



SIGURNOST U RUDNICIMA

VIII · 1973 · 4

VIII GODIŠTE
4. B R O J
1973. 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

Štampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

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

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

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

ČURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

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

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

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

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

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

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

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

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

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

SADRZAJ

INDEX

DIPL. ING. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ

<i>Prikaz stanja u ventilacionoj mreži rudnika kroz potencijalne i otporne šeme</i>	5
<i>Darstellung des Gruben Wetternetzzustandes durch Potential- und Widerstandsschemen</i>	15

DIPL. ING. VELIBOR ROSIĆ — DIPL. ING. DRAGUTIN UZELAC

<i>Prilog proučavanju metoda antikorozivne zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa</i>	16
<i>Contribution to the Study of Methods of Anti-Corrosion Protection as a Safety Measure in Crude Oil and Gas Production</i>	20

DIPL. ING. IVAN BRLEK

<i>Statistička istraživanja u praksi</i>	21
<i>Statistical Investigations in Practice</i>	25

DIPL. ING. DRAGOLJUB JUJIĆ — DIPL. TEHN. JANKO SOKOLOVSKI

<i>Posebne mere sigurnosti pri miniranju na površinskim otkopima</i>	26
<i>Besondere Sicherheitsmassnahmen bei den Tagebausprengungen</i>	32

DIPL. ING. MLADEN FORSEK — DIPL. ING. MILUTIN VUKIĆ — DIPL. ING. KAZIMIR KAUZLARIĆ — DIPL. ING. SEAD SARČEVIĆ

<i>Rezultati istraživanja zaprašenosti i zaplinjenosti rudničke atmosfere kod bušenja i miniranja na podzemnim radilištima rudnika i željezare Vareš</i>	33
<i>Results of Investigations on Dust and Gas Accumulation During Drilling and Blasting in Maine and Steelworks Vareš Underground Workings</i>	49

DIPL. ING. MARIJA IVANOVIC

<i>O novom filtru za uzorkovanje lebdeće prašine AF—PC, Φ 35 mm</i>	50
<i>About the New Filter for Fly Ash Sampling AF—PC of 35 mm dia.</i>	54

MR ING. OSMAN PEHLIĆ

<i>Prilog određivanju zaštitnih stubova na osnovu dozvoljenih deformacija</i>	55
<i>Beitrag zur Bestimmung von Schutzpfeilern auf Grund der zulässigen Gelände- verformungen</i>	64

MR ING. ČEDOMIR MAKSIMOVIĆ

<i>Opasnosti i problemi zaštite od voda na površinskom otkopu rudnika bakra Majdanpek</i>	65
<i>Les dangers et les problemes de la protection par les eaux sur la mine de cuivre a ciel Ouvert — Majdanpek</i>	74

MR ING. MILORAD JOVANOVIĆ

<i>Hidrogeološka problematika istraživanja i eksploatacije rudnih ležišta</i>	75
<i>Hydrogeologische Problematik der Untersuchungen und Exploitation der Erz- lagerstätten</i>	82

DIPL. ING. MIRON SAVIĆ

<i>Uticao buke na čoveka i zaštita sluha</i>	83
<i>Effects of Noise on Man and Hearing Protection</i>	94

<i>Bibliografija</i>	96
----------------------	----

Prikaz stanja u ventilacionoj mreži rudnika kroz potencijalne i otporne šeme

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević

Brza i pouzdana orijentacija u strukturi ventilacione mreže rudnika i otkrivanja uskih grla od posebnog je značaja u iznenadnim udesima i u slučajevima potrebe povećanja količine vazduha za ventilaciju novih revira, koji se otvaraju u nižim metanobilnijim horizontima. Povećanje količine vazduha postiže se smanjenjem otpora u uskim grlima ventilacionog sistema. Lakše pronalaženje uskih grla omogućuje se pomoću kanonsko potencijalnih, linearno potencijalnih i otpornih šema, konstruisanih na osnovu obračuna ventil parametara i kumulacija u nehorizontalnim jamskim prostorijama, kako je to na konkretnom primeru rudnika Breza prikazano.

Uvod

Od ulaza u jamu do izlaza vazduh se kreće kroz jamske prostorije pod uticajem mehaničke (ventilator) i prirodne (1) (toplota stijena) kumulacije energije (depresije). Ona se troši na savlađivanje otpora koji stoje na putu kretanja vazduha, a od kojih najznačajnije mjesto zauzima otpor trenja po obodu jamske prostorije. U ovom članku je obrađeno određivanje otpora provodnika i njegovo grafičko prikazivanje kroz jednu novu tzv. otpornu šemu.

Proračun otpora

Teoretsko izračunavanje otpora jamskih prostorija koje služe kao provodnici vazduha, vrši se po poznatom obrascu

$$R_t = \frac{\lambda \zeta L O}{8 g F^3} 10^3 \text{ mijurga} \quad (1)$$

Obično se kod projektiranja računa sa nepromjenljivom gustoćom vazduha čija se vrijednost

$$\zeta_u = 1,200 \text{ kg/m}^3 \quad (2)$$

nalazi u udžbenicima (1, 2) i stručnim publikacijama, pa se može smatrati već usvojenom. Kod dubokih jama ispod ± 0 (npr. Raša sa -300 do -400 m) i na metalnim rudnicima na velikim visinama (preko $+1500$ m) ova vrijednost za gustoću ne odgovara, pa treba primjenjivati izmjerene lokalne vrijednosti, koje će se razlikovati za $+10$ do -20% od $1,200$.

Tačnost izračunavanja otpora R_t zavisi od tačnosti primjenjenih parametara. Za projektovane prostorije je lako odrediti njihove geometrijske veličine O i F prema izabranim standardnim profilima, i dužine L iz projekta razvoja jame. Najveća teškoća je u izboru vrijednosti za koeficijent trenja, odnosno otpora.

Koeficijent trenja

Za iznalazjenje najrealnije vrijednosti za koeficijent trenja λ , odn. otpora trenja, a po obrascu mogu se koristiti udžbenici i

$$a = \frac{\lambda \zeta_u}{8 g} = 0,0153 \lambda \quad (3)$$

druge publikacije, odnosno rezultati dobiveni mjerenjem na tom ili nekom drugom rudniku sa istim uslovima. Eksperimentalno određivanje vrijednosti koeficijenta trenja započeo je Atkinson 1853 (1) i još uvijek se vrše takvi eksperimenti, pa i u našoj zemlji (6).

Naši stručnjaci mogu naći i koristiti vrijednosti, koje se nalaze u pristupačnim udžbenicima (1, 2) i publikacijama (3, 6 i 7). Treba naročito istaći da je Bertard (3) vrlo detaljno raščlanio sve vrste profila, podgrade i razne vrste zauzetosti slobodnog profila jamskih prostorija i dao mnoštvo odgovarajućih eksperimentalno određenih veličina za koeficijent λ . U njegovim tablicama i uputama mogu se naći parametri za sve slučajeve u praksi.

Korisno mogu poslužiti i mjerenjem dobivene vrijednosti za λ za nekoliko tipova jamskih prostorija, koje je objavio Vujec (6). Za vrlo precizne proračune Teply (7) je dao upute i sve potrebne obrasce.

će se načiniti greška u jednom a negdje u drugom smjeru, pa se to često kompenzira.

Splet prostorija svake jame nema statičan značaj, jer stalno se neke prostorije produžavaju (otvaranje), a druge skraćuju (otkopavanje). Savremeni aksijalni ventilatori, sa promjenljivim nagibom lopatica na rotoru, imaju vrlo širok dijapazon kapaciteta količine i depresije uz manje-više nepromjenljiv i visok koeficijent učinka. Ove dvije činjenice će lako kompenzirati svaku event. grešku u proračunima ventilacije, pa se možemo složiti s Bertardom (3) da za praktične potrebe na rudnicima nije potrebno neko suviše precizno izračunavanje otpora projektovanih prostorija. U prilog tome govori još i dobro poznata činjenica, da se kod izrade hodnika vrlo često iz objektivnih (tektonika) ili subjektivnih (nemarnost) razloga manje ili više odstupa od onih dimenzija koje su date u projektu. Posljedica je da se stvarni otpori u nekoj prostoriji razlikuju od onih koji su bili izračunati u projektu, a

Koeficijenti trenja i otpora po raznim autorima

Br. Vrsta podgrade u prostoriji	λ		a		
	Bertard	Vujec	Bertard	Vujec	Budryk
1 Beton, bokovi glatki	0,021	0,0215	3,2	3,2	3 — 4
2 Beton, bokovi neravni	0,031	0,0382	4,8	5,9	
3 U kamenu nepodgrađeno, bokovi glatki	0,047	0,032	7,2	4,9	5 — 7
4 Isto, bokovi neravni	0,075	0,064	11,7	9,8	10
5 Čelični lukovi bez zalaganja	0,115	0,1218	17,6	18,6	18
6 Isto i gumeni transporter — kreće se suprotno vazduhu	0,206	0,191	31,5	29,2	33—38

Treba naglasiti činjenicu da su razni autori eksperimentalnim putem došli do različitih, ponekad vrlo bliskih vrijednosti koeficijenta trenja za iste vrste profila. Za ilustraciju toga u tablici 1 su navedene različite vrijednosti koeficijenata za šest karakterističnih profila. Osim koeficijenta λ , izračunat je i koeficijent a (za $\xi_u = 1,2$) radi usporedbe sa Budrykom (1) i Jkanovićem (2) koji ne daju vrijednosti λ . Na osnovu podataka iz tablice dolazi se do zaključka da se u praksi mora računati sa približnim a nikako sa apsolutno tačnim vrijednostima ovih koeficijenata. Kod izračunavanja otpora za projektovane jamske prostorije negdje

to degradira svaku even. pretjeranu preciznost u proračunima.

Izračunavanje otpora za postojeće prostorije

Kolikogod se za projektovane prostorije ne može izbjeći teoretsko izračunavanje budućih otpora, za postojeće prostorije bi takav postupak smio biti samo u vrlo iznimnim slučajevima. To posebno naglašava Bertard (3), pa dozvoljava računanje otpora samo u ovim slučajevima:

- a — ako je protok vazduha tako malen da se ne može izmjeriti,
- b — ako prostorija još nije probijena,
- c — ako je proračun vrlo hitan i nema vremena za vršenje mjerenja.

U navedenim slučajevima otpor se računa kao da se radi o projektovanoj prostori. Za koeficijent λ , odnosno a , treba primijeniti vrijednosti koje su u toj jami za takve prostorije mjerenjem utvrđene.

Određivanje otpora mjerenjem

U toku prolaza kroz jamu vazduh mijenja svoj gasni sastav, vlagu, temperaturu i visinski položaj, uslijed čega njegova gustoća nije stalna nego je promjenljiva

$$\zeta = \text{var} \quad (4)$$

Ona zavisi još i od barometarskog stanja na površini, koje se stalno mjenja. Promjena gustoće ζ na putu kroz jamu odražava se i u promjeni količine vazduha, pa je i ona

$$V = \text{var} \quad (5)$$

U svim provodnicima vazduha dolazi do utroška energije (disipacija) za savlađivanje otpora trenja, a u nehorizontalnim prostorijama (vertikalne i kose) postoji i prirodna kumulacija energije (prirodna depresija) sa + ili — predznakom. Kod izračunavanja otpora provodnika mora se voditi računa o svim parametrima koji na to utiču. To zahtijeva određena mjerenja i računanja, a za to su ovdje date upute i obrasci, koji su isprobani i usavršavani kroz dugogodišnju praktičnu primjenu.

Ventilacioni ogranak čiji otpor treba odrediti, mora se podjeliti na dionice, koje se međusobno razlikuju po količini vazduha, po veličini ili obliku profila, po vrsti podgrade, po koeficijentu trenja, po visinskom položaju, dakle, po bilo kojem od elemenata koji utiču na veličinu disipacije i prirodne kumulacije energije.

Na početku i na kraju svake dionice treba postaviti i numerisati mjernu tačku u kojoj treba odrediti: kotu Z , stacionažu x , površinu F i obim O profila, brzinu vazduha w , barometarski pritisak b , temperaturu suhog t i vlažnog t_v vazduha, kao i gasni sastav.

U slučaju lokalnog otpora, mjerne tačke treba postaviti ispred i iza istog. Mjerenjem se mogu obuhvatiti svi provodnici u ventilacionoj mreži ili pak samo neki od njih koji nas interesuju. Svakako je preporučljivo da se mjerenjem obuhvati bar jedna petlja sa najvećim prirodnim otporom, u kojoj nema

prigušivača. Mjerenje treba vršiti pod normalnim pogonskim uslovima, najbolje neradnim danom, uz pažnju da su sva izolaciona vrata i pregrade zatvorene. Treba izbjegavati mjerenje pri ekstremnim vanjskim temperaturama.

S obzirom na obavezu uvođenja međunarodnih mjernih jedinica (SIU), one su i ovdje primjenjene, a samo iznimno su navedene i stare jedinice. Za lakše snalaženje treba imati na umu da je nova jedinica N (njutn) približno 10 puta manja od kp.

Za depresiju npr. vrijedi odnos:

$$1 \text{ mm vodenog stuba} = 1 \text{ kp/m}^2 = 9,81 \text{ N/m}^2 \quad (6)$$

Nazivi i oznake su iste kao u publikaciji navedenoj u literaturi pod br. 10.

Računski postupak (4)

Količina vodene pare u vazduhu. — Na osnovu t i t_v , korištenjem odgovarajućih tablica (2), izračunava se relativna vlažnost φ i stvarna količina vodene pare X kg na 1 kg vazduha na svakom mjernom mjestu.

Molekularna masa suhog vazduha. — Na osnovu volumenskog udjela r pojedinih gasova i njihove molekularne mase izračunava se

$$M_a = r_{O_2} \cdot 32 + r_{N_2} \cdot 28,16 + r_{CO_2} \cdot 44,01 + r_{CH_4} \cdot 16,04 \quad (7)$$

Virtualna temperatura. — Da bi se na jamski vazduh mogli primijeniti oni zakoni koji važe za suhi vazduh kao idealan gas, treba izračunati tzv. virtualnu temperaturu po slijedećem obrascu

$$T_v = \frac{M_a}{(X + 1) M_{H_2O}} \left(X + \frac{M_{H_2O}}{M_a} \right) T \quad (8)$$

gdje je:

$M_a = 28,97$ — molekularna masa suhog vazduha

$M_{H_2O} = 18,02$ — isto vodene pare

$$T = 273,15 + t \quad (9)$$

Pritisak jamskog vazduha izmjenen u torima pretvara se u njutne po obrascu

$$p = 133,32 \text{ b} \quad (10)$$

Gustoća vazduha izračunava se iz

$$\zeta = \frac{p}{R_a T_v} \quad (11)$$

gdje je:

$R_a = 287,05 \text{ J/kg}$ — gasna konstanta za suh vazduh.

Pritisak po izentropnoj (adijabatskoj) promjeni je onaj pritisak koji bi vladao na pojedinim tačkama u jami kada bi vazduh bio u apsolutnom mirovanju i ne bi dolazilo do izmjene toplote $dq = 0$ (adijabata) ni do promjene entropije

$ds = \frac{dq}{T} = 0$ (izentropa). Pritisak p_s se izračunava iz obrasca:

$$p_s = p_0 \left[1 + \frac{g(z_0 - z)}{c_{pa} T_{v0}} \right]^{3,5} \quad (12)$$

gdje je:

p_0 — pritisak vazduha na ulazu u jamu (ušće)
 $g = 9,81$
 z_0 — kota ušća
 z — kota mjerne tačke u jami
 $c_{pa} = 1005 \text{ J/kg K}$ — specifična toplota suhog vazduha pod stalnim pritiskom
 T_{v0} — virtualna temperatura vazduha na ušću
 $3,5 = \frac{1,4}{1,4 - 1}$ kod čega je 1,4 eksponent za izentropnu promjenu suhog vazduha

Izentropni potencijal za pojedinu mjernu tačku je

$$h_s = p - p_s \quad (13)$$

Prirodna kumulacija energije tzv. prirodna depresija izračunava se pomoću obrasca

$$l_{ns} = -\Delta p_s - g \zeta_m \Delta z \quad (14)$$

gdje je za razmatranu nagnutu prostoriju, tj. za njezine krajnje tačke

Δp_s — razlika pritiska po izentropnoj promjeni

ζ_m — srednja gustoća vazduha, odnosno aritmetička sredina gustoće na početku i kraju

Δz — visinska razlika.

Disipacija (utrošak) energije na trenje, koja nastaje kod prolaza vazduha, označava se sa l_f i izračunava po obrascu

$$l_f = \Delta h_s + l_{ns} - l_b + l_l \quad (15)$$

gdje je:

l_b — utrošak energije na savlađivanje otpora kod promjene brzine strujanja

$$l_b = \zeta_m \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} \quad (16)$$

l_l — lokalni otpor (naglo skretanje, priгуšivač i sl.) koji je izmjeren ili izračunat.

Otpor kretanju vazdušne struje odnosi se na trenje u jamskom provodniku, a izračunava se po obrascu

$$R_f = \frac{1000 l_f}{V^2 g} \text{ mijurga} \quad (17)$$

Ovaj parametar nije namjerno dat u novim koherentnim jedinicama (Bystron predlaže jedinicu Bd = budrik) nego u mijurzima na koje smo svi navikli. Jedinični otpor r_{f100} dobija se iz odnosa

$$r_{f100} = \frac{R_f \cdot 100}{L} \quad (18)$$

Sada se može konačno izračunati: — koeficijent otpora iz obrasca

$$R_f = a \frac{1000 L O}{F^3} \quad (19)$$

$$a = \frac{R_f F^3}{1000 L O} \quad (20)$$

— koeficijent trenja λ iz odnosa

$$a = \frac{\lambda \zeta}{8 g} \quad (21)$$

$$\lambda = \frac{a \cdot 8g}{\zeta} \quad (22)$$

Dok je koeficijent otpora a zavisan od gustoće, koeficijent trenja λ je od iste nezavisan. Međutim, potrebno je odrediti i normalni (standardni) koeficijent a_n iz odnosa

$$a_n = \frac{\zeta_u}{\zeta} a \quad (23)$$

kako bi se isti mogao uspoređivati sa vrijednostima koje se nalaze u udžbenicima, jer su tamo one svedene na $\zeta_u = 1,200$ i da bi se mogao dalje preračunavati za svaku drugu gustoću u toj jami.

Praktični primjer određivanja otpora

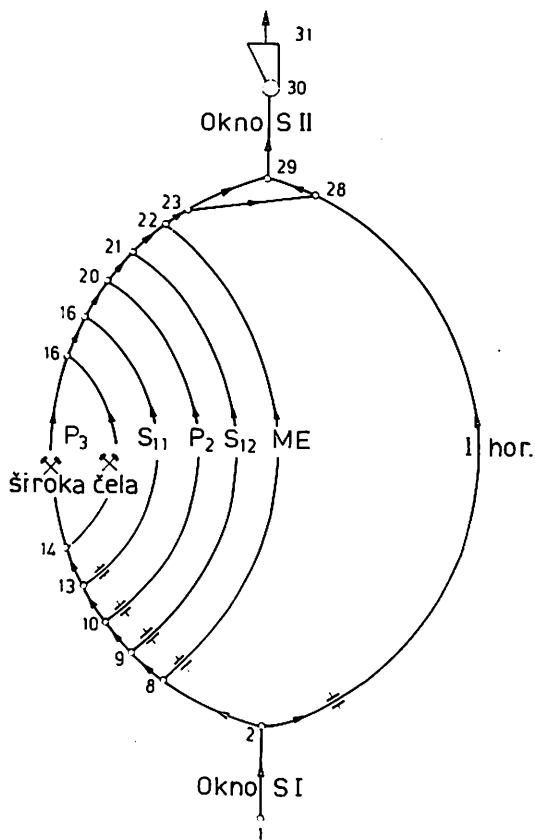
Na rudniku mrkog uglja u Brezi pojavio se početkom 1972. problem znatnog povećanja količine vazduha u jami Sretno uz istovremeno produžavanje vjetrovinih puteva, da bi se mogli na vrijeme otvoriti novi još neisplinjeni reviri u koje treba da pređe eksploatacija ugljena. U tu svrhu trebalo je projektovati racionalnu rekonstrukciju postojeće ventilacione mreže, čiji su parametri tada bili slijedeći:

- količina vazduha $V = 2250 \text{ m}^3/\text{min}$
- depresija ventilatora $l_t = 150 \text{ kp}/\text{m}^2$
- prirodna depresija $l_{ns} = 10 \text{ kp}/\text{m}^2$
- ukupan otpor jame $R = 113 \text{ mijurga}$
- ekvivalentni otvor $A = 1,13 \text{ m}^2$
- snaga pogonskog motora ventilatora $N = 100 \text{ kW}$

Postavljen je cilj da se iskoristi maksimalna propusna moć ventilacionog okna i pun fabrički kapacitet aksijalnog ventilatora — što znači: da se rekonstrukcijom moraju postići slijedeći parametri:

- $V = 3600 \text{ m}^3/\text{min}$
- $l_t = 220 \text{ kp}/\text{m}^2$
- $R = 60 \text{ mijurga}$
- $A = 1,56 \text{ m}^2$
- $N = 200 \text{ kW}$

Problem rekonstrukcije ventilacije sveo se, dakle, na zadatak znatnog snižavanja ukupnog otpora jame i zamjenu motora za novi, dvostruke snage (9).



Sl. 1 — Kanonska šema ventilacione mreže
Abb. 1 — Kanonisches Wetternetzschema.

Izvršena su mnogobrojna mjerenja i proračuni za što realniji prikaz postojećeg stanja. Da bi se izbjegle greške koje često prate proračune otpora pojedinih provodnika, koji baziraju na koeficijentima uzetim iz udžbenika i obično nedovoljno tačno izmjerenim dimenzijama poprečnih profila, radi njihove nepravilnosti, u ovom slučaju su otpori pojedinih provodnika izračunati na osnovu mjerenja po postupku koji je naprijed opisan.

Na priloženim crtežima prikazano je postojeće stanje i to na kanonskoj (sl. 1) i količinskoj (sl. 2) šemi, a u tablici 2 dati su glavni parametri i rezultati proračuna. Ventilacionu mrežu karakteriziraju paralelni ogranci. Ako se zanemare vrlo malene količine vazduha (7%) koji prolazi kroz I hori-

Tablica 2

Glavni parametri ventilacije prije rekonstrukcije

od do	Provodnik vazduha dužina D	Vazduh		Izentropni aerodinamični potencijal h_s	Prirodna kumula cija $\Delta h_s + l_{ns} = l_f$	Disipacija	Otpori			
		količina V	gustoća ρ_m				R_f	r_{f100}	ΣR_f	
		m^3/s	kg/m^3							mijurga
1—2	200	36,5	1,158	— 51	51	— 4	47	3,6	1,79	3,6
2—3	50	34,1	1,178	— 55	4	+ 1	5	0,4	0,85	4,0
3—6	550	34,1	1,183	— 130	75		75	6,6	1,20	10,6
6—8	685	34,1	1,181	— 354	224		224	19,6	2,86	30,2
8—9	415	33,5	1,181	— 420	66		66	6,0	1,45	36,2
1—9	1900				420	— 3	417		1,90	36,2
9—10	195	20,0	1,180	— 436	18		18	4,6	2,35	4,6
10—13	210	15,8	1,155	— 466	28	— 5	23	9,4	4,47	14,0
13—15	620	11,7	1,145	— 542	76		76	56,6	9,14	70,6
15—16	880	11,7	1,145	— 951	409	+ 13	422	315	35,8	385,6
16—20	100	16,7	1,140	— 1025	74	+ 16	90	33,0	33,0	418,6
20—21	320	21,3	1,137	— 1084	59		59	13,3	4,17	431,9
9—21	2325				664	+ 24	688		18,5	431,9
21—22	180	34,7	1,138	— 1123	39		39	3,3	1,83	3,3
22—23	195	35,5	1,139	— 1197	74		74	6,0	3,08	9,3
23—28	485	18,8	1,138	— 1254	57		57	16,4	3,40	25,7
28—29	80	20,5	1,139	— 1423	169		169	41,0	51,20	66,7
29—30	205	37,5	1,127	— 1465	42	+ 82	124	9,0	4,37	75,7
21—30	1145				381	+ 82	463		6,6	75,7
1—30	5370				1465	+ 103	1566			

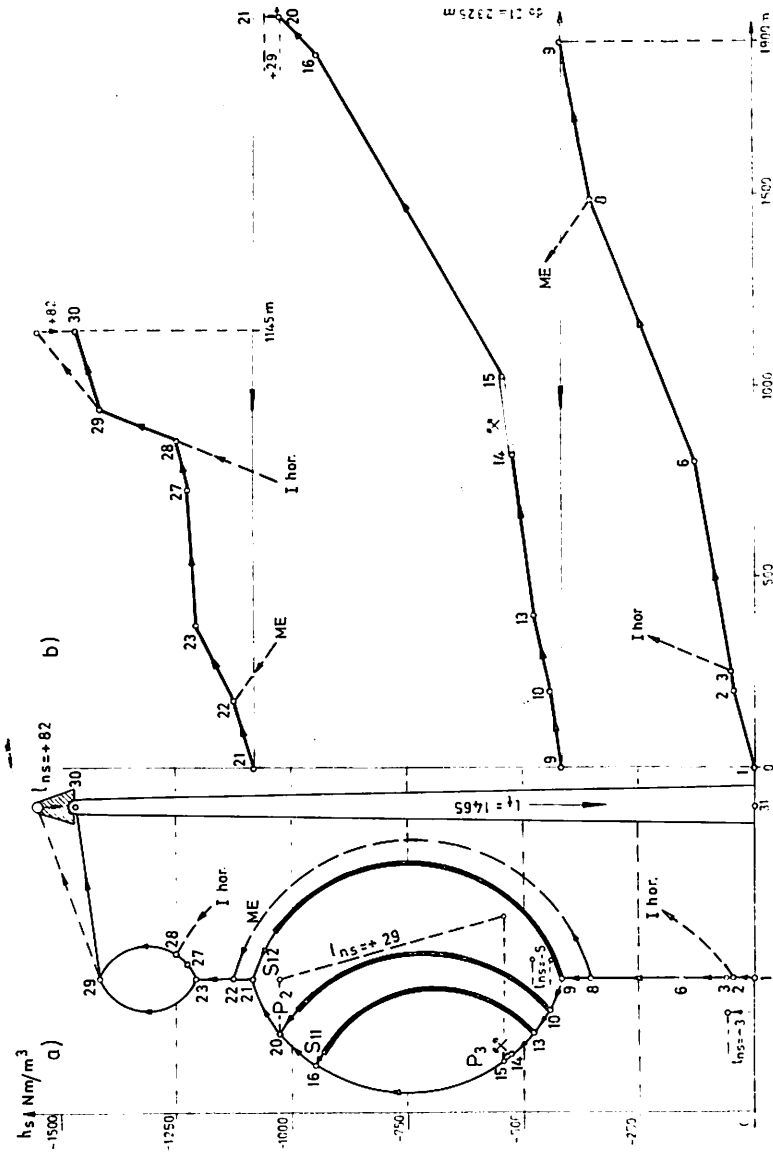
zont i skladište eksploziva, onda se mreža sastoji od tri glavna dijela:

- glavna ulazna struja od 1 do 9, koja je prosta
- glavna izlazna struja od 21 do 30, koja je djelomično paralelovana i
- tri revirna ogranka između 9 i 21.

Potencijalna šema

Potencijalni odnosi u mreži prikazani su na potencijalnoj izentropnoj kumulativnoj šemi (sl. 3 a), čija struktura odgovara podjeli mreže u tri glavna dijela. Ova šema je izrađena po Bistranju (4) i spada u tip kanonskih šema od kojih se razlikuje po tome što ima kalibriranu ordinatu u mjerilu za potencijal, dok je apscisa bez mjerila. Svaka mjerna tačka leži na liniji svog potencijala, a prirodne kumulacije su označene šematski i sa brojevanim vrijednostima. Radi navike da se kanonska šema crta tako da vazduh struji prema gore, nacrtana je tako i potencijalna šema, ali je označeno da se znak minus nalazi obratno, tj. iznad nule.

Potencijalne šeme su našim čitaocima poznate od ranije, jer je u ovom časopisu već izašao jedan članak (5) o izmjerenom potencijalnom stanju i jedan (8) o projektiranom, a oba se odnose na isti rudnik kao i ovaj članak. Praktičnost potencijalnih šema se očituje u tome što one pouzdano pokazuju u kojem smjeru struji vazduh između dvije tačke koje se nalaze na raznim potencijalnim nivoima, uvijek ide sa višeg na niži potencijal. Ako je obratno, onda tamo mora da postoji pozitivna prirodna kumulacija. Kad se želi izvršiti neki nov proboj u jami, unaprijed se zna u kojem smjeru će poći vazduh kroz isti, samo treba u potencijalnu šemu ucrtati položaj krajnjih tačaka tog budućeg ogranka. Naročito su korisne potencijalne šeme za kontrolu stanja u starom radu. Treba samo izmjeriti, izračunati i na potencijalnu šemu nanijeti položaj izolacionih zidova. Opširnije o tome, u konkretnom slučaju borbe sa vatrom u starom radu, može se naći u publikaciji navedenoj u literaturi pod 7.



Sl. 3 — Potencijalna šema a) kanonskog i b) linearnog oblika.
 Abb. 3 — Potentialschema der a) kanonischen und b) linearen Art.

Linearno — potencijalna šema

Polazeći od kanonske potencijalne šeme (sl. 3a), koja na ordinati ima mjerilo potencijala, konstruirao sam linearno — potencijalnu šemu na kojoj i apscisa ima mjerilo i to dužine (sl. 3b). Ova šema pruža sada još jedan podatak, a, naime, informira koliko dužina pojedinog provodnika utiče na potencijalne razlike u njemu.

Crtanje ove šeme vrši se nanošenjem vrijednosti potencijala na ordinatu, i dužina na apscisu, što je ovdje učinjeno korištenjem podataka iz tablici 2. Da ne bi crtež bio neprikladne dužine, šema je crtana stepeničasto po logičnoj podjeli ventilacione mreže na tri glavna dijela. U ovoj šemi pojedini provodnici imaju različite kuteve nagiba prema apscisi. Kut zavisi od odnosa potencijalne razlike krajnjih tačaka prema dužini provodnika. Kut je veći što je veći pad potencijala na jedinicu dužine.

Linearno — potencijalnu šemu treba uvijek crtati zajedno sa kanonsko — potencijalnom, kao što je to i ovdje učinjeno (sl. 3 a i b) jer se dobije kompletnija slika odnosa u ventilacionoj mreži.

Otporna šema

Polazeći od činjenice da na razliku potencijala u nekom provodniku ima uticaj količina vazduha, dužina provodnika i njegov specifični otpor, konstruirao sam još jednu tzv. otpornu šemu, koja pruža važnu informaciju, tj. slikovito pokazuje veličinu ukupnog i specifičnog otpora provodnika. Na apscisu se nanose dužine, a na ordinatu ukupan otpor pojedinih provodnika. Na osnovu podataka iz tablici 2, nacrtana je otporna šema (sl. 4) za glavnu ulaznu i za glavnu izlaznu struju. Ovakve šeme se mogu crtati posebno za svaki provodnik ili grupu provodnika, već prema konkretnoj želji potrebi proučavanja stanja otpora u ventilacionoj mreži.

Ove dvije nove šeme linearno — potencijalna i otporna, omogućavaju da se odnosi u ventilacionoj mreži prikažu sa nove tačke gledišta a na jednostavan način.

Analiza sadašnjeg stanja

Postojeće stanje ventilacije jame Sretno prikazano je pomoću pet raznih šema

na osnovu mjerenih i računatih podataka. Ove šeme su pružile veliku pomoć kod analiziranja postojećeg stanja a isto tako i kod traženja i iznalaženja mogućnosti racionalne rekonstrukcije (9). Sadašnje stanje se vidi iz slijedećeg:

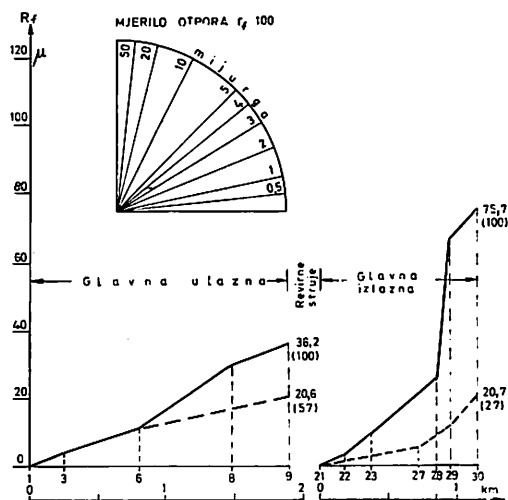
Količina vazduha na ventilatoru iznosi $2250 \text{ m}^3/\text{min}$ sa gustoćom $\zeta = 1,127 \text{ kg/m}^3$. Ulazna kao i zbir revirnih količina nisu iste radi razlika u gustoći, što je istaknuto na količinskoj šemi (sl. 2) Od tačke 1 do 9 je glavna izlazna struja jame. Jedna i druga glavna struja imaju dužinu ukupno oko 3000 m, a to je 57% od najdužeg vjetrenog puta (petlje) koji prolazi kroz revir P_s, sa ukupnom dužinom 5370 m.

Tehnički rad (depresija) ventilatora iznosi 1465, a prirodna kumulacija 103, što ukupno daje 1566 Nm/m^3 od koje količine pripada glavnoj ulaznoj struji 417, glavnoj izlaznoj 463, a revirnim strujama 688 (tablica 2). Na glavne struje otpada 56% ukupne depresije.

Utrošak (disipacija) energije na jedinicu količine vazduha m^3/s i na jedinicu dužine km je vrlo različit u pojedinim provodnicima što je pokazano u tablici 3. Specifična disipacija je u glavnoj izlaznoj struji skoro dva puta veća od one u glavnoj ulaznoj. U izlaznoj struji otkopnog revira je oko četiri puta veća od one u ulaznoj struji istog revira. Ove vrijednosti, navedene u tablici još se očiglednije ističu na linearno — potencijalnoj šemi (sl. 3b). Tamo se vidi u kojim dionicama ovih vjetrenih puteva je disipacija znatno veća od ostalih. To je npr. slučaj pod ventilacionim oknom (28 do 29) i dio izlazne struje iz revira P_s (od 16 do 20).

Specifični otpori provodnika. Zavisno od veličine profila i vrste podgrade specifični otpor r_{1000} kreće se u ovoj mreži u vrlo širokim granicama od 0,85 (izvorno okno donji dio) do 51,20 (prekop kod ventilacionog okna). Ovi se otpori odnose na lokalne gustoće, čije su vrijednosti date u tablici 2. Na otpornoj šemi (sl. 4) veličina specifičnih otpora izražena je grafički različitim kutevima nagiba pojedinih dionica, što je glavna karakteristika ove šeme.

Razlike između teoretski izračunatih i mjerenjem dobivenih specifičnih otpora za neke provodnike vide se iz slijedećih podataka. Prije nekoliko godina (1969) izrađen



Sl. 4 — Otporna šema.
Abb. 4 — Widerstandsschema.

je za rudnik Brezu generalni plan razvoja u kojem je ventilacija obrađena na osnovu teoretski izračunatih otpora. Kad se oni usporede sa otporima koji su za iste provodnike dobiveni sada mjerenjem, vide se velike razlike. Tako npr. i za izvozno okno (1 — 2) izračunat specifični otpor iznosi 0,80, a izmjereno je dvostruko veći 1,79. Za glavni izvozni hodnik (6 — 9) izračunato je 7,1, a izmjereno tri puta manje 2,3. Za ventilaciono okno (29 — 30) računato je sa 3,2, a izmjereno je 4,37 mijurga. I ovo govori u korist navedenog pravila, da u postojećoj jami treba dati prednost mjerenju otpora, a ne njihovom teoretskom izračunavanju.

Osnove za rekonstrukciju mreže

Podaci koji su dobiveni mjerenjem i računanjem, a koji su prikazani u tablicama i šemama, pomogli su da se nađe rješenje za rekonstrukciju, kojom se može postići traženi kapacitet provjetravanja i sniziti ukupan otpor jame na 60 mijurga. To se može postići na slijedeći način (9).

U glavnoj ulaznoj struji treba izvršiti paralelovanje od tačke 6 do 9 iskorištenjem hodnika u uglju na koti 246, čijim samo jednim dijelom prolazi sada jedan ogranak glavne izlazne struje. Na nekim mjestima će trebati proširiti profil. Otpor između 1 i 9 smanjiće se sa sadašnjih 36,2 na 20,6 mijurga (sl. 4) ili za 43%. U glavnoj izlaznoj struji treba izvršiti paralelovanje na cjeljoj dužini od 21 do 27 iskorištenjem sada neaktivnog hodnika na koti 258 i njegovim produženjem do tačke 21, a pod oknom (28—29) izraditi nov kraći prekop većeg presjeka od sadašnjeg. Time će se smanjiti otpor na dionici od 21 do 30 sa sadašnjih 75,7 na 20,7 mijurga, tj. za 73% (sl. 4). Ukupan otpor glavne ulazne i izlazne struje iznosiće 20,6 + 20,7 = 41,3 mijurga tako da do 60 ostaje još 18,7 mijurga na raspolaganje na ukupan otpor razgranate mreže provodnika za provjetravanje eksploatacionih revira. Uvidom u dopunske projekte razvoja tih revira provjerena je realnost ovog uslova.

Zaključak

Na osnovu opisane metodologije, koja je primjenjena kod analize i prikaza sadašnjeg stanja ventilacije jednog rudnika i nađeno

Tablica 3

Specifični utrošak energije u provodnicima

Provodnik vazduha		dužina m	vazduh V m ³ /s	Disipacija energije		Indeks
karakter struje	od—do			l_f Nm/m ³		
				svega	na s km	
glavna ulazna	1 — 9	1900	35	417	6,3	100
glavna izlazna	21 — 30	1145	35	463	11,5	183
ulazna u revir P ₃	13 — 15	620	11,7	76	10,5	100
izlazna iz revira P ₃	15 — 16	880	11,7	422	41	390

rješenje za efektivnu rekonstrukciju ventilacione mreže, mogu se izvesti neki zaključci općeg značaja.

- Potencijalna šema kanonskog i linearnog oblika kao i otporna šema prikazuju stanje ventilacije na vrlo jednostavan i instruktivan način.
- Otpore pojedinih provodnika vazduha treba određivati mjerenjem, a samo iznimno teoretskim putem.
- Kod obračuna parametara ventilacione mreže treba određivati i prirodnu kumulaciju u svim nehorizontalnim jamskim prostorijama. Kod dubokih i toplih jama njezin uticaj je značajan.

— Uska grla u ventilacionoj mreži, otkrivena kroz linearno — potencijalnu i otpornu šemu, treba otklanjati bilo povećanjem izrazito malih profila, bilo paralelovanjem vazдушnih struja, a samo iznimno povećanjem potencijala (depresije).

— Na svakom rudniku treba imati uvijek ažurnu potencijalnu i otpornu šemu, jer one olakšavaju brzu i pouzdanu orijentaciju o strukturi mreže i njezinim uskim grlima, a to može biti presudno u slučaju pojave dimova i gasova u jami. Planovi odbrane bi također trebali da sadrže takve šeme.

ZUSAMMENFASSUNG

Darstellung des Gruben Wetternetzstatus durch Potential- und Widerstandsschemen

Dipl. Ing. V. Kovačević*)

Auf Grund der Ergebnisse ausgeführter Messungen wird Potential- und Widerstandsschema eines Grubenbewetterungsnetzes berechnet und aufgezeichnet. Dadurch wird die Entdeckung grösserer Widerstände der Bewegung von Wetterstrom durch die Grubengebäude erleichtert, was zu einem richtigen Vorschlag für den entsprechenden Umbau des Wetternetzes geführt hat.

Durch die Vergrößerung der äquivalenten Grubenweite wird ermöglicht die volle Leistung des bestehenden Grubenlüfters auszunützen. Damit bekommt die Grube grössere Luftmengen, was für das Aufschliessen von neuen entfernten Abbaufeldern in weichen vergrösserte Methanausgasungen zu erwarten sind, eine Grundbedingung ist.

Literatura

1. Budryk, W. 1956 i 1961: Wentylacja kopalń, Katowice.
2. Jokanović, B. 1960.: Provetranje rudnika, Beograd.
3. Bertard, C: Aerage — VI Valeurs pratiques des résistances Revue de l'Industrie Minerale, Paris 192.
4. Bystorń, H. 1969: Podstavy schematu potencijalnogo kopalnianej sieci wentylacyjnej. GIG Komun. 471, Katowice.
5. Kovačević, V. 1969: Borba sa požarom u starom radu pomoću ventilacionih metoda. Sigurnost u rudnicima br. 3, Rudarski institut, Beograd.
6. Vujec, S. 1970: Određivanje otpora strujanja zraka u jamskim vjetrenim provodnicima. Rudarsko — metalurški zbornik br. 1, Ljubljana.
7. Teply, E. Utjecaj varijabilnosti otpora strujanja u jamskim zračnim provodnicima na proračun ventilacije. Rudarsko-metalurški zbornik br. 4, Ljubljana.
8. Jovičić, V., Čović, A. 1971: Mogućnost poboljšanja ventilacionog režima analizom potencijalnih šema na primjeru jednog rudnika uglja. Sigurnost u rudnicima br. 3, Rudarski institut, Beograd.
9. Kovačević, V., Dugan, B. 1972: Verifikacija i rekonstrukcija ventilacije jame Sretno u Brezi. Projektni Biro SRS, Sarajevo.
10. Kovačević, V. 1973: Primjena potencijalne i otporne šeme kod rekonstrukcije ventilacione mreže. Zbirka radova za I. jugoslovenski simpozij o ventilaciji u rudarstvu i industriji. SIT Beograd.

*)Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević, naučni saradnik (dopisni član) Rudarskog instituta — Beograd, Zavoda VTZ

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

III DEO

(sa 4 slike)

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

Opisane su i prikazane metode i mere antikoroziivne zaštite kao funkcije specifičnosti tehnološkog procesa. U cilju daljeg proučavanja metoda i primene mera antikoroziivne zaštite predlaže se osnivanje Jugoslovenskog instituta za antikoroziivnu zaštitu.

U prvom delu rada (»Sigurnost u rudnicima« br. 4/72) data su opšta teoretska razmatranja koroziivnih pojava i uzroka nastajanja, sa posebnim osvrtom na intenzitet pojava u funkciji sredine pri proizvodnji, sabiranju i transportovanju tečnih i gasovitih ugljovodonika.

U drugom delu rada (»Sigurnost u rudnicima« br. 2/73) data su analitička razmatranja uočenih pojava na području Severnog Banata ilustrovani praktični zahvati u sprečavanju i eliminisanju nastalih pojava, kao i rezultati tih zahvata u licu ekonomskih efekata.

U ovom, III delu razmatra se potreba smišljenije organizovanosti na užem i širem planu u oblasti naučno-istraživačkog i praktičnog rada sve sa ciljem postizavanja optimalnih tehnoeekonomskih rezultata i povećanja stepena sigurnosti rada.

Uz ponovnu napomenu, da se ovim radom nisu mogli obuhvatiti svi aspekti od interesa za razmatranu materiju, ipak se mogu izvući određeni zaključci od šireg opšte društvenog interesa. Dejstvo koroziije nije prisutno samo u naftnoj industriji, već svuda gde su opšte društvena proizvodna i neproizvodna dobra, u uslovima sredine, podložna njenom

bitisanju i razornom dejstvu. Ograničavajući se samo na oblast proizvodnje, sabiranja i transporta tečnih i gasovitih ugljovodonika može se zaključiti:

— da bi antikoroziivna zaštita morala da predstavlja integralni deo svakog investicionog zahvata;

— da je neophodan stalan dublji naučno istraživački, razvojni i operativni rad, uz neophodna laboratorijska i terenska ispitivanja kao podloga projektnim rešenjima;

— da se antikoroziivna zaštita mora posmatrati integralnim delom tehnološkog procesa;

— da je za organizovani istraživački i operativan rad neophodna integracija više naučnih i tehničkih disciplina;

— da je saglasno napred rečenom neophodan i obiman odgovarajući stručni kadar svih profila;

— da problem sam po sebi, uz stepen njegovog razrešavanja, ne samo da stvara materijalnu bazu ukupnom radu i angažovanju, već sa opšte društvenog aspekta stvara ogromne uštede u oblasti proste i proširene reprodukcije;

— da se kontrolom pojava, njihovim praćenjem i dirigovanjem, obezbeđuje viši stepen sigurnosti rada;

— da tehno-ekonomski problem korozije zahteva i odgovarajući stepen organizacije ukupnog rada i delovanja.

Bez plediranja da se ovim radom daju detalji dublje razrade napred navedenih makro zaključaka, kao potreba neposredne akcije ukazaćemo samo na neke elemente.

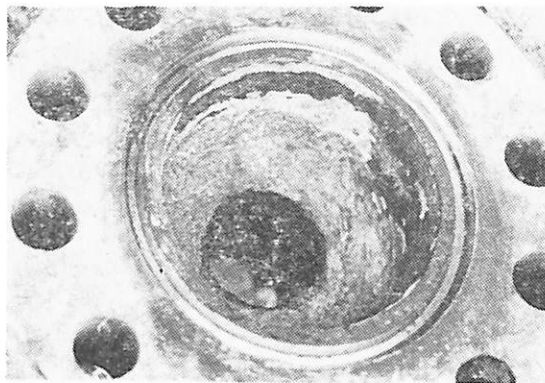
Antikorozivna zaštita — integralni deo projekta

Mada ovaj problem u prethodnom izlaganju nije razmatran, uočljivo je da se određene pojave uz poznavanje uslova sredine mogu ublažiti i svesti na najmanju meru njegovim prethodnim determinisanjem u fazi projektovanja. Dosadašnja praksa projektovanja nije ispuštala ovaj problem, ali ga je nepotpuno i nedovoljno razrađivala. Tome je doprinosila i neobaveznost u odnosu na određene tehničke propise, jer istima ova materija nije ni obuhvaćena.

