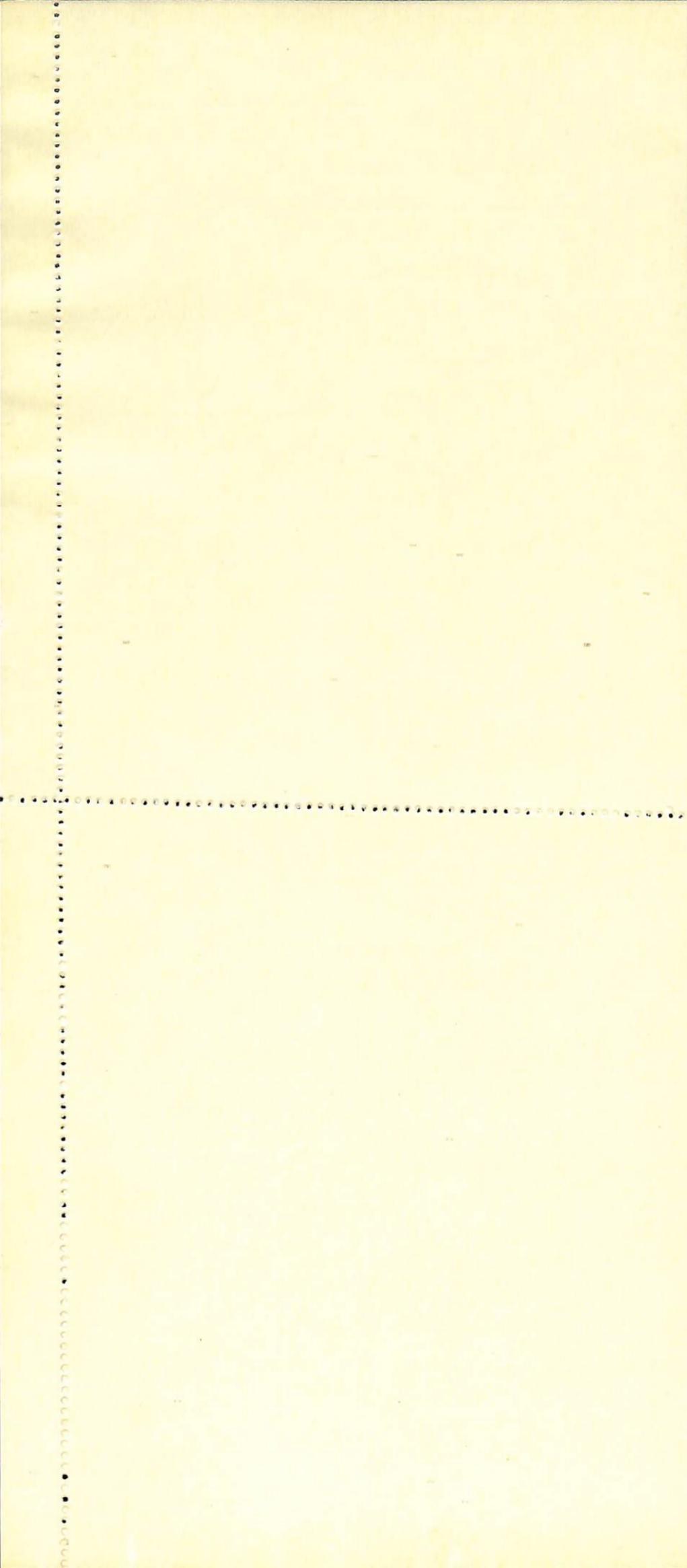
Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

(ime naručioca)

(adresa)