Ekonomski deo projekta polazi od elemenata investicionih ulaganja, troškova proizvodnje, radne snage, i ostalih elemenata, pri čemu se kalkuliše sa određenom stopom investicionog održavanja i amortizacije, bez da je uključena i antikorozivna zaštita, i bez da je stopa amortizacije dokumentovana. Dovoljno je ako se ukaže, primera radi, da su ogromni dodatni troškovi proizvodnje ako dođe do ranije zamene opreme i uređaja od predviđenog perioda njihovog otpisa. Zbog toga su i neuporedivi dodatni materijalni troškovi održavanja za potrebe zaštite od troškova povećanog investicionog održavanja ranijom zamenom, što nedvosmisleno ukazuje, da zaštita od korozije mora naći svoje mesto u tehnološkim i opštim rešenjima svakog projekta razrade jednog naftnog ili gasnog polja.

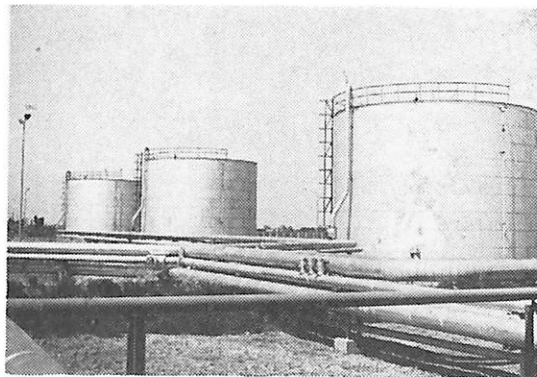
Laboratorijska i terenska ispitivanja kao baza projektnih rešenja

Kao podloga napred rečenog neophodna su stanovita terenska i laboratorijska ispitivanja, kako uslovnih pojava, tako i elemenata



Sl. 1 — Prikaz opreme oštećene dejstvom agenasa korozije.

Fig. 1 — View of equipment damaged by corrosion agents action.

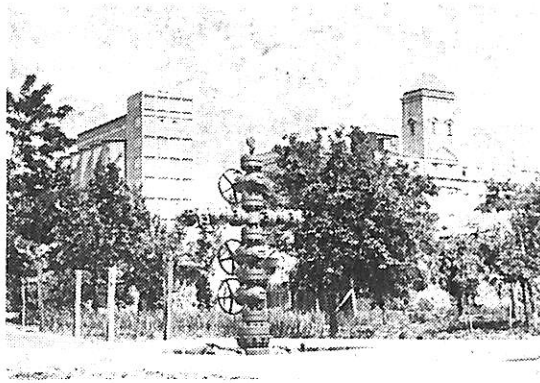


Sl. 2 — Otpremna stanica za naftu na Reviru »Severni Banat« — Kikinda.

Fig. 2 — Crude oil delivery station »Severni Banat« — Kikinda.

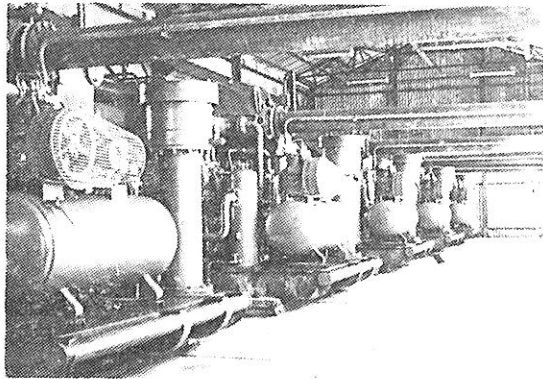
ta njihovog sprečavanja i ublažavanja posledica. Kada se radi o uslovima sredine, o čemu je bilo reči u prethodnim izlaganjima, to se na ovom mestu na tome ne bismo ni zadržavali. Ukazuje se međutim na neodvojivost terenskih merenja i ispitivanja sa laboratorijskim istraživanjima najoptimalnijih tehno-ekonomskih rešenja. Sav terenski rad trebalo bi da tereti troškove projektovanja, dok bi laboratorijska istraživanja išla na teret intelektualnih usluga, kao posebne kategorije u elementima troškova.

Svakako da će laboratorijska istraživanja zahtevati i odgovarajuću laboratorijsku opre-



Sl. 3 — Duboka eksploataciona bušotina u naseljenom području grada.

Fig. 3 — Deep production drill-hole in town inhabited area.



Sl. 4 — Kompresorska stanica za otpremu kaptažnog gasa u magistralni gasovod Mokrini — Kikinda — Pančevo — Smederevo, na Reviru »Severni Banat« — Kikinda.

Fig. 4 — Compressor station for gas supply into the magistral gasline Mokrini—Kikinda—Pančevo—Smederevo at »Severni Banat« — Kikinda.

mu. Obzirom da se radi o stanovitim potrebama, to ne bi predstavljalo veća materijalna opterećenja, jer bi se ista isplatila i na prvom najmanjem projektu.

Za određena merenja i ispitivanja već postoje specijalizovane institucije sposobne da pokriju ovaj deo problema putem usluga. Od obima poslova (smatra se da je isti nesaglediv) zavisice i dalji razvoj tih institucija, kao i obim razvojnih laboratorija i terenskih ekipa.

Antikorozivna zaštita — integralni deo tehnološkog procesa

Jasno proizilazi da iz projektnih rešenja proizilazi i obaveza stanovitog praćenja i

unapređenja projektom datih praktičnih rešenja. Saglasno II delu ovog rada, u procesu proizvodnje sabiranja i transporta tečnih i gasovitih ugljovodonika, stalno su prisutne operativne akcije i mere sa kontrolom efikasnosti primenjenih agenasa i opreme uz stalno angažovanje i odgovarajućeg kadra. Antikorozivna zaštita kao integralni deo tekućeg tehnološkog procesa počev od projektnih rešenja trebalo bi da vodi računa da bude u što je moguće većoj meri automatizovana. Ovo sve sa ciljem smanjenja troškova proizvodnje.

Neophodnost stalnog praćenja i proveravanja efikasnosti primenjene metode zaštite, upravo bi morala da bude osnovna spona terenskog i laboratorijskog rada, jer se samo na bazi terenskih zapažanja mogu postaviti problemi operativnih i fundamentalnih istraživanja.

Naučne i tehnološke discipline u službi antikorozivne zaštite

Samo grubi osvrt na razmatrani problem ukazuje na potrebu da se od projektnih rešenja, preko praktičnog rada do laboratorijskih istraživanja, izvrši integracija većeg broja naučnih i tehničkih disciplina (rezervoar inženjering, tehnologija materijala, organska i analitička hemija, elektrohemija, geofizika i dr.) sa ciljem iznalaženja što optimalnijih tehnoloških rešenja.

Stručni kadar za potrebe istraživačkog i operativnog rada

Šira integracija naučnih i tehničkih disciplina podrazumeva i angažovanje odgovarajućeg kadra o bilo kom radu da je reč (operativni — laboratorijski).

Na području Severnog Banata organizovana je embrionalna služba za bavljenje ovom problematikom. Na samom početku njenog bitisanja uočen je ovaj problem, te je kao potreba, došlo do saradnje sa više fakulteta i naučno — istraživačkih institucija i specijalizovanih organizacija za razrešavanje samo određenih, ali ne sveobuhvatnih problema. Kada je reč o industriji nafte, sa njenim specifičnim problemima, i ovim početnim zahvatima uočena je potreba specijalizovanih kadrova svih profila i disciplina, zbog čega se u daljim akcijama o tome mora voditi računa.

Materijalna baza naučno-istraživačkog rada

Mada radom nisu date cifre ekonomskog odraza optimalnih rešenja, iz datih procenata se da zaključiti da se radi o ogromnim materijalnim sredstvima (mogućim gubicima i uštedama). Uključujući neophodnu opremu za potrebe terenskog rada i laboratorijskih ispitivanja, kao i ukupni neophodni kadar, kvantitativno bi se angažovala nemerljiva sredstva u odnosu na moguće efekte. To se može dokazati samo na primeru projekta jedne sabirne stanice, a da ne govorimo o razradi jednog naftnog ili gasnog polja, ili pak, kompleksnom sabirnom ili transportnom sistemu.

Antikorozivna zaštita kao preduslov većoj sigurnosti rada

Bez da se daju šira obrazloženja sam naslov ukazuje da se pravovremenim uočavanjem pojava i njihovim dirigovanjem obezbeđuje veći stepen sigurnosti, kako u odnosu na zaposleno ljudstvo, tako i na sredinu. Ovo je posebno od značaja ako se radi o tehnološkom procesu vezanom za naseljena područja gde se zahtevaju i oštrije mere.

Organizacija službe antikorozivne zaštite

Sve napred rečeno podrazumeva i odgovarajuću organizaciju na užem i širem planu. Ovim radom razmatran je problem uočених pojava na jednom delu aktivnosti naftne industrije »Naftagas« — Novi Sad. U uverenju da su uočene pojave i pravci rešenja od univerzalnog značaja, mogu se očekivati i odgovarajuća organizaciona rešenja. Polazeći od činjenice potpune podrške tehničkom

kadru ovog područja od strane samoupravnih organa i odgovornih ljudi Zajednice radnih jedinica istraživanja i proizvodnje nafte i gasa, može se sa sigurnošću verovati da će se celom problemu dati i širi organizacioni oblik ne samo za potrebe ZRJ istraživanja i proizvodnje nafte i gasa već i za potrebe Naftne industrije u celini.

Razradom problema uočena je i potreba regulisanja određenih pitanja bilo putem zakonskih propisa, bilo putem internih normativno-pravnih akata. Kako se ovde radi o posebnoj kategoriji biće od interesa da bude i posebno razrađena. Ukazuje se međutim na neophodnost regulisanja ove materije i na ovaj način, jer je očito da se radi o materiji od opšte društvenog interesa u korišćenju opšte društvenih dobara, u zaštiti na radu, i u očuvanju čovekove sredine.

Smatramo za potrebno da se kao zaključak na kraju istakne sledeće:

— borba protiv korozije u naftnoj industriji ima izuzetan značaj za sigurnost od eventualnih posledica po zaposleno osoblje i društvenu imovinu u ovoj izuzetno važnoj prirodnoj grani naše zemlje;

— adekvatnom primenom mera i metoda antikorozivne zaštite postiže se maksimalno mogući stepen sigurnosti u naftnoj idustriji, pod uslovom da se obavezno već pri projektovanju i izgradnji objekata eksploatacije nafte i gasa obezbedi i primeni sistem metoda i mera antikoroziione zaštite;

— ekonomsko tehnički pokazatelji, dobijeni stavljanjem u funkciju upoređivanja vrednosti ugrađene opreme sa troškovima antikorozivne zaštite, neopozivo utvrđuju da se organizovanom i stalnom antikorozivnom zaštitom već trajanja skupocene opreme u istraživanju i proizvodnji nafte i gasa može višestruko povećati, što znači sigurno ostvarenje milionskih ušteda u procesu eksploatacije nafte i gasa.

Zelimo i ovom prilikom da se najtoplije zahvalimo dr dipl. ing. Ljubiši Parađaninu, profesoru Univerziteta u Beogradu, na ogromnoj pomoći a posebno za njegov stalni, višegodišnji napor da i problematika antikorozivne zaštite bude naučno osvetljena, i nađe svoje adekvatno mesto u privredi, što će čitavom društvu sigurno doneti ogromne materijalne koristi.

SUMMARY

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

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

A description is given of methods and measures of anti-corrosion protection as a function of technological process specificity. For the purpose of further studying of methods and application of measures for anti-corrosion protection, the establishment of a Yugoslav Institute for Anti—Corrosion protection is suggested.

Literatura

1. Bredman, Dž. 1966: Inhibitori korozii — Hemija, Moskva.
2. Nedeljković, V. 1963: Eksploatacija naftnih i gasnih ležišta, I i II deo — Novi Sad, Udžbenik Rudarsko geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
3. Mladenović, S., Milenković, M., Vučković, J., 1966: Korozija i zaštita — Tehnička knjiga, Beograd.
4. Komnenov, M., Bajić, M. 1969: Predlozi mera sigurnosti u naftnom rudarstvu. — Materijali Rudarske inspekcije SR Srbije, Beograd.
5. Parađanin, Lj. 1967: Geotermska energija — Doktorska disertacija, Beograd, Rudarsko geološki fakultet Univerziteta u Beogradu.
6. Rosić, V., Uzelac, D., 1973: Prilog proučavanju metoda AKZ-e kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa, II deo — Sigurnost u rudnicima — Rudarski institut Beograd.
7. Arandjelović, D. 1963: Ispitivanje trase magistralnog gasovoda Kikinda — Pančevo, Geozavod SRS, Beograd.
8. Rosić, V., Ristić, B. 1969: Nekontrolisano izbacivanje i prodiranje nafte i gasa iz eksploatacione bušotine — Nafta, Organ Jugoslovenskog komiteta Svetskog kongresa, br. 5 — Zagreb.
9. Rosić, V., Ristić, B. 1969: Analiza visokotlačnog sistema za proizvodnju nafte sa aspekta sigurnosti u naseljenom području grada, Nafta, Organ Jugoslovenskog komiteta Svetskog kongresa br. 2, Zagreb.
10. Rosić, V., Ristić, B.: Primena plina i geotermalne energije — Nafta, br. 7, Zagreb.
11. Rosić, V., Uzelac, D. 1971: Prilog proučavanju problematike korozije u naftnoj industriji — knjiga, 80 strana, Izdavač »Naftagas« — Savet RJ »Severni Banat«.
12. Rosić, V., Uzelac, D. 1972: Prilog proučavanju metoda AKZ-e kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa, I deo — Sigurnost u rudnicima br. 4. — Rudarski institut, Beograd.
13. Rosić, V., Ristić, B. 1968: Prilog proučavanju proizvodnje nafte i gasa u naseljenim područjima pri eksploataciji visokotlačnim separiranjem — Sigurnost u rudnicima br. 2. — Rudarski institut, Beograd.
14. Fond dokumentacije Naftne industrije »Naftagas« Novi Sad, dokumentacije RJ »Severni Banat« Kikinda i dokumentacije Rudarskog inspektorata SRS, Beograd.

*) Dipl. ing. Velibor Rosić, direktor revira prc izvodnje nafte i gasa »Severni Banat« Kikinda
Dipl. ing. Dragutin Uzelac, šef odeljenja za pripremu mera AKZ-e revira proizvodnje nafte i gasa »Severni Banat« Kikinda — »Naftagas«, Novi Sad.

Statistička istraživanja u praksi

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Ivan Brlek

U članku je prikazan postupak obrade podataka dobivenih opažanjima, radi izučavanja zagađenosti atmosfere. Podaci su obrađeni elektroničkim računarom i dobiveni su parametri višestruke korelacije i koeficijent korelacije.

Detaljno je prikazan postupak izrade nomograma za ocjenu veza stanja u atmosferi i koncentracije SO_2 , te je time analitička ovisnost između veličina, iskazanih formulama, iskazana grafički, što znatno olakšava dobivanje rezultata. Na konstruisanom nomogramu prikazan je primjer očitavanja koncentracije SO_2 u ovisnosti od doba dana, temperature zraka, relativne vlažnosti i barometarskog tlaka.

Uvod

Ovim radom želimo da istaknemo važnost statističkih istraživanja za više-manje sve oblasti kojima se bavi Institut za rudarska i kemijsko-tehnološka istraživanja u Tuzli. Prihvatajući princip statističkog istraživanja, da se o nekoj pojavi može dobiti potpunije saznanje, ako njene odlike ispitamo u mnoštvu slučajeva; preporučljivo je izvršiti prebrojavanje pojedinačnih slučajeva u cilju dobivanja kvantitativnog značenja.

Da bi se došlo do općeg zaključka izvedenog iz hipoteze formulirane na osnovama poznatih teoretskih znanja, koriste se rezultati opažanja, empirijske činjenice sakupljene u prirodi, tehnološkom postupku i slično. Rezultat dobiven ovim putem, kretanjem od pojedinačnog prema općem, kao put induktivnog istraživanja, mora biti potvrđen bilo ponovnim opažanjima ili pokusom. Tada je hipoteza dokazana i vjerodostojna.

Unatoč svim ogradama, da statistički rezultat po pravilu znatno odstupa od stvarnosti, treba uzeti u obzir, da broj opažanja i kvaliteta mjerenja pojedinačnih slučajeva uz odgovarajući izbor matematičke metode mogu taj raskorak smanjiti do zaista neznatne veličine.

Ovaj je rad praktična primjena višestruke korelacije na opažanja vršenih u prirodi, da bi se dobila što bolja procjena jedne pojave s kojima je ona u vezi; odnosno njena veličina se mijenja promjenom nezavisnih pojava. Cilj je statističkog rada, pa i izvršenog u ovom članku, da se ustanove veze i međusobni utjecaji pojava, uspostave zakonitosti i pravilnosti, a nakon toga pomnim proučavanjem dade pravilno tumačenje statistički utvrđenih veza.

Dobivanje podataka ispitivanjem

Institut za rudarska i kemijsko-tehnološka istraživanja u Tuzli, radi izučavanja zagađenosti atmosfere, izvršio je sistematska opažanja nekih stanja koja pogoduju većoj ili manjoj koncentraciji sumpornog dioksida (SO_2). Mjerenja su vršena na dvije lokacije (kod Instituta i u Lukavcu), u jednakim vremenskim razmacima od po dva sata i u trajanju po 30 minuta.

Mjerena je temperatura zraka, relativna vlažnost, barometarski tlak i koncentracija SO_2 .

Rezultati opažanja prikazani su u tablicama 1 i 2.

Tablica 1 Obrada podataka

Pregled izvršenih mjerenja kod Instituta

SO ₂ mg	Vrijeme h	Temperat. °C	Rel. vlaž. %	Bar. tlak mm ž. st.
0,004	8 ²⁰ — 8 ⁵⁰	14,8	49	742,7
—	10 ²⁰ —10 ⁵⁰	15,2	49	743,6
0,004	12 ²⁰ —12 ⁵⁰	14,8	61	744,4
0,004	14 ²⁰ —14 ⁵⁰	13,6	67	744,6
0,004	16 ²⁰ —16 ⁵⁰	12,4	64	744,8
0,016	18 ²⁰ —18 ⁵⁰	12,4	62	745,5
0,004	20 ²⁰ —20 ⁵⁰	11,4	57	745,8
0,010	22 ²⁰ —22 ⁵⁰	9,6	67	745,8
0,020	0 ²⁰ — 0 ⁵⁰	9,6	60	745,8
0,030	2 ²⁰ — 2 ⁵⁰	9,2	60	746,0
0,005	4 ²⁰ — 4 ⁵⁰	9,4	58	746,0
0,016	6 ²⁰ — 6 ⁵⁰	11,8	55	746,1

Tablica 2

Pregled izvršenih mjerenja u Lukavcu

SO ₂ mg	Vrijeme h	Temperat. °C	Rel. vlaž. %	Bar. tlak mm ž. st.
—	8 ²⁰ — 8 ⁵⁰	10,4	98	751,2
0,003	10 ²⁰ —10 ⁵⁰	11,4	95	751,4
—	12 ²⁰ —12 ⁵⁰	15,2	71	750,8
0,038	14 ²⁰ —14 ⁵⁰	15,6	66	750,2
0,025	16 ²⁰ —16 ⁵⁰	13,6	65	750,2
0,030	18 ²⁰ —18 ⁵⁰	11,8	80	750,7
0,012	20 ²⁰ —20 ⁵⁰	8,2	85	751,0
0,057	22 ²⁰ —22 ⁵⁰	6,4	86	751,2
0,032	0 ²⁰ — 0 ⁵⁰	5,0	97	751,3
0,034	2 ²⁰ — 2 ⁵⁰	4,4	97	751,4
0,029	4 ²⁰ — 4 ⁵⁰	3,2	97	751,4
0,028	6 ²⁰ — 6 ⁵⁰	4,0	94	751,6

Institut posjeduje malo elektroničko računalo iz Njemačke Demokratske Republike »Cellatron SER 2d«, a elektronski računski centar razradio je odgovarajuće programe za izračunavanje višestrukih korelacija, te je bez poteškoća dobiveno rješenje za podatke iz tablice 1 i 2.

Izvršeno je posebno obračunavanje za lokaciju »Institut« i »Lukavac«, te za skupne podatke obiju lokacija.

Postavili smo kao krajnji cilj izradu nomograma kojim je moguće za svaku promjenu stanja »uzročnika« veće ili manje koncentracije SO₂ u zraku očitavati tu odgovarajuću koncentraciju.

Parametri višestruke korelacije

Da bi se izračunali parametri višestruke korelacije, potrebno je iz raspoloživih podataka izračunati određen broj odnosa i formirati ih u odgovarajuće linearne jednadžbe. U našem slučaju imamo 5 obilježja koje ćemo označiti sa:

- x₁ — koncentracija SO₂ u mg;
- x₂ — vrijeme, sat uzimanja uzoraka;
- x₃ — temperatura zraka u °C;
- x₄ — relativna vlažnost zraka u %;
- x₅ — barometarski tlak u mm živina stupca.

Odgovarajuće linearne jednadžbe imaju oblik:

$$\begin{aligned} n_{20} + \sum x_{2a1} + \sum x_{3a2} + \sum x_{4a3} + \sum x_{5a4} &= \sum x_1 \\ \sum x_{2a0} + \sum x_{2^2a1} + \sum x_{2x3a2} + \sum x_{2x4a3} + \sum x_{2x5a4} &= \sum x_1x_2 \\ \sum x_{3a0} + \sum x_{2x3a1} + \sum x_{3^2a2} + \sum x_{3x4a3} + \sum x_{3x5a4} &= \sum x_1x_3 \\ \sum x_{4a0} + \sum x_{2x4a1} + \sum x_{3x4a2} + \sum x_{4^2a3} + \sum x_{4x5a4} &= \sum x_1x_4 \\ \sum x_{5a0} + \sum x_{2x5a1} + \sum x_{3x5a2} + \sum x_{4x5a3} + \sum x_{5^2a4} &= \sum x_1x_5 \end{aligned}$$

Izračunavanjem na elektroničkom računaru dobiveni su koeficijenti gornjih jednadžbi, a iz njih za sva tri slučaja jednadžbe višestruke korelacione veze svih obilježja u obliku:

$$O_{x_{1r}} = a_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5$$

gdje je:

$O_{x_{1r}}$ — računska ovisnost prvog obilježja, tj. ovisnost koncentracije SO_2 o mjerenim stanjima.

Za slučaj izvršenih opažanja kod Instituta dobivena je slijedeća jednadžba višestruke korelacije

$$x_{1r}^{(1)} = -0,0778725 - 0,00053722x_2 - 0,0010621x_3 + 0,0001974x_4 + 0,0021048x_5,$$

Za lokaciju »Lukavac« jednadžba je slijedeća:

$$x_{1r}^{(L)} = 0,2264631 + 0,000409x_2 - 0,004537x_3 - 0,0011841x_4 - 0,0012571x_5,$$

Za sva opažanja u cjelini dobiven je konačni oblik jednadžbe višestruke korelacije

$$x_{1r} = -0,1012593 + 0,0002269x_2 - 0,0029393x_3 - 0,0008002x_4 + 0,0042567x_5.$$

Koeficijent korelacije iznosi

$$R = 0,643,$$

što govori o relativno dobroj korelativnoj vezi.

Izraza nomograma

Da bi se olakšalo razmatranje veza stanja u atmosferi i koncentracije SO_2 , odlučili smo da analitičku ovisnost između veličina, koje nam daju formule, prikažemo grafički u obliku odgovarajućeg nomograma. Nomogramom se dobiju zadovoljavajuće vrijednosti, a izbjegnuto je svaki računski postupak.

Formulu, koja nam omogućava određivanje koncentracije SO_2 (x_{1r}) u ovisnosti od vremena u toku 24 sata (x_2), temperature zraka (x_3), relativne vlažnosti zraka (x_4) i barometarskog pritiska (x_5), rastavit ćemo u grupe i unijeti pomoćne promjenljive

$$\alpha = 0,0002269x_2 - 0,0029393x_3$$

$$\beta = -0,0008002x_4 + 0,0042567x_5$$

$$\alpha + \beta = x_{1r} + 0,1012593.$$

Ovdje α i β znače u grafičkom predočavanju odnosa dvije nijeme skale nomograma. Module skala dobijemo iz jednadžbe

$$\lambda_{x_i} = \frac{l_x}{a_i \cdot (x_{i\max} - x_{i\min})},$$

gdje uzimamo, radi lakšeg crtanja nomograma, za $l_x = 200$ mm. Na taj način dobijemo slijedeće module skala

$$\lambda_{x_2} = 40\,066,$$

$$\lambda_{x_3} = 5\,487,$$

$$\lambda_{x_4} = 5\,101,$$

$$\lambda_{x_5} = 5\,297.$$

Odnose, odnosno njihove međusobne udaljenosti, kao i udaljenosti od nijemih skala dobijemo iz

$$\frac{h_{x_2}}{h_{x_3}} = \frac{\lambda_{x_2}}{\lambda_{x_3}} = \frac{40\,066}{5\,487} = \frac{73}{10}$$

$$\frac{h_{x_4}}{h_{x_5}} = \frac{\lambda_{x_4}}{\lambda_{x_5}} = \frac{5\,101}{5\,297} = \frac{100}{104}$$

Moduli nijemih skala α i β dobiju se iz

$$\lambda_\alpha = \frac{\lambda_{x_2} \cdot \lambda_{x_3}}{\lambda_{x_2} + \lambda_{x_3}} = \frac{40\,066 \cdot 5\,487}{40\,066 + 5\,487} = 4\,826$$

$$\lambda_\beta = \frac{\lambda_{x_4} \cdot \lambda_{x_5}}{\lambda_{x_4} + \lambda_{x_5}} = \frac{5\,101 \cdot 5\,297}{5\,101 + 5\,297} = 2\,594$$

a njihovi odnosi

$$\frac{h_\alpha}{h_\beta} = \frac{\lambda_\alpha}{\lambda_\beta} = \frac{4826}{2594} = \frac{93}{50}$$

Konačno, modul x_{1r} proizlazi iz

$$\lambda_{x_{1r}} = \frac{\lambda_\alpha \cdot \lambda_\beta}{\lambda_\alpha + \lambda_\beta} = \frac{4826 \cdot 2594}{4826 + 2594} = 1687.$$

Formulom

$$l_{x_i} = a_i \cdot \lambda_{x_i} \cdot (x_i - x_{i\min})$$

moguće je graduirati skale pa dobijamo

$$l_{x_2} = 9,091 \text{ mm}$$

$$l_{x_3} = 16,128 \text{ mm}$$

$$l_{x_4} = 40,818 \text{ mm}$$

$$l_{x_5} = 22,471 \text{ mm.}$$

Iz tih veličina izvršen je raspored i graduiranje skala prikazan na sl. 1.

Graduiranje skale x_{1r} dobiveno je unošenjem x_{1rmax} i x_{1rmin} u formulu

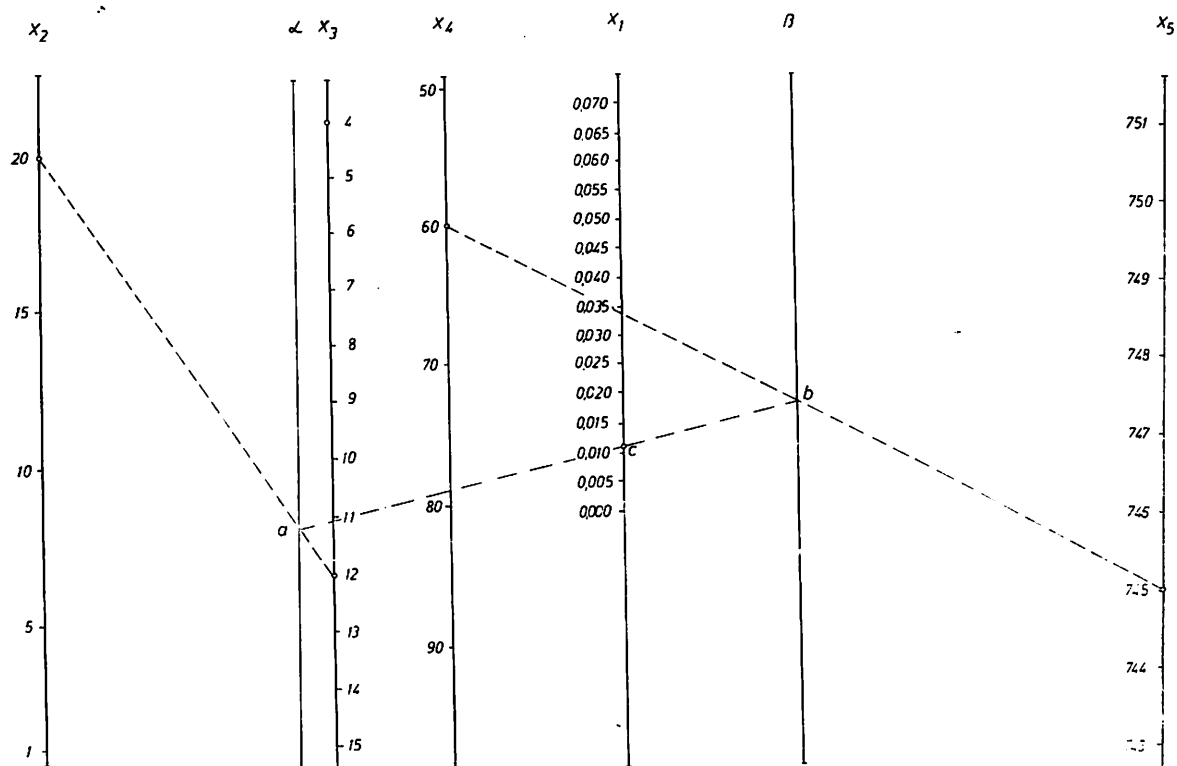
$$l_{x_{1r}} = \lambda_{x_{1r}} \cdot (x_{1r} - x_{1rmin})$$

Iz konstruiranog nomograma moguće je dobiti vrijednost za x_{1r} , ako pretpostavimo da je $x_2 = 20$ sati, $x_3 = 12^\circ\text{C}$, $x_4 = 60\%$ re-

lativne vlažnosti i $x_5 \%$ 745 mm živina stupca, tako da veličine u parovima međusobno spojimo, a onda presjecišta dobivena na nijenim skalama α i β , koja smo označili s a i b , također spojimo međusobno. Dobili smo na skali X_{1r} točku c koja označuje vrijednost za pretpostavljene \ddot{a}_2 , x_3 , \ddot{a}_4 i \ddot{a}_5 . Na skali se može očitati da je to $x_{1r} = 0,011$. Računski iz formule dobijemo da je $x_{1r} = 0,0115466$. Očito je da su rezultati skladni i da se nomogramom može vrlo dobro služiti umjesto traženja rezultata računskim putem.

Zaključak

Prema predznacima u formuli za X_{1r} , kao i kretanju vrijednosti na skalama nomograma vidljivo je da koncentracija SO_2 u zraku raste:



Sl. 1 — Nomogram ovisnosti koncentracije SO_2 od dnevne dobe, temperature zraka, relativne vlažnosti i barometarskog tlaka.
 Fig. 1 — Nomogram of SO_2 concentration dependence of time of the day, air temperature, relative humidity and barometric pressure.

— u kasnije doba dana, odnosno maksimum treba očekivati oko pola noći;

— opadanjem temperature, što je niža temperatura treba očekivati veću koncentraciju SO₂;

— opadanjem relativne vlažnosti zraka; i

— porastom barometarskog tlaka.

Iz formule je vidljivo da je koeficijent ispred x₅ najveći, a to govori o tome da promjena barometarskog pritiska ima najveći utjecaj na povećanje ili smanjenje koncentracije sumpornog dioksida. Odmah iza toga slijedi koeficijent ispred x₃, uvjetujući utjecaj na promjenu koncentracije SO₂ promjenom temperature zraka. Sve u svemu može se dobiti logična veza, jer obično visoki barometarski tlak u kasnim noćnim satima izaziva razvedranje i po pravilu sniženje temperature, a ujedno i smanjenje relativne vlažnosti zraka. Zbog čega ovakova konstelacija izaziva povećanje koncentracije SO₂ u zraku nije predmet ovog članka, pa to prepuštamo drugima da traže odgovor.

Kompletan obračun i dobivanje odgovarajuće jednadžbe korelacije, kao i nomograma, izvršeno je po svim pravilima za ovakav posao, no treba spomenuti slijedeće:

— podataka, odnosno broj mjerenja je za sada suviše malo, da bi se moglo govoriti o apsolutnim vrijednostima dobivenih rezultata. Mjerenja su vršena 23—24. X 1972. go-

dine kod Instituta i 31. X do 1. IX 1972. godine u Lukavcu, te se podaci, kao i dobiveni rezultati odnose samo na klimatske prilike koje odgovaraju toj godišnjoj dobi. Mjerenja se vrše i dalje, te će rezultati koji se budu dobili, iz opažanja tokom cijele godine i u svim godišnjim dobima dati sliku koja je najbliža stvarnosti;

— dobivena jednadžba korelacije i njen grafički prikaz u obliku nomograma izvrsno može poslužiti stručnjacima za određene oblasti, jer ih svojim međusobnim ovisnostima komponenata iz kojih su dobiveni, upućuju na mjesta koja su kritična za neko stanje, a eventualno da još nešto nedostaje da bi slika bila potpunija. Uzgred bismo mogli spomenuti, da bi možda mjerenje brzine i smjera vjetera uz mjerene podatke pokazalo neki novi međusobni odnos;

— istraživanja i mjerenja, koja nisu sređena na način koji smo prikazali, nemaju svrhe i smisla. Brojke, onako kako su date u tabl. 1 i 2, mogu nešto reći, ali ne mogu pokazati u kojoj su mjeri međusobno povezane, jer su baš zbog toga i mjerene da se pokaže ovisnost. Mjerenja su vršena da bi se nešto ispitalo i na osnovu toga dokazalo, a dokaz se može dobiti ako se iz mnoštva međuovisnih slučajeva dođe do određene zakonitosti. Ovako razmatranje dovodi do principa statističkog istraživanja o kojemu smo u početku uvoda ovog članka govorili.

SUMMARY

Statistical Investigations in Practice

I. Brlek, min. eng.*)

Utilizing data of recording air temperature, relative humidity, barometric pressure and SO₂ concentration in atmosphere in 30 minutes intervals during 24 hours, the author used this material as statistical data for calculating correlative connections by an electronic computer »Cellatron SER 2d«.

In order to facilitate the determination of lower or higher SO₂ concentrations in atmosphere owing to changes of observed values, a corresponding nomogram was developed as an example of its application in practice.

The paper ends with a conclusion disassociating the author of the absolute value of obtained results owing to a relatively small number of data, but emphasizing the value of this method and principles of statistical investigations.

Literatura

1. Suslov, O. P. 1967: *Primenenie nomografii v ugol'noj promyšlenosti*. Izdatel'stvo »NEDRA« — Moskva.
2. Skogorev, V. A., Suslov, O. P. 1965: *Primenenie matematiki i elektronij tehniki pri ekonomičeskijh rasčetah v ugol'noj promyšlenosti*. Izdatel'stvo »NEDRA« — Moskva.
3. Institut za rudarska i hemijsko-tehnološka istraživanja, Tuzla, 1972; *Podaci opažanja uzroka zagađenosti atmosfere kod Instituta i u »Lukavcu«*.

*) Dipl. ing. Ivan Brlek, stručni savjetnik, Instituta za rudarska i kemijsko-tehnološka istraživanja — Tuzla.

Posebne mere sigurnosti pri miniranju na površinskim otkopima

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Dragoljub Juić — rud. tehn. Janko Sokolovski

Prilikom otpucavanja ne koristi se sva energija eksploziva za razaranje stenskog masiva. Jedan deo se utroši na drobljenje stena, a drugi nekorisno izgubljeni deo se troši na seizmičko kolebanje tla, razbacivanje komada stena, stvaranje vazdušnog udara, zvučnog efekta, zagrevanje okolne sredine itd. Ovi efekti zavise od količine eksploziva i rastojanja od mesta opažanja do mesta eksplozije.

Vrlo često se vrše miniranja u blizini naseljenih mesta, građevinskih i drugih objekata. Da ne bi došlo do neželjenih posledica treba sagledati i moguća štetna dejstva eksplozije.

U našoj zemlji nije propisana regulisana celokupna materija iz oblasti sigurnosti pri izvođenju minerskih radova, te se tu iznosi metodika Rudarskog instituta, Beograd, koja predstavlja sintezu teoretskih i praktičnih radova saradnika ovog Instituta.

Iniciranjem eksplozivnog punjenja u minskoj bušotini oslobađa se velika količina energije, koja u vrlo kratkom vremenskom intervalu u određenoj zoni stenskog masiva izvrši odgovarajući rad. Ali, celokupan izvršeni rad se ne iskoristi za drobljenje stene, već se jedan njegov deo utroši na nekorisne efekte, koji često mogu biti čak i štetni.

U daljem izlaganju daju se izvesna razmatranja vezana za onaj deo energije eksplozije koji se ne iskoristi za drobljenje stene, već, nasuprot tome, nepovratno izgubi.

Rad koji izvrši ova energija, ogleda se u sledećem:

- seizmička kolebanja tla,
- razbacivanje komada stene,
- stvaranje natpritiska (odnosno vazdušnog udara),
- zvučni efekat,
- zagrevanje okolne sredine i dr.

Navedeni efekti su u direktnoj zavisnosti od količine eksploziva i rastojanja od mesta opažanja do mesta eksplozije, i utoliko su veći koliko je količina eksploziva veća, a navedeno rastojanje manje.

Vrlo česta pojava je, da se masovna miniranja izvode u neposrednoj blizini građevinskih i drugih objekata, a ne tako retko i naseljenih mesta.

Da ne bi došlo do neželjenih posledica, potrebno je da se pri projektovanju minerskih radova, u zavisnosti od konkretnih uslova, sagledaju i moguća štetna dejstva eksplozije, te na osnovu toga preduzmu odgovarajuće mere sigurnosti.

U uslovima miniranja na površinskim otkopima zvučni efekti i zagrevanje stene ne mogu u značajnoj meri da ugroze sigurnost zaposlenih, okolnih objekata i mehanizacije, jer je radijus njihovog dejstva znatno manji od radijusa ugrožene zone od seizmičkih kolebanja tla, razbacivanja komada stene i vazdušnog udara.

Pošto propisima koji regulišu materiju iz oblasti sigurnosti, pri izvođenju minskih radova u našoj zemlji, nije obrađena ova problematika, to se u članku prezentira metodologija Rudarskog instituta, Beograd, koja predstavlja sintezu teoretskih i praktičnih radova saradnika ovog Instituta. Kao polaz-

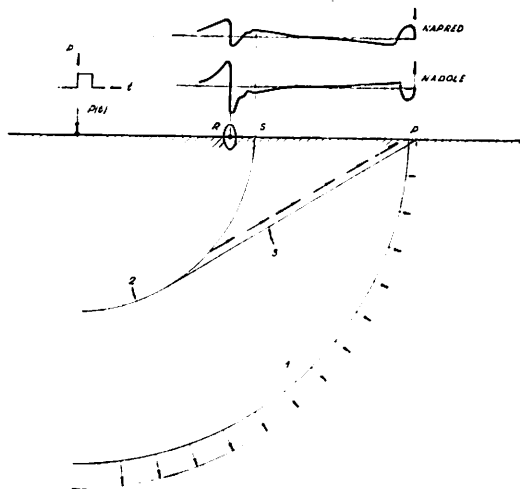
na osnova za utvrđivanje metodologije korišćena su iskustva inostranih specijalista koji se bave problemima sigurnosti pri izvođenju minerskih radova.

Seizmički efekti i radijus zone njihovog štetnog dejstva

Prostiranje seizmičkih kolebanja tla izazvanih miniranjem je na dosta velikim rastojanjima od mesta eksplozije. Građevinski objekti i mehanizacija, koji se nalaze u zoni seizmičkih kolebanja, izloženi su potresima što može dovesti do njihovih deformacija i oštećenja. Oscilacije izazvane miniranjem slične su onima koje nastaju pri zemljotresu, jednakom po količini oslobođene energije i na istom rastojanju od mesta opažanja. Kao izvor seizmičke energije pri miniranju javlja se eksplozivno punjenje, a pri zemljotresu energija tektonskih deformacija koja nastaje u trenutku pucanja zemljine kore.

Razlika između ove dve pojave manifestuje se u vremenu trajanja procesa i spektralnom sastavu oscilovanja tla. Naime, oscilacije izazvane zemljotresom su dugih perioda i vremena trajanja, dok to nije slučaj kod oscilacija izazvanih miniranjem.

Dubina minskih punjenja na površinskim otkopima obično je znatno manja od horizontalnih rastojanja do objekata, pa se kod analize sličnih procesa pritisak, koji nastaje pri eksploziji, može predstaviti kao skoncentrisani udar u električnom poluprostranstvu.



Sl. 1 — Skica talasa u elastičnom poluprostranstvu pri dejstvu koncentrisane sile.

Iz knjige A. B. Fedjeva str. 107.

Abb. 1 — Sprengweilenskizze im elastischen Halbraum bei der konzentrierten Kraftwirkung.

Pri nanošenju opterećenja $P(t)$ na površinu jednorodnog elastičnog poluprostranstva dolazi do nastajanja tri vrste talasa (sl. 1) uzdužnog — 1, poprečnog — 2 i površinskog talasa releja — R.

U dubinu masiva obrazovaće se konusni, po formi, poprečni talas — 3.

Na slici 1, prikazan je prostorni raspored frontova različitih talasa, a takođe i odgovarajuća amplituda kolebanja površine pri njihovom prolasku.

Slično gravitacionom talasu na površini vode, talas releja zahvata samo površinski sloj stenskog masiva. U idealnoj elastičnoj sredini amplituda talasa releja je proporcionalna kvadratnom korenu rastojanja od izvora kolebanja.

U raznorodnom stenskom masivu, pored talasa releja, može nastati još niz površinskih talasa drugačijeg tipa, ali su maksimalna kolebanja vezana za talase releja, koji sa aspekta inženjerske seizmologije imaju odlučujući uticaj.

Obimna istraživanja izvršena u SAD i SSSR-u pokazala su da su naprezanja izazvana eksplozijom u steni proporcionalna brzina kolebanja. Zato je ova brzina usvojena kao najpogodnija i univerzalna veličina za ocenu intenziteta seizmičkih kolebanja pri miniranju.

Na seizmičke efekte utiče niz faktora vezanih za karakteristike tla, način miniranja, dinamičko ponašanje objekata, rastojanja od centra eksplozije i dr. Uticaj fizičko-mehaničkih osobina, geološke strukture, anizotropnosti tla i prisustva podzemne vode je vrlo veliki. Geometrija miniranja i usmeravanja fronta etaže može da smanji ili poveća intenzitet seizmičkog dejstva eksplozije u zavisnosti od izabranih parametara tehnologije miniranja. Znatna uticaj ima način i redosled iniciranja, položaj tačke opažanja, konstrukcija punjenja itd.

Jedinstveni metod, koji bi sve navedene faktore uzimao u obzir, ne postoji, te se za procenu seizmičkih efekata koriste relacije za određivanje približnih veličina.

Ukoliko je neophodno da se utvrde seizmički efekti sa maksimalnom tačnošću, tada je jedino moguće rešenje vršenjem instrumentalnih opažanja »in situ«. Pošto uvek ne postoje uslovi za instrumentalna merenja, prilazi se određivanju brzine oscilovanja po-

moću pogodnih matematičkih relacija, kao što je:

$$V = Kq^{-1,5} \text{ cm/sec} \quad (1)$$

gde je:

- V — brzina oscilovanja tla
- K — koeficijent seizmičnosti
- q — »redukovano rastojanje«.

Koeficijent seizmičnosti zavisi od karakteristika tla i može se odrediti iz tablice 1. »Redukovano rastojanje« je veličina bez dimenzija, koja se najčešće koristi za rešavanje problema inženjerske seizmologije, a određuje se iz odnosa:

$$q = \frac{r}{\sqrt[3]{Q}} \quad (2)$$

gde je:

- r — rastojanje od mesta eksplozije do mesta opažanja (m)
- Q — ukupna količina eksploziva (kg).

Relacija (1) koristi se pri trenutnom načinu iniciranja celog minskog polja.

Prema propisanim normama sigurnosti u SSSR-u za uslove milisekundnog miniranja, intenziteta seizmičkih kolebanja treba određivati instrumentalnim merenjima na terenu.

Tablica 1

Vrsta stene na kojoj se nalazi objekat	Koeficijent K	
	srednji	maksimalan
Čvrste i srednje čvrste stene, čvrsta tla moćnosti do 15 m neovodnjena	200	300
Peskovito-glinovita tla moćnosti preko 15 m srednje ovodnjena (dubina nivoa podzemne vode 5 — 10 m)	300	450
Rastresita ovodnjena tla	450	600

Ovo u prvom redu zbog toga što, pored ostalih faktora, na jačinu seizmičkih efekata veliki uticaj ima primenjeni milisekundni interval usporenja.

Ali, ako nema uslova za rad na terenu (npr. projektovanje novog površinskog otkopa), brzina oscilovanja za miniranje sa mi-

lisekundnim načinom iniciranja može se odrediti iz relacije:

$$V = K \sqrt[3]{\frac{Q}{r^3}} \text{ cm/sec} \quad (3)$$

gde je:

- Q — količina eksploziva koja se trenutno aktivira (kg),
- r — rastojanje od mesta iniciranja do objekta koji se štiti (m),
- K — koeficijent seizmičnosti tla.

U tablici 2 daje se skala intenziteta seizmičkih kolebanja tla izazvanih miniranjem koju je razradio Institut fizike zemlje AN SSSR, ali samo u obimu koji se odnosi na građevinske objekte (bez deformacija etažnih kosina i jamskih radova).

Određivanje parametara zaštite objekata od seizmičkih efekata ima tri oblika:

- a — Zadata je brzina oscilovanja tla i rastojanje do objekta koji se štiti; treba odrediti dozvoljenu količinu eksploziva koja se jednovremeno aktivira;
- b — Zadata je dozvoljena brzina i količina eksploziva; treba odrediti rastojanje od mesta miniranja do objekta;
- c — Zadata je količina eksploziva i rastojanje; potrebno je odrediti konstrukciju objekta.

Za slučajeve pod (a) i (b) pogodnom transformacijom izraza (3) dobijaju se relacije:

$$Q = \frac{V^2 r^3}{K^2} \text{ kg} \quad (4)$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{Q K^2}{V^2}} \text{ m} \quad (5)$$

Dozvoljene brzine oscilovanja tla za neke građevinske objekte daju se u tablici 3.

Za uslove milisekundnog miniranja vremenski interval usporenja treba odrediti prema obrascu prof. Hanukaeva:

$$\tau = 2W \sqrt{\frac{\gamma}{q}} \text{ m/sek} \quad (6)$$

gde je:

- W — linija najmanjeg otpora (m)
- γ — zapremninska težina stene (g/cm³)

q — specifična potrošnja eksploziva za primarno miniranje (kg/m³ čvrste stene).

sog hica, položaj komada koji leti određen koordinatama:

$$X = V_0 t \cos \alpha$$

$$Y = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

gde je:

V₀ — početna brzina
t — vreme leta
α — ugao prema horizontu
g — ubrzanje zemljine teže.

Ako se vreme t izrazi po X i zameni u jednačini za Y, dobija se jednačina putanje komada

$$Y = X \operatorname{tg} \alpha - \frac{gX^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (7)$$

Najveći domet komad može postići, pri istoj početnoj brzini, kod ugla α = 45°. Ovaj domet se odnosi na horizontalan teren, pri čemu je mesto poletanja i mesto pada komada na istom nivou. Ukoliko se minerski radovi pravilno izvode, početna brzina se nalazi u granicama V₀ = 120 — 150 m/sec.

Pošto se površinski otkop sastoji od više etaža, koje čine određenu generalnu kosinu, to će se mesto pada komada nalaziti u tački preseka putanje leta i kosine otkopa. Jednačina prave, koja predstavlja kosinu otkopa, kada ova prolazi kroz koordinatni početak, ima oblik:

$$Y = X \operatorname{tg} \beta \quad (8)$$

gde je:

β — ugao kosine otkopa.

Prema normama sigurnosti propisanim u SSSR-u, minimalne veličine radijusa zone razletanja komada stene (R) daju se u tablici 4.

Na osnovu matematičkih relacija i odgovarajućeg radijusa, u zavisnosti od topografije površinskog otkopa i terena, može se grafički odrediti ugrožena zona od razletanja komada (sl. 2).

Tablica 2

Karakteristika potresa	Intenzitet (stepeni)	Brzina oscilovanja, cm/sec
Oscilacije se mogu samo instrumentalno registrovati	1	< 0,2
Oscilacije se osećaju u pojedinim slučajevima u tišini	2	0,2 — 0,4
Oscilacije oseća mali broj ljudi ili oni koji znaju za miniranje	3	0,4 — 0,8
Oscilacije osećaju mnogi ljudi, zveckanje stakla	4	0,8 — 1,5
Odronjava se kreć sa zidova, štete na starim zgradama	5	1,5 — 3
Pojava tankih pukotina u malteru, deformacija oštećenih zgrada	6	3 — 6
Opadanje maltera i pojava tankih pukotina u zidu, pucanje dimnjaka	7	6 — 12
Velike štete na zgradama, pucanje nosećih konstrukcija, rušenje dimnjaka	8	12 — 24
Rušenje zgrada, velike pukotine u zidovima, raslojavanju se cigle, padaju delovi zgrada	9	24 — 48
Potpuno rušenje zgrade	10—12	> 48 — 96

Tablica 3

Vrsta objekta	V (cm/sec)
Lake drvene zgrade	5
Stambene zgrade od opeke	5
Zgrade od velikih panel ploča	1,2 — 1,5
Fabrički dimnjaci od opeke	2 — 5
Fabrički dimnjaci od armiranog betona	5
Industrijske skeletne zgrade sa pločama od šljake	5 — 7
Industrijske skeletne zgrade sa zidovima od opeke	7 — 15

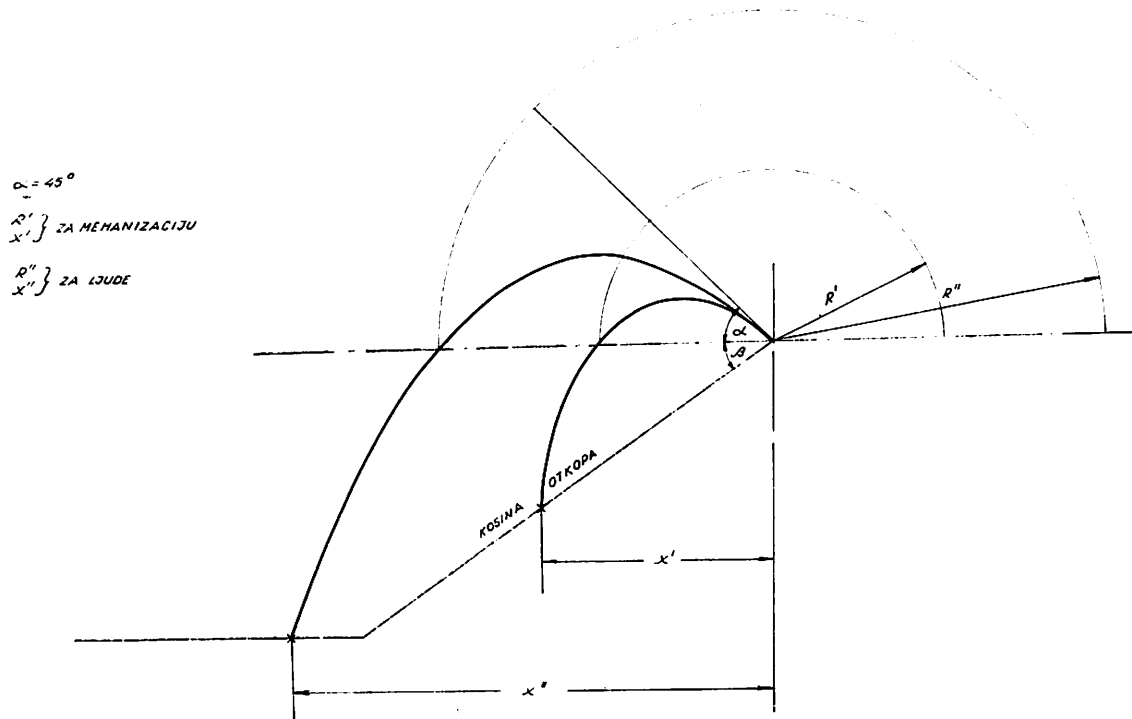
Razletanje komada stene i radijus ugrožene zone

Pri izvođenju minerskih radova dolazi do odbacivanja komada stene, čija se putanja leta može odrediti po zakonu balistike. Ako se otpor vazduha ne uzme u obzir, tada je radijus zone razletanja određen sa izvesnim koeficijentom sigurnosti.

Kada se centar eksplozije postavi u koordinatni početak, onda je, prema zakonu ko-

Tablica 4

W (m)	Radijus ugrožene zone (R) u odnosu na veličinu pokazatelja dejstva punjenja, n					
	za ljude n			za mehanizaciju		
	n = 1	n = 1,5	n = 2	1	1,5	2
1,5	200	300	350	100	150	250
2,0	200	400	500	100	200	350
4,0	300	500	700	150	250	500
6,0	300	600	800	150	300	550
8,0	400	600	800	200	300	600
10,0	500	700	900	250	400	600
12,0	500	700	900	250	400	700
15,0	600	800	1000	300	400	700



Sl. 2 — Grafički metod za određivanje radijusa zone razletanja.

Abb. 2 — Graphisches Verfahren zur Bestimmung des Schleuderzonenhalbmessers.

Veličine radijusa (R) date u tablici 4, odnose se na miniranje sa čepom. Ukoliko je, iz bilo kojih razloga, neophodno miniranja izvoditi sa skraćenim čepom, veličinu R treba povećati za 20%.

Vazdušni udar i radijus njegovog dejstva

Pošto je za uslov primarnog miniranja radijus zone razbacivanja veći od radijusa zone vazdušnog udara to se prvi uzima kao merodavan. Međutim, pri eksploziji minskog punjenja, na površini terena dolazi do stvaranja jakog vazdušnog udara, koji može izazvati materijalne štete ili ugroziti sigurnost ljudi. Na površinskim otkopima ovakvi slučajevi javljaju se pri sekundarnom miniranju nalepnim minama.

Eksplozija nalepnih mina, pri kojoj se u vrlo kratkom vremenu oslobodi velika količina gasova, izaziva pokretanje okolnog vazduha, što uzrokuje stvaranje natpritiska u zoni oko mesta eksplozije.

Početna brzina kretanja vazdušnog talasa može, u izvesnim slučajevima, biti jednaka

detonacionoj brzini eksploziva. U zoni u kojoj je došlo do naglog stvaranja natpritiska, intenzitet ovog u funkciji vremena opada, da bi na kraju nastao potpritisk, koji je po intenzitetu manji od natpritiska, ali sa dužim vremenom trajanja. Ovo oscilovanje vazduha ponavlja se par puta (svaki put sa manjim intenzitetom) dok se ponovo ne uspostavi ravnoteža.

Jačina vazdušnog udara, u prvom redu zavisi od količine eksploziva (G) i rastojanja od mesta eksplozije do mesta opažanja (r). Primera radi, u tablici 5, daje se odnos vazdušnog pritiska (P) i rastojanja (r) u funkciji vremena za slučaj eksplozije 1 kg TNT-a.

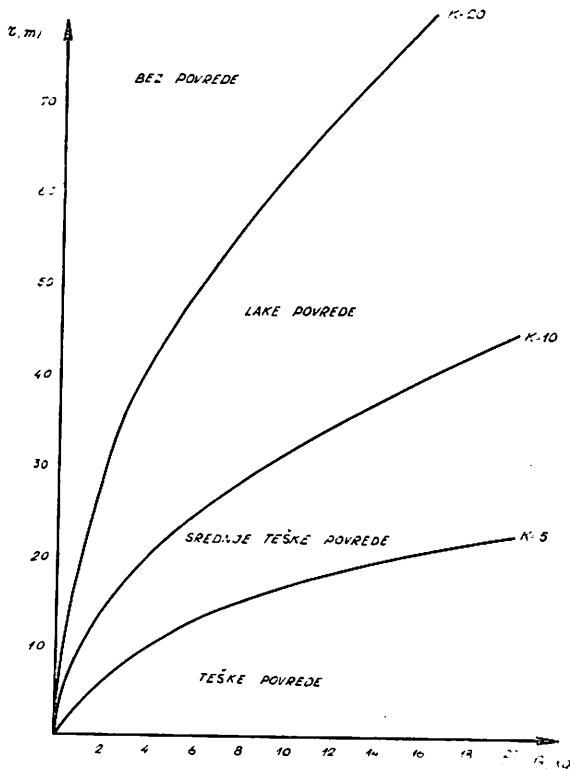
Tablica 5

r (m)	1	2	3	4	5	8	10
P (kp/cm ²)	10,54	1,97	0,84	0,52	0,27	0,11	0,08
T (sek)	1,3	1,83	2,2	2,6	2,9	3,7	4,1

Prema relaciji:

$$r = K\sqrt[3]{G} \quad (9)$$

konstruisan je dijagram (sl. 3) promene rastojanja u zavisnosti od količine eksploziva i posledice koje se mogu prouzrokovati eksplozijom.



Sl. 3 — Uticaj vazdušnog udara pri miniranju nalepnim minama.

Abb. 3 — Einfluss des Luftdruckstosses bei den Klebeschüssen.

Prema propisima sigurnosti u SSSR-u, minimalni radijus zone štetnog dejstva vazdušnog udara na čoveka treba odrediti iz odnosa:

$$r_{\min} = 45\sqrt[3]{G}, \text{ m} \quad (10)$$

gde je:

G — količina eksploziva (kg)

Kada je radijus zone unapred određen, intenzitet vazdušnog udara može se izračunati pomoću jednačine Pokrovskog:

$$P = 3,7 \sqrt{\frac{G}{r^3}}, \text{ kp/cm}^2 \quad (11)$$

koja se odnosi na dijapazon pritiska

$$0,1 \text{ kp/cm}^2 \leq P \leq 2 \text{ kp/cm}^2$$

Zaključak

Pri izvođenju minerskih radova jedan deo energije eksploziva utroši se na: seizmička kolebanja tla, razbacivanje komada stene i vazdušni udar.

Ukoliko se na vreme ne preduzmu odgovarajuće mere sigurnosti, navedeni efekti eksplozije mogu imati štetne posledice u odnosu na ljude, opremu ili građevinske objekte. Zato je potrebno da se pri projektovanju minerskih radova, u zavisnosti od konkretnih uslova, izvrši sagledavanje kompleksnog dejstva eksplozije, te projektom razrade i mere zaštite.

Intenzitet seizmičkih efekata, izazvanih milisekundnim sistemom miniranja, treba odrediti instrumentalnim merenjima »in situ«. Ali, ukoliko ne postoje uslovi za ova merenja, orijentaciona brzina oscilovanja tla može se odrediti pomoću relacije:

$$V = K \sqrt{\frac{Q}{r^3}}, \text{ cm/sec}$$

Ako je intenzitet potresa veći od dozvoljenog, moraju se preduzeti odgovarajuće mere da se isti svede na dozvoljenu granicu.

Radijus ugrožene zone, usled razletanja komada stene, može se odrediti pomoću zakona balistike, uz sagledavanje konkretnih uslova sa aspekta konfiguracije površinskog otkopa. Za ovo razmatranje vrlo je jednostavna i praktična grafička metoda koja je izložena u članku. Najzad, za uslove sekundarnog miniranja nalepnim minama, potrebno je sagledati radijus ugrožene zone od dejstva vazdušnog udara (pritiska). Za određivanje minimalnog radijusa zone dejstva vazdušnog udara može da se koristi relacija

$$r_{\min} = 45\sqrt[3]{G}, \text{ m}$$

ZUSAMMEN FASSUNG

Besondere Sicherheitsmassnahmen bei den Tagebausprengungen

Dipl. Ing. D. Jujić — Dipl. techn. J. Sokolovski*)

Bei den Sprengarbeiten wird nicht die ganze Sprengstoffenergie zur Zerstörung des Gebirgskörpers ausgenutzt. Ein Teil wird zur Gesteinszertrümmerung verbraucht, der zweite, unausgenutzt verlorene Teil der Energie wird für die seismische Bodenerschütterung, Wegschleudern von Gesteinsstücken, Luftdruckstoss, Schalleffekt, Erwärmung der Umgebung usw. verbraucht.

Diese Effekte hängen von der Sprengstoffmenge und der Entfernung des Beobachtungspunkts von der Sprengstelle ab.

Sehr oft werden Sprengungen in der Nähe der Bau- und anderer Objekte sowie Siedlungen vorgenommen. Damit nicht zu unerwünschten Folgen kommt, müssen auch mögliche schädlichen Folgen in Betracht gezogen werden.

In unserem Lande nicht die gesamte Materie durch Vorschriften aus dem Bereich der Sicherheit der Sprengarbeiten geregelt worden, Deswegen wird die Methodik des Bergbauinstituts, Bgd, dargelegt, die die Synthese der theoretischen und praktischen Arbeiten dieses Instituts darstellt.

Literatura

1. Fadeev, A. B. 1972.: Drobjaščee i sejmičeskoe dejstvie vzryvov na kar'erah. — »Nedra« — Moskva.
2. Mironov, P. Š. 1973.: Vzryvy i sej'smobe-zopasnost sooruzenij — »Nedra« — Moskva.
3. Mitrović, D. 1968.: Seizmički efekti pri različitim metodama miniranja i načini za umanjenje njihovih posledica na rudarske i druge objekte (Literaturni elaborat. — Beograd.
4. Edinje pravila bezopasnosti pri vzryvnyh rabotah (»Nedra« — Moskva 1972. god.)
5. Bralić, J. i Rakić, A. 1973.: Seizmički efekti pri miniranju na površinskim otkopima i način njihovog smanjenja. Zbornik radova 1. jugoslovenskog simpozijuma o površinskoj eksploataciji — Beograd.
6. Mitrović, D. 1969.: Analitička i grafička metoda za određivanje bezopasne zone pri miniranju na površinskim otkopima. »Sigurnost u rudnicima« br. 1. — Beograd.
7. Belšak, D. 1971.: Sekundarna miniranja. Zbornik radova savetovanja o miniranju u građevinarstvu, šumarstvu i poljoprivredi — Vrnjačka Banja.
8. Jujić, D. 1972.: Glavni projekat bušenja i miniranja na površinskom otkopu krečnjaka »Popović« — Golubac, Beograd.
9. Jujić, D. 1973.: Projekat bušenja i miniranja za površinski otkop laporca »Usje« — Skopje.
10. Jujić, D. 1973.: Projekat bušenja i miniranja za površinski otkop »Kišnica«. — Beograd.

*) Dipl. ing. Dragoljub Jujić i rud. tehn. Janko Sokolovski, Rudarski institut, Skopje.

Rezultati istraživanja zaprašenosti i zaplinjenosti rudničke atmosfere kod bušenja i miniranja na podzemnim radilištima rudnika i željezare Vareš

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Mladen Foršek — dipl. ing. Milutin Vukić — dipl. ing. Kazimir Kauzlarić — dipl. ing. Sead Sarčević

U članku su izložene teoretske osnove i savremena dostignuća na polju zaštite od prašine i otrovnih plinova i prikazani su rezultati izučavanja mogućnosti smanjenja prinosa tih štetnih primesa u rudničku atmosferu jamskih pogona rudnika Vareš.

U v o d

Bušenje i miniranje na podzemnim radilištima su glavni izvori izdvajanja agresivne mineralne prašine i otrovnih plinova. Kod bušenja minskih bušotina, praktično se neprekidno stvara sitnodisperzna prašina, a kod miniranja-periodično prašina i otrovni plinovi. U rudnicima metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina zaštita od agresivne mineralne prašine i otrovnih plinova predstavlja fundamentalni problem očuvanja zdravlja i radne sposobnosti radnika a time i postizanja visokih proizvodnih i ekonomskih efekata. Stoga se u svijetu, a i u jugoslovenskom rudarstvu, u zadnje vrijeme, na bazi izučavanja mehanizma stvaranja tih štetnih primjesa jamskog zraka, preduzima niz mjera za njihovo obaranje i neutralizaciju, a time i za obezbeđenje normalnih radnih uslova zaposlenih.

U ovom radu se iznose, manjim dijelom teoretske osnove i savremena dostignuća na polju zaštite od prašine i otrovnih plinova, a većim, rezultati izučavanja mogućnosti smanjenja prinosa tih štetnih primjesa u rudničku atmosferu jamskih pogona Rudnika željezne rude Vareš.

Štetnost prašine

Danas u svijetu sve više preovladava mišljenje da svaka prašina, bilo mineralna, animalna ili vegetabilna može da ošteti pluća. Mineralna i metalna prašina izazivaju bronhitis, pneumokoniozu i teško oštećenje sluznice bronhija. Organske vrste prašine draže mehanički, djeluju alergično i izazivaju, već prema prisustvu bakterija i gljivica, akutno zapaljenje pluća. Prema zaključcima donijetim na Simpozijumu o pneumokoniozama, održanom u oktobru 1965. godine u Vrnjačkoj Banji, svaka prašina, bez obzira na njen hemijski sastav i porijeklo, škodi zdravlju radnika.

Stepen štetnosti prašine zavisi od niza fizikalnih i hemijskih faktora od kojih su najvažniji:

- veličine čestica,
- stepen zaprašenosti radne atmosfere,
- hemijski sastav,
- sposobnost ulaska u organizam i
- oblik čestica.

Veličina čestica igra posebnu ulogu, jer sve čestice ne prodiru kroz respiratorni sistem do plućnih alveola, gdje se stvara žarište bolesti.

Utvrđeno je da čestice veće od 10 mikrona potpuno zaostaju u nosu, dok čestice manje od 3 mikrona nos praktično ne zadržava.

Čestice većiine oko 5 mikrona talože se sedimentacijom u bronhijama, a samo mali dio može da proдре do plućnih alveola. Od čestica manjih od 5 mikrona najviše se talože u alveolama čestice od 0,8 do 1,6 mikrona.

Postoji općenito uvjerenje da su pneumokonioze prouzrokovane prašinom veličine čestica ispod 5 mikrona. Mišljenje o ovoj cifri je široko potvrđeno brojnim posmrtnim ispitivanjima pluća radnika. Tako su ispitivanja (Bedford i Warner) plućnih tkiva nekih radnika koji su radili u jednom rudniku, pokazala da su u plućnim tkivima nađene čestice prašine manje od 2 mikrona, dok iznad te vrijednosti (2 mikrona) nije bilo čestica. Na konferenciji o silikozama, održanoj u Sidneju, je zaključeno, da je gornja granica veličine štetne prašine silicijuma 3 mikrona.

U pogledu stepena zaprašnosti je veoma teško navesti strogo definisane granice za količinu prašine, zbog teškoća kod određivanja tačnog sastava i patološkog djelovanja lebdeće prašine. Brojne zemlje preporučuju standarde do kojih su došle na osnovu svog iskustva kroz dugi vremenski period. Oni se ipak ne mogu u svakom slučaju prihvatiti kao baza za poređivanje bez odgovarajuće modifikacije, kao što je metoda analiziranja sastava prašine i veličine prostora koji se razmatra. Ipak, uprkos empiričkog karaktera i ograničenosti standarda, koji su usvojeni od raznih zemalja, može se tvrditi da su oni korisni praktični vodiči za usmjeravanje razvoja u pravcu eliminisanja štetne prašine.

Navodimo samo neke izvode iz standarda koji su usvojeni u raznim zemljama.

U Australiji prosječna koncentracija prašine (čestice ispod 5 mikrona) ne smije preći 200—700 čestica/cm³, već prema sadržaju slobodnog silicija (od 50 do ispod 10%).

U Kanadi dozvoljene granice zaprašnosti se kreću od 5 do 50 čestica na kubičnu stopu, već prema sadržaju slobodnog silicija (iznad 40% do ispod 5%).

U Poljskoj dozvoljena granica zaprašnosti, uz čestice veličine 0,5—5 mikrona iznosi 500—1500 čestica po cm³ zraka, već prema procentu rude i jalovine.

U Velikoj Britaniji se dozvoljeni broj čestica prašine kreće od 450 do 650 čestica/cm³, i to prema vrsti rudnika.

Procentat zastupljenosti slobodnog SiO₂ igra važnu ulogu u nastajanju promjene na plućima. Sadržaj slobodnog SiO₂ od preko

50% dovodi do klasičnih anatomo-patoloških i histoloških promjena na plućima, odnosno silikoze. Manji procenat slobodnog SiO₂ ne izaziva prave silikotične promjene u plućima, već predstavlja samo uvod u klasičnu silikozu. Zbog toga stepen opasnosti od prašine ovisi mnogo o lokalitetu, odnosno vrstama naslaga u kojima se izvode radovi. Tako su analize stijena u kojima se izvode radovi u rudniku Vareš, pokazale slijedeće vrijednosti slobodnog SiO₂ u naslagama:

- krečnjak na lokalitetu Smreka i Stijene 0,3—0,7%
- škrljac na lokalitetu Droškovac i Smreka 16—23%
- siderit na lokalitetu Droškovac i Smreka 2—6%
- hematit na lokalitetu Smreka i Brezik 2—8%
- limonit na lokalitetu Brezik 2%
- kvarcni pijesak 37%.

Iako je posve jasno, da je slobodna silicijeva kiselina najopasnija komponenta štetne prašine i važan uzročnik plućnih oboljenja, način na koji djeluje još nije potpuno jasan i još uvijek je predmet istraživanja. Mnoge teorije su postavljene, od kojih tzv. »teorija topivosti« pripisuje oštećenje pluća silicijevoj kiselini kao produktu otapanja kremenja u tekućini tkiva. Postojeća novija teorija tretira silikozu kao rezultat jedne »imunitetne reakcije«, u kojoj se protein taloži u plućno tkivo i sudjeluje u stvaranju silikotičnih kvržica.

Specifične osobine prašine

Prašina nastupa u različitim veličinama. Veće čestice prašine se nalaze u zraku samo kod jakog provjetravanja, miniranja i drugih poremećaja zračne atmosfere. Međutim, te čestice se ne zadržavaju dugo u atmosferi podzemnih jamskih prostorija, niti ih struja provjetravanja odnosi daleko. Dužina puta tih čestica zavisi od oblika čestica, brzine struje provjetravanja, specifične težine i vrste kretanja. Sa povećavanjem prečnika smanjuje se broj čestica po jedinici težine, što se može vidjeti u tablici 1, a odnosi se na silikatnu prašinu.

Tablica 1

Zavisnost broja čestica silikatne prašine u mg, od promjera čestice

Promjer čestice (mikrona)	Broj čestice po jednom mg
10,0	707.000.—
5,0	5.659.000.—
1,0	707.000.000.—
0,5	5.659.000.000.—

Kod normalne dnevne svjetlosti, a naročito u mlazu svjetlosti, vidljive su čestice veličine 10 mikrona, ako je podloga druge boje. U podzemnim jamskim prostorijama, gdje je osvjetljenje mnogo slabije, ne vide se ni čestice veličine 100 mikrona.

Čestice veličine 1 mikron možemo ustanoviti pomoću mikroskopa, a još sitnije čestice pomoću ultra ili elektronskog mikroskopa. Brzina slobodnog padanja manjih čestica se može izračunati pomoću Stoksovog zakona koji glasi:

$$v = \frac{2r^2(\sigma - \rho)}{\rho \cdot \eta} \left(1 + \frac{A \times l}{r} \right)$$

gdje je:

- v — brzina slobodnog padanja čestica, cm/sek
- r — polumjer čestice prašine, cm
- g — ubrzanje (981 cm/sek²)
- σ — specifična težina padajuće čestice, g/cm³ (za kremen iznosi 2,65)
- ρ — specifična težina medija u kojem pada čestica, g/cm³ (za zrak iznosi 0,0013 g/cm³)
- η — viskozitet (za zrak kod 15°C iznosi 17 × 10⁻⁵)
- A — Konstanta
- l — slobodan put čestice u okolnom mediju (za prosječne jamske uslove produkt Al iznosi 1,467 × 10⁻⁵ cm).

Za zrak i kremenu prašinu važi:

$$v = 3,4 \times 10^6 \times r^2 + 50r = v_{st} + V_c \text{ (cm"/sek)}$$

gdje je:

- v_{st} — brzina padanja po Stoksu
- V_c — Cumingham dopuna

Suma v_{st} + V_c predstavlja rezultirajuću brzinu padanja čestica u cm/sek.

Prema gornjoj jednadžbi, u tablici 2 je prikazano vrijeme padanja čestica kremena različitih veličina na putu 100 cm u mirnom vazduhu.

Tablica 2

Vrijeme padanja čestice kremena u zavisnosti od veličine

Veličina čestice (mikrona)	Vrijeme padanja čestice
5	1 min 54 sek
3	5 min 11 sek
1	42 min 50 sek
0,5	2 h 31 min 30 sek
0,3	5 h 50 min 30 sek
0,1	1 dan 9 h 3 min 20 sek

Navedene vrijednosti su dobivene pod određenim uslovima, te se zbog toga ne mogu smatrati kao apsolutno tačne, već kao orijentacione i važe samo za čestice okruglog oblika i miran vazduh. Zbog naprijed navedenih razloga, čestice prašine koje dođu u vazдушnu struju odlaze sa zračnom strujom i talože se, već prema veličini čestica, na većoj ili manjoj udaljenosti. Tako je npr. za česticu prašine veličine 5 mikrona, put kretanja čestice 440 m kod brzine vazdušne struje od 1 m/sek, dok je put iste čestice kod brzine 6 m/sek dug preko 2,5 km. Kod čestica prašine veličine 1 mikron, put kretanja čestica je od 9 do 54 km, već prema tome da li je brzina vazdušne struje 1 m/sek ili 6 m/sek.

Čestice manje od 0,1 mikrona uopšte ne padaju na zemlju, već se kreću u cik-cak linijama u svim pravcima, i u stvari predstavljaju poznata Brownova gibanja (kretanja). To kretanje je, u stvari, izazvano sudarima plinskih molekula i čestica prašine. Brzina tog kretanja je funkcija temperature i gustoće plina.

Ovo se kretanje može izraziti kroz odnos $\frac{s^2}{t}$

—, odnosno kroz konstantu difuzije »D«.

$$\frac{s^2}{t} = \frac{R \times T}{3\pi \eta r N}$$

$$D = \frac{R \times T}{6N\pi\eta r}$$

gdje je:

- R — plinska konstanta (8,319 × 10⁷)
- T — temperatura u stepenima Kelvina
- r — prečnik čestice prašine, cm
- η — viskozitet sredine, g sek/cm²
- s — srednji put čestice prašine, cm
- t — vrijeme, sek

Prema navedenim izrazima Brownovo kretanje doseže utoliko dalje, ukoliko su manje čestice prašine i manji viskozitet.

Možemo reći, na osnovu iznijetih razmatranja, da za male prečnike čestica prašine i za male vrijednosti viskoziteta postoji veoma dugo vrijeme sedimentacije čestica prašine. Ovo ponašanje submikronskih čestica prašine, koje čine preko 90% čestica u vazduhu, može se tretirati kao ponašanje plinskih molekula u atmosferi.

Problem neutralizacije prašine

U naprijed navedenim osobinama submikronskih čestica prašine treba tražiti slabe efekte koji su dobijeni prilikom raznih metoda u borbi protiv prašine, kao što su: mokro bušenje, upotreba vodenih ampula prilikom miniranja, formiranje vodenih zavjesa, ventilacija i sl.

Mjerenja koja su u posljednjim godinama sprovedena u rudnicima metala i nemetala i u crnoj metalurgiji, potvrđuju dominantno prisustvo čestica prašine prečnika ispod jednog mikrona. Ta činjenica ukazuje na komplikovanost odvođenja takve prašine iz radne atmosfere u uslovima permanentnog stvaranja iste.

Sitne čestice se nevjerojatno sporo pokoravaju zakonima sedimentacije i indiferentne su na većinu sistema filtracije. Analiza zaprašenosti površinskih i podzemnih radnih prostorija pokazuje da se sitne čestice prašine gotovo stalno zadržavaju u radnim prostorijama, te se prilagođavaju svim kretanjima zraka kroz njih. Interesantno je napomenuti da i u vodenoj sredini sitne čestice prašine se sporo sedimentiraju. Tako, prema ispitivanjima Jacques Duclaux-a, za česticu prašine veličine promjera jednog mikrona potrebno je 14 h da padne 1 cm u tečnoj sredini. Ispitivanja koja su vršili Brown i Schrenk su pokazala, da čestice od 2 mikrona i manje lako prelaze zavjese rasprskane vode, gdje se većina drugih većih čestica zaustavlja.

Ispitivanja koja su vršili Deutrebände, Highman, Alford, Weaver i Htompson su pokazala, da ako sitne čestice prašine pustimo pod pritiskom kroz flašu vode, na izlazu flaše možemo naći veliki broj čestica prašine, od kojih 97% ima promjer manji od jednog mikrona, dok ni jedna čestica ve-

ća od 2 mikrona nije prošla kroz vodu. Voda bi mogla efikasno da djeluje ako bi se čestica prašine mogla obložiti vlažnom opnom, čime bi se povećala veličina tj. težina čestica. Međutim, kod praktične provedbe raspršivanja čestica vode, iz određene količine, može se proizvesti određeni broj većih kapi koje su u prostoru veoma raštrkane. Udaljenost jedne kapi od druge je relativno velika, te je veoma mala vjerovatnost da će čestice prašine naići na kapi vode. Zbog toga se teži da se proizvede velika količina sitnih kapi vode, čime je vjerovatnost sudara čestica prašine sa kapima vode veća. Međutim, nedostatak sitnih čestica vode je taj, što su iste veoma sklone isparavanju, pošto im je vanjska površina velika u odnosu na njihovu zapreminu. Ispitivanja su pokazala da su najpogodnije kapljice veličine od 1 do 50 mikrona, ali za obaranje čestica prašine veličine iznad 2 mikrona.

Ispitivanja, koja su vršena u Rurskoj oblasti sistemom mjernih stanica, su pokazala da djelovanje dizni-sapnica u području veoma sitnih čestica ne zadovoljava. Pozitivno djelovanje vode sistemom sapnica je došlo do izražaja samo za čestice prašine veće od 5 mikrona, dok za sitne čestice nije bilo (kod rasprskavanja vode) pozitivnih rezultata.

Borba protiv opasne koncentracije prašine

U toku proteklih nekoliko godina bilo je posvećeno mnogo vremena rješavanju problema sprečavanja stvaranja opasne koncentracije prašine, obaranja prašine, čije se stvaranje ne može spriječiti, i otklanjanja prašine, koja se ne može oboriti.

Osnovno pravilo u sprečavanju stvaranja prašine i obaranju prašine je obilno korištenje vode. To se mora sprovesti na takav način, da se prašina koja se stvara kod bilo koje operacije veže sa vodom i tu ostaje takva da ne može postati lebdeća.

Voda ima više primjena i služi za:

- natapanje rudnog sloja,
- vlaženje rastresitog materijala,

- prskanje površina kod kojih se može osloboditi prašina kao rezultat miniranja i sl.,
- vezivanje prašine u uređajima za obaranje prašine.

Voda je veoma djelotvorno sredstvo za suzbijanje i vezivanje prašine, iako zbog svog visokog površinskog napona slabo kvasi sitne čestice prašine koje su i najopasnije za stvaranje pneumokonioze. Da bi sitne čestice prašine dobile mogućnost vezivanja sa vodom, vršeni su pokusi u nekoliko zemalja da se vodi dodaju površinski aktivne supstance — deterdženti, koje smanjuju površinski napon vode i koje se apsorbiraju na površini čestica prašine. Djelovanje površinski aktivnih materijala sastoji se u tome što se molekuli ugljikovodičnih grupa u rastvoru, uslijed polarne strukture molekula, postave suprotno na površini, obrazuju površinsku oblogu, smanjuju površinski napon, te povećavaju prijemčivost, odnosno sposobnost vezivanja tečnosti.

Po Klingu, površinski aktivne materije su karakteristične po tome što njihov polarni molekul sa lancem ugljikovodičnih grupa ima na jednom kraju hidofilnu, a na drugom kraju hidrofobnu grupu.

U Sokolnom rudniku (SSSR), kod primjene reagensa DB u koncentraciji 0,075%, sniženje zaprašnosti u odnosu na bušenje sa čistom vodom je iznosilo 71,8%. U apatitnom rudniku Kirova, kod primjene pomenutog reagensa, to sniženje zaprašnosti iznosi 74,2%. Najbolje rezultate u SSSR je dao reagens DB. Ispitivanja u bazenu Krivi Rog su pokazala da je upotrebom reagensa DB površinski napon smanjen od 70 erga/cm² na 35 erga/cm², što je uslovalo smanjenje zaprašnosti od 60 mg/m³ na 5 mg/m³.

Daljnje mjere u borbi protiv opasne koncentracije prašine su slijedeće:

- kalcijum-kloridni postupak,
- postupak sa gelom MgCl₂,
- ventilacija radilišta,
- ostale metode neutralizacije prašine.

Kalcijum kloridni postupak

Postupak čije su osnove razrađene u fabrici Kalk GmbH u Kölnu služi za to da u podzemnim pogonima za eksploataciju mineralnih sirovina veže svježe uzvitalnu prašinu i da već vezanoj i istaloženoj prašini onemo-

gući da se ponovo uzvitala. Kao sredstvo za vezivanje prašine upotrebljava se vodena otopina koja sadrži kalcijum klorid i sredstvo za kvašenje. Toj otopini je dodata mala količina jednog anorganskog sredstva za geliranje, da bi se ta otopina do te mjere otvrdnula da stvara neku vrstu gela ili paste koja se može zadržati (prionuti) na bokovima i stropovima jamskih prostorija u relativno debelom sloju. Za pod jamskih prostorija dovoljno je upotrebiti čistu otopinu, odnosno mješavinu kalcijum-klorne lužine i sredstva za kvašenje koje prodire u istaloženi sloj prašine i već prema utrošenoj količini mješavine pretvara taj sloj u vlažnu i plastičnu masu, odnosno dovodi do njezinog slabog ukrućivanja (očvršćivanja). Umjesto da se pod prostorija prska mješavinom kalcijum klorida i sredstvom za kvašenje, mogu se upotrebiti i ljuške ili granule sa 76 do 80% CaCl₂ i primjesom sredstava za kvašenje, jer se zbog vlažnosti jamskog zraka ove čvrste čestice CaCl₂ — higroskopskom apsorpcijom vlage pretvore u kalijum kloridnu otopinu sa 25 do 45 CaCl₂.

Postupak sa gelom MgCl₂

U rudnicima koncerna Saarbergwerke AG se sada primjenom MgCl₂ postupka prelazi na novi način suzbijanja prašine i ispituje nova metoda koja povezuje 3 prednosti u pogledu sigurnosti:

- smanjuje opasnost od silikoze,
- povećava zaštitu od eksplozije,
- povećava zaštitu od požara.

Postupak sa gelom MgCl₂ razvio se u prvom redu kao zamjena za zaprašivanje kamenom prašinom. Dok se kod posljednjeg načina zaštite eksplozivna ugljena prašina, koja se istaložila po jamskim prostorijama, čini neškodljivom, dodatkom (posipanjem) nezapaljive prašine vapnenca, kod MgCl₂ postupka dolazi do vlažnog vezivanja prašine. Gel (pasta) MgCl₂ tako čvrsto vezuje prašinu, da ona sasvim izgubi svoju sposobnost lebdenja pa je ne može uzvitalati ne samo vjetrena struja nego čak ni udar eksplozije.

Efikasnost postupka zasniva se na tome, što se otopine higroskopnog MgCl₂ pod klimatskim uslovima koji vladaju u jamama,

ne mogu isušiti pa na taj način uvijek sadrže dovoljne količine vode za vezivanje prašine. Svaki je rudar već nesumnjivo i sam utvrdio da se prašina uglja vodom vrlo teško kvasi. Fina prašina pliva na površini vode bez da kod toga izgubi svoju sposobnost lebdenja. Budući da i otopine soli imaju skoro isto tako visoku »površinsku napetost«, kao i voda, to se dodavanjem sredstava za kvašenje (površinski aktivne materije) smanjuje otpor kojim se površina odupire da prašina prodre u nju. Na taj način se postiže brzo kvašenje prašine. Tekuća otopina soli ima, međutim, malu sposobnost prijanjanja, tj. ona se na kose površine može nanijeti samo u vrlo tankom sloju (filmu). Budući da se opasna prašina taloži ne samo na podu nego i po cijelom obodu hodnika, treba se pobrinuti da se i na bokove i na strop nanese dovoljne količine otopine soli. To se postiže na taj način, što se otopini $MgCl_2$ dodaje jedno gelirajuće sredstvo, čijim djelovanjem se ova otopina zgusne u gel (pastu) koja ima sposobnost prijanjanja na bokove. Gel se iz rezervoara istiskuje komprimiranim zrakom, pa se pomoću specijalne mlaznice prska po površini hodnika.

Ventilacija radilišta

Dosadašnja praksa pokazuje da do smanjenja zaprašenosti, do granica koje nisu štetne po zdravlje, dolazi kombiniranom primjenom više metoda neutralizacije prašine, od kojih ventilacija igra važnu ulogu.

Prema V.V. Nedinu (1) — »Borba sa prašinom u rudnicima«, količina zraka za smanjenje prašine u dozvoljene granice se vrši po formuli

$$Q = \frac{S}{t} \sqrt{\frac{l_1 \times l_2}{p^2} \times \frac{N_0 - N_h}{N - N_h}}, \quad \text{m}^3/\text{sek}$$

gdje je:

- S — poprečni presjek radilišta
- t — vrijeme provjetravanja u sek
- l_1 — udaljenost krajnjeg radilišta od vjeterene struje, odnosno dužina provjetravanja
- l_2 — rastojanje kraja cjevovoda od čela radilišta
- p — gubitak zraka u cjevovodu
- N_0 — početna koncentracija prašine poslije miniranja, uz ostatak prašine od bušenja
- N — dozvoljena koncentracija prašine
- N_h — zaprašenost svježeg zračnog struje.

Otrovni plinovi

Prilikom miniranja stvaraju se slijedeći otrovni plinovi: ugljenmonoksid, oksidi dušika, sumpordioksid i sumporvodik. Ispitivanja izvršena 1970. godine u jami Droškovac pokazala su da sastav i količina otrovnih plinova zavisi od

- radne sredine
- kemijskog sastava eksploziva i sredstava za paljenje mina i
- uslova primjene eksploziva.

U uslovima vareskih ležišta željezne rude stvaraju se ugljenmonoksid i oksidi dušika, dok sumporni plinovi nisu utvrđeni, izuzev kod primjene sporogorećeg štapina. Trovanja radnika zaposlenih u podzemnim radilištima su praktično kronična i svakodnevna — nekad manjeg, a nekad jačeg intenziteta.

Geološko-geomehaničke osobine ležišta Vareš

Teren je sastavljen od sedimentnih mezozojskih stijena trijasko starosti u sklopu dinarske geosinklinale. Podinu rudnog tijela izgrađuju crni bituminozni škriljci. Krovinu rudnog tijela izgrađuju sedimenti verfenske starosti predstavljeni krečnjacima i laporcima, koji leže neposredno preko roznaca i laporovitih škriljaca. Rudna serija je predstavljena karbonatnim i oksidnim vrstama željeznih ruda i to sideritom i hematitom, koji su jasno odvojeni zonom jalovine — kremencelkalkom.

Siderit se javlja u vidu slojeva i bankova. Debljina pojedinih slojeva siderita kreće se od 2 do 10 m. Ukupna debljina sideritne serije kreće se oko 40 m i učestvuje sa 80% u ukupnim rezervama ležišta.

Kremencelkalk je proslojak jalovine debljine 2 — 5 m, koji razdvaja sideritnu seriju od hematitne. To je zona karbonata trakaste ili slojevite teksture sa silicijskim ili glinovito-laporovitim vezivom.

Hematit se javlja u vidu slojeva u više varijanata. Debljina hematitne serije iznosi 15 — 20 m. Zastupljenost ove serije u ukupnim rezervama iznosi oko 20%.

Pad slojeva je prema sjeveru i kreće se između 45° i 55°.

Geomehanička svojstva siderita i hematita prikazana su u tablici 3.

Tablica 3

Geomehanička svojstva željezne rude ležišta Vareš

Parametri	Jed. mjere	Siderit	Hematit
Zapreminska težina	t/m ³	2,86	3,79
Specifična težina	t/m ³	3,26	3,90
Otpor na pritisak	kg/cm ²	485	100 ⁰
Otpor na smicanje	kg/cm ²	135	38 ⁵
Kut unutrašnjeg trenja		35 ^o	38 ^o
Kohezija	kg/cm ²	130	
Kut rušenja		61 ^o	64 ^o

Rezultati istraživanja zaprašnosti i zaplinjenosti u jami Droškovac

Mjesto i način ispitivanja

Analiza zaprašnosti radne sredine kod bušenja bušaćim čekićem RK — 21, kao i utvrđivanje efikasnosti obaranja prašine i neutralizacije ugljenmonoksida i nitroznih plinova primjenom vodnih ampula, vršeno je u jami Droškovac Rudnika i željezare Vareš.

Ispitivanja su vršena u sljedećim jamskim prostorijama:

- hodnik u sideritu na horizontu 720
- hodnik u škrljasto-sideritnim naslagama na horizontu 740
- hodnik u hematitu na horizontu 820

Mjerenja temperature suhog i vlažnog termometra vršena su psihrometrom po Asmanu, a brzine strujanja jamskog zraka t-nemometrom.

Uzorkovanja prašine vršena su instrumentom Aere, a ugljenmonoksida i nitroznih plinova staklenim aspiratorima.

Uzorkovanje jamskog zraka radi utvrđivanja zaprašnosti radne sredine za vrijeme bušenja suhim i mokrim postupkom vršeno je na srednjoj bušotini i to: prije bušenja kod zabušivanja, u sredini bušenja i na kraju bušenja.

Uzorkovanje jamskog zraka, radi utvrđivanja zaprašnosti i zaplinjenosti radne sredine nakon miniranja kod primjene glinenih čepova i vodnih ampula, vršeno je neposredno nakon eksplozije i svakih daljnjih 10 minuta u toku jednog sata.

Ispitivanja slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini vršena su polarizacionim mikroskopom sa uvećanjem 400 puta količine prašine, konimetrom Carl Zeiss-10, granulometri-

skog sastava prašine polarizacionim mikroskopom i sedimentacijom, te ugljenmonoksida i nitroznih plinova sa odgovarajućim indikatorskim cjevčicama.

Izvori stvaranja prašine i plinova

Pri rudarskim radovima u jami Droškovac izvođenje raznih faza tehnološkog procesa redovno je praćeno raznim zagađenostima atmosfere. Problem prašine u sklopu ovih zagađenosti, s obzirom na njenu agresivnost, od posebnog je značaja. Do sada izvršena ispitivanja su to i potvrdila.