Overava preduzeće — ustanova

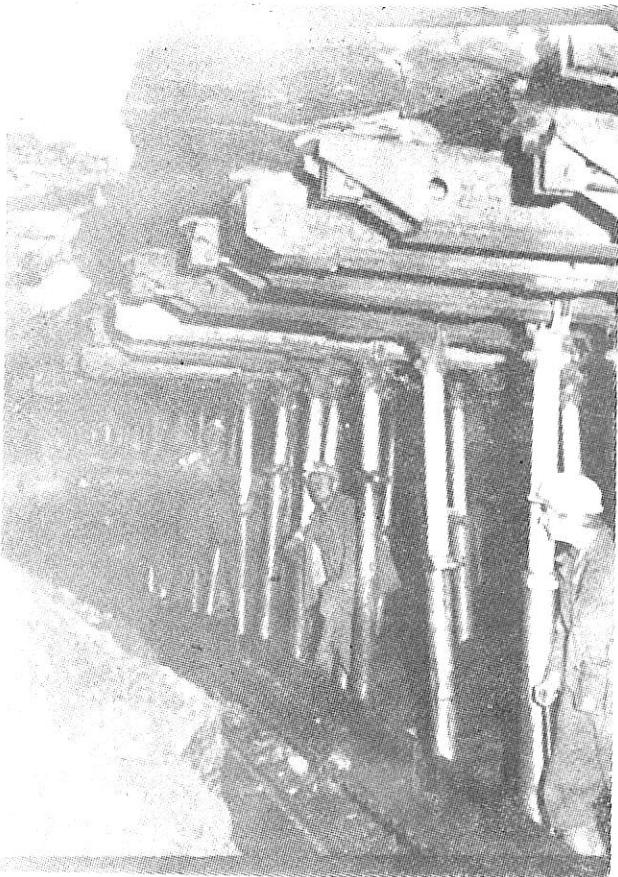




Gredyjobosanski rudnici Žemica



OOUR RUDNIK Kakavj



Proizvodi mrki ugalj za proizvodnju električne energije i široku potrošnju.

Dobijanje uglja vrši se na najsavremeniji način primenom hidraulične podgrade i kombajnom.

Rudnik — Kakanj





„NAFTA-GAS”

RADNA ORGANIZACIJA ISTRAŽIVANJA I PROIZVODNJE NAFTE I GASA NOVI SAD

obavlja sledeće delatnosti

1. Istraživanje na naftu i gas i podzemne vode;
2. Bušenje na naftu i gas i podzemne vode i druga dubinska bušenja;
3. Proizvodnja i transport nafte i gasa i podzemnih voda;
4. Razrada naftnih i gasnih ležišta i ležišta podzemnih voda;
5. Izrada rudarskih projekata, elaborata i studija iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
6. Izrada investiciono-tehničke dokumentacije za izgradnju i rekonstrukciju rudarskih i pratećih objekata, postrojenja za proizvodnju i transport nafte i gasa i podzemnih voda;
7. Vodenje investicionih radova na izgradnji i rekonstrukciji objekata za proizvodnju i transport nafte, gasa i podzemnih voda;
8. Stručni nadzor pri izvođenju radova iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
9. Laboratorijske obrade i analiza iz osnovne delatnosti;
10. Remont i obrada bušotine, elektrokarotažna merenja i napucavanja, cementacija i testiranja, dubinska merenja i druge operacije specijalnim uređajima iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
11. Proizvodnja i montaža uređaja, metalnih konstrukcija i instalacija za objekte iz delatnosti Radne organizacije;
12. Popravka i remont postrojenja, uređaja, instalacija, mašina, motora, drumskih motornih i priključnih vozila, traktora, elektromotora i elektrouredaja;
13. Izvođenje građevinskih radova i rekonstrukcija investicionih objekata;
14. Kupovina, prodaja robe i usluga iz predmeta poslovanja i usklađenja robe i materijala za svoje potrebe i potrebe drugih lica;
15. Prevoz robe i radnika motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe i potrebe drugih lica;
16. Prevoz robe sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku za svoje potrebe i potrebe drugih lica;
17. Održavanje stambenih zgrada i stanova za potrebe članova Radne zajednice;
18. Pružanje ugostiteljskih usluga i usluga smeštaja za svoje potrebe i potrebe drugih lica i
19. Izrada opeke za sopstvene potrebe.

DELATNOSTI IZ TAČKE 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 i 13 OBAVLJAJU SE ZA POTREBE RADNE ORGANIZACIJE I DRUGIH LICA U ZEMLJI I INOSTRANSTVU.