Glavni izvori stvaranja prašine u tehnološkom procesu su:

- bušenje minskih bušotina
- miniranje
- skreperovanje
- utovar rude na pripremnim radilištima i
- utovar rude iz rudnih sipki.

Stepen štetnosti prašine zavisi od niza fizičkih i hemijskih faktora, od kojih su najvažniji:

- sadržaj slobodnog SiO₂
- koncentracija prašine i
- veličina čestica prašine.

Sadržaj slobodnog SiO₂ u stijenama je sljedeći:

siderit	— 2,18 ⁰ /o
hematit	— 1,82 ⁰ /o
kremencilkalk	— 19,20 ⁰ /o
škrljac	— 16,53 ⁰ /o
krečnjak	— 0,39 ⁰ /o

Od posebnog je značaja sadržaj slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini, zbog uticaja ove prašine na zdravlje zaposlenih radnika. Sadržaj slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini prikazan je u tablici 4.

Tablica 4

Sadržaj slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini

Red. br.	Mjesto mjerenja	Miniranje o/o	Bušenje o/o
1.	hodnik u sideritu (720)	3,15	2,66
2.	hodnik u škrljcu (740)	0,58	3,67
3.	hodnik u hematitu (820)	1,28	1,38
4.	otkopno radilište	7,10	7,10
5.	separacija	4,5	4,5

Prema JUS-u Z.BO.001 VIII-1971. maksimalno dozvoljene koncentracije respirabilne prašine ovise o sadržaju slobodnog SiO₂.

Težinska koncentracija prašine se određuje prema formuli:

$$\text{MDK} = \frac{10 \text{ mg/m}^3}{\% \text{ resp. SiO}_2 + 2}$$

MDK po broju čestica u cm³ zraka ovisi od sadržaja slobodnog SiO₂ i data je u tablici 5.

Tablica 5

Dozvoljena količina prašine u zavisnosti od sadržaja slobodnog SiO₂

Mineralna prašina sa SiO ₂ %	Broj čestica u cm ³ vazduha
70 — 100	110
50 — 70	135
30 — 50	200
15 — 30	300
5 — 15	600
oko 5	880
ispod 1	1.750

Prema ovom standardu MDK za respirabilnu prašinu u jami Droškovac je navedena u tablici 6.

Tablica 6

MDK respirabilne prašine za jamu Droškovac

Red. br.	Mjesto mjerenja	Bušenje Miniranje			
		mg/m ³ č/cm ³		mg/m ³ č/cm ³	
1.	hodnik u sideritu (720)	2,15	880	1,94	880
2.	hodnik u škriljcu (740)	1,74	880	3,85	1750
3.	hodnik u hematitu (820)	3,00	880	3,00	880

Mjerenja zaprašenosti vršena na pripremim i drugim radilištima jame Droškovac u zadnjih nekoliko godina pokazuju da koncentracije prašine znatno prelaze MDK.

Daje se pregled brojčanih koncentracija prašine na nekoliko radilišta, iz kojih se može ocijeniti da je stepen zaprašenosti veoma visok.

1. Pripremna radilišta nakon miniranja 6.000—13.000 č/cm³
2. Pripremna radilišta za vrijeme bušenja 9.000—15.000 „

3. Skreperski hodnik za vrijeme skreperovanja 1.400— 5.000 „
4. Otpremni hodnik poslije miniranja 1.000— 2.000 „

Veličina čestica prašine igra važnu ulogu. Utvrđeno je da čestice veličine ispod 5 mikrona predstavljaju opasnost za zdravlje radnika, pošto posjeduju sposobnost da prodru kroz respiratorni sistem u pluća. Granulometrijski sastav lebdeće prašine prikazan je u tablici 7.

Tablica 7

Granulometrijski sastav lebdeće prašine

Mjesto mjerenja	Granulometrijski sastav	
	Brojčano (%)	Težinski (%)
Za vrijeme bušenja		
1. hodnik u sideritu		
1—3 mikrona	89	54
3—5 mikrona	6	13
preko 5 mikrona	5	23
2. hodnik u škriljcu		
1—3 mikrona	78	63
3—5 mikrona	9	4
preko 5 mikrona	13	33
3. hodnik u hematitu		
1—3 mikrona	77	55
3—5 mikrona	15	20
preko 5 mikrona	8	25
Nakon miniranja		
1. hodnik u sideritu		
1—3 mikrona	98	63
3—5 mikrona	1	2
preko 5 mikrona	1	35
2. hodnik u škriljcu		
1—3 mikrona	78	42
3—5 mikrona	10	5
preko 5 mikrona	12	53
3. hodnik u hematitu		
1—3 mikrona	78	54
3—5 mikrona	10	14
preko 5 mikrona	12	32

Iz podataka datih u tablici 7 proizilazi da je u oblaku prašine, nakon miniranja, veliki udio (92%) čestica veličine ispod 5 mikrona, dok je težinski taj udio manji (60%).

Kod bušenja je udio čestica prašine ispod 5 mikrona isti kao i kod miniranja, dok je težinski taj udio veći i iznosi 73%.

Udio čestica ispod 5 mikrona je najveći u sideritu, manji je u hematitu, dok je najmanji u škriljcu.

Osim visokih koncentracija prašine za vrijeme miniranja, kao produkt miniranja pojavljuju se otrovni plinovi: ugljen-dioksid i nitrozni plinovi. Na mehanizam stvaranja otrovnih plinova utiču sljedeći faktori:

- bilans kisika eksploziva
- detonaciona sposobnost eksploziva
- omotač patrone eksploziva
- stijena koja okružuje eksplozivno punjenje
- gustina punjenja minskih bušotina
- način i vrsta začepljavanja
- položaj udarne patrone u punjenju
- promjer i dubina bušotine
- način paljenja mina i sl.

Kod miniranja u hodniku (u sideritu), profila 7,5 m², uz utrošak eksploziva od 16 kg (Vitezit 5a i Vitezit 40) i dubinu bušotina od cca 1,6 m, na čelu radilišta utvrđene su pomoću ručnog Drägerovog indikatora (cjevčica) sljedeće koncentracije otrovnih plinova (tablica 8).

Tablica 8

Koncentracija otrovnih plinova u hodniku 740

Vrijeme mjerjenja poslije miniranja u min.	Otrovni plinovi (ppm)	
	CO	NO-NO ₂
1. 10	2500	15
2. 20	1000	14
3. 30	600	13
4. 40	400	12
5. 50	200	10
6. 60	100	8
7. 70	70	6
8. 80	50	5

Rezultati iz tablice pokazuju da je kod miniranja sa klasičnim načinom zapune (glineni čep) potrebno 80 minuta da se koncentracije otrovnih plinova smanje na dozvoljene granice (MDK). Mjerenja su vršena u uslovima duvajućeg provjetravanja radilišta sa plastičnim »ventiflex« cijevima promjera 400 mm.

Uticaj prašine i plinova na zdravstveno stanje radnika

Poznato je da je slobodni SiO₂ najopasnija supstanca koja ulazi u sastav mineralne

prašine, te predstavlja glavni uzrok oboljenja respiratornog sistema.

Respiratorna oboljenja su znatno zastupljena u opštem i profesionalnom morbiditetu radnika zaposlenih u jami Droškovac i po svojoj učestalosti zauzimaju prvo mjesto. Broj respiratornih oboljenja se povećava sa godinama starosti i dužinom ekspozicije prašini.

Na bazi izvršenih periodičnih i sistematskih pregleda radnika, daje se procenat oboljenja respiratornog sistema kod radnika zaposlenih u jami Droškovac:

Pneumokonioza

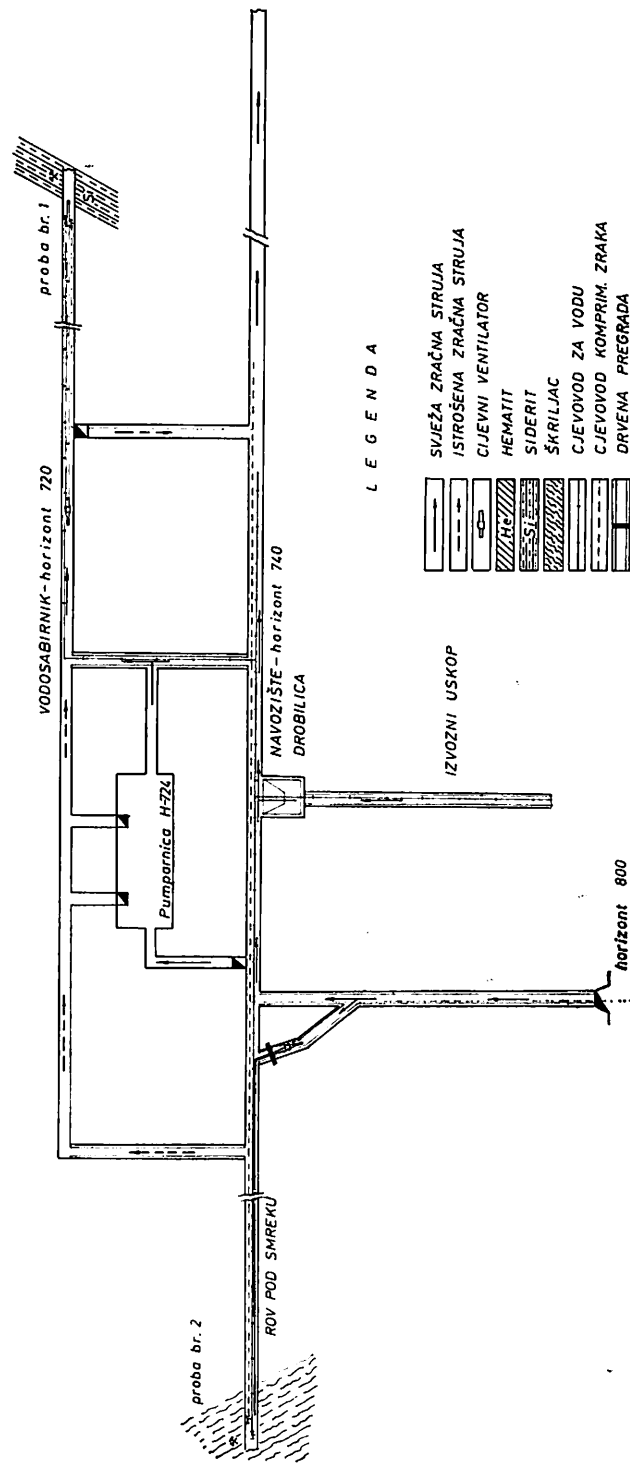
- a) dužina eksplozije 11 do 15 god. — 38% radnika
 - b) " " 16 do 20 " — 43% "
 - c) " " preko 20 " — 19% "
- Hronični bronhitis i plućni emfizem — 15% radnika

Iz ovog pregleda se vidi visoki procenat oboljenja disajnih puteva. Ova oboljenja u profesionalnoj patologiji, prema broju i težini oboljenja, dužini bolovanja, procentu invalidnosti, visini materijalnih izdataka za socijalnu zaštitu i ekonomskim gubicima, zauzimaju prvo mjesto.

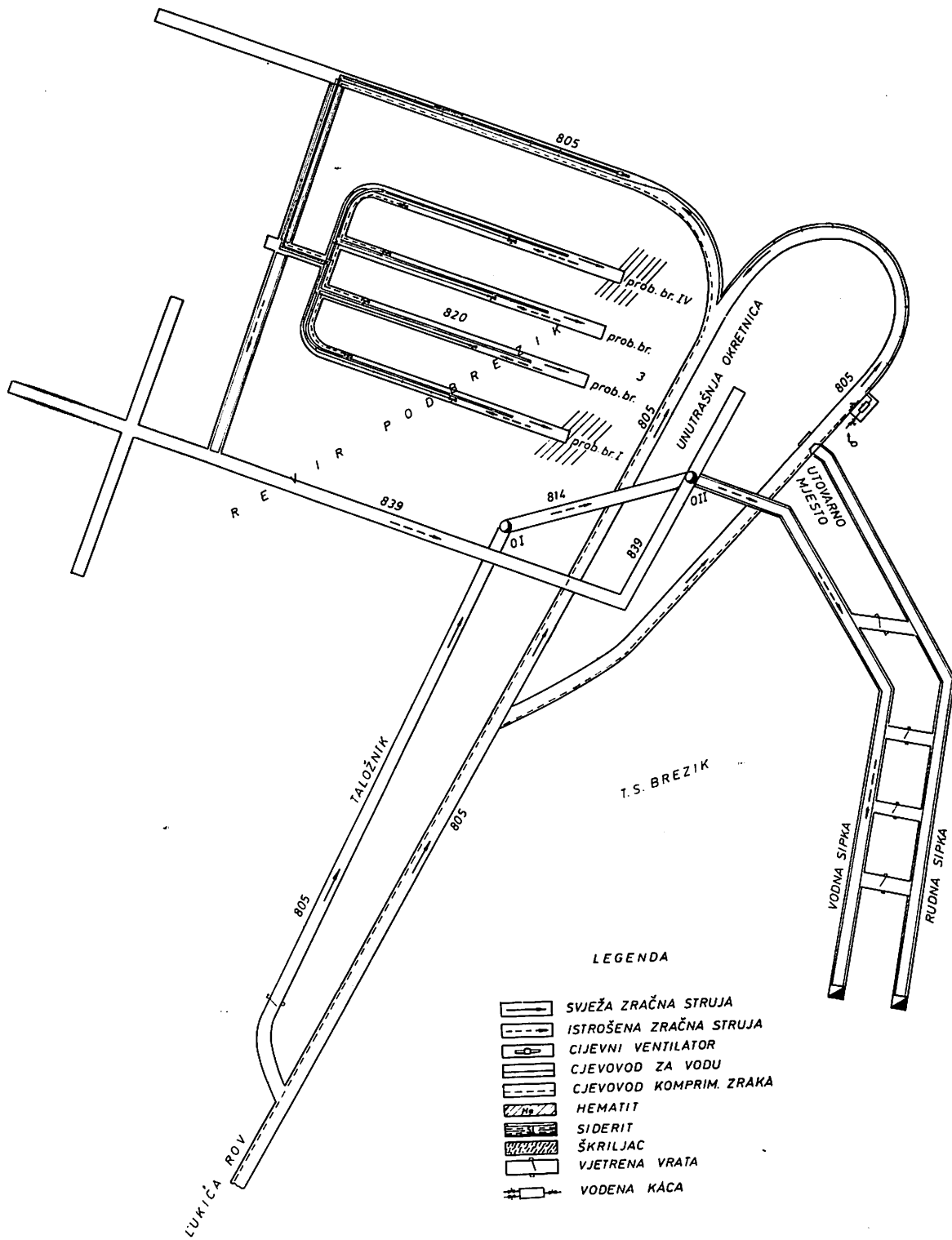
Do pojave grupnih i pojedinačnih trovanja radnika plinovima nastalim nakon miniranja dolazi kod radilišta koja se iz bilo kojih razloga provjetravaju putem difuzije i komprimiranog zraka, što je nedovoljno za razređenje ovih plinova u granice ispod MDK. Osim toga, do trovanja dolazi i u svim slučajevima kada radnici dolaze na čelo radilišta u periodu kraćem od 1 sata nakon miniranja, što je nedovoljno (u dosadašnjim uslovima) za siguran rad.

Efikasnost primjene vodnih ampula

U cilju suzbijanja agresivne mineralne prašine i otrovnih plinova u jami Droškovac, vršeni su u toku 1972. godine opiti sa vodnim ampulama. Ovi su opiti uslijedili iz saznanja, da se vodne ampule masovno upotrebljavaju umjesto glinenog čepa u zapadnonjemačkim rudnicima kamenog uglja još od 1964. godine i da su njima postignuti dobri rezultati. Mnogobrojni pokusi izvršeni u ovim rudnicima su pokazali da vodne ampule unesene u bušotinu kao zapuna iza eksplozivnog punjenja, daju izvanredno dobre rezultate. Tako su mjerenja na jednom smjernom hodniku pokazala da je primjenom vodnih ampula umjesto čepa od gline smanjena zaprašnost za cca 80%.



Sl. 1 — Situaciona karta jame Droškovac — H 740/720
 Fig. 1 — Situation map of Pit Droškovac — H-740/720



Sl. 2 — Situaciona karta jame Podbrezik
 Fig. 2 — Situation map of Pit Podbrezik.

Pošto su u 1972. godini vršeni samo pripremni radovi na otvaranju i razradi ležišta siderita i hematita, to su opiti sa primjenom vodnih ampula vršeni na tri smjerna hodnika (po pružanju slojeva) i to na horizontima 720 (siderit), 740 (škriljac) i 820 (hematit). Naročito su važni rezultati opita izvedenih na horizontu 720 pošto je plan razvoja rudnika Vareš pretežno orijentisan na eksploataciju siderita (zahtjev tehnološkog procesa visokih peći), pa će se oko 90% svih radova izvoditi u sideritu.

Na situacionoj karti jame Droškovac (sl. 1) dat je šematski prikaz radilišta na kojima su vršeni opiti u sideritu (proba br. 1) i škriljcu (proba br. 2).

Na situacionoj karti jame Podbrezik (sl. 2) dat je šematski prikaz radilišta na kome je vršen opit u hematitu (proba br. 3).

Vodne ampule proizvodnje »Zanatprodukt« Stara Pazova, koje su primjenjene kod opita, imaju slijedeće standardne dimenzije:

dužina	— 38 cm
promjer pune ampule	— 2,8 cm
debljina stijenke	— 0,15 mm
širina prazne ampule	— 4,4 cm

Vodna ampula ima samozatvarajući ventil i može da primi 0,23 l vode.

Položaj vodne ampule u minskoj bušotini je izveden na taj način, što se u bušotinu najprije stavlja eksploziv, zatim vodna ampula i na kraju kratak glineni čep radi zadržavanja vodne ampule od ispadanja. Punjenje vode pomoću ventila veoma je jednostavno i vrši se iz crijeva za vodu.

Smanjenje zapašenosti jamskog zraka dolazi otuda što se voda prilikom eksplozije raspršava u sitne kapi, odnosno u vidu magle, pa uspješno djeluje u pogledu apsorbovanja čestica prašine. Čestice prašine koje se pojavljuju pri miniranju, kada se primjenjuje čep od vode, imaju manju sposobnost lebdenja, pa se ranije talože nego u slučaju primjene klasičnog glinenog čepa.

Pri izvođenju podzemnih minerskih radova nastaju otrovni plinovi, od kojih su najotrovniji nitrozni. Stepentoksičnosti nitroznih plinova u odnosu na CO je 10. Dušični oksidi su lako rastvorljivi u vodi, što je podstaklo naučnike da ispituju djelovanje vode na ove plinove. Pri eksperimentima sa vodnim ampulama karakteristične pare nitroznih plinova se nisu pojavljivale i radnici su mogli poslije miniranja da dolaze na radilište bez posljedica od trovanja ovim plinovima.

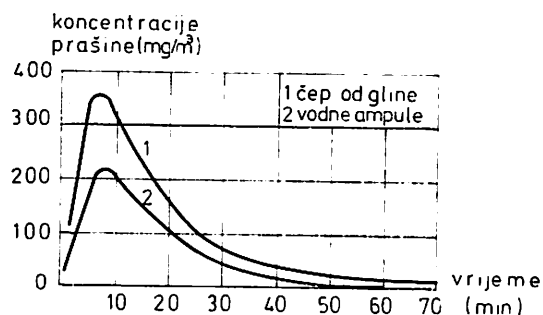
Tablica 9

Koncentracija prašine nakon miniranja prema vrsti čepova

Mjesto i vrijeme mjerenja	glina		vodne ampule		MDK	
	č/cm ³	mg/m ³	č/cm ³	mg/m ³	č/cm ³	mg/m ³
1. Horizont 720 (siderit)						
— prije miniranja	536	1,18	142	0,28	880	1,94
— 10 minuta nakon miniranja	13.020	330	8.860	200		
— 20 " " " "	12.400	150	6.540	116		
— 30 " " " "	10.060	64	1.620	40		
— 40 " " " "	9.380	46	1.020	25		
— 50 " " " "	8.080	31	1.000	16		
— 60 " " " "	6.200	21				
2. Horizont 740 (škriljac)						
— prije miniranja	740	1,18	125	0,21	1.750	3,85
— 10 minuta nakon miniranja	11.860	178	3.360	92		
— 20 " " " "	10.400	80	1.340	62		
— 30 " " " "	9.000	75	920	36		
— 40 " " " "	7.300	65	580	20		
— 50 " " " "	5.400	58	290	12		
3. Horizont 820 (hematit)						
— prije miniranja	970	2,36	406	0,85	880	3,00
— 10 minuta nakon miniranja	18.118	500	8.920	275		
— 20 " " " "	12.940	356	7.600	200		
— 30 " " " "	10.740	320	3.340	90		
— 40 " " " "	5.900	285	1.500	53		
— 50 " " " "	2.080	220	830	31		
— 60 " " " "	1.020	150	300	20		

U tablici 9 dat je uporedni pregled brojčane i gravimetrijske (težinske) koncentracije prašine nakon miniranja na sva tri radilišta uz primjenu glinenih čepova i vodnih ampula. Konimetrijski pokazatelji č/cm^3 određeni su konimetrom.

Efikasnost vodnih ampula na obaranju prašine kod miniranja u sideritu je prikazana na slici 3.



Sl. 3 — Efikasnost vodnih ampula na obaranju prašine kod miniranja u sideritu
Fig. 3 — Efficiency of water ampullas for dust collection during blasting in siderite

Iz tabličnog pregleda i dijagrama se vidi visoki efekat primjene vodnih ampula. Tako su brojčane koncentracije prašine 50 minuta nakon miniranja kod izrade hodnika u sideritu 8 puta manje, u škripljcu 19 puta, a u hematitu oko 3 puta manje kod primjene vodnih ampula u odnosu na upotrebu glinenih čepova. Isto su tako težinske koncentracije prašine analogno tome 2,5, odnosno 7 puta manje.

Značajno je napomenuti da su i gubici u proizvodnji zbog čekanja na razređenje mnogo manji nego kod klasičnog načina začepljavanja minskih bušotina, pošto radnici mogu prije da se vrate na radilište.

Efikasnost vodnih ampula na smanjenje koncentracije $\text{NO} + \text{NO}_2$ kod miniranja u sideritu prikazana je na sl. 4.

Dok je koncentracija nitroznih plinova uz primjenu glinenih čepova i sat vremena nakon miniranja iznad MDK, kod primjene vodnih ampula ova je koncentracija u granicama MDK (5 ppm) već 10 min nakon miniranja.

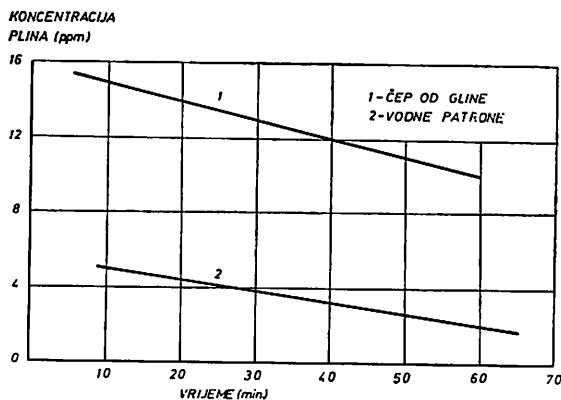
Osim toga, što vodne ampule znatno smanjuju zaprašenost i zapljinjenost poslije miniranja, postoje i druge prednosti za njihovu primjenu, a to su:

- vrijeme začepljavanja je duplo manje u odnosu na klasično,
- cijena vodne ampule je niža od cijene glinenih čepova, i

— bolje se koristi energija eksploziva kod miniranja.

Efikasnost mokrog bušenja

Bušenje predstavlja osnovni izvor i uzrok zaprašenosti, pošto oko 85% ukupno iz-



Sl. 4 — Efikasnost vodnih ampula na smanjenje koncentracije $\text{NO} + \text{NO}_2$ kod miniranja u sideritu
Fig. 4 — Efficiency of water ampullas for the decrease of $\text{NO} + \text{NO}_2$ concentration during blasting in siderite

dvojene prašine otpada na ovu fazu tehnološkog procesa.

Opitima je utvrđivana:

- brojčana i težinska koncentracija prašine u toku suhog bušenja,
- brojčana i težinska koncentracija prašine u toku mokrog bušenja i
- efikasnost mokrog bušenja u pogledu smanjenja koncentracija prašine.

Rezultati opita su navedeni u tablici 10

Iz ovog tabličnog pregleda može se ocijeniti da se primjenom mokrog bušenja koncentracija prašine smanji u prosjeku za 10 puta u odnosu na suho bušenje, što nažalost nije ni izdaleka zadovoljavajuće. Naime, i primjena mokrog bušenja koncentracije prašine na radilištima prelazi nekoliko puta dozvoljene granice (MDK), što predstavlja pogodno tlo za razvoj pneumokonioze.

Nedovoljna efikasnost vode za suzbijanje prašine proizilazi iz visokog površinskog napona vode, koji ne dozvoljava kvašenje sitnih čestica prašine veličine ispod 5 mikrona, naročito ako ove apsorbuju na svojoj površini plinove u vidu plinskog omotača.

Daljnje mjere za suzbijanje prašine Bušenje

Rezultati opita izvršenih u jami Droškovac kod mokrog bušenja pokazali su da je

Tablica 10

Koncentracija prašine u toku bušenja prema načinu bušenja

Mjesto i vrijeme mjerenja	suho bušenje		mokro bušenje		MDK	
	č/cm ³	mg/m ³	č/cm ³	mg/m ³	č/cm ³	mg/m ³
1. Horizont 720 (siderit)						
— prije bušenja	9140	200	644	16	880	2,15
— kod zabušivanja	9360	250	1420	20		
— u sredini bušotine	14260	280	1620	22		
— na kraju bušotine	15160	300	1680	25		
2. Horizont 740 (škriljac)						
— prije bušenja	10560	175	800	12	880	1,74
— kod zabušivanja	12340	200	1140	14		
— u sredini bušotine	14880	230	1500	19		
— na kraju bušotine	15500	250	1880	22		
3. Horizont 820 (hematit)						
— prije bušenja	10680	225	2000	35	880	3,00
— kod zabušivanja	12260	275	2340	50		
— u sredini bušotine	12940	316	2380	56		
— na kraju bušotine	14880	325	2500	64		

koncentracija prašine daleko iznad MDK i da postoji neposredna opasnost po zdravlje zaposlenih radnika. Ova ispitivanja su pokazala da treba primjeniti nove metode neutralizacije prašine nastale bušenjem.

U cilju neutralizacije prašine nastale bušenjem treba primjenjivati postupke koji su odmaćeni u rudnicima industrijski razvijenih zemalja. Nekoliko tih sistema prikazano je šematski.

Na slici 5 prikazana je šema odsisavanja i taloženja prašine kod suhog bušenja »PRO — 18 L«

Bušilica radi u sprezi sa hvatačem prašine. Pod uticajem depresije koja se stvara od strane ejektora, prašina koja se stvara pri bušenju odvodi se zračnom strujom neposredno ispod krune i odvlači se dalje kroz bušaču šipku i crijevo u hvatač prašine.

U hvataču prašine se krupna prašina izdvaja iz zračne struje i pada u sabirnik, dok se tanka — disprensna prašina koju zrak odnosi, zadržava u filtru. Prečišćeni zrak izlazi kroz ejektor u atmosferu rudarskih prostorija.

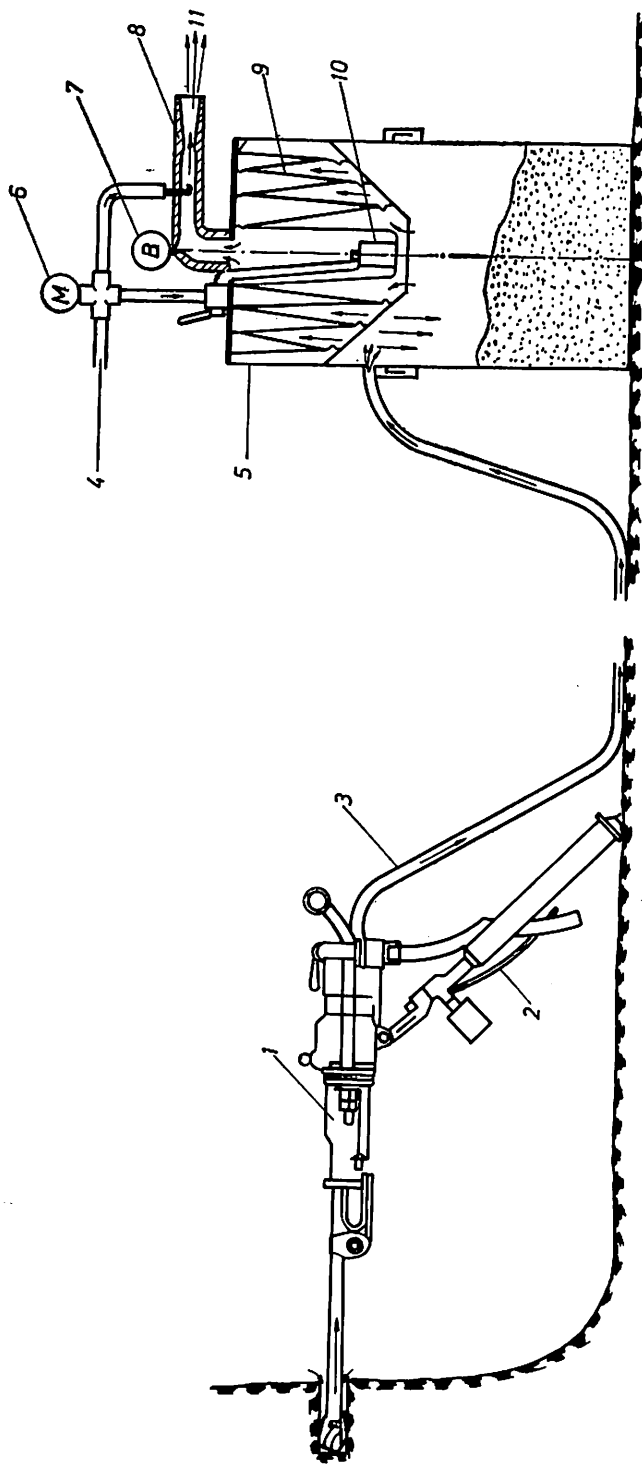
Filtar od tekstila je snabdjeven uređajem za potresanje u cilju skidanja nataložene prašine. Kao element za filtriranje služi dvo-slojna flanelna tkanina. Potresanje se obav-

lja dva — tri puta u smjeni. Ovaj tip hvatača prašine je sa uspjehom prošao kroz ispitivanja u rudnicima SSSR-a. Zapršenost zraka na radnom mjestu i u blizini hvatača prašine nije premašivala vrijednost od 1 mg/m³. Jednostavniji i funkcionalniji princip taloženja prašine je prikazan na slici 6. Ovaj sistem taloženja prašine »Königsborn« se masovno primjenjuje u zapadno-njemačkim rudnicima.

Ejektor za usisavanje prašine kod ovog taložnika je firme »Hölter — Gladbeck« (slika 7).

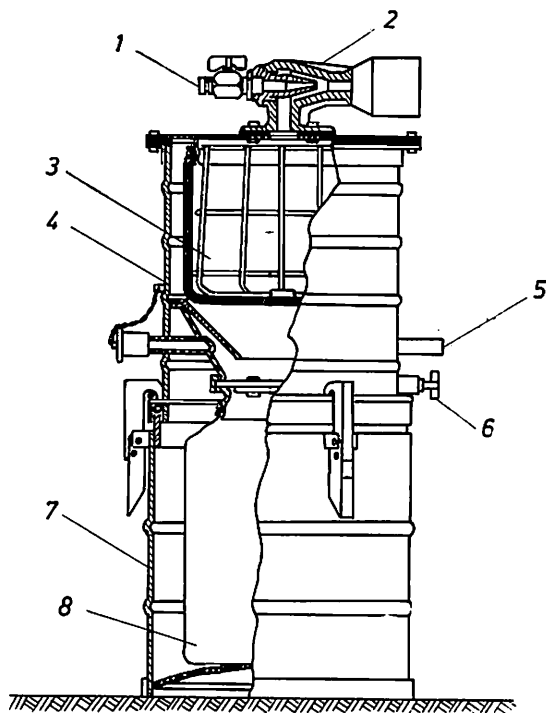
Uređaj je predviđen za upotrebu u rudnicima i kamenolomima, kao i kod tunelskih radova. Za usisavanje nastale prašine potreban potpritisak se stvara putem ejektora sa pogonom na komprimirani zrak. Na uređaj se može priključiti jedan ili dva bušača čekića. Priključak drugog bušačeg čekića se preporučuje samo tada, kada se buši kompaktna stijena.

Ovaj uređaj funkcioniše na istom principu kao i opisani. Gornji sabirnik opasuje usisni dio. Sastoji se od gornjeg poklopca, ejektora sa prigušivačem zvuka, dva filtra i specijalne filtarske materije i žičane korpe koja sprečava skupljanje filtara usljed potpritisaka. U donjem dijelu gornjeg sabirnika



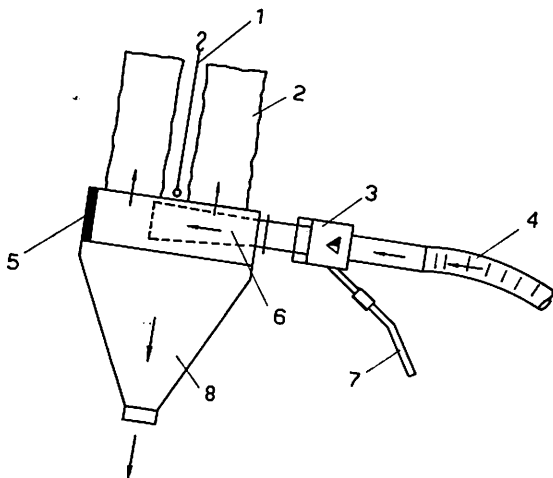
Sl. 5 — Šema odsisavanja i taloženja prašine kod suhog bušenja »PRO — 18 L«
 1 — pneumatska bušilica sa uređajem za odsisavanje prašine; 2 — pneumatska polpora; 3 — crijevo za odvođenje prašine; 4 — dovod komprimiranog zraka za napajanje ejektora i vibratora; 5 — taložnik prašine; 6 — manometar; 7 — vakuum metar; 8 — ejektor; 9 — filter; 10 — vibrator

Fig. 5 — Diagram of dust intake and collection with dry drilling »PRO-18 L«



Sl. 6 — Sema taložnika prašine »Königsborn«
1 — priključak komprimiranog zraka na ejektor; 2 — ejektor sa prigušivačem zvuka; 3 — usisni dio sa filtrom; 4 — gornji sabirnik; 5 — priključak na usisno crijevo; 6 — zaklopka; 7 — sakupljač prašine (taložnik); 8 — klasična vreća

Fig. 6 — Diagram of »Königsborn« type dust collector



Sl. 7 — Injektor za usisavanje prašine firme »Hölter — Gladbeck«
1 — vješalica; 2 — filtersko crijevo od perlona; 3 — ejektorska mlaznica; 4 — usisno crijevo; 5 — ploča; 6 — difuzor; 7 — priključak komprimiranog zraka; 8 — prostor za sakupljanje prašine.

Fig. 7 — »Hölter — Gladbeck« dust intake injector

nalazi se zaštitni ljevjak koji služi za zaštitu filtera od štetnog uticaja vlage. Kod izmjene sakupljača prašine, odnosno plastične vreće, gornji sabirnik se pomoću zaklopke zatvori da bi se spriječilo ispadanje prašine.

Uređaj radi na potpritisku putem ejektora. Potpritisak djeluje do bušaće krune. Zahvaljujući tome, zračna struja izvlači iz bušotine prašinu i dovodi ju kroz bušaću krunu, bušaću šipku, usisnu glavu i usisno crijevo u sabirnik sa filterima.

Prednosti ovog sistema taloženja prašine u odnosu na mokro bušenje su sljedeće:

- potpuno odsisavanje agresivne mineralne prašine
- primjena svakog ručnog bušaćeg čekića
- odsisavanje se može vršiti iz svakog pravca
- može se upotrebljavati i u raspucanim stjenama i
- bušotine se mogu čistiti i bez duvanja.

Miniranje

U prethodnom poglavlju obuhvaćena je primjena vodnih ampula kao čepova kod minskih bušotina i njihova efikasnost na obaranje prašine i na smanjenje koncentracije nitroznih plinova. Na osnovu ovih rezultata, došlo je do masovne primjene vodnih ampula na pripremnim radovima u jami Droškovac.

Na bazi pozitivnih iskustava zemalja zapadne Evrope, potrebno je izvršiti detaljno istraživanje uticaja čepa iz želatinoznog gela (paste) na smanjenje koncentracije agresivne mineralne prašine i otrovnih plinova, kao i na efekte miniranja. Ova pasta može se unositi u bušotinu u obliku ampula ili ubacivanjem mase pneumatski.

Da bi poduzeli daljnje mjere za neutralizaciju prašine, neophodno je pratiti nova saznanja na ovom području borbe protiv prašine.

Suzbijanje prašine, koja nastaje prilikom miniranja, zahtjeva posebne mjere, jer se u toku procesa miniranja stvara odjednom i u velikoj količini prašina koja prodire u pluća.

Za izbor prikladnog načina miniranja u pogledu smanjenja stvaranja prašine i otrovnih plinova treba se pridržavati sljedećeg:

- primjeniti eksploziv, koji će za određenu svrhu po svom efektu zadovoljiti. Izbjegavati jače eksplozive i jače punjenje od potrebnog,
- izabrati onu vrstu zaloma koja će raz-

- vijati srazmjerno male količine prašine i otrovnih plinova,
- izabrati po mogućnosti što veću dužinu odvala i
- minirati trenutno.

SUMMARY

Results of Investigations on Dust and Gas Accumulation During Drilling and Blasting in Mine and Steelworks Vareš Underground Workings

M. Foršek, min. eng. — M. Vukić, min. eng. — K. Kauzlarić, min. eng. — S. Saračević, min. eng.*)

The article presents theoretical backgrounds and contemporary achievements in the area of protection against dust and harmful gases and the results of investigations on the possibility of reducing the production of such harmful impurities and their accumulation in Mine Vareš underground workings.

A particular emphasis is put on the need of using above results for detailed study into the effects of gel stemming on the decrease of mineral dust and harmful gases concentrations, as well as on blasting efficiency. The decrease of dust and gas concentrations requires the application of milder explosives and lower charges, as well as blasting by instantaneous detonators.

Literatura

1. Kauzlarić, K. — Vukić, M. 1972: Neutralizacija prašine nastale miniranjem pomoću vode. — »Sigurnost u rudnicima«, br. 1 — Beograd.
2. Komision der Evropeischen Gemeinschaften, 1972.; — Technische staubbekämpfung im Bergbau, Luksemburg.
3. Stotsches, B., Jung, H. 1962.: Staub und Silikosen bekämpfung im Bergbau, Berlin Akademie Verlag.
4. Vukić, M., — Kauzlarić, K. 1971: Otrovni gasovi kod izvođenja minerskih radova u jami Droškovac Rudnika i željezare Vareš. — »Sigurnost u rudnicima« br. 2. Beograd.
5. Wild, H. W. 1972.: Neuere Erkenntnisse und Massnahmen zur Bekämpfung des Staubes bei der Sprengarbeit, Ruhrkohle A.G. Essen.

*) Dipl. ing. Mladen Foršek, upravnik Zavoda Sarajevo (Savezni centar za zaštitu i obrazovanje u rudarstvu i industriji Tuzla), dipl. ing. Milutin Vukić, glavni rudarski inspektor SRBiH, Sarajevo, dipl. ing. Kazimir Kauzlarić, šef službe zaštite na radu R. i Željezare Vareš, dipl. ing. Sead Saračević, viši stručni saradnik u Institutu za rudarska i hemijsko-tehnološka istraživanja, Tuzla

O novom filteru za uzorkovanje lebdeće prašine AF-PC, ϕ 35 mm

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Marija Ivanović

Prikazana je nova vrsta filtra za uzorkovanje prašine za gravimetrijska određivanja stepena zaprašenosti vazduha. U članku su iznesena preimućstva ovog filtra u odnosu na ostale tipove filtra.

Za konstatovanje stvarnog stanja zaprašenosti i primenu odgovarajućih tehničkih mera za smanjenje zaprašenosti neophodno je što tačnije odrediti i ugroženost radnika, tj. stepen zaprašenosti radne sredine.

Istovremeno količina uzete probe na filteru treba da bude dovoljna i za ispitivanje mineraloškog sastava lebdeće prašine (rendgenski, infraruž, DTA — analizom i dr.).

Da bi se izdvojila takva količina lebdeće prašine na filteru, potrebno je da se ispuni niz pretpostavki:

- Filtar mora imati dovoljan stepen izdvajanja fine prašine.
- Otpor filtra mora biti tako nizak, a mogućnost zadržavanja tako velika da se na filteru može sakupiti dovoljno velika količina prašine, kako bi bila dovoljna za sve analitičke probe.
- Prašina se mora u potpunosti odvajati od filtarskog materijala.
- Radi što tačnijeg određivanja koncentracije, filtarski materijal mora imati konstantnu težinu.

Sve navedene zahteve ispunjava u idealnoj meri novi filtarski materijal AF-PC ϕ 35 mm, koji proizvodi firma Slovenské lučavké závody Narodny Podnik, Hnušta — Likier — ČSSR (sl. 1).

O njegovoj podobnosti za merenje prašine izneo je referent na Međunarodnoj konfe-

renciji za prašinu u Beogradu decembra 1970. godine.

U diskusiji koju je posebno imala grupa za mernu tehniku lebdeće prašine, referent je detaljnije izneo svoja zapažanja i ispitivanja sa konstatacijom da su ta merenja sa filtrom AF-PC ne samo ispunila ranija očekivanja već ih i prevazišla.

Filtar »AF-PC« i njegove osobine

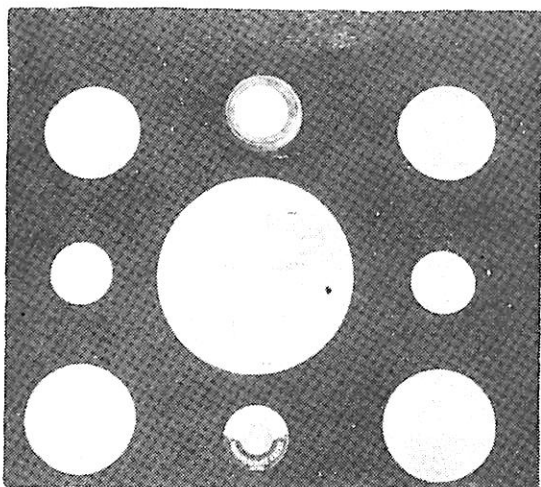
Analitički filtri PC izrađeni su od organskih mikrovlakana, na bazi hloriranog polivinil hlorida, koja se nanose na tekstilnoj podlozi pod velikim elektrostatičkim naelektrisanjem (sl. 2).

Mikrovlakna, koja stvaraju direktni filtarski sloj su hidrofobna*), postojana protiv kiselina, alkalija i alkohola. Nisu otporna prema organskim rastvaračima kao npr. acetonu, etil acetatu i hloriranim ugljovodonicima.

Filtraciono dejstvo (efekat filtracije)

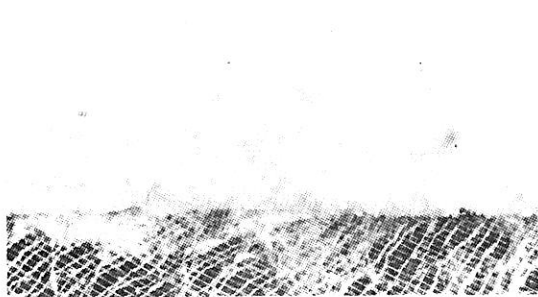
Analitički mikrovlaknasti filtarski materijal AF-PC ima visok stepen korisnog filtracionog dejstva. Za ugljenu i silikatnu prašinu preko 99%, za keramičku, tekstilnu i azbestnu in-

*) Hidrofoban, tj. poseduje konstantnu težinu.



Sl. 1 — Izgled filtra AF-PC raznih prečnika.

Fig. 1 — Appearance of various diameter Filters AF — PC



Sl. 2 — Izgled organskih mikrovlakana AF-PC nanešenih na odgevarajuću tkaninu.

Fig. 2 — Appearance of organic microfibres AF — PC located on a suitable fabric

dustriju, kao i livnice, stepen korisnog dejstva je veći od 97%.

Ispitivanja koja su vršena na filtru za potrebe proizvođača, pokazala su sledeće karakteristike:

Tablica 1

Pokazatelji filtracione materije AF-PC

Otpor kod konstantne čeonje brzine 9,42 cm/sec u mm/Vs	7 — 11
Propustljivost za aerosol kvarcne prašine ispitivana pod uslovima propisanim od strane organa za higijenu ČSSR. Broj propuštenih čestica za 1 cm ³	30
Koeficijent prodora uljne magle meren pri čeonjoj brzini od 1,67 cm/sec i koncentraciji od 2 g/m ³ . Očitano posle 45 sec u % iznosi	1
Težina filterskog sloja po m ²	oko 45 g

Prianjanje prašine i kapacitet zadržavanja

Zahvaljujući velikom elektrostatičkom naelektrisanju, moguće je, bez veće promene otpora, uzeti probe prašine (organskog i mineralnog porekla) koje se inače loše zadržavaju na drugim filtrima, bez bojazni da može doći do gubitaka pri manipulisanju i transportu (max. 40—50 mg).

Analitički mikrovlaknasti filter AF-PC podnosi toplotu do 60°C, bez deformacija i izmene strukture.

Određivanje gravimetrijske koncentracije lebeće prašine

Mikrovlaknasti filter AF-PC, zbog hidrofobnog svojstva, pre upotrebe ne treba sušiti ni u eksikatoru ni u sušnici. Materijal na koji je nanesen filter je takođe hidrofoban. Filter se izvadi iz kutije pincetom, odstrani se s jedne srtane mrežica, položi na list kancelarijskog papira sa vlaknima nadole. Vlakna koja su se odvojila pri skidanju mrežice, treba odstraniti pincetom ili ih pritisnuti. Potom, drugim listom kancelarijskog papira se prekriju filteri i lako se preko njih prevlači gumeni valjak, koji se upotrebljava u fotografiji. Na taj način će sva odignuta vlakna prionuti za filter. U iste svrhe se može primeniti i jedan nešto drugačiji postupak. Prethodna tehnika skidanja mrežice sa filtera je ista, samo se valjanje vrši na metalnoj ploči vlaknima okrenutim nadole, sa odgovarajućim metalnim valjkom. Tako pripremljeni filter se obeleži i pincetom prenese na elektronsku ili električnu vagu, koja poseduje vrednost najmanjeg merenja od 0,05 mg. Na kraju se izmereni filter pincetom stavlja u metalni prs-

ten. Time je filter spreman za vršenje uzorkovanja lebdeće prašine.

Uzorkovanje lebdeće prašine vrši se gravimetrijskim instrumentom »AERA« koji po seduje protok od 20 l/min. Postupak je sledeći: na mestu merenja prsten sa filtrom se navrne na držač prstena koji se nalazi na crevu instrumenta. Kada se završi uzorkovanje, prsten sa filtrom se skida, stavlja u kolonu sa ostalim prstenovima gde se nalazi razvijlač čistih i upotrebljenih filtara.

Uzorkovanje se takođe može vršiti bilo kojim drugim instrumentom koji poseduje protok od 20 l/min. (sl. 3)

Za određivanje gravimetrijske koncentracije potrebno je uhvatiti najmanje 1,0 mg prašine da bi se imala tačnost od $\pm 5\%$. Koristeći se iskustvom koje je stečeno u čehoslovačkim rudnicima metala. Vreme uzimanja probe može se odrediti na sledeći način (prašina se može oceniti vizuelno):

— u vrlo zaprašenoj sredini, red veličina 1000 mg/m³, vreme snimanja je kratko od 2 do 3 min;

— u zaprašenoj sredini reda veličine 100 mg/m³ vrši se snimanje od 5 do 10 min;

— u jamskoj atmosferi malih koncentracija prašine od 5 do 50 mg/m³, vreme za uzimanje probe iznosi 10—100 min i još i više. Posle uzimanja probe u jami, filter se vadi iz prstena ili sa prstenom stavlja u eksikator da bi se odstranila vlaga iz uzetog uzorka. U eksikatoru treba da ostane 12 h. Ako je uhvaćena prašina samo malo higroskopna, tada se preporučuje da se filteri pre merenja ostave 1 čas u laboratorijskoj atmosferi. Ako postoji sumnja da je prašina vrlo higroskopna, preporučuje se da se filter sa uzorkom odmah meri, čim se izvadi iz eksikatora. Ovaj postupak smanjuje greške u merenju.

Dalje je moguće određivanje frakcionog sastava direktno sa filtra, stapanjem dela filtra omogućuje se oslobađanje uzorka prašine.

Prednosti mikrovlaknastog filtra AF-PC nad ostalim filtrima

Od membranskih filtara, koji se za sada smatraju najboljim, imaju sledeće prednosti:

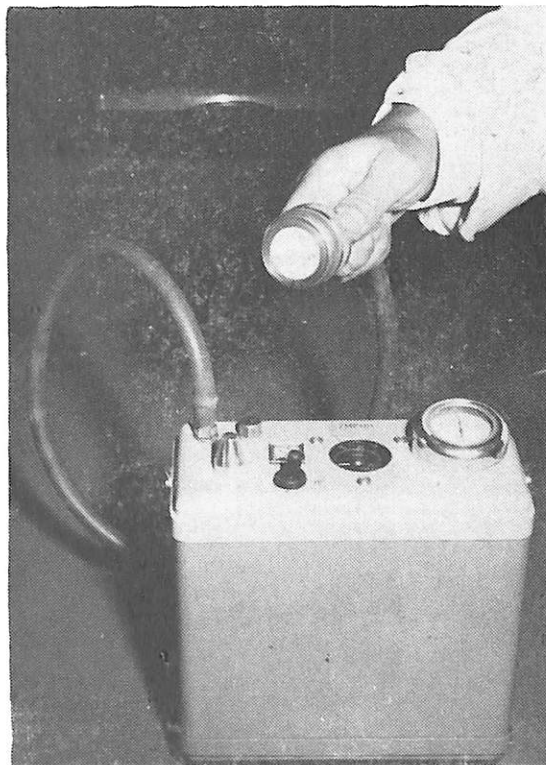
- a) manji otpor,
- b) zahvaćena prašina ne otpada pri manipulaciji i transportu pa se zato ne gubi.

Iste, napred navedene, prednosti ima i nad celuloznim, celuložno-azbestnim i onim od staklenih vlakana.

Kod celuloznog filtra koji ne daje pepeo, moguće je zadržati u celini mineralnu prašinu sagorevanjem, ali se kod sagorevanja prašina u mnogo čemu promeni. Tako, na primer, prelazi kaolinit u metakaolinit, a sve prašine koje sadrže kristalnu vodu pri tome se razaraju.

Kod membranskog filtra moguće je da se prašina spere sa filtra ili da se ostruže. Ovi filteri dozvoljavaju naročito povoljno i prosto izdvajanje prašine.

Kod celulozno azbestnih i filtara od staklenih vlakana prašina prodire u njihove pore i može se samo delimično izdvojiti sa njih.



Sl. 3 — Aparat sa filtrom AF-PC pripremljen za uzorkovanje.

Fig. 3 — The apparatus with filter AF — PC ready for sampling

Mikrovlaknosti filter AF — PC pruža naročito elegantan način izdvajanja prašine. Pošto se on rastvara u benzolu bez ostataka, sakupljena prašina se može izdvajati pomoću centrifuge i višestrukim ispiranjem, a onda se stavlja u posudu za merenje.

Sem toga, postoji mogućnost da se rastvor filtrira kroz membranski filter, a onda se ostruže ili natera u posudu za merenje.

Tako oslobođen uzorak služi dalje za analizu sastava lebdeće prašine (mineraloško, rentgenografsku i dr.).

Prednosti koje poseduje nad ostalim filterima (papirnim, membranskim, od azbestnih vlakana i dr.) čine ga prihvatljivijim za merenje gravimetrijske koncentracije i analizu sastava prašine.

Filter AF-PC poseduje hidrofobne osobine i mogućnost uzimanja velikog uzorka bez otpadanja pri manipulaciji i transportu, a istovremeno poseduje mogućnost uzimanja velikog uzorka, bez veće promene otpora filtera.

Iz tih razloga nastaje masovno prelaženje uzorkovanja sa filterima od filterarskog materijala AF-PC ili nekim drugim filterima koji su napravljeni na istom principu (mikrosorban filter).

Neka iskustva sa mikrovlaknastim filterom AF-PC

Od septembra 1971. god., u Zavodu za ventilaciju i tehničku zaštitu RI-a, Beograd, počela je primena filtera AF-PC za uzorkovanje lebdeće prašine u rudnicima i pratećim

pogonima. Za vreme od dve i po godine rada, došli smo do saznanja i stekli iskustvo sa ovim filterima koje ohrabruje i potvrđuje njihovu visoku vrednost i obezbeđuje veoma visoku tačnost pri uzorkovanju lebdeće prašine.

Pre filtera AF-PC uzorkovanje smo vršili sa staklenim olanžama sa vatnim filterom, koje su imale odvagu od 20—45 g, a vreme pripreme za 10 takvih uzoraka trajalo je ceo jedan dan, a isto toliko i obrada posle uzorkovanja (ne računajući vreme pranja, sušenja i punjenja alonži vatrom).

Dok mikrovlaknasti filteri AF-PC imaju odvagu samo 0,15 g, a u toku jednog dana moguće je spremati 50 pa i više filtera pre merenja, a posle uzorkovanja isto je toliko potrebno vreme da se izvagaju (naravno posle sušenja u eksikatoru od 12 h).

Primenom filtera AF-PC povećana je tačnost merenja, zbog manje odvage u odnosu na uzeti uzorak lebdeće prašine. Vreme pripreme i obrade je smanjeno od potrebnih 15 dana na svega 2 dana (za prosečno 60 merenja).

Uzorak iz staklene alonže za analizu disperznog sastava kao i mineralošku, bilo je nemoguće upotrebiti, dok mikrovlaknasti filter AF-PC to omogućuje na vrlo jednostavan način.

Kao što se vidi, filteri AF-PC ispunjavaju niz napred postavljenih uslova, a naročito su pogodni za rutinska merenja, koja moraju biti brza i jeftina, a istovremeno i dovoljno tačna.

SUMMARY

About the New Filter for Fly Ash Sampling AF — PC, of 35 mm dia.

M. Ivanović, min. eng.*)

This is an information on the new method for fly ash sampling by filter AF-PC. During the second half of 1971, this filter was introduced in Rudarski institut — Beograd for determining fly ash gravimetric concentration. The advantage of this filter over the method previously used for routine sampling is that it provides gentle, more simple and more accurate work.

*) Dipl. ing. Marija Ivanović, stručni saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu RI, Beograd.

Its moisture loss is low, at the same time being hydrophobous (having a constant weight). Its advantage over the filters currently applied world-wide is that it permits sampling larger amounts of dust without any basic resistance increase, as well as the preparation of the dust for further analysis in a very suitable way.

Literatura

1. Nedbalek, B, 1970: Iskustvo sa gravimetrijskom metodikom merenja prašine u Čehoslovačkim rudnicima metala. Međunarodna konferencija o prašini u rudarstvu i metalurgiji. — Prag.
2. Winkel, A. 1959: Über eine neue Methode sur Staubmessung Staub br. 19 (1959) Nr. 7.

Prilog određivanju zaštitnih stubova na osnovu dozvoljenih deformacija

(sa 7 slika)

Mr ing. Osman Pehlić

Kod određivanja veličine površinskih objekata potrebno je poznavanje veličina deformacija površine terena. — Veličina graničnog ugla zaštitnih stubova zavisa od dozvoljenih deformacija. — Na osnovu istraživanja terena dobijeni su podaci koji utiču na deformaciju terena odn. na deformacije na površinske objekte. Zarušavanjem povlatnih slojeva nastaju vrlo brzo deformacije na površini.

Kod određivanja parametara zaštitnih stubova uzeto je u obzir sumiranje uticaja otkopavanja oba povlatna sloja.

Uvod

Zaštita građevinskih i rudarskih objekata od štetnog uticaja podzemne eksploatacije mineralnih sirovina, obrađena je propisima iz oblasti rudarstva za sve faze podzemnog rudarenja.

Za sve rudnike koji se bave podzemnom eksploatacijom mineralnih sirovina, a posebno oni rudnici koji obuhvataju terene na kojima se nalaze površinski objekti, zaštita tih objekata je obavezna, odnosno ukoliko se ocijeni da postoji potencijalna opasnost za pojedine objekte na površini, potrebno je za njih odrediti zaštitne stubove.

Poseban je problem, određivanje dimenzija tih stubova. Niz primjera u rudarskoj praksi ukazuju da određivanje zaštitnih stubova takvih dimenzija kod kojih nema garancije obezbjeđenja objekata, predstavlja, u stvari, rasipanje u većem obimu, gdje se, s jedne strane, gube ogromne rezerve rudne supstance, a s druge strane, ne obezbjeđuje zaštita objekata, a često dolazi i do šteta na objektima.

Budući da o tom problemu propisi ZOR-a nisu donijeli nikakve »instrukcije« ili pravila, po kojima bi se konstruisali zaštitni stubovi, a u cilju upoznavanja stvarnog stanja pomjeranja masiva, odnosno neposredne i visoke krovine, pod uticajem podzemne rudarske eksploatacije, neophodno je u svakom rudarskom bazenu vršiti opsežna opažanja površine eksploatacionih područja, ka

ko bi se utvrdili parametri deformacije terena, na osnovu kojih se ocjenjuje ugroženost objekata na površini, odnosno, određuju uglovni parametri potrebni kod konstruisanja zaštitnih stubova.

Određivanje zaštitnih stubova na osnovu kritičnih deformacija

Kod zaštite površinskih objekata došlo se do zaključka, da deformacije površine na prostoru štićenog terena, ako ne prelaze određene vrijednosti, imaju odlučujuću ulogu, kod čega se uzimaju u obzir slijedeći parametri:

- vrijednost slegnutog terena
- nagib površine
- neravnomjernost nagnuća-krivina
- horizontalne deformacije u pravcu razvlačenja.

Slijeganje i nagibi terena su pokazatelji, utvrđeni terenskim mjerenjima i radi toga su dosta podesni kod analize.

Međutim, operisanje sa tim vrijednostima ne može se uvažiti kao cjelokupno obrazloženje, jer ta dva elementa nisu u tolikoj mjeri ni štetni po objekte. Više su štetne neravnomjernosti promjena terena, koje treba odrediti, kao krivinu i horizontalna pomjeranja.

Određivanje vrijednosti krivina praktično je teško odrediti, tj. te vrijednosti se ne mogu direktno mjeriti, ali vrijednost krivine

može se odrediti na temelju teoretskog izraza, prema prof. Budryku, (W. Budryk, 1953).

$$T = \frac{W_{\max}}{H} \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (1)$$

gdje je:

W_{\max} — maksimalno slijeganje opažane tačke na terenu; m'

H — prosječna dubina do ležišta; m'

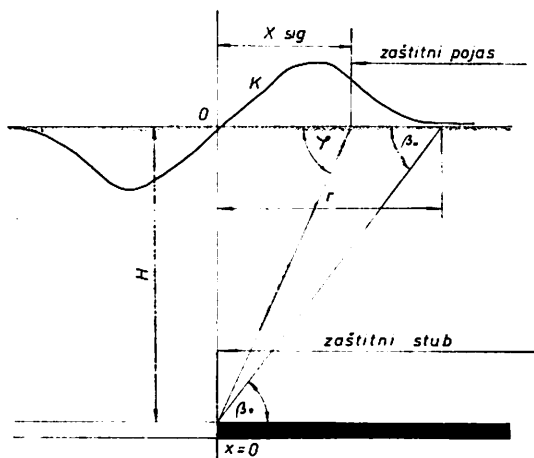
$\operatorname{tg} \beta$ — ugao uticaja na površinu terena

Horizontalna pomjeranja terena mogu se praktično utvrditi terenskim opažanjem kao i pomoću teoretskih izraza (W. Budryk, St. Knothe, J. Litwinsky-1953).

Međutim, kod zaštite površinskih objekata, odlučujuću ulogu imaju promjena krivine (radijus R) i specifične horizontalne deformacije (E mm/m). Kod vrijednosti $R \geq 20$ km objekti ne trpe nikakve štete. Kod promjene krivine $20 > R > 12$ km, na objektima nastupaju neznatne štete, koje je moguće jednostavno otkloniti opravkama.

Što znači, kod (utvrđenog parametra R) manjeg radijusa krivine, nastupaju veće štete na objektima.

Prema teoretskim postavkama prof. W. Budryka i prof. St. Knothe-a, za određivanje mjesta gdje krivina postiže svoju najveću vrijednost, može se izraziti slijedećom jednačinom (sl. 1):



Sl. 1 — Određivanje zaštitnog stuba kod otkopavanja jednog ugljenog sloja

Abb. 1 — Bestimmung des Schutzpfeilers bei Abbau eines Kohlenflöztes

$$K_{\max} = \pm \frac{\sqrt{2\pi} \cdot W_{\max}}{r^2} \cdot e^{-\frac{1}{r^2}} \quad (2)$$

Uvrštavajući u izraz (2), vrijednost za (r) odnosno

$$r = \frac{H}{\operatorname{tg} \beta} \quad (3)$$

imamo konačni oblik za krivinu profila slijeganja

$$K_{\max} = \pm 1,52 \frac{W_{\max}}{H^2} \cdot \operatorname{tg}^2 \beta \quad (4)$$

Budući da maksimalnoj krivini odgovara minimalni radijus krivine, otuda imamo:

$$R_{\min} = \frac{1}{K_{\max}} = \frac{1}{1,52 \frac{W_{\max}}{r^2}} = 0,66 \frac{r^2}{W_{\max}}$$

odnosno:

$$R_{\min} = 0,66 \frac{r^2}{W_{\max}} \quad (5)$$

Prema tome, veličina zaštitnog stuba zavisi od slijedećih faktora:

1. od promjene krivine slijeganja (K_{sig});
2. dozvoljenih specifičnih horizontalnih deformacija (E_{doz});
3. od dubine rudarskih radova (H);
4. od sistema eksploatacije.

Što znači, ako vrijednost radijusa krivine iznosi u granicama dozvoljenih vrijednosti za II kategoriju objekata $R = 20$ km, otuda je

$$K_{\text{sig}} = \frac{1}{20.000} = 5 \cdot 10^{-5} (m^{-1})$$

Poznavajući K_{sig} , može se odrediti sigurna udaljenost X_{sig} (sl. 1), na kojoj se mora nalaziti zaštitni pojas za zaštitni stub.

Za određivanje vrijednosti X_{sig} , može nam poslužiti nomogram (sl. 2).

Radi objašnjenja navodimo primjer određivanja elemenata za konstruisanje zaštitnog stuba u odnosu na položaj površinskih objekata.

Ugljeni sloj prosječne debljine 8,0 m (II krovni-zapadno krilo — Dobrnja sjever), sa

dubinom zalijeganja $H = 160,0$ m, otkopavan je širokočelnom otkopnom metodom sa natkopnim dobivanjem uglja. Na osnovu terenskih mjerenja, utvrđen je ugao uticaja $\beta = 55^\circ$ ($\text{tg}\beta = 1,43$), kao i maksimalno slijeganje terena, 70% u odnosu na moćnost ugljenog sloja koji se eksploatiše ($W_{\text{max}} = 0,7 \cdot 8,0 = 5,6$ m).

Prema izrazu (3) određujemo domet uticaja otkopavanja na površinu terena (r);

$$r = \frac{H}{\text{tg}\beta} = \frac{160,0}{1,43} = 112 \text{ m, a vrijednost,}$$

prema sl. 2, nanosena na apscisu dijagrama iznosi:

$$\frac{K_{\text{sig}} \cdot r^2}{W_{\text{max}}} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 112^2}{5,60} = 0,112$$

Iz dijagrama (sl. 2) određujemo vrijednost

$$\frac{X_{\text{sig}}}{r} = 1,28, \text{ odnosno}$$

$$X_{\text{sig}} = 1,28 \cdot 112 = 143,36 \text{ m'}$$

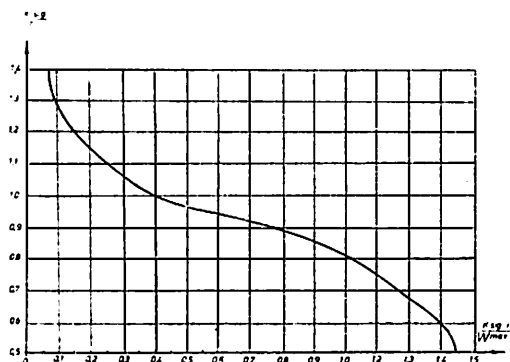
Na osnovu dobivene vrijednosti X_{sig} , određujemo odgovarajući ugao pod kojim ostavljamo zaštitni stub u odnosu na površinske objekte:

$$\text{tg}\beta_0 = \frac{H}{X_{\text{sig}}} = \frac{160,0}{143,36}$$

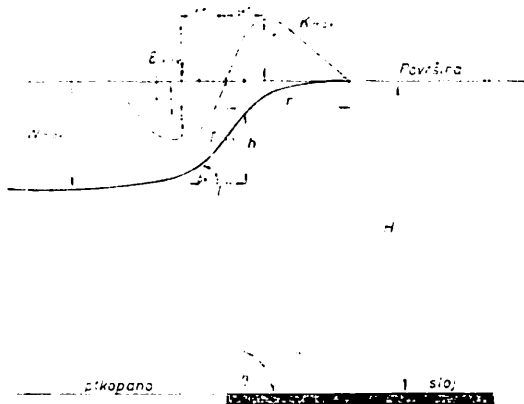
$$\beta_0 = 48^\circ 20'$$

— Veličina horizontalnih pomjeranja djeluje na objekte vrlo slično klizanju terena. Posljedica od horizontalnih pomjeranja su slične kao i kod veličina vertikalnog slijeganja terena. Veličina specifičnih horizontalnih deformacija (E mm/m) sadrži u sebi, na izvjestan način karakteristike radijusa zakrivljenosti, kao i vertikalnih razlika u slijeganju (sl. 3).

— Horizontalne deformacije terena karakteristične su zbog toga što veličina ostavljenih zaštitnih stubova za površinske objekte zavisi od registrovanih vrijednosti horizontalnog pomjeranja terena, a to znači, da se dimenzije zaštitnih stubova mogu odrediti na osnovu dozvoljenog E_{sig} . Za razne objekte E_{sig} je različito, za osjetljive objekte je manje, a za manje osjetljive je veće.



Sl. 2 — Nomogram za određivanje dimenzija zaštitnog stuba.
Abb. 2 — Nomogramm zur Bestimmung der Suchtzpfeilerabmessungen.



Sl. 3 — Teoretski prikaz deformacija krivih.
Abb. 3 — Theoretische Darstellung der Verformungskurven.

— Zatim dimenzije zaštitnog stuba zavise od sistema eksploatacije, jer od toga zavisi veličina slijeganja terena (W_{max}). Kod otkopavanja sa zarušavanjem krovnih naslaga zaštitni stub mora biti širi nego kod otkopavanja sa zasipom.

Kod određivanja dimenzija zaštitnih stubova vrlo važno je odrediti sigurnu udaljenost objekta od granice otkopavanja.

Na osnovu zavisnosti koja je izražena u razlomku dometa uticaja slijeganja terena

$\frac{X_{\text{sig}}}{r}$ (sl. 1), može se odrediti sigurna udaljenost objekta od granice otkopnog polja.

Ako granica zaštitnog stuba na površini zaštitnog pojasa bude udaljena (na planu) od granice otkopnog polja za udaljenost ne manju od X_{sig} , tada objekti koji se nalaze u tom pojasu neće biti oštećeni.

Radi ilustracije, navodi se slijedeći primjer:

Treba odrediti zaštitni stub za površinski objekat pri čemu horizontalne deformacije ne smiju preći vrijednosti $\epsilon_{doz} = \pm 2,4$ mm/m, znači u pitanju je površinski objekat prve kategorije, npr. željeznička pruga Tuzla-Brčko, relacija na rudarskom području »Dobrnja — jug, Dobrnja — sjever«.

Ugljeni sloj se otkopava na dubini $H = 160,0$ m sa prosječnom debljinom otkopavanja $m = 8,0$ m. Ugao uticaja na površinu registrovan terenskim opažanjem iznosi $\beta = 55^\circ$ sa dometom uticaja $r = 112$ m.

Prema izrazu (6) (B. Krupinski, A. Lisowski 1958),

$$C_k = \frac{Edoz \cdot r}{W_{max}} \quad (6)$$

određujemo vrijednost parametra C_k . Iz tablice (1) dobivamo vrijednost $\frac{X_{sig}}{r}$.

Prema utvrđenim terenskim podacima imamo:

$$C_k = \frac{2,4 \cdot 112}{8000 \cdot 0,8} = 0,040$$

Za $C_k = 0,040$ iz tablice (1) imamo:

$$\frac{X_{sig}}{r} = 1,14, \text{ iz čega slijedi}$$

$$X_{sig} = 1,14 \cdot 112 = 127,7 \text{ m.}$$

Prema tome, sa otkopavanjem u horizontalnoj projekciji, otkopi mogu da se približe na udaljenost 128 m u odnosu na štice objekat.

Odnosno, ugao pod kojim treba ostaviti zaštitni stub iznosi;

$$\operatorname{tg} \beta_0 = \frac{H}{X_{sig}} = \frac{160,0}{127,7} = 51^\circ 30'$$

$$\beta_0 = 51^\circ 30'$$

Međutim, često imamo slučaj da se ne otkopava samo jedan ugljeni sloj, kao npr. u Rudniku Dobrnja, već se vrši istovremeno otkopavanje II. i I. krovnog sloja i kod određivanja zaštitnih stubova u takvim slučajevima, potrebno je uzeti u obzir sumiranje uticaja horizontalnih deformacija. Znači, treba voditi računa da sume deformacija izazvane otkopavanjem ne prelaze kritičnu vrijednost, odnosno, ako se želi sačuvati objekat na površini, treba zadovoljiti uslov:

$$K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n = K_{sig}$$

Drugim riječima, ako želimo da odredimo zaštitni stub u odnosu na II i I krovni sloj, treba da uzmemo u obzir elemente oba sloja. Npr., za površinske objekte na terenu Rudnika Dobrnja treba odrediti zaštitni stub u odnosu na oba sloja. Drugi krovni sloj sa prosječnom debljinom $m = 12,0$ m (prema bušotinama BD-4 i BD-5) nalazi se na dubini 164,0 m, otkopavanje sa zarušavanjem krovine ($12,0 \times 0,7 = 8,4$ m).

Prvi krovni sloj sa prosječnom debljinom $m = 10,0$ m nalazi se na dubini 210 m.

Ugao uticaja $\beta = 55^\circ$ ($\operatorname{tg} \beta = 1,43$).

Domet uticaja na površinu terena za otkopne slojeve iznosi:

Tablica 1

$\frac{X_{sig}}{r}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
C	0	0,609	1,108	1,421	1,520	1,432	1,216	0,943	0,679	0,443	0,272	0,156	0,083
C_k	0	0,400	0,728	0,934	1,00	0,942	0,80	0,693	0,451	0,292	0,179	0,102	0,054

$$r_1 = \frac{164}{1,43} = 115 \text{ m}$$

$$r_2 = \frac{210}{1,43} = 146 \text{ m}$$

Ako uzmemo da je $K_{sig} = 5 \cdot 10^{-5}$, analizirajmo tri slučaja za različite vrijednosti promjena krivine slijeganja (K).

I krovni sloj	II krovni sloj
a. $K_1 = 5 \cdot 10^{-5}$	$K_2 = 15 \cdot 10^{-5}$
b. $K_1 = 8,5 \cdot 10^{-5}$	$K_2 = 11,5 \cdot 10^{-5}$
c. $K_1 = 15 \cdot 10^{-5}$	$K_2 = 5 \cdot 10^{-5}$

Slučaj a

$$\frac{K_1 \cdot r_1^2}{W_{1max}} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 115^2}{8,4} = 0,078$$

Ovoj vrijednosti sa grafikona (sl. 2) interpretacijom odgovara vrijednost:

$$\frac{X}{r_1} = 1,45$$

odnosno

$$X_1 = 1,45 \cdot 115 = 167 \text{ m}$$

$$\frac{K_2 \cdot r_2^2}{W_{2max}} = \frac{15 \cdot 10^{-5} \cdot 146^2}{7,0} = 0,045$$

$$X_2 = 1,26 \cdot 146 = 184 \text{ m}$$

Slučaj b

$$\frac{K_1 \cdot r_1^2}{W_{1max}} = \frac{8,5 \cdot 10^{-5} \cdot 115^2}{8,4} = 0,014$$

$$X_1 = 1,35 \cdot 115 = 156 \text{ m}$$

$$\frac{K_2 \cdot r_2^2}{W_{2max}} = \frac{11,5 \cdot 10^{-5} \cdot 146^2}{7,0} = 0,035$$

$$X_2 = 1,28 \cdot 146 = 187 \text{ m}$$

Slučaj c

$$\frac{K_1 \cdot r_1^2}{W_{1max}} = \frac{15 \cdot 10^{-5} \cdot 115^2}{8,4} = 0,023$$

$$X_1 = 1,32 \cdot 115 = 152 \text{ m}$$

$$\frac{K_2 \cdot r_2^2}{W_{2max}} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 146^2}{7,0}$$

$$X_2 = 1,36 \cdot 146 = 198 \text{ m}$$

Na osnovu utvrđenih vrijednosti X_{sig} , moguće je po već navedenoj metodi odrediti ostale parametre, potrebne kod konkretnog slučaja konstrukcije zaštitnog stuba, u odnosu na položaj površinskih objekata prema granici otkopnog polja.

Navedena metoda određivanja zaštitnih stubova odnosi se uglavnom na vrlo osjetljive objekte. Međutim, ako su u pitanju objekti sa manjom osjetljivošću na deformacije, mogu se uzimati veće vrijednosti K_{sig} , a time i dimenzije zaštitnih stubova su znatno manje.

Određivanje zaštitnog pojasa oko površinskih objekata

Najmanji dozvoljeni zaštitni pojas oko štice objekta, može se takođe odrediti na osnovu dozvoljenih deformacija. Za mali zaštitni pojas kod otkopavanja sa obe strane zaštitnog stuba javljaju se deformacije koje se sumuju i na objektu nastaju veće štete nego što bi nastupile bez zaštitnog stuba.

Na osnovu dijagrama (sl. 2) i izračunatih vrijednosti u tablici 2 može se odrediti najmanja dozvoljena širina zaštitne zone (Z_D) za objekte, a da pri tome objekat bude sačuvan od uticaja podzemne eksploatacije.

Tablica 2

2	45	64	82	115	133	164	217	247	268
$1/W_{max}$									
X_{sig}	1,31	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
r									
Z_{Dmin}	0,29	0,31	0,32	0,32	0,43	0,57	0,74	0,82	0,93
r									

Za date vrijednosti $H = 160 \text{ m}'$ $\text{tg}\beta = 1,28$
i $W_{\text{max}} = 7,8 \text{ m}$ imamo:

$$r = \frac{160}{1,28} = 125 \text{ m}$$

$$\frac{r}{\sqrt{W_{\text{max}}}} = \frac{125,0}{\sqrt{7,8}} = 46,0$$

Iz tablice (1) za vrijednost

$$\frac{X_{\text{sig}}}{r} = 1,31, \text{ odnosno}$$

$$X_{\text{sig}} = 1,31 \cdot 125 = 164 \text{ m}'.$$

$$Z_p (\text{min}) = 0,29 \cdot 125 = 36,2 \text{ m}'.$$

Prema tome, najmanja dozvoljena širina
zaštitnog stuba u ugljenom sloju bila bi:

$$D_s = Z_p \text{ min} \pm 2 \cdot X_{\text{sig}}.$$

$$D_s = 36,2 + 2 \cdot 164 = 364,2 \text{ m}'.$$

Određivanje zaštitnih stubova na osnovu uglovnih parametara

Zaštitni stubovi za površinske objekte
mogu se odrediti i uglovnim parametrima,
s tim da predstavljaju rezultat istraživanja
podzemnog otkopavanja na površini terena.

Kod odabiranja dobivenih uglovnih para-
metara treba obratiti pažnju na vrstu objek-
ta u odnosu na kategoriju, tako npr. za ob-
jekte I i II kategorije mogu se koristiti uglo-
vi sigurnosti, a za objekte treće i četvrte ka-
tegorije mogu se koristiti i uglovi vidljivih
pukotina (uglovi zarušavanja).

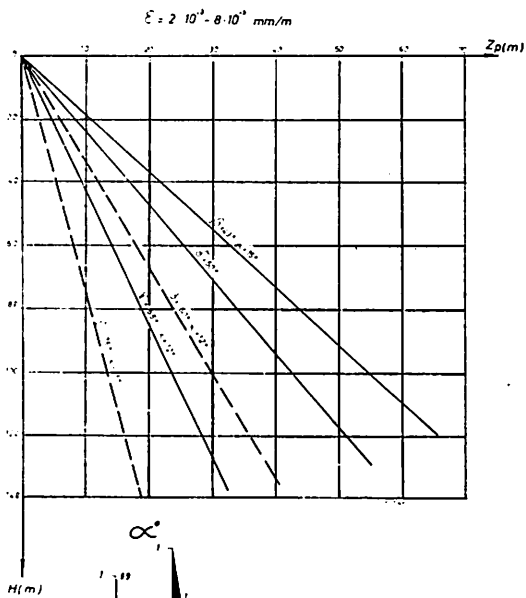
Prema izvršenoj analizi određivanja gra-
ničnih uglova slijeganja, zatim uglova zaru-
šavanja, kao i na osnovu provedenih labora-
torskih ispitivanja jednoaksijalne čvrstoće
($\sigma \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$) krovinskih naslaga (neposredne
i visoke krovine), odnosno određenog koefi-
cijenta čvrstoće (f) po Protođakonovu, u tab-
lici 3 daju se uglovni parametri pomoću
kojih se mogu konstruisati zaštitni stubovi
na području Rudnika Dobrnja.

Tablica 3

Krovinske naslage	Koeficijent relativne čvrstoće (f)	Uglovi zarušavanja		Granični ugao slijeganja β_0
		po padu β_1	po pružanju γ_1	
Krovinska glina	0,28—0,30	45°—47°	40°—45°	45°—50°
Rudnik Dobrnja Ugljevita glina	0,20—0,25	48°—50°	48°—52°	45°—48°
II krovna Tvrđi glinoviti lapor	0,35—0,40	50°—54°	48°—52°	50°—54°

Sl. 4 — Nomogram za određivanje zaštitne zone u zavisnosti od specifičnih horizontalnih deformacija (E), dubine (H) i ugla zalijeganja slojeva (α).

Abb. 4 — Nomogramm zur Bestimmung der Schutzzone in Abhängigkeit von spezifischen Horizontalverformungen (E), Tiefe (H) und Flözeinfallen



Hk, m

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

20

30

40

50

100

Zp, m

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

0,6

0,7

0,8

0,9

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

200

300

400

500

600

700

800

900

1000

2000

3000

4000

5000

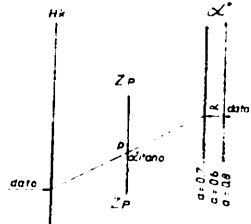
6000

7000

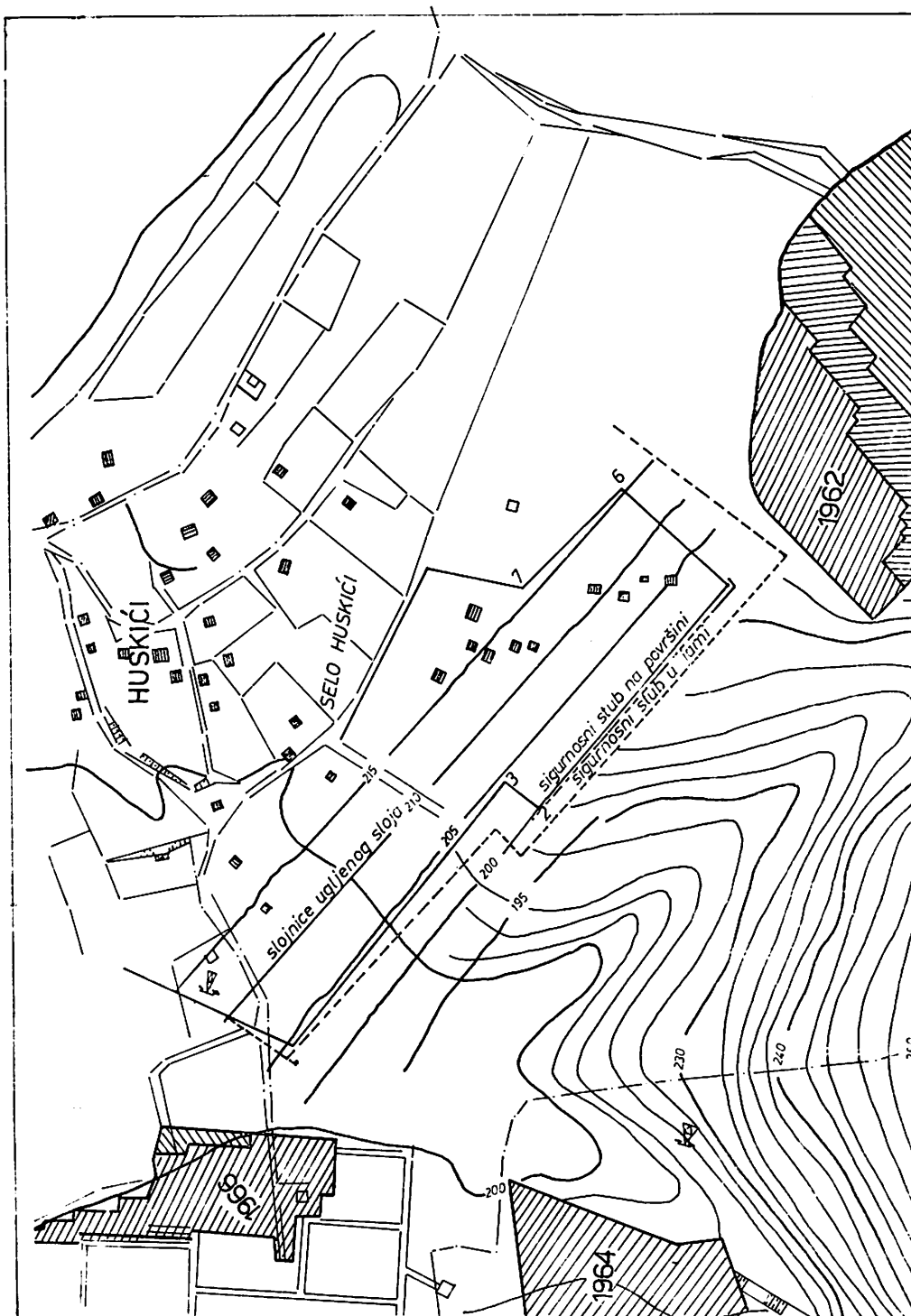
8000

9000

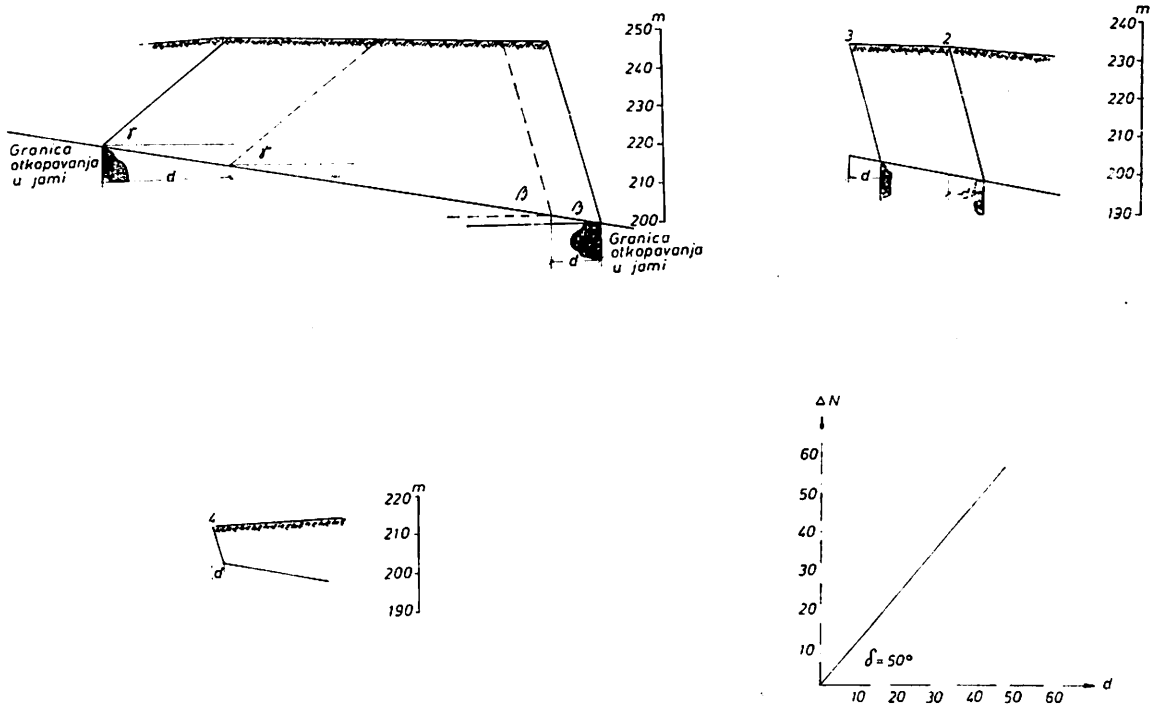
10000



Sl. 5 — Nomogram za određivanje zaštitne zone u zavisnosti od dubine otkopavanja Hk, ugla zalijeganja slojeva (α) i koeficijenta slijeganja (a).
Abb. 5 — Nonogramm zur Bestimmung der Schutzzone in Abhängigkeit von der Abbauteufe Hk, Flözeinfallwinkel (α) und Bodensenkungskoeffizienten (a).



Sl. 6 — Prikaz zaštitnog stuba za selo Huskići u odnosu
na položaj rudarskih radova.
Abb. 6 — Schutzpfeilerdarstellung für das Dorf Huskići in
Bezug auf die Untertagearbeiten



Sl. 7 — Konstrukcija zaštitnog stuba za selo Huskići.

Abb. 7 — Konstruktion des Schutzpfeilers für das Dorf Huskići.

Osim poznavanja uglovnih parametara, kod određivanja zaštitnih stubova, potrebno je odrediti zaštitni pojas oko štice objekta.

Zaštitni pojas u svakom slučaju je u zavisnosti od dubine zalijeganja slojeva, kao i uglova pod kojim se ostavljaju zaštitni stubovi.

Međutim, pored zaštitnog pojasa za objekte koji su osjetljivi na deformacije, potrebno je poznavati dozvoljene specifične horizontalne deformacije (ϵ doz). Na osnovu tih parametara, konstruisan je nomogram sl. 4 za određivanje zaštitne zone.

U drugom slučaju, ako su poznate ili utvrđene vrijednosti parametara eksploatacije, (ukupno slijeganje u zavisnosti od debljine otkopavanja ugljenog sloja) moguće je odrediti veličinu zaštitne zone oko površinskih

objekata na rudarskim područjima. U tu svrhu konstruisan je nomogram za određivanje zaštitne zone u zavisnosti od dubine otkopavanja (H m), ugla zalijeganja ugljenih slojeva (α) i koeficijenta eksploatacije (a) sl. 5.

Tako npr. prema ovom nomogramu, ako želimo da konstruišemo zaštitni stub za željezničku prugu normalnog kolosijeka »Dorbnja jug — Dorbnja sjever« u odnosu na II krovni sloj sa dubinom zalijeganja od $H = 160$ m i $\beta = 54^\circ$, zaštitni pojas na površini iznosi oko 25 m, a u jami 118,0 m.

Na osnovu dobivenih podataka, a kao prilog rješavanju zaštite površinskih objekata, konstruisan je zaštitni stub za selo Huskići, koje se nalazi u neposrednoj blizini Rudnika Dobrnja—sjever (jama II krovni sloj), slika 6 i 7.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zur Bestimmung von Schutzpfeilern auf Grund der zulässigen Geländeverformungen

Mr Dipl. — Ing. O. Pehlić*

Damit man mit der Bestimmung der Dimensionen von Schutzpfeilern der Übertageobjekte beginnen könnte, ist es wünschenswert, die Grössen der Verformungen der Geländeoberfläche zu kennen, da die Grösse der Grenzwinkel für die Bestimmung von zulässigen Deformationen der Schutzpfeiler abhängig ist, die im Zusammenhang mit der Bedeutung von Übertageobjekten (Kategorie) stehen.

In diesem Sinne wurden Geländeforschungen im Bergwerksrevier des Bergwerks Dobrnja durchgeführt und als Ergebnis dieser Untersuchungen wurden Daten erhalten, die von entstehenden Verformungen der Geländeoberfläche, bzw. vom Einfluss dieser Verformungen auf die bestehenden Objekte aussagen.

Aufgrund der durchgeführten Analyse der Kohlenlagerstätte (nördliche Synklinale), die unmittelbar unter dem Deckgebirge in geringerer Tiefe (von 80 bis 160 m) liegt, wurde festgestellt, dass beim Bruchbau die Verformungen sich sehr schnell durch das Deckgebirge fortpflanzt und sich auf der Tagesoberfläche in sehr kurzem Zeitabschnitt zeigt.

Bei der Bestimmung von Parametern der Schutzpfeiler für das untersuchte Gebiet wurden auch eventuelle ausserordentliche Verhältnisse d.h. die Möglichkeit der Summierung der Verformungen in Betracht gezogen, die als Ergebnis des Abbaues des II. und des I. Hangendflözes sind.

Literatura

1. Budryk, W. 1951: Obliczenie dopuszealnogo zaisiegu wplywow eksploataciji na powierzchni — Prezeglad Geod. Warszawa.
2. Budryk, W. 1953: Zasady wyznaczenia filarów ochronnych — Prezeglad Geod. Warszawa.
3. Budryk, W., Knothe, St., Litwini-szyn, J. 1953: Obliczanie elementow niecki osiadania nad pozimymi wyrobiskami górnymi, — Archiwum górnictwa i Hutnictwa, Warszawa.
4. Krupiński, B., Lisowski, A.: Zasady projektowania Kopalńczaść III. — Katowice.
5. Patarić, M. 1972: Projektovanje zaštitnih stubova. Sigurnost u rudnicima br. 2. — Beograd.
6. Pehlić, O. 1971: Magistarski rad (dokumentacija stručne biblioteke Instituta — Tuzla).

*) Mr ing. Osman Pehlić, naučni saradnik, Instituta za rudarska i hemijsko-tehnološka istraživanja, Tuzla.