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 oglase svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

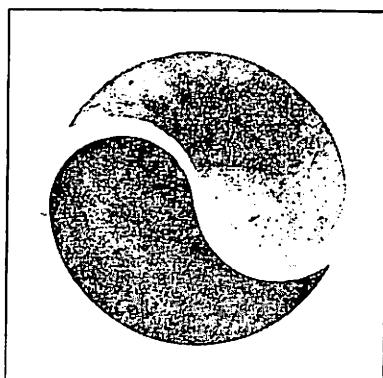
Pored redovnih mesečnih izdanja
GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak i
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
John Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

naša delatnost



NAFTAGAS

NAFTNA INDUSTRija

NOVI SAD

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA:

Istraživanje naftne i gase
Bušenje na naftu i gas
Proizvodnja naftne i prirodnog gase
Osnovna prerada naftne i prirodnog gase
Proizvodnja i prerada petrohemijских и hemijskih proizvoda
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

U OBLASTI TRANSPORTA:

Transport naftne i gase i njihovih derivata

U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti
proizvodnje
Transporta
Prerada naftne i gase
Petrohemijiske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Naftne i gase, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe
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 gase 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 naftne i prodaja derivata na veliko
i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz naftne i derivata naftne za potrebe drugih privrednih organizacija
Reeksport naftne derivata naftne (uvoz iste robe radi izvoza
direktni reeksport)

U OBLASTI USLUGA

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istraživanja,
proizvodnje i transporta naftne i gase
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim radionicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva
Popravak uređaja za gas

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 najeminentniji stručnjaci iz rудarstva 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 de dépôt; face (f) vers le remblai
kippenseitig
со стороны отвала

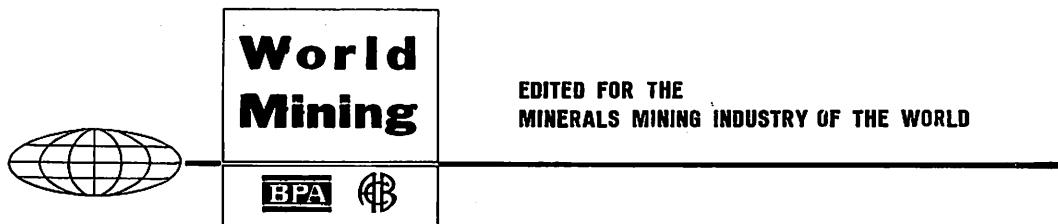
Cena iznosi 300,00.— dinara.

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 savladavanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



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

Zahvalujem 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.



... 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 Literatarauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

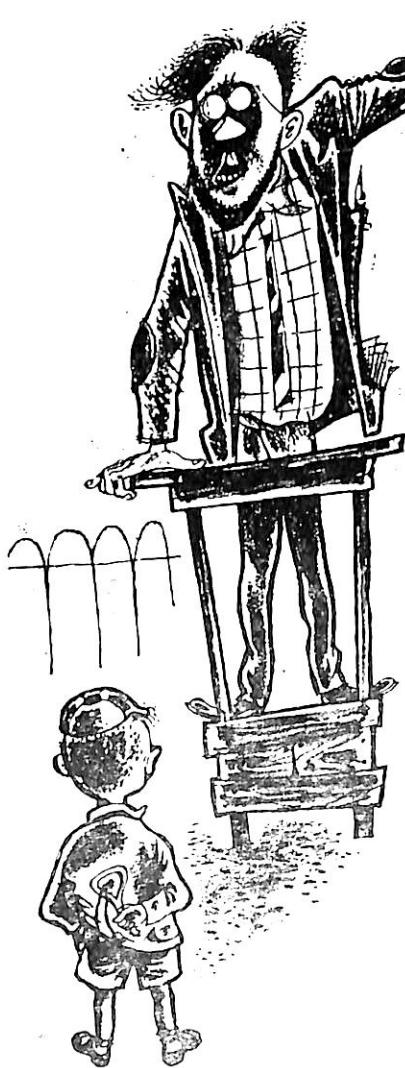
Izbor pojmov je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevodenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

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 obradivanjem.

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 »Abbaufront, stempelfrei«,... 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 kompletна stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletног termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



n i j e VRELI VAZDUH

...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vreli 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 grejanjem, ventilacijom i »er condišnom« uvek mogao da se osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija i naajsavremenija obaveštenja o svakom aspektu ove delatnosti.

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 mладог почетника, svi mogu da nađu interesante i vredne informacije u svakom mesečnom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER. Uveriće 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



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD – ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringu, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA

- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
- oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
- miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromontažne delatnosti i tehničke zaštite

- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVODENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

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
- garanđuju: 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.



- 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, Batajnica put br. 2

tel. 691-223 — telex 11830 YU RI