Opasnosti i problemi zaštite od voda na površinskom otkopu rudnika bakra Majdanpek

(sa 13 slika)

Mr ing. Čedomir Maksimović

Cilj članka je da ukaže na probleme koje može da prouzrokuje površinska i podzemna voda i da prikaže jedan od mogućih načina odvodnjavanja površinskog otkopa u Majdanpeku u cilju obezbeđenja zaposlenog ljudstva i sigurnosti pogona.

U v o d

Ležište bakra u Majdanpeku nalazi se na krajnjem severu andezitskog masiva istočne Srbije. Uklješteno je između dve rečice, Šaške reke na istočnoj strani (kota + 420), koja je većim delom zasuta otkopnom jalovinom, i Malog Peka na zapadnoj strani (kota + 340 — sl. 1).

Ležište se eksploatiše površinskim putem od 1961. godine. Do danas je dobijeno oko 60 miliona Mp rude i oko 150 miliona Mp jalovine. Pri tome je, po dubini, površinski otkop spušten za oko 200 m od najviše jalovinske etaže, odnosno za 165 m od najviše rudne etaže.

Godišnja proizvodnja rude od 11 miliona Mp usloviće produbljivanje površinskog otkopa za po jednu etažu, odnosno 15 m godišnje. To znači da za oko četiri godine najniža etaža treba da bude na koti korita Malog Peka (sl. 2), a za 13—14 godina na koti + 200, tj. oko 140 m ispod korita Malog Peka.

Glavnim projektom predviđen je razvoj površinskog otkopa do kote + 200, dok se prema nekim idejnim rešenjima njegov raz-

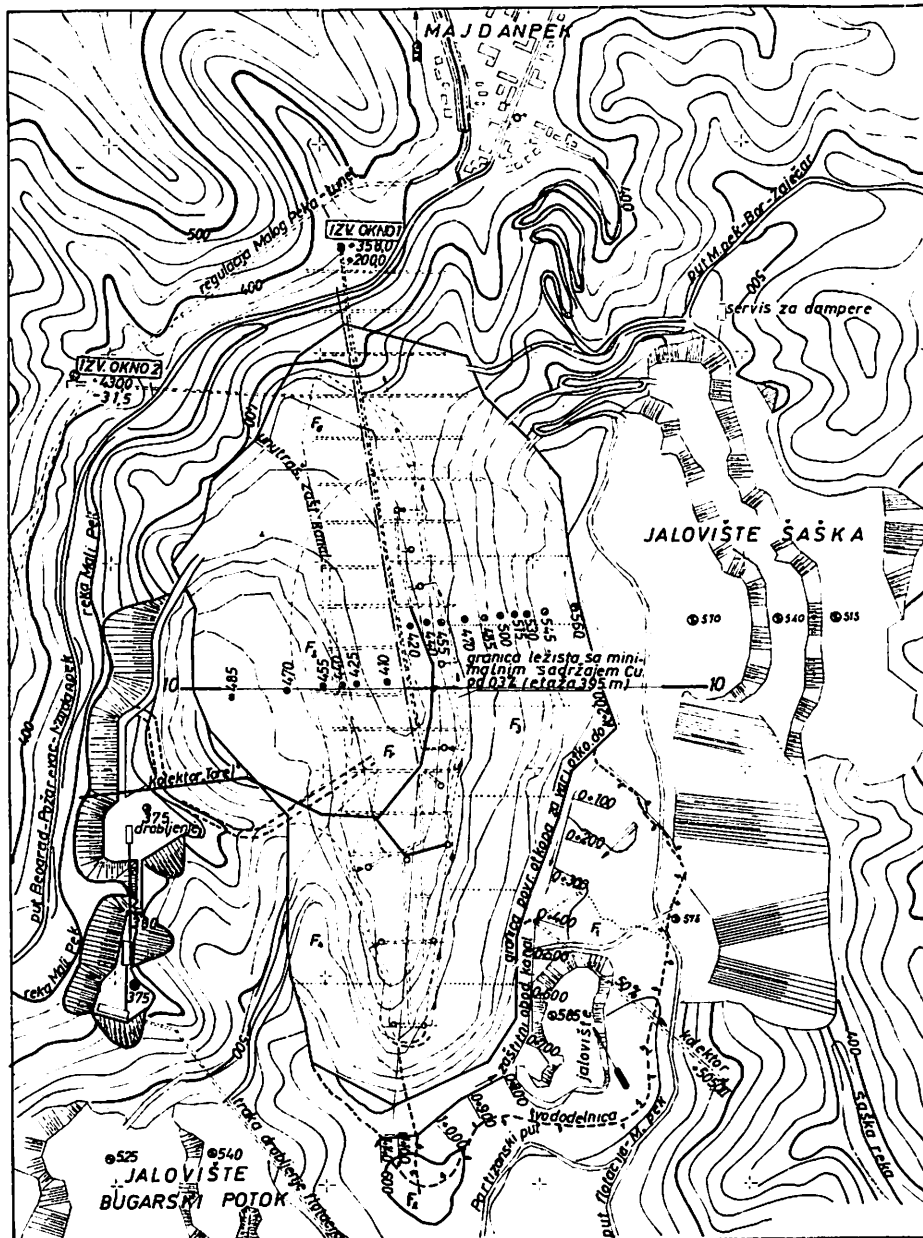
voj može očekivati i do kote ± 0 . Bilo do koje dubine da se površinski otkop razvije, pri ulasku u izdansku zonu, doći će do veće ovodnjenosti*. Posledice veće ovodnjenosti su veći tehničko-ekonomski problemi i manja sigurnost u radu.

Da bi se ovi problemi izbegli, odnosno sveli na minimum, potrebno je oceniti njihov značaj, zatim definisati hidrogeologiju ležišta i okoline, pa tražiti adekvatna rešenja za zaštitu površinskog otkopa od površinskih i podzemnih voda. Ova tematika, koja tek dobija pravu dimenziju u naučnom smislu, u ovom slučaju je značajnija i interesantnija, jer je vezana za ležište sa složenom hidrogeološkom problematikom teško komparativnom sa nekim drugim ležištima u Evropi.

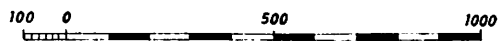
Posledice koje mogu nastupiti usled nadiranja površinskih i podzemnih voda u površinski otkop

Teškoće koje mogu nastupiti usled doticanja površinskih i podzemnih voda u površinski otkop mogu biti različite, što zavisi od dubine površinskog otkopa, odnosno stepena ovodnjenosti kao posledice određenih hidrogeoloških uslova. One se uglavnom mogu manifestovati kroz manju stabilnost etažnih i generalnih kosina površinskog otkopa, brže ružiranje puteva i povećanje transportnih troškova, povećanje vlažnosti rude i us-

* Pod ovodnjavanjem rudnika ili rudnog ležišta podrazumeva se svako prodiranje vode u rudno ležište i njena količina. U literaturi, naročito ruskoj, u upotrebi je termin »vodooobilnost«.

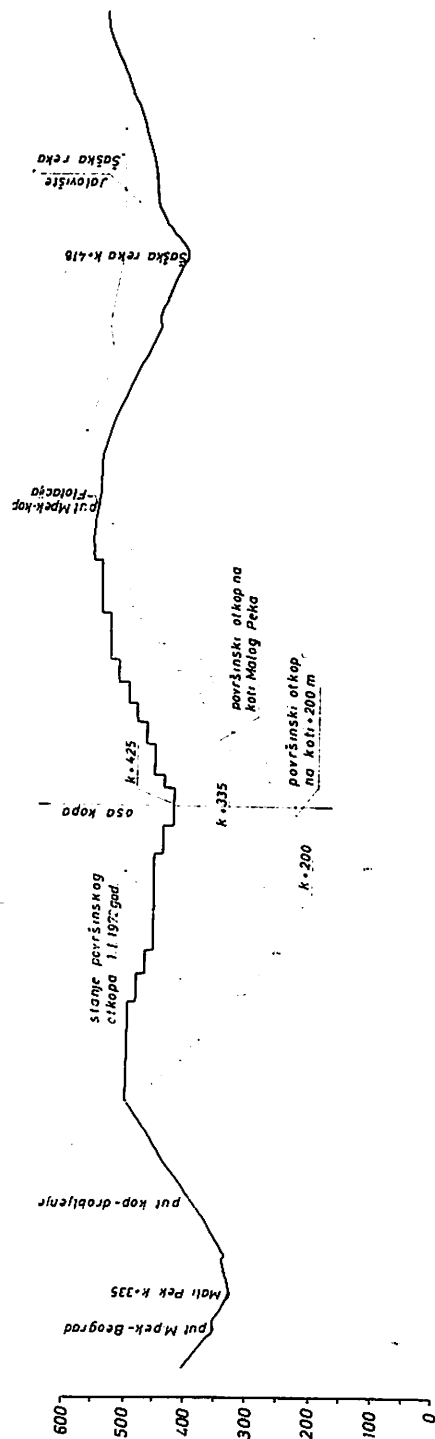


(6 sm. na karti — 1000 m. u prirodi)



Sl. 1 — Situaciona karta Rudnika bakra Majdanpek (plan odvodnjavanja površinskog otkopa).

Fig. 1 — Carte de la situation de la mine de cuivre Majdanpek (plan de drainage de la mine à ciel ouvert)



Sl. 2 — Profil 10—10 površinskog otkopa u Majdanpeku,

$$R = 1 : \frac{10,000}{10,000}$$

Fig. 2 — Coupe 10—10 — de la mine à ciel ouvert à Majdanpek

$$E = 1 : \frac{10,000}{10,000}$$

poravanje tehnološkog procesa prerade (drobljenje i sejanje), smanjenje efikasnosti miniranja, razblaživanje rude donesenim materijalom i sl. Znači, doticanje i prodori vode u površinski otkop prvenstveno mogu da otežavaju rad i utiču na smanjenje produktivnosti i ekonomičnosti pri eksploataciji rudnog ležišta, kao i da ugrožavaju bezbednost radnika (5).

Značaj stabilnosti kosina na površinskom otkopu u Majdanpeku posebno je naglašen, jer razlika u nagibu za samo 2—3° kroz koeficijent raskrivke može da ima veliki ekonomski značaj (6). Problematika kosina svodi se na iznalaženje maksimalnog ugla nagiba, pri čemu je obezbeđena stabilnost, a samim tim i sigurnost (4).

Na čvrstoću stena, a samim tim i na veličinu maksimalnog ugla nagiba, utiče niz činilaca, među kojima i površinska i podzemna voda, odnosno vlaga. Dejstvo vode na stenske mase može se raščlaniti na čisto mehaničko i na fizičko-hemijsko. Fizičko-hemijsko dejstvo je dužeg trajanja i učestvuje kao komponenta degradacije kvaliteta stena kroz pojave rastvaranja pojedinih minerala, zapreminske promene stena izazvane naizmeničnim sušenjem i vlaženjem, zamrzavanjem i odmrzavanjem, dejstvom kapilarnih pritiska i mikroporama i sl.

Mehaničko dejstvo je neposrednije i posledice tog dejstva mogu se uočiti u kratkom vremenu. U ta dejstva ubrajaju se: hidrostatički pritisak, hidrodinamički pritisak i deformacije u zavisnosti od njegovog trajanja, erozija na površini stenske mase i surzija unutar nje.

Uslov za stabilnost kosine je da mora da postoji ravnoteža između spoljnjih sila i unutrašnjih otpora u stenskoj masi (3):

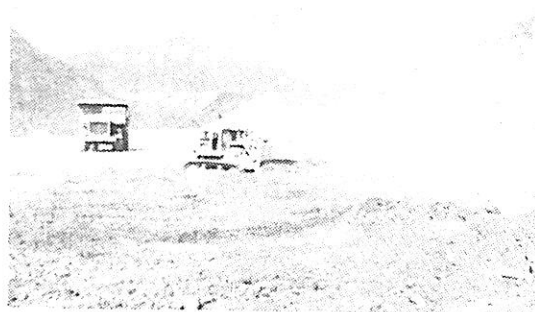
$$\tau_f = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

gde je:

- τ_f — čvrstoća smicanja stenske mase (kp/cm²)
- c — kohezija u stenskoj masi (kp/cm²)
- σ — napon u stenskoj masi od vertikalnog opterećenja (kp/cm²) i
- φ — ugao unutrašnjeg trenja.

Poznato je da pritisak porne vode, ili neutralni vodeni pritisak »u«, u ravni smicanja smanjuje normalni napon a time i deo čvrstoće koji je zavistan od normalnog pritiska:

$$\tau_f = c + (\sigma - u) \cdot \operatorname{tg} \varphi$$



Sl. 3 — Čišćenje puteva

Fig. 3 — Nettoyage des routes

Znači, voda smanjuje čvrstoću stene i ubrzava njeno rušenje ugrožavajući stabilnost kosina, bez obzira u kojoj se geološkoj formaciji proces odvijao. Uticaj vode na stabilnost kosina majdanpečkog površinskog otkopa naročito će doći do izražaja posle njegovog spuštavanja ispod Malog Peka.

Održavanje puteva na površinskom otkopu u prisustvu vode izuzetno je teško (sl. 3), jer voda umanjuje njihov kvalitet i trajnost. Ruširanje puteva ubrzano je i zbog izuzetnog intenziteta saobraćaja po njima i nešto većeg specifičnog pritiska koji se ostvaruje na površini kolovoza. Putevi lošeg kvaliteta utiču da se smanji vek transportnih sredstava i sigurnost pri radu, a povećaju transportni troškovi. S obzirom da transportni troškovi učestvuju sa više od 50% u ukupnim troškovima po toni iskopina, to se održavanju puteva na površinskom otkopu u Majdanpeku, zavisno od uticaja vode, posvećuje posebna pažnja.

Vlaga u rudi, prema višegodišnjim osmatranjima, može da bude jedan od osnovnih razloga nedovoljnog usitnjavanja i zaglava drobilica.



Sl. 4 — Jezerca koja se zadržavaju na rudnoj etaži

Fig. 4 — Les flaques d'eau retenues sur le gradin du minerai

Vlažnost rude povećava se uglavnom u doba kišnog perioda, kada dolazi do kvašenja rude posle miniranja ili infiltracijom vode koja se zadržava na rudnim etažama (sl. 4). Sitnije frakcije rude, sa većom slobodnom površinom, primaju više vode, te je procenat vlage u njima ponekad i do 7%. Prosečan sadržaj vlage u rudi i tada ostaje ispod 4%, ali se vlaga skoncentriše u sitnim frakcijama rude.

Vlažna, sitna ruda se zaglavljuje u sipkama i prihvatnim bunkerima. Vlažna ruda, sa kaolinisanim delovima iz kontakta, stvara lepljive grudve, takozvane »pogače« u ždre lu drobilica. Da bi izbegli zaglavljivanje u drobilicama, spuštajući hidrosset cilindra, ru kovaoci povećavaju otvor drobilica. Na taj način se izbegavaju zaglave, ali je granulat produkta drobljenja nezadovoljavajući, što stvara teškoće u daljem procesu prerade.

Odglašivanje drobilica, kada do zaglave dođe, otkopavanje bunkera i sipki, čišćenje sita itd. predstavljaju latentnu opasnost za radnike, pa se vrše uz posebne sigurnosne mere.

Pored navedenih i kratko opisanih problema koji utiču na smanjenje produktivnosti i ekonomičnosti, kao i bezbednosti radnika, postoje još i druge teškoće čiji je uzročnik voda. Kao karakterističniji može se izdvojiti i problem miniranja, koji zahteva upotrebu skupljih vodoplastičnih (vodootpornih) eksploziva. Tako će na površinskom otkopu u Majdanpeku 1975. godine klasični eksplozivi u potpunosti biti zamenjeni AN-FO i slari eksplozivima.

Kod definisanja problema koje izaziva ili može izazvati voda, potrebno je definisati koliko oni mogu umanjiti ekonomski efekat i sigurnost pri eksploataciji ležišta. Međutim, utvrđivanje nekih za to potrebnih parametara, u sadašnjoj fazi razvoja majdanpečkog otkopa predstavlja posao na kome tek treba raditi.

Odvodnjavanje površinskog otkopa pri njegovom razvoju do kote + 200

Kratak izvod hidrogeološke problematike ležišta (2, 5)

Površinski otkop će biti ugrožen od atmosfenske, odnosno površinske vode u svim fazama razvoja i podzemne vode, naročito pri njenom razvitku ispod erozionog bazisa, odnosno ispod korita Malog Peka.

Polazni podaci za dimenzionisanje objekata za odvođenje površinske vode su maksimalni atmosferski talog od 70 mm, zabeležen u poslednjih nekoliko godina i poniranje koje je procenjeno na oko 60% od ukupne količine atmosferskog taloga.

Podzemna voda u majdanpečkom ležištu bakra i njegovoj okolini vezana je za geološke formacije sa sekundarnom poroznošću. Sekundarna poroznost izražena je kao pukotinska u vidu prslina i pukotina, i kao disoluciona poroznost u vidu kaverni, kanala i šupljina.

Sudeći po geologiji i tektonici uže okoline Majdanpeka, uglavnom treba računati na pukotinske i karsne izdani. Međutim, složeni geološki uslovi pružaju mogućnost za formiranje i složenih tipova izdani, naročito karsno-freatskih i freatsko-pukotinskih.

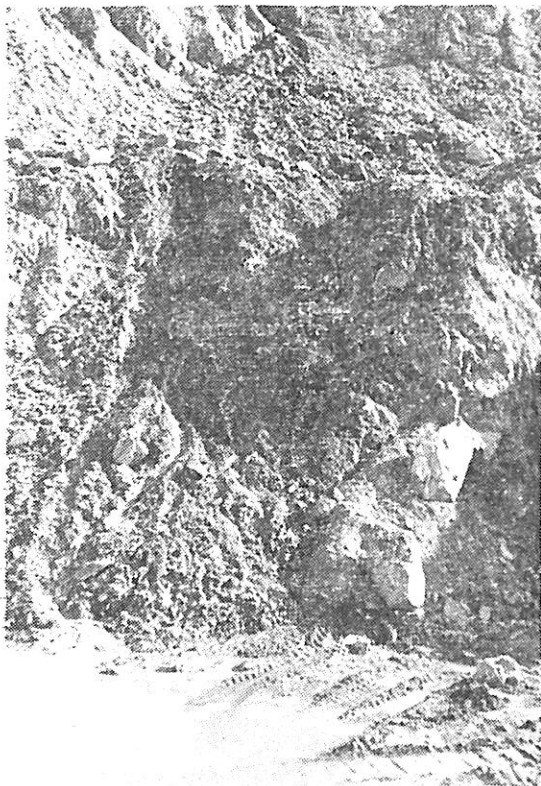
Pukotinski tip izdani vezan je za orudnjenu zonu, odnosno za stensku masu sa pukotinskom poroznošću (andezite i gnajsgornite, a u određenim uslovima i za krečnjake). Od dva glavna sistema pukotina koji presecaju površinski otkop, značajniji je sistem sa pravcem pružanja SI-JZ (drugi ima pravac SZ-JI). Pored vode koja ponire sa površine, vrlo je verovatno da se pukotinska izdan hrani i vodom iz freatske izdani, odnosno infiltracijom vode iz Malog Peka. Ova ko stvorena složena izdan može da bude od značajnog uticaja na ovodnjenost ležišta, izuzev ako su pukotine zapunjenje materijalom.

Veće i značajnije rezervoare i kolektore podzemne vode predstavljaju stenske mase kod kojih je izražena disoluciona poroznost, tj. kaveroznost. Ona se javlja kod stena lako rastvorljivih u vodi, odnosno kod krečnjaka na istočnoj strani u manjoj meri, a u daleko većoj meri kod krečnjaka na zapadnoj strani površinskog otkopa. Mogućnost za formiranje freatsko-karsne izdani naročito je izražena severozapadno od površinskog otkopa, gde reka deli, ali ne pravi i prekid krečnjaka u severnom i južnom reviru.

U sadašnjoj fazi razvoja dotok podzemne vode u površinski otkop manifestuje se sa nekoliko kontaktnih izvora na njegovoj jugoistočnoj strani (sl. 5).

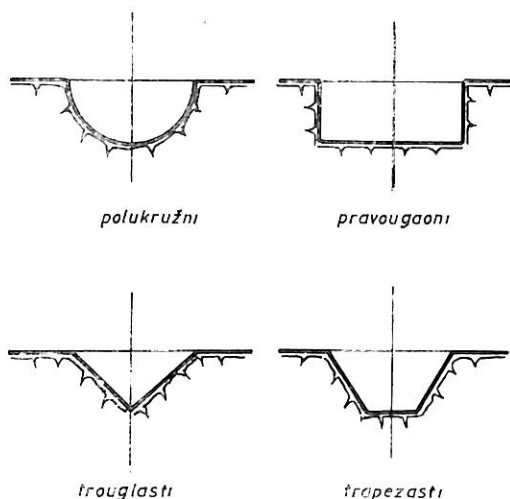
Zaštita površinskog otkopa od površinske vode (1, 5)

Rečeno je da će površinski otkop biti ugrožen od atmosfenske, odnosno površinske



Sl. 5 — Jedan od kontaktnih izvora na jugoistočnoj strani površinskog otkopa

Fig. 5 — Une des sources au contact du côté SE de mine à ciel ouvert



Sl. 6 — Profili kanala

Fig. 6 — Les sections du canal

vode u svim fazama razvoja. Pri tome se razlikuju dva slučaja:

— kada je u pitanju voda koja svojim gravitacionim padom nadire ka površinskom otkopu i

— kada je u pitanju voda koja padne na sam površinski otkop.

Sa površine F_1 na jugoistočnoj i južnoj strani voda koja gravitira površinskom otkopu, može se prihvatiti obodnim kanalima (sl. 1 i 6); odabran je kanal trapezastog oblika, jer najviše odgovara površinskom tlu i najbrže se izgrađuje. Količina vode definisana je maksimalnim intenzitetom padavina, sabirnom površinom i koeficijentom oticanja. Kanali bi vodu dovodili u okno iz koga bi je kolektor I — II odvodio u Šašku reku. Od najčešće primenjenih kolektora (sl. 7) usvojen je kolektor sa polukružnim svodom, zbog lakše izrade, zbog manjeg okvašenog obima i veće stabilnosti. Poprečni presjek kolektora se prilagodava ne samo hidrauličkim već i statičkim uslovima (sl. 8).

Imajući u vidu površinu površinskog otkopa od približno 1,280.000 m², nameće se zaključak da izrazitija opasnost najnižoj rudnoj etaži preti od atmosferskog taloga koji padne u njegove granice. Osnovni cilj koji treba postići pri zaštiti najniže radne, odnosno rudne etaže je da zaštiti celu njenu površinu od vode koja joj gravitira, odnosno osloboditi je što pre od vode koja se našla na njoj. Pri tome treba ispuniti sledeće uslove:

— ne sme se ometati tehnološki proces dobijanja rude i jalovine;

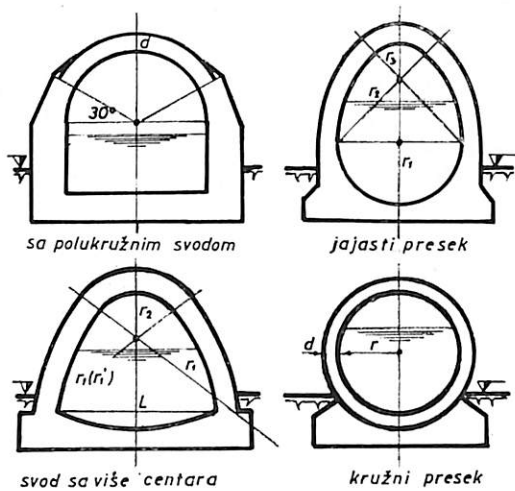
— rešenje odvodnjavanja treba da bude što jednostavnije za realizaciju i

— primena rešenja treba da bude što jevtinija.

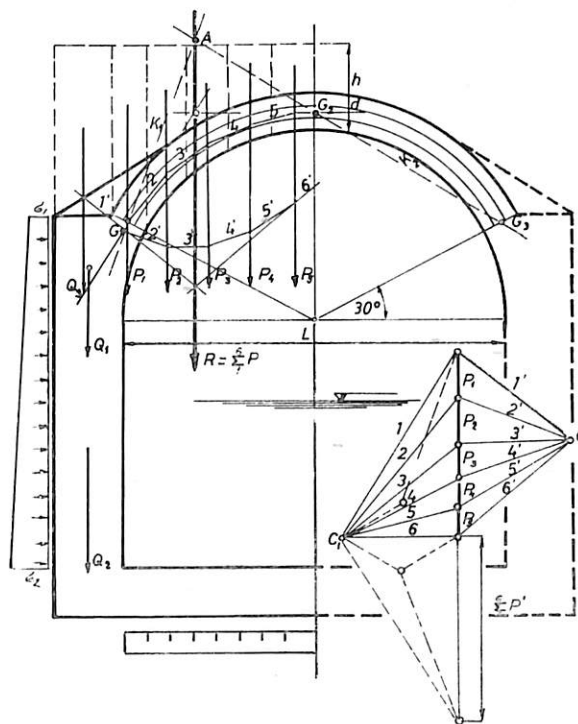
U fazi razvoja površinskog otkopa iznad Malog Peka trebalo bi zadržati i eventualno usavršiti postojeći sistem odvodnjavanja. Vodu, koja se gravitaciono sliva u unutrašnji obodni kanal, prečnim kanalima dovoditi do bušotina pa je njima i potkopom »Torrej« na koti 340 odvoditi u Mali Pek (sl. 1, 9 i 10). Pri tome je potrebno:

— da unutrašnji kanal bude na etaži iznad najniže radne, odnosno rudne etaže, kako bi zadržao svu vodu koja bi dolazila sa kosina otkopa (sl. 11);

— da zacevljene bušotine budu na najnižoj etaži, kako bi mogle da prihvate i atmosfersku vodu koja na nju padne i



Sl. 7 — Profili kolektora
Fig. 7 — Les sections du collecteur



Sl. 8 — Grafostatičko ispitivanje kolektora
Fig. 8 — L'étude graphostatique du collecteur



Sl. 9 — Postojeća bušotina za odvođenje vode sa rudne etaže u potkop »Torej«.

Fig. 9 — Le sondage existant pour évacuer l'eau du étage de minerai jusqu' à la galerie »Torej«

— da kanal na višoj i bušotine na najnižoj etaži budu spojeni prečnim kanalima koji bi odvodili vodu do bušotina.

Ovakvo rešenje ima osnovne zahteve:

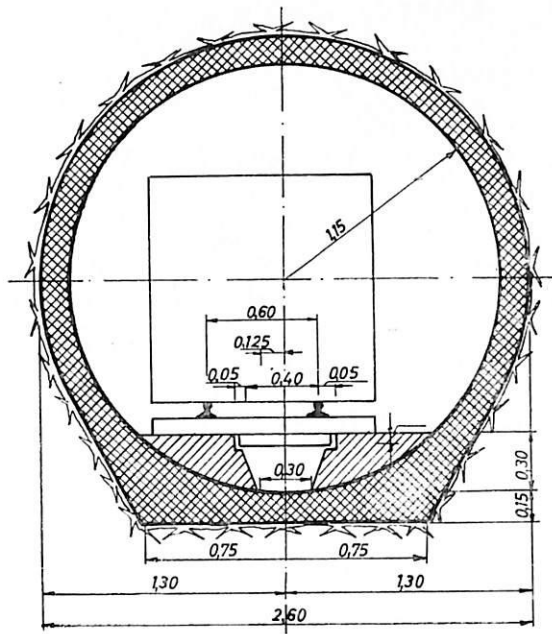
- detaljno razrađivanje dinamike eksploatacije rude i jalovine i njeno realizovanje i
- održavanje objekata za odvodnjavanja.

Voda sa severne strane površinskog otkopa i dalje se može odvoditi u Mali Pek gravitaciono (sl. 12).

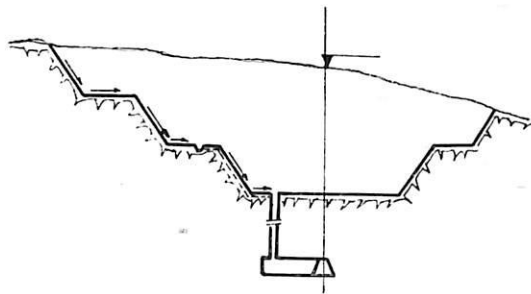
Pri razvoju površinskog otkopa ispod Malog Peka, pa do kote + 200, prečni kanali bi sprovodili vodu do bušotina, bušotine do glavnog istražnog hodnika a ovaj do vodosabirnika kod okna br. 2, odakle bi se voda pumpala u Mali Pek. Ovakva koncentracija odvodnjavanja bila bi slična onoj pri razvoju otkopa iznad Malog Peka.

Novi momenti o kojima treba voditi računa su:

- da se sva voda, koja padne u granice površinskog otkopa, mora sprovesti u vodo-



Sl. 10 — Profil postojećeg kolektora od »Toreja« do Malog Peka, $R = 1 : 25$
 Fig. 10 — La section du collecteur existant à partir de »Torej« jusqu'à Mali Pek. $E = 1 : 25$



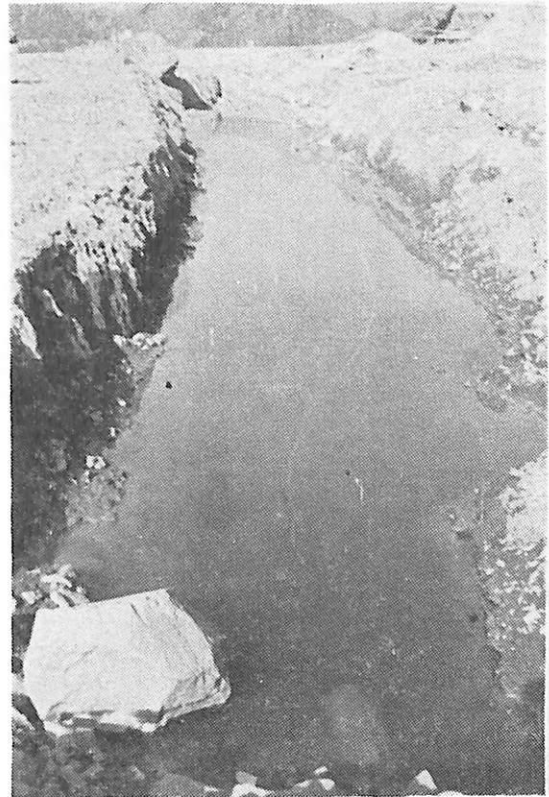
Sl. 11 — Odvodnjavanje površinskog otkopa primenom podzemnih prostorija
 Fig. 11 — Drainage de la mine à ciel ouvert en appliquant les espaces souterrains

sabirnik kod okna br. 2 iz koga bi se pumpala u Mali Pek;

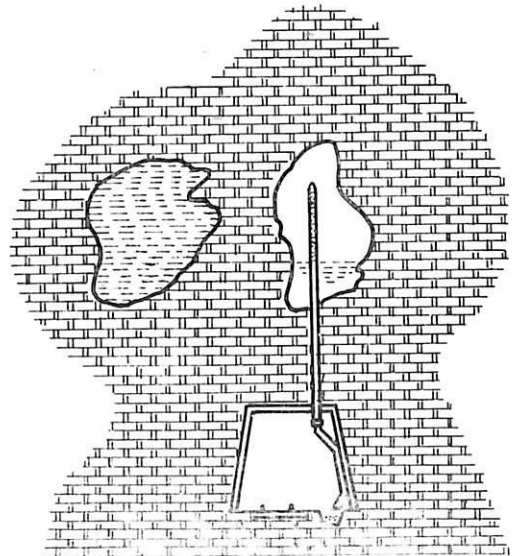
— pri otvaranju nižih etaža, spoljnim usecima sa nagibom prema otkopu, treba izbeći dovođenje vode sa površina izvan njegovih granica;

— pri dimenzionisanju bušotina, kolektora i vodosabirnika treba računati i na priliv podzemne vode čije količine nisu definisane;

— da se za odvodnjavanje, gde god to bude opravdano, što više iskoriste postojeći istražni rudarski objekti: istražni hodnici, okna i sl.



Sl. 12 — Gravitaciono odvođenje vode sa severne strane površinskog otkopa
 Fig. 12 — Drainage par gravitation de la côté nord dela mine à ciel ouvert



Sl. 13 — Usadni filter u krečnjacima sa disolucionom poroznošću
 Fig. 13 — Le filtre emmandché dans les calcaires avec la porosité dissolutive

Umesto bušotina za odvođenje vode sa otkopa mogu se primeniti okna, na što bi se trebalo odlučiti tek posle komparativne analize.

Voda sa površinskog otkopa ne mora da se spušta na horizont + 200 odmah po njegovom silasku ispod Malog Peka. Detaljnija tehničko-ekonomska analiza mogla bi da definiše eventualnu opravdanost izgradnje privremenih vodosabirnika — bazena na zapadnoj strani otkopa iz kojih bi se voda pumpala u Mali Pek.

Zaštita površinskog otkopa od podzemne vode (5)

Pri razvoju površinskog otkopa iznad korita Malog Peka, odnosno iznad erozionog bazisa, ne treba očekivati veći priliv podzemne vode. Na to ukazuju nekoliko kontakt njih izvora na jugoistočnom i jedan na severoistočnom delu površinskog otkopa čija je izdašnost svakog ponaosob oko 2 l/sek. Međutim, njegovim razvojem ispod reke treba očekivati veći priliv podzemne vode. Stvaranjem veće otvorene površine otvara se i veći broj prslina, pukotina, raseda, kaverni i sl. po kojima cirkuliše voda. U zavisnosti od nivoa izdani u samome ležištu i geološkim formacijama koje ga okružuju, biće i količina vode koja će gravitirati u otkop. Za sada su te količine vode nedefinisane, ali prognozira se sa oko 2 m³/sec.

Zaštita površinskog otkopa u Majdanpeku sastojala bi se u sprečavanju nadiranja podzemne vode, odnosno u odvođenju vode koja prodire u njegovo područje, jer sprečavanje podzemne vode da prodre u otkop moguće je samo delimično.

Vodu koja gravitira iz krečnjaka, bilo onih na istočnoj ili zapadnoj strani, moguće je drenirati postojećim prečnim hodnicima na horizontu + 200 (sl. 1 i 13) i eventualnim bušenjem i ugrađivanjem usadnih filtara (Stack-filtar; zabivnye fil'tri). Odvođenje vode iz samog ležišta, gde može da se nalazi

u vidu pukotinske izdani, može se vršiti putem vertikalnih okana ili sprovodnih filtara (Fallfilter; skvoznye fil'tri).

Zaključak

Površinski otkop Rudnika bakra Majdanpek svrstava se u red visinskih površinskih otkopa. Masovna eksploatacija, za naše uslove izuzetnog tempa, za nekoliko godina doneće mu epitet dubinskog. Sa napredovanjem u dubinu, naročito ulaskom u izdansku zonu, doći će do neizbežnih susreta sa sigurnosno-tehničko-ekonomskim problemima vezanim za intenzivniju odvodnost.

Sa hidrogeološkog i aspekta odvodnjavanja razvoj površinskog otkopa može se izdiferencirati u dve faze:

— razvoj površinskog otkopa iznad erozionog bazisa (Mali Pek) i

— razvoj površinskog otkopa ispod Malog Peka.

Pri razvoju iznad Malog Peka površinski otkop će biti ugrožen od površinske vode sa površina koje se nalaze van njegovih granica, ali mu gravitiraju i od atmosfere vode koja direktno padne na njegovu površinu. Priticaj podzemne vode verovatno će dalje biti neznan. Voda koja gravitira površinskom otkopu prihvataće se obodnim kanalima, pa oknom i kolektorom odvoditi u Šašku reku. Atmosferska voda koja padne u sam otkop, prihvataće se unutrašnjim kanalima i kroz bušotine ili okna i potkop »To-rej« odvoditi u Mali Pek.

Pri razvoju otkopa ispod Malog Peka, pored površinske, treba računati i na podzemnu vodu. Odvodnjavanje u ovoj fazi razvoja zasniva se i na postojećim podzemnim prostorijama na horizontu +200 i oknu br. 2.

Zaključak je: da za konačno rešenje odvodnjavanja, nedefinisane tehničko-ekonomske parametre treba zameniti utvrđenim.

RÉSUMÉ

Les dangers et les problèmes de la protection par les eaux sur la mine de cuivre à ciel Ouvert — Majdanpek

Mr Č. Maksimović, Ingénieur civil des mines*)

Mine à ciel ouvert se classe à la ranger des carrières d'altitude. L'exploitation en masse sous nos conditions exceptionnelles dans quelques années lui amènera une épithète de profondeur. En avancement à la profondeur, surtout en entrant à la zone de saturation de l'eau souterraine on arrivera aux rencontres inévitables avec des problèmes de sûreté techniques et économiques qui sont alliés à l'abondance intensive d'eau.

De l'aspect hydrogéologique et de l'aspect d'épuisement le développement de la carrière peut être partagé en deux phases:

Le développement de la carrière au dessus de la base d'érosion (Mali Pek).

Le développement de la carrière au dessous de Mali Pek. Au développement au dessus de Mali Pek la carrière sera en danger des eaux des surfaces qui se trouvent hors de ses limites mais qui lui gravitent, et aussi de l'eau atmosphérique qui tombe directement sur sa surface. Affluence de l'eau souterraine sera probablement petite. L'eau qui gravite vers la carrière sera attrapée par des canaux périmétriques et amenée par la fosse et par égout collecteur dans la rivière Šaška.

L'eau atmosphérique qui tombe sur la carrière sera saisie dans les canaux interrieurs à travers des trous de mine ou à travers des fosses et galeries au dessus de Mali Pek, on doit se rendre compte de l'eau souterrain comme de l'eau de la surface. Égoutage dans cette phase de développement se fonde sur des espaces souterrains existants à l'horizont + 200 à la fosse 2.

La conclusion est que pour une solution définitive d'égoutage les paramètres indéfinis économique et techniques on doit les remplacer avec les constatés.

Literatura

1. Damjanović, P.D., 1969.: Odvodnjavanje površinskih otkopa u rudarstvu, Beograd.
2. Milojević, N., Filipović, B., 1968.: Odabrana poglavlja iz predmeta »Hidrogeologija rudnih ležišta«, Beograd.
3. Najdanović, J. N., 1967.: Mehanika tla, Beograd.
4. Antunović Kobliška, M., 1967.: Mehanika stena u rudarstvu, Beograd.
5. Maksimović, S.Č., 1971.: Odvodnjavanje površinskog otkopa Rudnika bakra Majdanpek, magistarski rad, Majdanpek.
6. Maksimović, S.Č., 1972.: Značaj i metode proučavanja stabilnosti kosina površinskog otkopa Rudnika bakra Majdanpek, časopis BAKAR — Jugoslavija, Bor.

*) Mr ing. Čedomir Maksimović, rukovodilac za studije i analize, Rudnika bakra Majdanpek.

Hidrogeološka problematika istraživanja i eksploatacije rudnih ležišta

(sa 2 slike)

Mr ing. Milorad Jovanović

Proučavanju hidrogeološke problematike pri istraživanju i eksploataciji rudnih ležišta danas se u svetu postavljaju sve kompleksniji i dalekosežniji zadaci, jer se tek u novije vreme sve šire sagledava, priznaje i pravilno ocenjuje ogroman i raznolik značaj poznavanja i rešavanja iste. Cilj ovog članka je da se da kratak pregled hidrogeoloških problema upoznavanja opasnosti od vode metoda izučavanja istih i organizacije odvodnjavanja rudnika.

Uvod

Opasnost od neočekivanog i naglog prodora vode u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom rudnih ležišta, obuhvata široku i aktuelnu problematiku, i to ne samo s tačke gledišta rudarsko-tehnoloških uslova, nego i sa aspekta zaštite radnika i imovine. Iznenadni prodori vode oduvek su rudarstvu pričinjavali velike materijalne gubitke, vezane za potapanje ili zamuljivanje jamske mehanizacije i radilišta, a u izvesnim slučajevima i za gubitak rudnih rezervi prouzrokovanih potapanjem ili ostavljanjem protivodenih stubova, uz pojedinačno ili kolektivno odnošenje ljudskih života.

Intenzifikacija rudarske proizvodnje, a u nizu slučajeva i nedovoljnog usklađivanja tehnologije praćenja visine proizvodnje sve više komplikuje hidrogeološke uslove, u i onako složenoj i raznolikoj rudarskoj problematici.

I pored toga što se poslednjih godina na pojedinim našim rudnicima ulažu velika finansijska sredstva na rešavanje hidrogeoloških problema, sa postignutim rezultatima ne možemo biti zadovoljni, jer još uvek postoji niz problema koji se gotovo uopšte ne razmatraju ili se njihovom rešavanju prilazi uprošćeno rutinski po neadekvatnim šemama i zastarelim metodama. Kod nas se, nažalost,

problemi u praksi najčešće rešavaju onda kada se oni pojave, aktiviraju, i to na način kako se na prvi pogled nametnu, umesto da se njihovom proučavanju i rešavanju prilazi studiozno i po fazama, počev od prospekcije-istraživanja, pa nadalje u periodu otvaranja i razrade rudnika, kao i kasnije pri samoj eksploataciji i likvidaciji jamskih radova.

Izvori hidrogeološke opasnosti mogu biti različiti, a u zavisnosti od rudarsko-geoloških uslova ležišta i okoline, na osnovu kojih se mogu odrediti kriterijumi za klasifikaciju i kategorizaciju ugroženosti od rada.

Najčešće moguće hidrogeološke opasnosti pri eksploataciji rudnih ležišta su rezervoari i potoci na površini, navodnjene stene okoline rudnih ležišta i navodnjena ležišta navodnjeni stari rudarski radovi, raselinske zone, pukotinske i karstne šupljine, kao i nepravilno likvidirani jamski radovi i bušotine.

Na bazi dosadašnjih saznanja u vezi sa opasnostima od iznenadne provale većih količina vode u jamske prostorije, razumevanje i rešavanje ove problematike trebalo bi da ima sledeći tok:

- a) preliminarno upoznavanje hidrogeoloških i geomehaničkih uslova terena i određivanje rejona ugroženosti od vode,

- b) detaljno upoznavanje određenih zona u komplikovanim hidrogeološkim uslovima,
- c) obrada metoda za likvidaciju ili smanjenje ugroženosti od vode,
- d) određivanje metoda za smanjenje opasnosti ili likvidaciju opasnosti od vode.

Pomenuta hidrogeološka problematika istraživanja i eksploatacije rudnih ležišta odlikuje se naročito komplikovanošću, s obzirom na promenljivost njenih elemenata u prostoru i vremenu, koji u određenim uslovima stvaraju neželjenu opasnost. Zbog svega ovoga, usavršavanje istraživačkih metoda, njihovo prilagođavanje konkretnim terenskim prilikama, odgovarajuća interpretacija dobijenih rezultata i njihova praktična primena predstavlja glavni zadatak hidrogeoloških proučavanja.

Načini i mogućnosti upoznavanja opasnosti

Na formiranje veličine priticanja vode u podzemne prostorije, a u zavisnosti od lokalnih prilika koje se menjaju u prostoru i vremenu, utiču sledeći rudarsko-geološki i tektonski faktori:

- način i pravac eksploatacije ležišta pod čijim se uticajem formira depresioni levak,

- sistem eksploatacije ležišta (naročito kod metoda sa zarušavanjem krovine),

- dubina eksploatacije, veličina sleganja, eksploataciona površina i način odvajanja slojnih naslaga.

Najopasnije pojave u pogledu sigurnosti na radu u podzemnim jamskim prostorijama, koje mogu izazvati deformacije u vezi sa vodom, su bubrenje, tečenje i nadimanje glinovitih masa, iznenadni prodori tekućih pesaka i glinovitih masa iz bokova izrađenih podzemnih prostorija.

Stabilnost izrađenih podzemnih prostorija u ovakvim uslovima može se obezbediti obradom, sistematizacijom i uopštavanjem hidrogeoloških podataka, kako u periodu istraživanja, tako i kasnije u fazi eksploatacije ležišta.

Prema potrebi vrše se i dopunska specijalna istraživanja (bušenje, opitni radovi), naročito na terenima gde se obavljaju magistralni radovi, rudnička okna i slični objekti. Uporedo sa ovim moraju se laboratorijski ispitivati fizičko-hemijske osobine stenskog materijala, mineraloški sastav podzemnih voda i njihov uticaj na stabilnost stenskog masiva.

Poznavanjem hemijskog sastava podzemnih voda, naročito usmeravanjem i rešavanjem hidro-hemijskih istraživanja, možemo rešiti pitanje snabdevanja vodom za piće i druge potrebe, zaštitne mere od hemijskog uticaja vode na opremu, podgradu, kao i dobijanje pojedinih elemenata iz vode, ukoliko su od ekonomskog značaja.

Prethodnim istraživanjem eksploatacionog područja, koje se vrši hidrogeološkim kartiranjem, treba obraditi one uticajne faktore koji do određenog stepena ukazuju na hidrogeološke zakonitosti dotične oblasti, kao što su:

- litološki sastav vodonosnih slojeva, njihova debljina, površina rasprostiranja, kao i strukturne osobine sredine u kojoj cirkulišu podzemne vode (ispucalost, kavernoznost, karstifikacija);

- tektonika, fizička istraženost struktura, uslovi zaleganja i rasprostiranja, uloga tih struktura u pogledu vodonosnosti vodonosnih slojeva;

- kvartarne rastresite tvorevine, njihov mehanički sastav, debljina, površina rasprostiranja, uloga tih naslaga u pogledu hranjenja izdani i pri otvaranju rudnika.

U cilju rešavanja hidrogeoloških zadataka u periodu prethodnog istraživanja, naročito je potrebno utvrditi opšte hidrogeološke zakonitosti okoline eksploatacionog područja, dati orijentacionu ocenu opštih prirodnih rezervi podzemnih voda i njihov vid, — i ukazati na izvore popunjavanja prirodnih rezervi podzemnih voda.

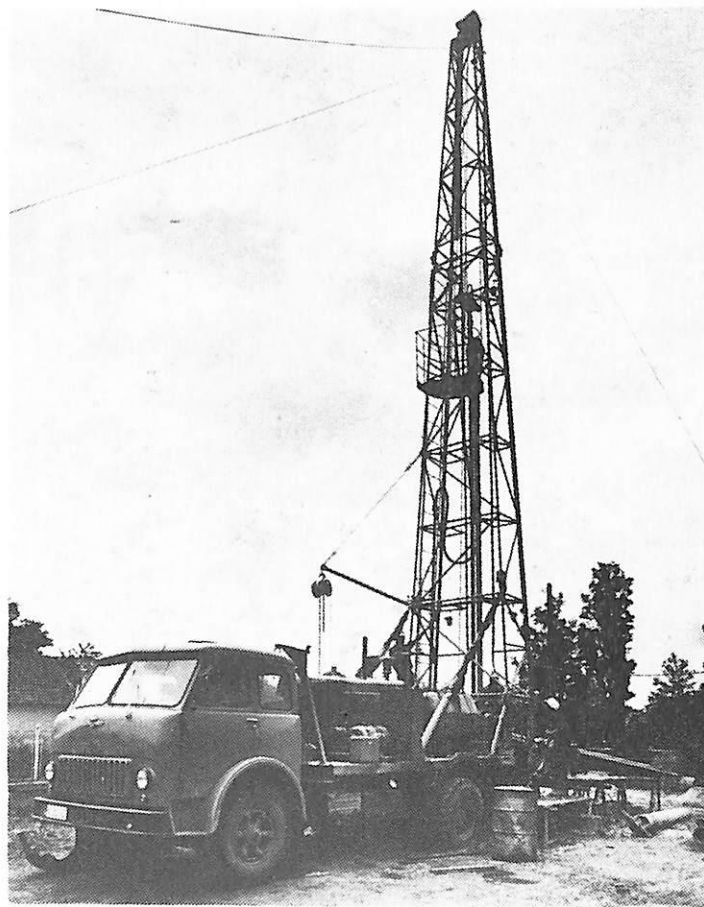
Detaljnim istraživanjem eksploatacionog područja treba detaljno proučiti uslove ovodnjenosti područja i njegovih izvora, odrediti količinske karakteristike opštih prirodnih rezervi podzemnih voda i njihovih vidova (statičke i dinamičke), ispitati i utvrditi mogućnosti priticanja vode u buduće podzemne prostorije uz predviđanje odgovarajućih mera, isušivanje eksploatacionog područja i borbe sa podzemnim vodama, uz prethodno ispitivanje izvora za vodosnabdevanje za budući rad rudnika (kvalitet i količinu vode).

Navedene probleme moguće je razrešiti izvođenjem sledećih hidrogeoloških radova:

- a) detaljnim hidrogeološkim kartiranjem eksploatacionog područja (utvrđivanje rasprostiranja vodonosnih slojeva, pravca kretanja i dubine zaleganja slojeva podzemnih voda);

Sl. 1 — Slušni nivo kao funkcija frekvencije (Hz) i intenziteta (dB)

Fig. 1 — The Hearing Level as a Function of Frequency (Hz) and Intensity (dB)



b) istražna hidrogeološka bušenja (utvrđivanje karaktera vodonosnih slojeva u pogledu debljina, površine rasprostiranja, litološkog sastava, pijezometrijskih nivoa, povezanosti pojedinih vodonosnih slojeva, izvođenja probnih, pojedinačnih i grupnih crpljenja, uzimanja uzoraka za laboratorijska ispitivanja, osmatranje režima podzemnih voda);

c) istražni hidrogeološki radovi u vidu plićih okana i kanala (utvrđivanje dubine zaleganja slojeva podzemnih voda, izrada karata sa hidro-izohipsama, opitni radovi i osmatranje režima);

d) količinsko isprobavanje vodonosnih slojeva (utvrđivanje izdašnosti, specifične izdašnosti, koeficijenta filtracije, poluprečnika uticaja, zavisnosti izdašnosti i specifične izdašnosti od sniženja statičkog nivoa, stepena uzajamnog uticaja izdašnosti ili dinamičkih nivoa ispitnih radova i dr.);

e) kvalitativno isprobavanje podzemnih voda (utvrđivanje hemijskog sastava);

f) stalno osmatranje elemenata režima podzemnih voda (utvrđivanje zakonitosti i davanje prognoza hidrogeološkog režima);

g) proučavanje vodnog bilansa hidrometrijskim istraživanjima;

h) izrada hidrogeološke dokumentacije sa davanjem ocene hidrogeoloških uslova izvršenih radova.

Pre početka detaljnih istraživanja obavezno treba izraditi projekat hidrogeoloških radova, sa obradom vida, obima i metodike izvođenja radova.

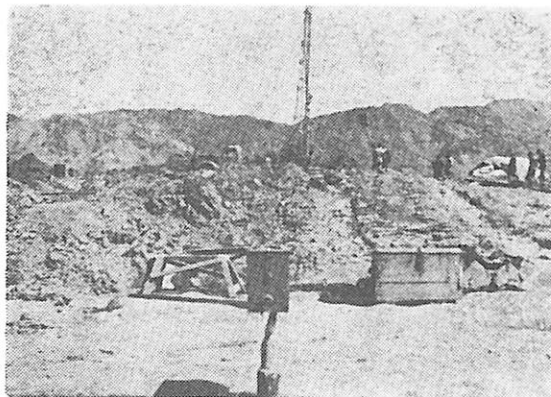
Na površini eksploatacionog polja u vezi sa režimom stalnog osmatranja površinskih voda, treba, po N. I. Plotnikovu, zavesti sledeća osmatranja:

a) osmatranje promena protoka u rečnoj mreži;

b) osmatranje količine atmosferskih padavina na datom terenu;

c) osmatranje mogućnosti poniranja voda koje su prethodno iscrpljene iz jame.

Za vreme osmatranja proticaja površinskih voda u rečnoj mreži treba da bude razjašnjen njihov uticaj na ovodnjenost eksploatacionog područja.



Fl. 2 — Osmatrački pijeometri

Potrebno je utvrditi i količinu vode koja ponire s površine i preduzeti potrebne mere u vezi sa izolacijom osnovnih izvora ovodnjenosti.

U okviru osmatranja režima podzemnih voda, treba raditi i na izučavanju uslova stvaranja depresionih površina nivoa podzemnih voda, površine njihovog rasprostiranja uz prognoziranje daljeg razvoja depresija u vezi s razradom nižih horizonata kao i uz određivanje veličine hidrostatičkog pritiska podzemnih voda iznad horizonata rudarskih radova koji se nalaze u eksploataciji ili pripremi.

Za izučavanje ovih radova potrebno je izraditi mrežu bušotina za režimska osmatranja. Gustina ovih bušotina zavisi od namene radova, složenosti hidrogeoloških uslova, kao i načina otvaranja ležišta.

U vreme eksploatacije ležišta, u okviru stalnog osmatranja režima rudničkih voda, potrebno je, po N.I. Plotnikovu organizovati osmatranje izdašnosti pritoka u rudarskim radovima au celini, osmatranje pritoka iz pojedinih bočnih delova jame, posebno po hori-

zontima, i to u najviše ovodnjene delove, zatim osmatranje rudničkog odvodnjavanja sa izbacivanjem rudničkih voda na površinu. U program stalnog osmatranja režima rudničkih voda, u ovoj fazi radova treba vršiti i sistematsko hidrogeološko kartiranje podzemnih rudarskih radova, uz obavezno proučavanje hemijskog sastava podzemnih voda.

Metode upoznavanja opasnosti od vode pri rudarenju

Probim hidrogeološkim bušenjem dobijaju se rezultati u cilju upoznavanja hidrogeoloških prilika i određivanja ugroženih delova terena od vode. Sledeća etapa odlikuje se daljim upoznavanjem hidrogeoloških parametara radne sredine sa ciljem da se odrede i lokalizuju izvori opasnosti sa određivanjem najefikasnije metode i mere protiv dejstva.

Istraživački hidrogeološki radovi treba da budu prethodnica rudarskim radovima. U cilju upoznavanja opasnosti od vode, u sadašnjoj rudarskoj praksi se primenjuju rudarske, modelske, geofizičke radiometrijske, hemijske i laboratorijske metode.

Rudarske metode se svode uglavnom na izradu bušotina sa površine ili iz jame u pravcu eventualne opasnosti od vode. Ovim radovima određuju se hidrogeološki i geomehanički parametri radne sredine, položaj površine vode, pravac i brzina kretanja podzemnih voda, hidraulična povezanost pojedinih vodnih slojeva, kao i postojanje izolacionih slojeva. Otvori dobijeni bušenjem mogu se koristiti za geofizička i radiometrijska merenja, a ređe i kao drenažni i pijeometrijski otvori.

Modelske metode se primenjuju u slučaju komplikovanih hidrogeoloških uslova, čije je upoznavanje tradicionalnim i analitičkim metodama otežano ili znatno odstupa od uprošćenih postupaka. Ove metode se primenjuju za predviđanje priticanja vode na jamska radilišta, za određivanje domena i veličine odvodnjavajućeg dejstva, rudnika, za određivanje infiltracije vode i slično.

Geofizičke metode. — Primenom seizmičkih i geoelektričnih principa i postupaka moguće je utvrditi i lokalizovati praznine u stenskom materijalu, tektonske poremećaje i nekontinuirane površine, kao i za ispitivanje pravaca i brzine protoka podzemnih voda.

Radiometrijske metode (metode kvarcnog tla, metode pokazatelja koji zrače i koji ne zrače) koriste se za otkrivanje voda iz raznih izvora, i njihove starosti, kao i za ispitivanje pravca i filtracionog pritiska podzemnih voda.

Hemijske metode se koriste za ispitivanje hidrogeoloških odlika stenskog materijala, kao i njihove otpornosti (određivanje dozvoljenih hidrauličnih padova i brzine pritoka vode u bušačkim otvorima u stenskim pukotinama) što je neophodno za pravilnu ocenu minimalne veličine sigurnosti filtra za rezervoare vode, kao i minimalne dubine istražnih i prethodnih otvora. Ovim metodama vrši se i ispitivanje na jezgrima prilikom bušenja ili zidovima jamskih prostorija, a sastoji se u određivanju gustine, širine i pravca ispucalosti pukotina.

Izbor nabrojanih metoda rada i određenih postupaka vrši se u zavisnosti od složenosti terenskih prilika, rezultata dosadašnjih, stečenih iskustvenih i teoretskih saznanja, opremljenosti potrebnim uređajima i aparatima, profesionalne obučenosti kadrova koji se bave izučavanjem ove problematike i stvarnog shvatanja potreba i opasnosti koje mogu pretiti od podzemnih voda i na površini zemlje.

Potrebe i mogućnosti organizovanja odvodnjavanja rudnika

U zavisnosti od hidrogeoloških i eksploatacionih uslova, a nakon izvršenih detaljnih hidrogeoloških istraživanja ležišta i okoline, vrši se izbor odgovarajućih metoda odvodnjavanja rudnika, koje može biti prethodno, eksploataciono i kombinovano.

Prethodno odvodnjavanje i isušivanje eksploatacionog područja ima za cilj da na osnovu dobijenih hidrogeoloških rezultata, raspoloživim tehničkim sredstvima isušiti ili ispusti nivo podzemnih voda na željenu visinu, a u cilju obezbeđenja uslova za normalno izvođenje podzemnih radova.

Samo odvodnjavanje može se izvršiti:

— regulisanjem površinskih tokova i slivova atmosferskih voda u cilju onemogućavanja hranjenja eksploatacionog polja atmosferskim i podzemnim vodama;

— dreniranjem površinskih i podzemnih voda horizontalnim drenažama;

— dreniranjem podzemnih voda pomoću vertikalnih drenažnih bušotina u cilju spuštanja nivoa podzemne vode i isušivanja eksploatacionog područja;

— isušivanjem pomoću infiltracionih ili ulivnih bunara i bušotina.

Tek nakon izvršenog detaljnog hidrogeološkog istraživanja vrši se izbor odgovarajućeg načina odvodnjavanja.

Ukoliko želimo da onemogućimo intenzivno hranjenje eksploatacionog područja atmosferskim i podzemnim vodama, potrebno je da organizujemo sakupljanje površinskih voda horizontalnim drenažnim kanalima, čija dubina zavisi od konkretnih hidrogeoloških uslova terena.

Pri razmatranju problematike površinskih tokova, potrebno je preduzeti mere da se rečni tokovi regulišu i isprave kako bi voda brzo proticala i time smanjila mogućnost infiltracije.

Na mestima gde se vrši infiltracija, a u zavisnosti od terenskih prilika, treba preduzeti najefikasnije mere, kao što su: ispravljanje i betoniranje korita reke, izrada brane, izrada veštačkih akumulatora — sa kasnijim planskim odvodnjavanjem — odvođenjem vode kanalima ili cevima na određena mesta, zamuljivanjem ili injektiranjem korita reke ili, u izuzetnim prilikama, ukoliko za to postoje ekonomska opravdanja vršiti isušivanje podzemnih rezervoara, jezera i baruština.

Isušivanje delova terena koji se nalaze na većim dubinama može se vršiti vertikalnim drenažnim bunarima i dubokim bušotinama, kojima se može spustiti nivo podzemne vode u cilju sigurnijeg izvođenja radova.

Eksploataciono odvodnjavanje i isušivanje vrši se za vreme izvođenja podzemnih rudarskih radova, a sastoji se u:

— pravilnom postavljanju drenažnih kanala u potkopima kojima se dovodi voda do drenažnih okana, odnosno vodosabirnih bazena,

— postavljanju drenažnih vodenih objekata — bunara, drenažnih potkopa, okana i slično,

— ugradnji utisnih filtara u cilju isušivanja krovnih naslaga,

— izradi bunara i bušotina kojima se probijaju krovinske naslage do jamskih prostorija i preko njih drenira krovina,

— bušenju prethodnih bušotina u cilju sigurnog izvođenja jamskih radova,

— postavljanju infiltracionih i ulivnih bunara i bušotina kojima se odvodi voda iz podzemnih jamskih prostorija,

— pravilnom izboru i postavljanju zaštitnog vodonepropusnog stuba prema poplavljenim radovima ili prema izdanskim i prostornim rezervoarima,

— preduzimanju i ostalih mera u zavisnosti od specifičnih terenskih prilika i postavljenog zadatka.

Kombinovano odvodnjavanje obuhvata radove i mere koji se preduzimaju u cilju rešavanja hidrogeološke problematike odvodnjavanja, i to pre i za vreme izvođenja rudarskih radova, odnosno eksploatacije ležišta.

U izuzetno složenim hidrogeološkim uslovima u cilju uspešne i sigurne izrade vertikalnih ili horizontalnih rudničkih prostorija, a na osnovu rezultata izvršenih detaljnih hidrogeoloških istraživanja, primenjuju se postupci cementacije, silikatizacije, bitumenizacije, zamrzavanja i slično.

Pri izradi podzemnih prostorija, a u zavisnosti od konkretnih hidrogeoloških terenskih prilika, po N. I. Plotnikovu, potrebno je u cilju bezopasnog izvođenja radova preduzeti:

— detaljno proučiti geološko-litološku građu i hidrogeološke uslove ležišta (izvršiti kompletno kartiranje u razmeri 1:10.000 s potrebnim brojem bušotina),

— detaljno proučiti režim hidrogeološki režim oblasti ležišta, odrediti mesta i veličine poniranja površinskih voda u rudonosne mase, radi čega se vrše stalna osmatranja na specijalno opremljenim mestima,

— proučiti klimatske uslove u cilju određivanja količina voda koje dolaze da popune prirodne rezerve, a na račun infiltracije atmosferskih voda, koje padnu u oblasti hranjenja, zbog čega je potrebno organizovati hidrometeorološke stanice,

— detaljno proučiti režim podzemnih i rudničkih voda rudnog područja u cilju određivanja uslova formiranja depresione površine na području eksploatacije, veličine hidrostatičkog pritiska iznad nivoa rudarskih radova i dati ocenu povezanosti podzemnih i površinskih voda, a u vezi s tim treba da bude pripremljena specijalna mreža bušotina (za osmatranje režima) i preliva,

— izvršiti jamsko hidrogeološko kartiranje rudarskih radova radi utvrđivanja zako-

nitosti u rasprostranjenju pukotina s vodom ili karstnih šupljina,

— voditi hidrogeološku dokumentaciju istražnih geoloških radova u cilju proučavanja izmena u pogledu vodonosnosti, karstifikacije, ispujalosti stena s dubinom,

— izvršiti opitna istraživanja (podzemna, površinska bušenja i crpljenja), a u cilju određivanja uslova vodonosnosti stena na području izrađenih jamskih radova, izučavanja pogodnih načina za osmatranje hidrostatičkog pritiska u eksploatacionim pripremnim horizontima i utvrđivanja mogućnosti primene bušotina za sniženje nivoa (u konkretnim uslovima) radi omogućavanja novih radova,

— vršiti istraživanja u cilju proučavanja hemijskog sastava površinskih, podzemnih i rudničkih voda,

— izvoditi geofizičke radove, kao dopunske, u cilju razjašnjavanja pojedinih problema.

Pri izradi podzemnih prostorija treba se rukovoditi sledećim načelima:

a) ne izrađivati ih u peskovitim slojevima otvorenim sistemom odvodnjavanja, već je potrebno organizovati isušivanje pomoću filtra,

b) filteri treba da budu takvi da ne dođe do ispiranja pesaka,

c) bušotine za isušivanje treba da daju vodu samo iz datog horizonta, jer komuniciranje između vodonosnih horizonata ne bi trebalo dozvoliti,

d) sve istražne bušotine po njihovom završenom radu treba da budu tamponirane,

e) u slučaju ispiranja ili stvaranja partija tekućih pesaka u jamskim prostorijama treba pažljivo ispuniti nastale šupljine tamponažnim materijalom.

U zavisnosti od konkretnih terenskih prilika u periodu eksploatacije ležišta, pored uobičajenih mera, potrebno je u okviru hidrogeoloških radova između ostalog raditi i na rešavanju sledećih problema:

a) proučavati i preduzimati potrebne mere za regulaciju rudničkih voda (izolacija izvora odvodnjenosti ili isušivanja eksploatacionog područja),

b) proučavati i preduzimati odgovarajuće mere u vezi sa stvaranjem sigurnih uslova rada pri izvođenju pripremnih i ostalih jamskih radova, koji imaju visok stepen i složene uslove odvodnjenosti,

c) predvideti potrebne mere u vezi sa mogućim pritajanjem vode za radove koji će se izvoditi na nižim horizontima,

d) razrada mera u cilju racionalnog postavljanja crpnih uređaja,

e) utvrđivanje štetnih uticaja podzemnih voda na rudarsku opremu i njihovo uklanjanje.

Znači, tek nakon izvršenih detaljnih hidrogeoloških i eksploatacionih istraživanja i analiziranja ležišta i okoline, uz primenu odgovarajućih mera i postupaka i korišćenje savremenih dostignuća u ovoj oblasti, možemo izvršiti izbor metoda odvodnjavanja i mere zaštite u vezi sa hidrogeološkom problematikom na jednom rudniku.

Preventivne mere u vezi sa opasnostima od vode pri podzemnom rudarenju

Opasnosti od vode u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom mogu se sprečiti preduzimanjem preventivnih mera, koje se sastoje u:

— stalnoj spremnosti uređaja za glavno odvodnjavanje da primi dodatne količine vode,

— izolaciji ugroženih delova jame pomoću odgovarajućih i propisnih vodenih ili infiltracionih brana,

— pravilnom određivanju dimenzija stubova sigurnosti između rudarskih prostorija — radilišta i izvora vodenih opasnosti,

— pravilnom izboru odgovarajućih vrsta i debljina rudničke podgrade, i to posebno u poremećenim zonama ili zonama slabe konzistencije,

— zaptivanju i učvršćivanju vodonosnih i slabo vezujućih stena,

— ispravnoj primeni hemijskih vezujućih sredstava koja se ubrizgavaju u otvore za slučaj pojave muljevitog peska,

— stručnom i pravilnom izvođenju radova za slučaj odvodnjavanja potopljenih starih radova kroz bušotine, korišćenjem gravitacije pri odvodnjavanju putem nižih jamskih prostorija,

— pravilnoj primeni metoda cementiranja, silikatizacije, kao i primeni hemijskih metoda i zamrzavanja,

— ažurnom i tačnom vođenju evidencije o količinama normalnog i maksimalnog dotoka vode, provalama vode i tekućeg peska, vodenim branama, odnosno vratima, o pregledima vodnih uređaja i njihovim kapacitetima i ispravnosti,

— pravilnom korišćenju i interpretaciji do sada stečenih praktičnih i teoretskih is-

kustava u ovoj oblasti i stručnoj primeni plana spasavanja za rešavanje problematike u vezi sa vodom pri podzemnim radovima.

Simptomi koji ukazuju na opasnost od provale vode su: pojačano kapanje vode, povećani pritisak, pucanje u stubu — masivu i slično.

Pojava podzemnih voda u neočekivanim neželjenim količinama zahteva preduzimanje niza specijalnih mera i akcija: postavljanje pomoćnih pumpi, isušivanje horizonata-slojeva pomoću bušotina sa sniženjem nivoa izdani, izrada drenažnih potkopa, utisnih filtera i specijalnih načina izrade jamskih prostorija-radova u rastresitim vodonosnim i sličnim terenima sa nepovoljnim fizičko-mehaničkim i tehničkim osobinama radne sredine.

Zaključak

Hidrogeološka problematika istraživanja i eksploatacije rudnih ležišta odlikuje se naročitom komplikovanošću i tek joj se u poslednje vreme poklanja više pažnje, jer se pojavljuju sve brojniji i raznovrsni problemi. Nažalost, još uvek kod nas postoji niz problema iz oblasti hidrogeologije koji se skoro uopšte ne razmatraju ili se njihovom rešavanju prilazi uprošćenim, neadekvatnim ili zastarelim metodama.

U vezi sa ovim, kao i intenzifikacijom rudarske proizvodnje i povećanom industrijalizacijom, povećanjem terena obuhvaćenih rudarskom delatnošću, kao i sve većom potrebom korišćenja podzemnih voda za vodosnabdevanje i druge potrebe, hidrogeološka problematika poprima sve veću važnost društvenog, privrednog i tehničkog značaja. Naročito treba razvijati radove na usavršavanju analitičkih, modelskih, geofizičkih i izotopskih metoda.

Danas još uvek postoji niz problema u vezi s podzemnim vodama, koji se uopšte ne razmatraju ili se njihovom rešavanju prilazi rutinski i po osećaju. Krajnje je vreme da ovoj problematici poklonimo dužnu pažnju, i to naročito planskom istraživanju perspektivnih regiona za vodosnabdevanje, izradi studija o bilansu i rezervama podzemnih voda, izradi studija o hidrogeološkim uslovima korišćenja i regulisanja podzemnih voda na osnovu postojećih podataka i poznavanja bilansa i rezervi, forsiranju regional-

nih hidrogeoloških istraživanja, do obuhvaćanja čitave naše zemlje, kao i izučavanju opasnosti od podzemnih voda pri iznenadnoj provali u rudnicima (pri izradi podzemnih prostorija, odnosno eksploataciji rudnih ležišta) i istraživanju u pravcu obrade i uvođenja novih hemijskih sredstava i organizo-

vanju baza injekcionih sredstava i opreme.

Posebnu pažnju treba obratiti na pravilno korišćenje i usavršavanje istraživačkih metoda, njihovo prilagođavanje konkretnim uslovima, odgovarajućoj interpretaciji dobijenih rezultata i njihovoj praktičnoj primeni pri istraživanju i eksploataciji rudnih ležišta.

ZUSAMMENFASSUNG

Hydrogeologische Problematik der Untersuchungen und Exploitation der Erzlagerstätten

Dipl. Ing. M. Jovanović*)

Im Referat wird die Darstellung der Möglichkeiten von Lösung hydrogeologischer Problematik bei der Untersuchung und exploitation der Erzlagerstätten als auch das Verhindern der Gefahr bei der Organisierung von Entwässerungen in den Bergwerken gegeben.

Erst in neuerer Zeit hat man einen weiteren Einblick, man bekennt und beurteilt richtig grosse und vielartige technische und ökonomische Bedeutung dieser Problematik, die so eine Beurteilung der Wichtigkeit und Aktualität nach verdient.

Es ist unbedingt notwendig besondere Aufmerksamkeit der richtigen Ausnützung und Verbesserung der Untersuchungsmethoden zu widmen, ihrer Anpassung den konkreten Terrainbedingungen, entsprechender Interpretation der bekommenen erzielten Resultate und ihrer richtigen entsprechenden Anwendung bei der Untersuchung und Exploitation der Erzlagerstätten, wie auch bei Lösung hydrotechnischer und Ingenieur-Probleme, wenn man erwartete technisch — technologisch — ökonomische Ergebnisse eizielen möchte.

Literatura

Plotnikov, I., Sirovatko, V., Ščegoljev, I., 1957: Podzemnye vody rudnyh mestoroždenij, Moskva.

Kamenski, N., Klimentov, P., Ovčnikov, M., 1953: Hidrogeologija rudnih ležišta.

Milojević, N. 1967: Hidrogeologija, Beograd.

Jovanović, M. 1972: Značaj izučavanja problematike odvodnjavanja rudnika i opasnosti koje prete od voda u podzemnoj eksploataciji rudnih ležišta. Zaštita radnika na radu, br. 10, Beograd.

Filipović, B., Marković, M. 1964: Metodika hidrogeoloških istraživanja rudničkih voda, Beograd.

Jovanović, M. 1971: Kako da se suprotstavimo prodiru vode u rudarsko okno. Zaštita rada, br. XII, Beograd.

Popov, V. 1959: Inženernaja geologija, Moskva.

Jovanović, M. 1972: Značaj i potreba izučavanja podzemnih voda za vodosnabdevanje, Novi Sad.

Jovanović, M. 1972: Dubinsko bušenje, njegova namena i mere zaštite pri radu. Zaštita rada, br. III.

Klimentov, P. 1961: Metodika gidrogeologičeskijh isledovanij, Moskva.

*) Mr ing. Milorad Jovanović, »Tehnocopp inženjering« direktor Geotehničkog sektora Novi Sad.

Uticaj buke na čoveka i zaštita sluha

(sa 19 slika)

Dipl. ing. Miron Savić

Predmetni članak je neobjavljeni privremeni izveštaj autora koji je izrađen za unutrašnju upotrebu i ne predstavlja još konačni stav i mišljenje Centra za naučno-istraživački rad, Rudarskog odeljenja Ministarstva energetike, rudarstva i mineralnih bogatstava Kanade, koji je blagonaklono odobrio da časopis »Sigurnost u rudnicima« objavi.

Uvod

Buka, muzika i govor su tri osnovne kategorije zvuka. Čovečji glas i čovečje uho predstavljaju fundamentalni prirodni zvučni sistem. Osnovno razumevanje zvuka i čovečjeg uha je bitno za akustična proučavanja i merenja.

Buka je definisana kao neprijatan ili neželjeni zvuk. Tehnički, buka je kombinovani rezultat jedno-frekventnih zvukova ili čistih tonova i ima kontinualan frekventni spektar nepravilne amplituđe i oblika talasa. Infra zvuk je buka sa frekvencijom ispod 20 Hz, dok je ultrazvuk buka sa frekvencijama iznad 20.000 Hz (1).

Buka ometa rad, san i rekreaciju. Takođe izaziva naprezanje i zamor, gubitak apetita, loše varenje, razdražljivost i glavobolju. Buka visokog intenziteta ima negativne kumulativne efekte na čovečji slušni mehanizam i izaziva privremenu ili trajnu gluvoću. Psihološki, buka utiče na učinak radnika, smanjuje ga i povećava greške i povređivanje ljudi jer odvraća njihovu pažnju od rada. Procesi koji dovode do buke od mašina mogu takođe da izazovu habanje i kvarove (2, 3, 4, 5, 6).

U rudarstvu postoje sredstva koja proizvode buku i bučne sredine. Subjektivna nelagodnost se često smanjuje kako rudar nastavlja sa radom i prihvata tu buku kao pri-

rodnu osnovu svog zadatka, naročito kada i sam doprinosi buci svojim radom.

Psihoakustika i anatomija uha

Čovečje uho je složeni organ koji prima okolne zvučne vibracije, prenosi tačno signale u mozak radi interpretacije, a takođe vlada i našim osećanjem ravnoteže.

Priroda zvuka

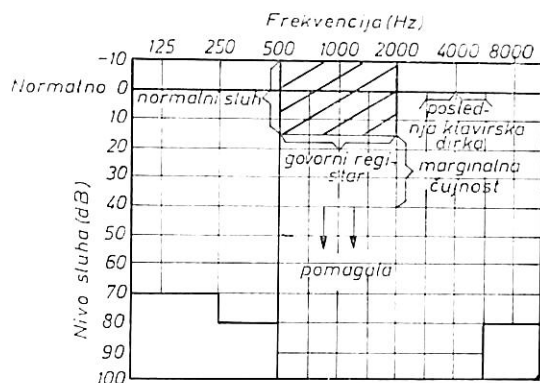
Zvuk je proizvod dvaju procesa:

— fizičke promene u ljudskoj sredini usled pritiska, i

— psiho-fizičkog procesa koji obuhvata prenošenje, percepciju i interpretaciju zvuka u čovečjoj svesti.

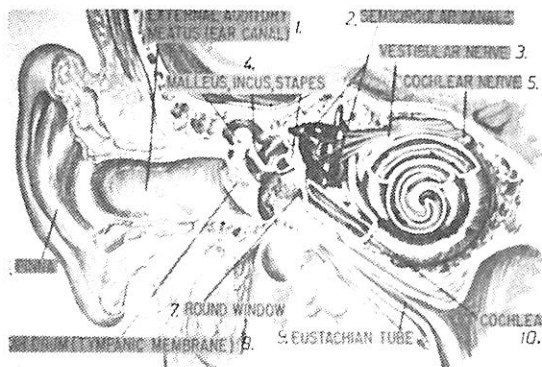
Prva faza stvaranja zvuka je stvaranje zvučnih talasa (vibracija molekula vazduha) koji se kreću u svim pravcima u odnosu na centralni izvor vibracije, na primer, vibrirajuću žicu muzičkog instrumenta odmah posle trzaja. Vazdušne čestice u pokretu stvaraju pritisne vibracije u okolnom vazduhu koje eventualno stižu do uha i dovode do sličnih pritisnih promena ili impulsa na veoma osetljivoj bubnoj opni: ovim počinje »slušni« psiho-fizički proces. Dva glavna kvaliteta, koja koristimo za identifikaciju i opis zvučnih talasa, su frekvencija (visina) i intenzitet (glasnost).

Audiogram je grafikon koji pokazuje nivo sluha osobe kao funkciju frekvencije (Hz) i intenziteta (dB). Audiometrija je tehnika koja utvrđuje kako čujemo visoke zvuke pri različitim intenzitetima, naročito onih tonova koji su kritični za razumevanje govora (slika 1).



Sl. 1 — Slušni nivo kao funkcija frekvencije (Hz) i intenziteta (dB).

Fig. 1 — The Hearing Level as a Function of Frequency (Hz) and Intensity (dB).



Sl. 2 — Anatomija uha.

1 — spoljni ušni kanal; 2 — polukružni kanali; 3 — pretkomorni nerv; 4 — čekić, nakovanj, uzengija; 5 — pužasti nerv; 6 — ušna školjka; 7 — okrugli otvor; 8 — bubna opna; 9 — eustahijeva truba; 10 — puž.

Fig. 2 — Anatomy of the Ear.

Anatomija uha

U osnovi, uho se deli na tri dela: spolnje, srednje i unutrašnje uho.

Spoljnje uho

Spoljnje uho se sastoji od ušne školjke (pinna) i ušnog kanala (spoljnjeg auditivnog meatusa). Ono što mi obično nazivamo »uhom« je u stvari samo spoljnje uho. Funk-

cija spoljnjeg uha je da skupi zvučne talase koji se približavaju uhu i da iste usmeri ka bubnoj opni (slika 2).

Srednje uho

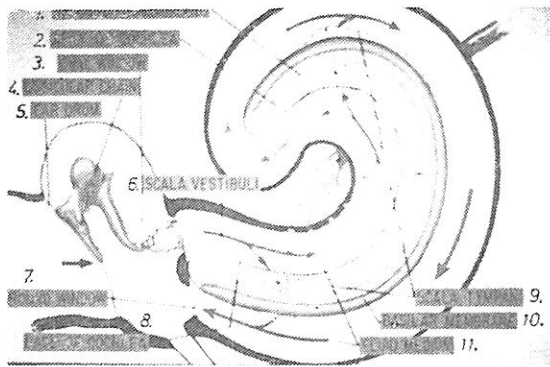
Srednje uho počinje od bubne opne i sadrži tri najmanje kosti u telu, zvane čekić, nakovanj i uzengija. Ove slične kosti su povezane u vidu lanca, prikačenog na jednom kraju za unutrašnju stranu bubne opne, a na drugom za membranu koja prekriva unutrašnje uho i njegovu viskoznu tečnost. Pri kretanju bubne opne ovaj koštani lanac se kreće ka unutrašnjosti, prenoseći pritisni talas na teško unutrašnje uho. U srednjem uhu postoje i dva mišića, opružać i stremeničnik, koji pomažu pri sprečavanju prenošenja potencijalno preteranih vibracija na unutrašnje uho. Srednje uho takođe sadrži i Eustahijevu trubu koja se proteže od dna šupljine srednjeg uha do grla i pomaže provetranju srednjeg uha i izjednačavanje pritiska (slika 2).

Unutrašnje uho

Unutrašnje uho sadrži polukružne kanale, organe osećaja ravnoteže i puž, ili organ — čulo sluha. Vibriranje pločice uzengije, koja sadrži ovalno prozorče, izaziva pomeranje tečnosti (perilymph) u pužu (slika 2).

Analiza zvuka od strane puža

Organ pužastog oblika (cochlea) je podeljen u gornji (scala vestibuli) i donji deo (scala tympani) u kojima se nalazi tečnost (perilymph). Trouglasta komora (scala media) je stvorena na donjoj strani od koštane ivice (osseous spiral lamina) i bazilarne opne pripojene za spiralni ligament, a na gornjoj strani od pretkomorne opne (Reisenerove) koja je takođe pripojena za spiralni ligament. Pužni kanal je napunjen tečnošću (endolymph). Cortijev organ se nalazi na bazilarnoj opni i sadrži vlaknaste ćelije (krajnje osetne organe) koje su pripojene za želatinsku pokrivnu opnu. Vlaknaste ćelije su poredane u redovima: jedan red unutrašnjih vlaknastih ćelija i tri ili više redova spoljnih



Sl. 3a — Unutrašnje uho i puž
 1 — rajznerova opna; 2 — vrh puža; 3 — ovalno prozorče; 4 — koščani lanac; 5 — bužna opna; 6 — gornji deo; 7 — okrugli otvor; 8 — dno puža; 9 — donji deo; 10 — bazilarna membrana; 11 — tečna sredina.

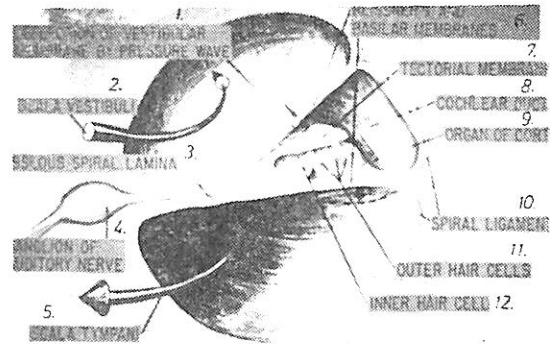
Fig. 3a — The Inner Ear and the Cochlea.

vlaknastih ćelija. Visokofrekventni tonovi se prenose na donjem delu puža, dok se niskofrekventni tonovi prenose blizu vrha. Srednje frekvencije aktiviraju područje druge krivine bazilarne opne. Pomeranje tečnosti uslovljava kretanje membrana, stimulišući time vlaknaste ćelije koje okidaju električne impulse koji aktiviraju vlakna osmog lubanjskog (čujnog) nerva. Ovaj nerv prenosi impulse u mozak koji tumači zvuke primljene iz uha (slike 3a i 3b).

Ukratko, uho funkcioniše pretvarajući vibracioni izvor od akustične energije u mehaničku energiju u srednjem uhu, u hidrauličku energiju u unutrašnjem uhu, u električne impulse duž osmog nerva i konačno u psihološke ili semantičke impulse na auditivnoj kori (slika 4).

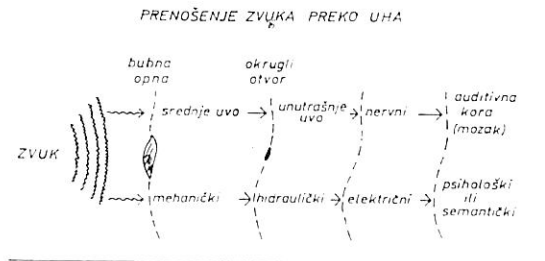
Patologija bukom izazvanog gubitka sluha

Bukom izazvani gubitak sluha u početku oštećuje osetljive vlaknaste ćelije u Cortijevom organu, uslovljavajući gubitak oštine pri 4000 Hz. Ako sposobnost osobe da čuje razgovor nije poremećena, obično se gubitak sluha ne otkriva tokom svoje privremene ili prelazne faze. Međutim, kad taj gubitak obuhvata i niže frekvencije, ozbiljnijeg je stepena i remeti sposobnost osobe da razume govor. Nastao je trajan gubitak sluha. Očigledno, ove dve vrste gubitka sluha imaju više međusobnih stupnjeva, tako da se prva zamenjuje drugom ako se ne uoči i ne leči.



Sl. 3b — Puž — presek.
 1 — izvijanje predkomorne opne putem pritisknog talasa; 2 — gornji deo; 3 — koštana spiralna pregrada; 4 — čvor slušnog nerva; 5 — donji deo; 6 — Rajsnerova i basilarna opna; 7 — pokrivena opna; 8 — pužasti kanal; 9 — organ kore; 10 — spiralni ligament; 11 — spoljnje vlaknaste ćelije; 12 — unutrašnja vlaknasta ćelija.

Fig. 3a — The Cochlea — Section.



Sl. 4 — Prenosenje zvuka preko uha
 Fig. 4 — Transmission of Sound by the Ear

Bukom izazvani gubitak sluha obično napada oba uha osoba ispod 40 godina starosti. Neke osobe su osetljivije na glasne zvuke, te su podložnije ovoj vrsti oštećenja sluha nego druge (7).

Presbikoza

Presbikoza je medicinski izraz za gubitak osetljivosti uha do koga dolazi prirodno sa godinama starosti. Jedna uobičajena postavka odbija $1/2$ dB od prosečnog nivoa sluha osobe za svaku godinu iznad 40. Pri višim frekvencijama su gubici nesumnjivo znatniji. Važno je da se pri oceni gubitka sluha usled izlaganja jakoj buci uzme u obzir presbikoza (7).

Gluvoća

Izraz gluvoća se ovde koristi za gubitak sluha nesrećnim slučajem, bolešću ili izlaganjem jakoj buci, te isključuje presbikoza.

Postoje tri glavne vrste gluvoće: provodna, nervna i korna — kortikalna.

Provodna gluvoća nastaje usled oštećenja u onim delovima uha koji »provode« zvučne talase i vazduh u unutrašnje uho. Ova vrsta gluvoće ili utiče na sve frekvencije manje-više podjednako, ili, češće, ozbiljnija je pri niskim i srednjim frekvencijama.

Nervna gluvoća (ponekad zvana perceptivni gubitak sluha) nastaje usled gubitka osetljivosti u osetnim ćelijama u unutrašnjem uhu ili nekog oštećenja auditivnog nerva. Za ovu vrstu gluvoće nema leka. Gubici sluha kod ljudi koji rade tokom dugih perioda pod veoma snažnim bučnim uslovima su ove vrste.

Korna — kortikalna gluvoća uglavnom napada stare osobe i posledica je defekta u moždanim centrima (7).

Gluvoća izazvana bukom

Ako je buka dovoljno jaka, neposredno će oštetiti bubnu opnu, moguće tako jako da ne može da zaraste, ili će uništiti nežne koštice. Ne zna se tačno koliko jaka buka treba da bude da bi izazvala tako ozbiljno oštećenje pošto se eksperimenti ove vrste ne vrše na ljudskim bićima, ali prema eksperimentima na životinjama i ispitivanim slučajevima na ljudima, čini se da treba da ima snagu 150 dB (granica bola), vidi tablicu 1.

Od veće važnosti je gubitak sluha uslovljen izlaganjem u toku izvesnih perioda vremena nivoima buke koje često nalazimo u industriji i drugde (pojačana muzika, itd.). Izlaganje ovim bukama izaziva nervnu gluvoću, odnosno oštećenje osetnih ćelija unutrašnjeg uha, ili možda auditivnog nerva.

Ovde nije moguća bilo kakva hirurška intervencija. Kao i presbikoza, nervna gluvoća usled jake buke teži prvo da utiče na više frekvencije (iznad 1000 Hz), ali za razliku od presbikoze, ovaj gubitak će se često, ako je dovoljno ozbiljan, proširiti na ceo frekventni raspon.

Uslovi okoline

Privremeni gubitak sluha može da bude uslovljen bukom. Ali, ako ta buka nije suviše jaka i ne traje dugo, sluh će se vremenom potpuno povratiti. Period oporavka može da

traje od nekoliko sekundi do više meseci, zavisno od prirode izlaganja buci i od same osobe. Međutim, nas ovde interesuje samo trajan gubitak.

Utvrđivanje maksimalno dozvoljenih nivoa pritiska zvuka je veoma teško. I pored obimnih ispitivanja, ne zna se dovoljno o varijabilama. Ove varijabile su:

- glasnost i priroda buke;
- da li je izlaganje sa prekidima;
- ranija izloženost osobe buci; i
- različite fizičke reakcije raznih ljudi na istu buku.

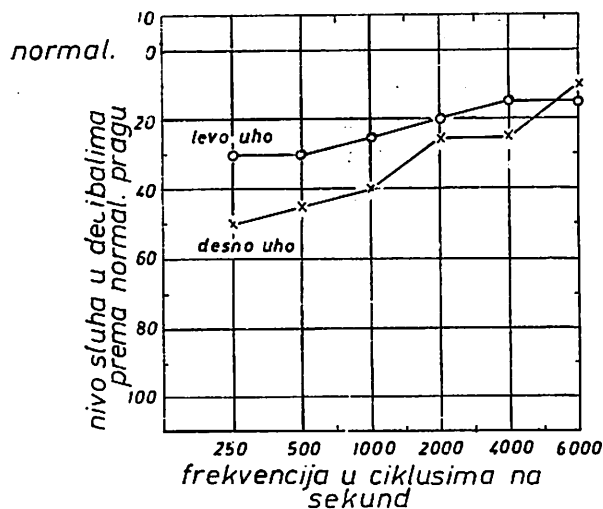
Efekti buke na čoveka

Sada možemo opisati način na koji akustična energija oštećuje uho. Ovaj opis takođe pruža kriterijume koji ukazuju na sredinu koja može da izazove stalan gubitak sluha.

U rudarstvu vrlo često dolazi do privremenog gubitka sluha. Iznenadna snažna buka (miniranje, eksplozija) može da izazove ozbiljno oštećenje struktura srednjeg i unutrašnjeg uha. Bubna opna može da pukne i može da se prekine kontinuitet koščanog lanca. Oštećenje ove vrste se nesumnjivo izaziva iznenadnim porastom i padom pritiska usled prolaza talasnog fronta mine. Osetno-nervni efekti iznenadnih trauma se obično ne stabilizuju odmah, već tek posle nekoliko meseci.

Gubitak sluha uslovljen iznenadnom traumom se obično naziva »akustična trauma«, do koje može da dođe posle jednog iznenadnog zvuka kao što je revolverski pucanj ili udarac u glavu. Mehanizam akustične traume je vrlo zamršen, pa se vrlo malo zna o karakteru ove traume (slika 5).

Neki ljudi gube sluh samo za deo maksimalnog raspona. Kada do ovoga dođe, oni i dalje čuju izvesne zvukove normalno, ali ne čuju druge. Delovi reči i delovi rečenica se ne čuju, pa je najveći problem te osobe nesposobnost da čuje jasno. Mnogi ljudi imaju gubitak sluha za više tonove, te nailaze na teškoće oko razumevanja onoga šta se govori zato što ne čuju mnoge ključne glasove u našem jeziku kao što su (s), (sh), (ch), (t), (p), (th), (f), itd. (7). Sasvim je lako da se ne čuje ključni glas u reči koji time može da izmeni ključnu reč u rečenici. Usled ovoga



Sl. 5 — Provodni gubitak sluha izazvan eksplozijom (Izvor: Priručnik o industrijskoj buci, drugo izdanje)

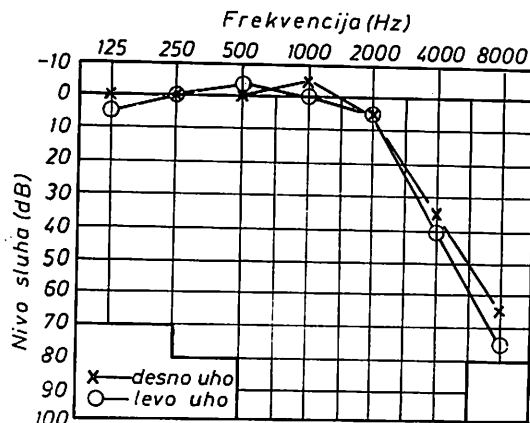
Fig. 5 — Conductive Hearing Loss Caused by an Explosion

može da usledi nerazumevanje cele rečenice. Ovo stanje se obično naziva gubitkom razumevanja govora. Ovo može da bude praćeno opštim gubitkom osetljivosti, nesposobnošću da se većina glasova čuje dovoljno glasno, ili delimičnim gubitkom osetljivosti, nesposobnošću da se neki glasovi čuju dovoljno glasno.

Normalan razvoj govora je usko povezan sa sluhom. Govor se ne razvija normalno ako dete u početku svog života ne čuje dovoljno. Ako do gubitka sluha dođe posle razvoja normalnog govora, postoji mogućnost da se govor te osobe приметно iskvvari (slika 6).

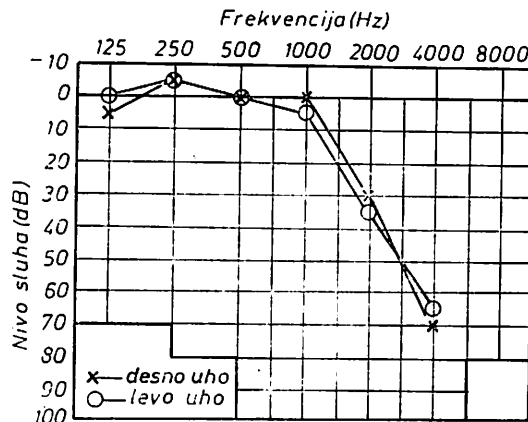
Govorni problemi koji nastaju gubitkom sluha, mogu pripadati dvama određenim tipovima. Prvi je glasni govor (vikanje) kao rezultat opšteg gubitka osetljivosti za sve govorne glasove.

Drugi tip govornog problema, koji je obično povezan sa gubitkom sluha, obično se naziva artikulacionim problemom. On potiče od grešaka u pravilnom stvaranju izvesnih glasova i povezan je sa nesposobnošću da se čuju. Na primer, ako osoba ne čuje visokofrekventne glasove kao što su (s), (sh), (t), (p), (th), ne može se očekivati ni da iste koristi u svom govoru (7).



Sl. 6 — Gubitak sluha iznad 2000 Hz

Fig. 6 — A Hearing Loss above 2000 Hz

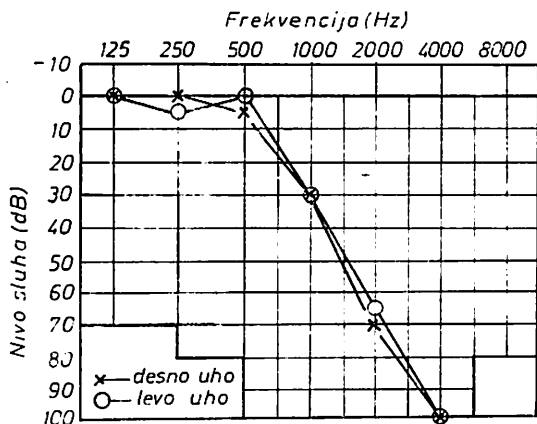


Sl. 7 — Gubitak sluha iznad 1000 Hz

Fig. 7 — A Hearing Loss above 1000 Hz

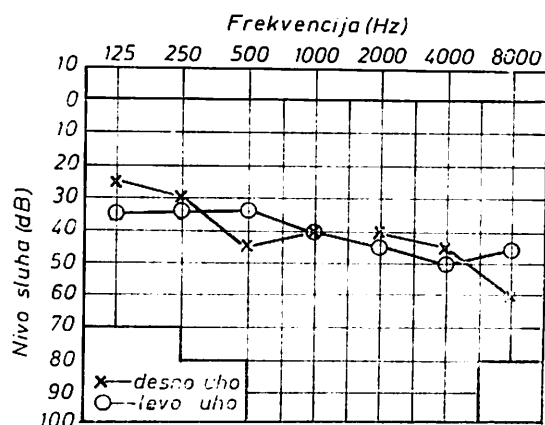
Osobe koje su ovako izgubile sluh mogu dobro da čuju ako vlada tišina. Ali, čim se nađu u sredini sa bukom kao u jamskom pogonu, komuniciranje samo putem sluha postaje teško (slika 7). Ova vrsta buke sadrži mnoge niskotonske glasove koji ometaju dobru čujnost niskotonskih govornih glasova. Prema tome, čujne smetnje uslovljene bukom sa dodatkom gubitka sluha usled oštećenja uha, stvaraju veći slušni problem nego što bi isti bio samo za po jedan od ovih uslova.

Poslednji primer pogoršanja sluha obuhvata kombinaciju blagog do umerenog gubitka osetljivosti za glasove u dosta širokom



Sl. 8 — Govorni glasovi iznad 500 Hz nedostaju

Fig. 8 — The Speech Sounds above 500 Hz Are Missing



Sl. 9 — Audiometrijski snimak koji prikazuje gubitak sluha od 40 dB.

Fig. 9 — Audiometric Record Illustrating a 40 dB Hearing Loss

dijapazonu tonova od 125 Hz do 8000 Hz. Gubitak sluha ove vrste je prikazan na slici 9. Glasovi se teško razumeju ne samo zato što nisu dovoljno glasni, već i zato što su oni iskvareni kod osoba sa takvim oštećenjem (veći gubitak za više frekvencije).

Čak i kada je priliv glasniji, osoba će teško razumeti šta se govori zato što to nije jasno. Ovo je problem na koji nailazimo ponekad kod osoba kojima je oštećen nežni mehanizam unutrašnjeg uha gde se primaju glasovi iz uha i pretvaraju u električne signale koji se šalju u mozak na interpretaciju.

Granične vrednosti praga (Američka konferencija državnih industrijskih higijeničara — ACGIH za 1969)

Ove granične vrednosti praga se odnose na nivo pritiska zvuka koji predstavlja uslov kome skoro svi radnici mogu da budu stalno izloženi, bez negativnog efekta na njihovu sposobnost da čuju i razumeju normalan govor. Nivo jačine zvuka određuje se meraćem nivoa glasa koji zadovoljava standarde Sjedinjenih Američkih Država i koji radi na A-mernoj mreži sa sporom mernom reakcijom.

Ako se svakodnevno izlaganje buci sastoji od dva ili više perioda izlaganja buci različitih nivoa, treba uzeti u obzir njihov kombinovani efekat, a ne pojedinačni efekat svakog od njih. Ako zbir sledećih razlomaka premašuje jedinicu, odnosno

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} = > 1$$

u čemu C_1 predstavlja ukupno vreme izlaganja buci određenog nivoa;

T_1 predstavlja ukupno dozvoljeno vreme izlaganja tom nivou,

onda zajedničko izlaganje treba smatrati većim od granične vrednosti praga. Izlaganja buci ispod 90 dBA ne ulaze u ove kalkulacije. Impulsivna ili udarna buka ne treba da bude veća od maksimalnog nivoa jačine zvuka — C 140 dB.

Tablica 2

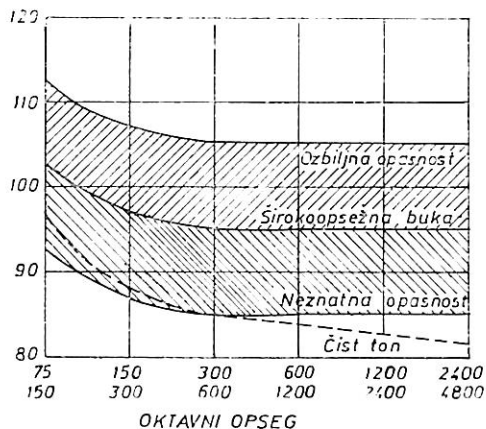
Dozvoljena izlaganja buci*

Vreme trajanja na dan časova	Glasovni nivo dBA ^{a)}
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 1/2	102
1	105
3/4	107
1/2	110
1/4	115—C ^{b)}

a) Nivo zvuka u decibelima izmeren na standardnom meraću nivoa pri radu na A-mernoj mreži sa sporom mernom reakcijom.

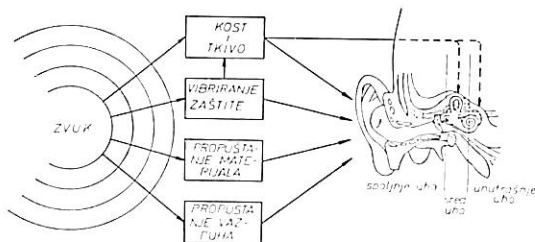
b) Maksimalna vrednost.

* Granične vrednosti praga fizičkih uticaja usvojenih od strane ACGIH za 1969.



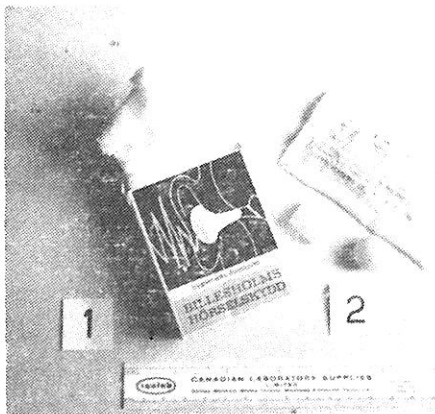
Sl. 10 — Grafikon opasnosti od oštećenja po Rosenblithu i Stevensu

Fig. 10 — Damage Risk Graph, after Rosenblith and Stevens



Sl. 11 — Pravci buke ka unutrašnjem uhu

Fig. 11 — Noise Directions to the Inner Ear



Sl. 12 — 1 — Švedska vuna; 2 — čepovi za uši protiv buke

Fig. 12 — 1 — Glass Down; 2 — Anti Noise Ear Stopples

Američko udruženje za standarde, Standard (Z24-X-2), je ispitivalo izvodljivost od-

redivanja standarda za nepoželjne i štetne nivoe buke, a neki su uložili napore da utvrde odnos gubitka sluha sa jednim opštim nivoom dobijenim putem merača nivoa zvuka.

Rosenblith i Stevens su 1953. godine objavili svoje kriterijume za kontinualan spektar buke i za buku uskog opsega (slika 10). Namera je bila da pridržavanje ovim kriterijumima ne treba da rezultira iz bilo kakvih statističkih razlika u pragu sluha za čiste tonove između populacija izloženih buci i onih neizloženih. Smatra se da su ovi kriterijumski nivooi bezbedni za doživotna izlaganja.

Zaštita sluha

Poslednjih godina se audiometrijsko oštećenje rapidno povećavalo usled uvođenja većih mašina u rudarstvu. Zbog ovoga i pošto prekomerna izlaganja buci ne mogu da se smanje na drugi način, neophodno je nositi naušnice. Cilj ovakve zaštite je da se smanji količina zvučne energije prenošene u unutrašnje uho (slika 11) (3, 6, 8).

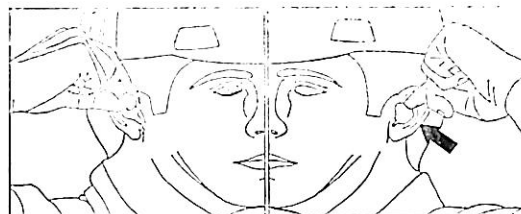
Smanjenje prenošenja buke provođenjem kroz vazduh

Vata — Čepovi za uši od vate se ne preporučuju zbog njihove neefikasnosti i prividnog osećanja sigurnosti. Međutim, ako se vata pomeša sa petroleumskim želeom ili parafiniskim voskom, ona postaje mnogo efikasnija.

Čepovi za uši protiv buke. — Čepovi za uši protiv buke se izrađuju od vate impregnirane specijalnom vrstom voska (slika 12.2). Gipki su i lako se uobličavaju rukom kako bi odgovarali svakoj veličini uha (slika 13). Kada se stave, oni potpuno zaptivaju otvor uha, obezbeđujući veću zaštitu od buke nego većina gumenih ili plastičnih sredstava i korisnik lako može da čuje verbalna uputstva. Pošto su jeftini, čepovi za uši protiv buke se mogu bacati posle svake upotrebe. Mogu se nabaviti u velikim ili pojedinačnim pakovanjima.

»Glass-Down« (švedska vuna). — (slika 12.1). Čepovi od »švedske vune« su, verovatno, najpraktičniji i najprihvatljiviji među čepovima za uši koji se posle upotrebe bacaju. »Švedska vuna« je vrsta staklene

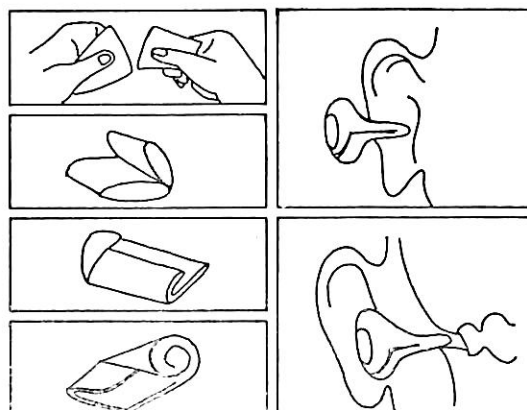
vune koja je mogla da se utvrdi širokom primenom u Kanadi i drugim zemljama, potpuno bezopasna, čak i za osetljivu kožu ušnog kanala. Radi uspešnog korišćenja i da bi se izbeglo ostajanje komada vune u kanalu, čep se mora presaviti prema priloženim uputstvima u pakovanju. Način savijanja čepa je prikazan na slici 14. Za industrijsku primenu većeg obima postoji zadovoljavajući oblik pomagala. Karakteristike umanjjenja zvuka prilikom upotrebe čepova prikazane su u tablici 3.



Sl. 13 — Čepovi za uši protiv buke
Fig. 13 — Anti-Noise Ear Stopples

Tablica 3
Testovi obavljani u skladu sa SAD standardom Z-24, 22-1957.

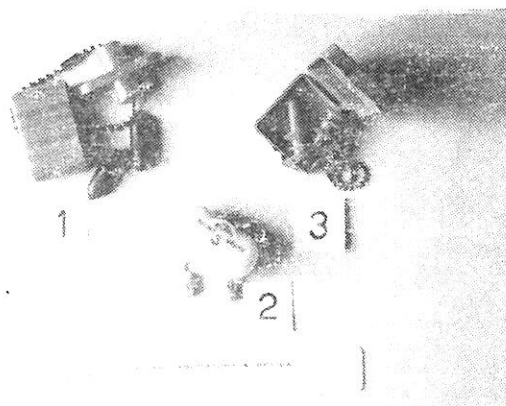
Frekvencija cps	Srednje umanjnje zvuka (u dB)		
	Čist pamuk*	Stakl. vuna	Čepovi za uši
125	5	9	19
250	6	16	20
500	8	19	21
1000	9	23	26
2000	13	28	30
3000	15	38	38
4000	13	40	40
6000	14	34	41
8000	16	30	36



Sl. 14 — Način oblikovanja čepa za uši od »staklene vune«
Fig. 14 — Method of Forming a «Glass — Down» Ear Plug

Čepovi za uši. — Čepovi za uši se izrađuju od gume ili plastike i obično se mogu dobiti u raznim veličinama. Jedan od najefikasnijih čepova za uši, koji se svakako najčešće koristi među tipovima namenjenim za ličnu upotrebu, je čep koji je poznat kao »V-51R« (slika 15). To je čep od meke plastične materije sa elastičnom prirubnicom za prilagođavanje obliku unutrašnjeg kanala, koji obezbeđuje najpotpunije zaptivanje. Čep je prvobitno izrađivan u pet veličina, ali su neki proizvođači smanjili na tri. Čep u obliku metka napunjenog vazduhom (slika 15.1) postoji u sedam veličina i savršen je za okrugle i prave kanale.

Čep sa više prirubnica, koji se sada proizvodi samo u jednoj veličini, ne zahteva mere uha (raspoloživi su mali, odnosno veliki za neuobičajeno uske odnosno neuobičajeno široke ušne kanale). Čep je konstruisan



Sl. 15 — 1 — čep za uho u obliku metka; 2 — čepovi za uho »V-51R«; 3 — čep sa više prirubnica
Fig. 15 — 1 — The Bullet-Shaped Ear Plug; 2 — »V-51 R« Ear Plugs; 3 — The Multi-Flanged Plug

* Industrijska buka — Smernice za procenu i regulaciju, Zdravstvena služba SAD.

Zaštitnik sluha naušničkog tipa za korišćenje na mestima velike buke obezbeđuje maksimalno ublaženje buke najopasnijih frekvencija, a omogućuju nosiocu da čuje i da se postavi direktno na glavu ili prikači za zaštitni šlem. Posebni adapteri nisu potrebni i nije potrebno bušenje rupa za zavrtnje za nameštanje ušnika. Naglavak i zaštitnik sluha su posebne jedinice, te se mogu nositi svaki za sebe. Ima iste inherentne prednosti da je udoban, univerzalan i da se zaptivanja regulišu vazduhom.

Ušni poklopci elipsastog oblika bolje odgovaraju strukturi kostiju oko uha, te bolje naležu i udobniji su, a ipak omogućuju nosiocu da čuje i prijatno razgovara kod većine uslova buke. Vazduhom regulisani zaptivači, napunjeni penastim materijalom, uvek dobijaju prvobitni oblik posle nošenja. Prenosenje buke i vibracija sa poklopca na ušnu školjku svodi se na najmanju meru specijalnom karakterističnom konstrukcijom koja predstavlja kombinaciju spiralne opreme, uloška i neoprenskog zaptivača koji prigušuje vibracije.

Ako poredimo prigušivanje raznih zaštitnika uha, najbolji efekat se ostvaruje korišćenjem čepova za uši i naušnika. Vrednosti prigušivanja prikazane u tablici 4 su za razne zaštitnike uha i dobijene su na osnovu izmerenog spektra buke. Najbolje prigušivanje se ostvaruje sa dobrim neperforiranim ušnim čepom za ulaganje (V-51R) i dobrim naušnicama (Model 372-9A).

Tablica 4

Stvarno prigušivanje zaštitnika uha na pragu od db Re 0,0002 mikrobara

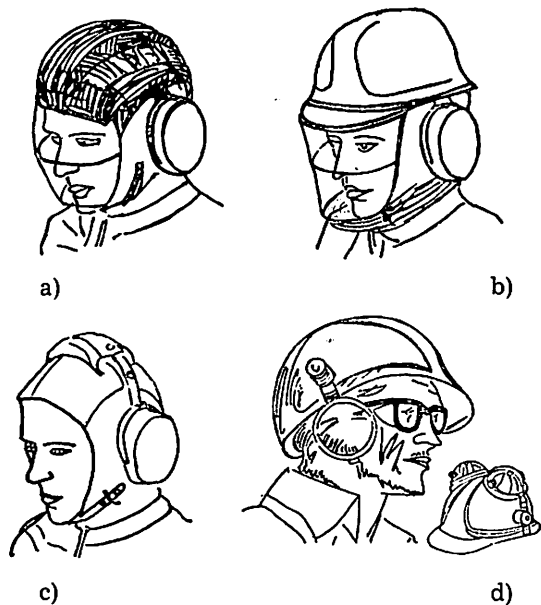
Oktavni opsezi u cps	Süvi pamuk	Ušni čep V-51R	Naušnice 372-8A	V-51R u kombinaciji
75 — 150	4	24	19	37
150 — 300	6	24	23	35
300 — 600	7	26	37	40
600 — 1200	9	29	38	40
1200 — 2400	12	37	31	39
2400 — 4800	14	36	42	50
4800 — 9600	15	40	40	45

Izvor: Priručnik za industrijsku buku (izdanje 1966, Američkog udruženja za industrijsku higijenu).

Prigušivanje prenošenja sprovođenjem kostima i tkivom

Provođenje preko kosti i tkiva je važno sa više aspekata. Ono objašnjava »osenčeni« audiogram kod pacijenata sa ozbiljnom jednostranom gluvoćom i po kliničkoj dijagnozi znači da svaki jednostrani gubitak sluha veći od 60 dB ne može da bude potpuno provodan. Maksimalan obim u kome zaštitnik uha može da priguši zvuk koji dopire do uha je ograničen na oko 35 dB, pri frekvenciji od 250 Hz do 60 dB pri većim frekvencijama. Dodavanjem šlemova koji izoluju celu glavu može se, međutim, prigušiti zvuk za još 10 dB, posle čega provođenje zvuka putem tela u celini donosi dalja ograničenja.

Šlemovi. — Šlemovi se obično koriste za držanje naušnika ili slušalica i za pokrivanje koštanog dela glave u cilju smanjenja prenosa zvuka preko kostiju (slika 11). Pogodni su za nošenje pri visokim nivoima buke, kako u komunikacione svrhe, tako i kao dopunska zaštita očiju, a po potrebi, i glave. Dobrim oblikom i pažljivim prislanjanjem dela između ivica šlema i kože lica i vrata može se postići dalje prigušivanje zvuka za 5 do 10 dB pored prigušivanja postig-



Sl. 19 — Zaštita uha
a — zimski šlem sa naušnicama; b — nameštene zaštitne školjke; c — novi zimski šlem sa naušnicama (predlog); d. — novi zimski šlem sa postavljenim zaštitnim školjkama (predlog).

Fig. 19 — Ear Protection

nutog putem naušnika ili slušalica na šlemu. Šlem koji drži naušnike je specijalno konstruisan za pričvršćavanje industrijskih zaštitnih poklopaca.

Zimski šlem sa naušnicama. — Ovi šlemovi (slika 19) udružuju maksimalno prigušivanje buke (radi zaštite čovečijeg uha od jake buke koja oštećuje uho) toplotom zimskog uloška. Zaštitnici ušiju tipa »muf« su spojeni sa zimskim šlemom najboljeg kvaliteta sa pamučnim uloškom, postavljenim veštačkim krznom.

Same naušnice, pošto poklapaju uho a nisu u njemu, odstranjuju buku hvatajući je i razbijajući zvučne talase pre nego što udare o kupole. Kupole su pripijene za glavu oko i preko ušiju, zaštićujući kanale i bubne opne. Cylolac školjke imaju veliku snagu na udar i lake su. Penasti zaptivači koji spajaju školjke sa glavom su od vinila napunjenog poliuretanom. Ovi zaptivači se lako vade u cilju održavanja.

Šlem prikazan na slici 19 (b) nije pogodan pri niskim temperaturama. Zimski šlem

sa naušnicama (slika 19 a) ne obezbeđuje zaštitu očiju i glave protiv povrede. U oba slučaja nos i usta nisu zaštićeni a to je vrlo važno pri niskim temperaturama. Predloženo rešenje je prikazano na slici 19 c i d.

Nacrt univerzalno efikasnog zimskog šlema sa zaštitnicima ušiju i očiju je komplikovan projekt. Postoji znatna razlika u horizontalnom razmaku očiju i ušiju, položaju ušiju u odnosu na vrh glave, uglu spajanja spoljnog uha sa glavom.

Zaključak

Trenutno ne postoji praktična mogućnost za daljnjim smanjivanjem buke od mnogih rudarskih mašina. Zato glavni naglasak treba da se stavi na razvoj i usvajanje efikasnih ličnih zaštitnih sredstava koja obezbeđuju smanjenje mašinske buke na prihvatljive nivoe.

SUMMARY

Effects of Noise on Man and Hearing Protection

M. Savich, min. eng.*)

Noise interferes with work, sleep and recreation. It also causes strain and fatigue, loss of appetite, indigestion, irritation and headache. High-intensity noise has adverse cumulative effects on the human hearing mechanism, to cause either temporary or permanent deafness.

The human ear is a complex organ which receives environmental sound vibrations. Sound is the result of two processes:

- 1) a physical change in the environment relating to pressure, and
- 2) a psycho-physical process which involves the transmission.

The two main qualities which we use to identify and describe sound waves are frequency (Hz) and intensity (dB). The audiogram is a graph that shows a person's hearing level as a function of frequency and intensity.

A noise-induced hearing loss generally affects both ears in persons under 40 years of age. Presbycusis is the medical term for the loss of sensitivity of the ear which occurs naturally with increasing age. The term deafness is used here for the hearing loss due to accidents, disease, or exposure to loud noises, and excludes presbycusis. More important is the hearing loss caused by exposure over periods of time to the noise levels that often occur in industry and elsewhere. If the noise exposure is composed of two or more periods of noise exposure of different levels, their combined effect should be considered, rather than the individual effect of each. Noise exposures of less than 90 dBA

*) Dipl. ing. Miron Savić, Rudarsko odeljenje Ministarstva energetike, rudarstva i mineralnih bogatstava, Elliot Lake, Canada.

do not enter into the above calculations (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists for 1969). American Standards Association established standards for undesirable and injurious noise levels. Rosenblith and Stevens criteria levels were considered to be safe for lifetime exposures.

In the last twenty years, audiometric damage rapidly increased because of the introduction of larger machines in mining.

For this reason, and if excessive noise exposures cannot be reduced by other means, ear protectors should be worn. The object of such protection is to reduce the amount of sound energy transmitted to the inner ear.

Presently we do not have solutions for total noise reduction from many mining machines. Because of this, a lot of effort must be given for the development and adoption of effective personal protection and for reduction of machine noise.

Literatura

1. Beranek, L. L., 1960.: Noise Reduction, McGraw-Hill, New York.
2. Efrussi, M. M., 1964: Modern Audiometers and Hearing Aids, Soviet Physics-Acoustics, Vol 7, No. 1964: Apr-June.
3. Hayley, M. A., 1969.: Industrial Noise Deafness and Compensation, Can. Min. J., Sept.
4. Sataloff, J. and Zapp, J. A., 1965.: The Environment in Relation to Otologic Disease, Arch. Environ. Health, Vol 10, Mar.
5. Trampuž, I., 1969: Zaštita od buke u rudarstvu (Protection against noise in mines), Sigurnost u rudnicima, Beograd, IV, 3, pp 17—41.
6. Industrial Noise Manual, copyright 1966 by Amer. Ind. Hyg. Ass., Second Ed.
7. Barker, P. J., 1968.: An Ear Defender with Peak Limited Sound Transmission, Occup. Health, Mar-Apr.
8. Wyman, C. W., 1969: Industrial Hearing conservation, Administration and Human, Relations Aspects, »Getting Employees to Wear Hearing Protection«, Nat. Safety News, Vol 99, No. 5, pp 65—74, May.
9. Botsford, J. H., 1972.: Private communication, June.
10. Abramovich, M. and Guth, K., 1967: The Sound-Damping Effect of Ear Muffs, Sixth Acoustic Conf. on Effects and Control of Noise, Bratislava.
11. Botsford, J. H., 1967.: Acceptable Noise Exposures, Sound and Vibration, Nov.
12. Botsford, J. H. 1970: Current Trends in Hearing Damage Risk Criteria, Sound and Vibration, Apr.
13. Hazlewood, B. F., 1969.: Development of the Hearing Conservation Program at INCO, Can. Min. J., Sept.
14. Jones, H. H., 1969.: Threshold Limit Values for Noise, Nat. Safety News, Vol. 100, No. 1, pp 82—83, July.

Bibliografija

- Jarcev, V. A. i Mineev, B. A.: **Po pitanju merenja malih utroška vazduha pomoću kolektora** (K voprosu izmerenija malyh rashodov vozduha kollektorami)
»Tr. Centr. n.-i. i proektno-konstrukt. in-ta profilkat. pnevmokoniozov i tehn. bezopasn.«, 1971, vyp. 4, str. 153—157, (rus.)
- Gerščun, O. S.: **Provetravanje otkopnih partija rudnika uglja koje se karakterišu velikim sadržajem gasa** (Provetrivanie gazoobil'nyh vycmočnyh učastkov ugol'nyh šaht)
»Ugol'«, (1972) 9, str. 53—57, (rus.)
- Primerov, A. F., Mun, V. M. i dr.: **Intenzivnost provetravanja otkopnog bloka pri različitim varijantama dovođenja i odvođenja vazduha** (Intenzivnost provetrivanja očistnogo bloka pri različnyh varijantah podvoda i otvoda vozduha)
U sb. »Novye metody issled. v gorn. dele«, Alma-Ata, 1971, str. 173—174, (rus.)
- Lugovskaja, E. S.: **Postupci i vreme reverziranja ventilacije jama** (Sposoby i vremja reversirovanija ventiljacii šaht)
»Sb. naučn. tr. po san. tehn. Volgog. in-t inž. gorn. h-va«, 1972, vyp. 4, str. 153—156, (rus.)
- Vaščenko, V. S. i Podčjuk, A. P.: **Provetravanje otkopnog hodnika pri sistemu otkopavanja sa čeonim ispuštanjem rude** (Provetrivanie očistnyh vyrabotok pri sisteme razrabotki s torčovym vypuskom rudy)
U sb. »Ventiljacija i očistka vozduha«, Vyp. 7, M., »Nedra«, 1972 m str. 102—108, (rus.)
- Volfson, P. M. i Togovnikov, B. M.: **Ekonomsko-matematički modeli provetravanja jama metala** (Ekonomiko-matematičeskie modeli provetrivanja rudnoj šahty)
U sb. »Ventiljacija i očistka vozduha«, Vyp. 7, M., »Nedra«, 1972, str. 102—108, (rus.)
- Lugovskij, S. I. i Semenko, P. I.: **Odredivanje količine vazduha koja je potrebna za provetravanje površinskog otkopa** (Opredelenie količestva vozduha, neobhodimogo dlja provetrivanja kar'era)
»Sb. naučn. tr. po san. then. Volgogr. in-t inž. gorn. h-va«, 1972, vyp. 4, str. 3—11, (rus.)
- Veselev, A. I., Fedeev, B. V.: **Veštačko provetravanje dubokih površinskih otkopa** (Iskustvennoe provetrivanie glubokih kar'erov)
»Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1972) 9, str. 119—121, (rus.)
- Miletič, A. F. i Čredničenko, L. A.: **O proračunu nekompaktnih vazdušnih vodova** (K rasčete neplotnyh vozduhoprovodov)
»Sb. naučn. tr. po san. tehn. Volgogr. in-t inž. gorn. h-va, 1972, vyp. 4, str. 459—462, (rus.)
- Guljaev, A. M., Davydov, E. G. i dr.: **Zaštita sistema za automatizovano upravljanje provetravanjem matematičkim putem** (Matematičeskoe obespečenie sistemy avtomatizirovannogo upravlenija provetrivaniem)
U sb. »Novye metody issled. v gorn. dele«, Alma-Ata, 1971, str. 162—163, (rus.)
- Petrušev, M. A., Serednjakov, P. Ja.: **Usavršavanje projektovanja provetravanja jama** (Soveršenstvovat' proektirovanie ventiljacii šaht)
»Ugol'«, 47 (1972) 11, str. 52—55, (rus.)
- Hovorka, J.: **Problemi ventilacije jama ostravsko-karvinskog revira** (Problemy vetrani dolu ostravsko-karvinskogo reviru)
»Uhli«, 20 (1972) 11, str. 442—445, (češ.)
Žagmen, J.: **Iskustva sa metanometrима SŠ-2** (Zkušnosti s metanometry SŠ-2)
»Uhli«, 20 (1972) 12, str. 485—487, (češ.)
- Petrov, L. P., Lazarenko, M. I. i dr.: **O nekim zakonitostima obrazovanja prašine pri transportu uglja trakama u rudnicima uglja** (O nekotoryh zakonernostjah pyleobrazovanija na konvejernom transporte uglja v šahtah)
»Kolyma«, (1972) 7, str. 23—25, (rus.)
- Vasilenko, V. A. i Egel', A. E.: **Uticaoj vlažnosti prašine uglja na njen prelazak u suspendovano stanje** (Vlijanie vlažnosti ugol'noj pyli na ee perehod vo vzvešennoe sostojanie)
U sb. »Novye metody issled. v gorn. dele«, Alma-Ata, 1971, str. 155—156, (rus.)
- Becker, H. i Reinhardt, M.: **Kvašenje ugljenog sloja** (Kohlenstosstränkung)
»Glückauf«, 108 (1972) 17, str. 721—727, (nem.)
- Gorb, V. Ju. i Kaljuskij, A. E.: **Prognoziranje porasta koncentracije azota u izolovanoj otkopnoj sekciji** (Prognozirovanie rosta koncentracii azota v izolirovannom učastke)
U sb. »Gornospasat. delo«, Vyp. 5, Doneck, 1972, str. 75—78, (rus.)
- Brylov, S. A. i Taranov, A. T.: **Uređaj za stvaranje pene** (Penogeneratornaja ustanovka)
(Mosk. geologorazved. in-t), Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 5/00, Nn. 329323, prijav. 26.10.70, objav. 24.03.72.
- Kuhno, V. I.: **Električni termometar za merenje na daljinu** (Distancionnyj elektrotermometr)
U sb. »Gornospasat. delo«, Vyp. 5, Doneck, 1972, str. 115—117, (rus.)
- Malin, V. A., Poljakov, V. S. i Hlebnikov, G. S.: **Nove konstrukcije uređaja za kontrolu temperature u rudnicima uglja** (Novye konstrukcii datčikov temperaturnogo kontrolja v ugol'nyh šahtah)
»Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti«, (1972) 17, str. 132—137, (rus.)

- Bauer, H. D. i Becker, H.: **Borba protiv prašine pri bušenju hodnika bušilicom punog profila** (Staubbekämpfung beim Streckenvortrieb mit Vollschittmaschinen) »Glückauf«, 108 (1972) 25, str. 1189—1195, (nem.)
- Novomlincev, A. M., Urazbaev, S. S. i dr.: **Samozapaljivost sulfidnih ruda pri površinskom otkopavanju Nikolaevskog ležišta** (Samovozgoranie sulfidnyh rud pri otkrytoj razrabotke Nikolaevskog mestoroždenija) U sb. »Novye metody issled. v gorn. dele«, Alma-Ata, 1971, str. 178—179, (rus.)
- Rae, D.: **Eksplozije ugljene prašine u cevima velikog prečnika** (Coal-dust explosions in large tubes) »Shock Tube Res. Proc. 8th Int. Sympos., London 1971«, London, 1971, 47 (1—47) 10, diskus. 47 (10—47) 11, (engl.)
- Cybulski, W., Prazak, M.: **Ispitivanje zavisnosti između vremena prolaska plamena eksplozije ugljene prašine merenim detonacionim postupkom i fotoelektričnim postupkom** (Investigations on the relation between the readings of time intervals necessary to cover a distance by the flame of coal dust explosions in measurements by detonator and photoelectric methods) »Zesz. probl. górn.«, 10 (1972) 1, str. 25—44, (engl.)
- Subbota, V. M., Mazykin, N. D. i dr.: **Postupak sprečavanja eksplozija i izdvajanja prašine pri drobljenju ruda** (Sposob predotvrashčeniya vzryvov i pylevydeleniya pri droblenii rud) Avt. sv. SSSR, kl. B 02 c, 19/06, Nr. 331817, prijav. 17.07.70, objav. 13.04.72.
- Ponomareva, E. M. i Kuz'min, A. A.: **Registrator sadržaja kiseonika u jamskoj atmosferi** (Datčik soderžaniya kisloroda v rudničenoj atmosfere) Avt. sv. SSSR, kl. G ol n, 23/36, Nr. 332375, prijav. 30.11.70, objav. 28.04.72.
- Janov, A. P. i Klimovič, G. B.: **Ispitivanje izdvajanja ugljovodoničnih gasova u jamama Krivbasa** (Issledovanie vydeleniya ugljovodorodnyh gazov v šahtah Krivbasa) U sb. »Ventiljacija i očištka vazduha«, Vyp. 7, M., »Nedra«, 1972, str. 3—14, (rus.)
- Gercen, K. A., Gummel', Ja. Ja. i dr.: **Uređaj za automatsku zaštitu od gasa** (Ustrojstvo avtomatičeskoj gazovoj zaščity) (Karagand. bil. Gos. proek.-konstruk. i NII po avtomatiz. ugoľn. prom-sti) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f, 17/18, Nr. 334379, prijav. 5.05.68, objav. 1.06.72.
- Flügge, G.: **Primeri povećanog izdvajanja gasa i mogućnosti borbe sa njima** (Beispiele verstärkter Zusatzgasung und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung) »Glückauf«, 108 (1972) 9, str. 334—341, (nem.)
- Ustinov, A. M.: **Kontrolisanje izdvajanja gasa u otkopnoj sekciji pomoću ventilatora za lokalno provetranje** (Upravlenie gazovydeleniem na učastke s pomošč'ju ventiljatorov mestnogo provetrivaniya) »Tr. Vost. NII po bezopasnosti, rabot v gorn. prom-sti«, (1972) 17, str. 189—200, (rus.)
- Sergeev, I. V. i Zaburdjaev, V. S.: **Usavršavanje postupka sniženja gasonosnosti sekcija sa visokim nivoom koncentracije i mehanizacije radova na dobijanju** (Soveršenstvovanie sposobov sniženija gazoobil'nosti učastkov s vysokim urovnem koncentracii i mehanizacii dobyčnyh rabot) »Vses. naučn.-tehn. sovešč. »O sposobah uvelič. nagruzki na očišn. zabori ugoľn. šaht«, 1972, tezisy dok., M., 1972, str. 98—100, (rus.)
- Rodionov, N. F. i Mihajlov, V. A.: **Usavršavanje uređaja za hvatanje prašine za uređaje za rotaciono bušenje sa dletom** (Soveršenstvovanie pyleulavlivajuščih ustanovok dlja stankov šarošečnogo burenija) U sb. »Ventiljacija i očištka vazduha«, Vyp. 7, M., »Nedra«, 1972, str. 132—135, (rus.)
- Janov, A. P., Žovtuha, G. A. i dr.: **Okvirni filter od tkanine za čišćenje jamskog vazduha** (Ramovnyj tkanevyj fil'ter dlja očištki rudničkogo vazduha) U sb. »Ventiljacija i očištka vazduha«, Vyp. 7, M., »Nedra«, 1972, str. 98—102, (rus.)
- Šurinova, M. K.: **Savetovanje po pitanjima borbe sa prašinom na tehnološkim kompleksima na površini jama i fabrika za obogaćivanje, Dnepropetrovsk, 20—22 jula 1972.** (Soveršenstvovanie po voprosam bor'by s pyl'ju na tehnologičeskih kompleksah poverhnosti šaht i obogatitel'nyh fabrikah, Dnepropetrovsk, 20—22 ijulja 1972) »Ugoľ«, (1972) 9, str. 67—68, (rus.)
- Judin, N. M.: **Aspiracioni sistemi i sistemi za hvatanje prašine u fabrikama za drobljenje i sortiranje** (Aspiracionnye i obespylivajuščie sistemy drobil'no-sortirovočnyh zavodov) »Stroit. materialy«, (1972) 9, str. 11—12, (rus.)
- Vaščenko, V. S., Gajduk, V. P. i dr.: **Oprašivanje pri otvorenom skladištenju rude gvožđa** (Obespylivanie pri otkrytom skladirovanii železnyh rud) »Gornyj ž.«, (1972) 9, str. 73—75, (rus.)
- Adamson, M. G. N.: **Buka — jedan od najvećih problema okolne sredine u rudarstvu** (One of mining's most ingractable enviromental problems) »Mining Mag.«, 127 (1972) 2, str. 94—96, (engl.)
- Borbo, M.: **Osobine jamske lebdeće prašine sa tačke gledišta mineralošskog sastava i mikroklimne okolne sredine** (Vlasnosti banských polietavých prachov z mineralogičkého a klimatichého hládiska) »Rudy«, 20 (1972) 8, str. 236—242, (slovač.)

- Bruckmann, E.: Ispitivanje vrtložne prašine u rudarstvu uglja** (Schwebestaubuntersuchungen im Steinkohlenbergbau)
»Ber. Silik. — Forschungsinst. Bergbau-Berufsgenossensch. 1971«, Bochum, 1972, str. 59—63, (nem.)
- Gagauz, F. G., Filipenko, L. I. i dr.: O metodici pripremanja objekata za ispitivanje praha pod elektronskim mikroskopom** (K metodike prigrotovljenija ob' ektov dlja issledovanija poroškov pod elektronnym mikroskopom)
U sb. »Ventiljacija i očistka vazduha«, Vyp. 7, M., »Nedra«, 1972, str. 214—215, (rus.)
- Stuhrmann, K. D.: Povećanje učinka uvođenjem radno-higijenskih mera na velikim rudarskim uređajima** (Leistungssteigerung durch arbeits-hygienische Massnahmen bei Bergbaugrossgeräten)
»Neue Bergbautechnik«, 2 (1972) 11, str. 852—854, (rus.)
- Shubert, E.: Rezultati 14. međunarodne konferencije instituta za sigurnost u rudnicima u Donecku** (Ergebnisse 14. Internationalen Konferenz von Instituten für Grubensicherheit 1971, in Donezk)
»Glückauf«, 108 (1972) 14, juli, str. 572—582, (nem.)
- Herbert, N.: Izolacioni aparati za vatrogasnu četvu iz Bremena** (Atenschutzgeräte für die feuerwehr Bremen)
- INDOK, Institut za bakar, Bor, 1972, 6, 11457, 11456, (nem.)
- Stover, W. C.: Mogućnosti sniženja opasnosti u uslovima rada u rudarstvu SAD** (Mining drives not have to mean »unsate«)
»Mining Congr. J.«, (1971) 57, Nr. 10, str. 24—27, (engl.)
- Kissell, F. N.: Karakteristike migracije metana koji dolazi iz sloja Pocahontas br. 3** (Metan migration... coalbed)
U. S. Bureau of Mines, RI, Br. 7649, 1972, 19 str., (engl.)
- Zabatakis, M. G.: Izluživanje metana u rudnicima uglja. Uticaj naftinih bušotina i bušotina zemnog gasa** (orig, na engl.)
U. S. Bureau of Mines, RI, Nr. 7658, 1972, 9 str.,
- Myszor, H.: Odnos između izluživanja metana i količine vazduha koji prolazi otkopnim čelom** (orig. na polj.)
»Archiwum górń.«, 18 (1972), 3, str. 209—248.
- Schimpfle, H. U., Becker, R.: Zaštita protiv požara tvrdim poluuretanskim masama** (Flammschutz von harten Polyurethanformstoffen)
»Plaste und Kautsch.«, 19 (1972) 10, str. 741—742, (nem.)

Svim svojim saradnicima želi

Srećnu Novu 1974. godinu

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Časopis

„SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	100,00 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, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze iz prakse (iskustva u sprovođenju zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND
- za prikaze savetovanja, kongresa do 250,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku.

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana
1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1974. godinu.

	N. dinara
RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	400,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	400,00
Ukupno:	800,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa _____

M P

NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1974. godinu.

	N. dinara
RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	100,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	100,00
Ukupno:	200,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

(Ime naručioca)

(adresa)

Overava preduzeće — ustanova

Srednjobosanski rudnici  *Žrnica*
OUR RUDNIK *Kakanj*

**Svim svojim potrošačima
i rudarima čestitamo**

Novu 1974. godinu
i želimo mnogo uspjeha u radu

Rudnik — Kakanj

„УРМУС“ — УДРУЖЕНИ РУДНИЦИ МРКОГ УГЉА СРБИЈЕ — БЕОГРАД

РУДНИК МРКОГ УГЉА „БОГОВИНА“ — БОГОВИНА

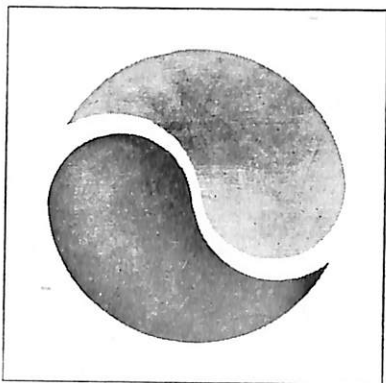
Организација у саставу здруженог предузећа — правно лице

Честита свим рударима, рударским предузећима и комбинатима, као и потрошачима сретан завршетак пословне године и

*Нову
1974. годину*

СА НАЈЛЕПШИМ ЖЕЉАМА ЗА ПУН УСПЕХ

naša delatnost



NAFTAGAS

NAFTNA INDUSTRIJA

NOVI SAD

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA:

Istraživanje nafte i gasa
Bušenje na naftu i gas
Proizvodnja nafte i prirodnog gasa
Osnovna prerada nafte i prirodnog gasa
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

U OBLASTI TRANSPORTA:

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti proizvodnje
Transporta
Prerada nafte i gasa
Petrohemijske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i treća lica

U OBLASTI SAOBRAĆAJA:

Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom saobraćaju
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku

U OBLASTI TRGOVINE:

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za tečni gas (novih i polovnih)
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje investicionih radova u inostranstvu
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na veliko i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih organizacija
Reeksport nafte: derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i direktan reeksport)

U OBLASTI USLUGA:

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istraživanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim radionicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva i
Popravak uređaja za gas.

Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglašavaju svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja
GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

Za besplatan uzorni primerak i
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
Join Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

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 najjementniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

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

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

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

O-113

odlagalište, hidromonitorno visinsko

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

O-114

odlagalište, klizanje

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

O-115

odlaganje, mesto

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

O-116

odlagalište, napredovanje

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
подвигание отвала

O-117

odlagalište, odbacivačko

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

O-118

odlagalište, okrenut ka

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

Cena iznosi 230,00.— dinara.

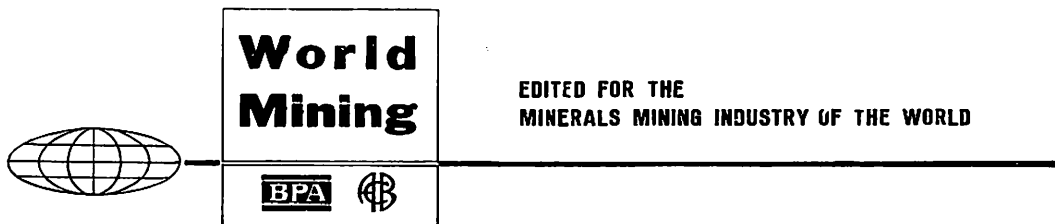


BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Verständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

**SCHWERSCHMIEDEN HEUER
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN HAMMER 5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE**
SEIT  1893

... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleibenden Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

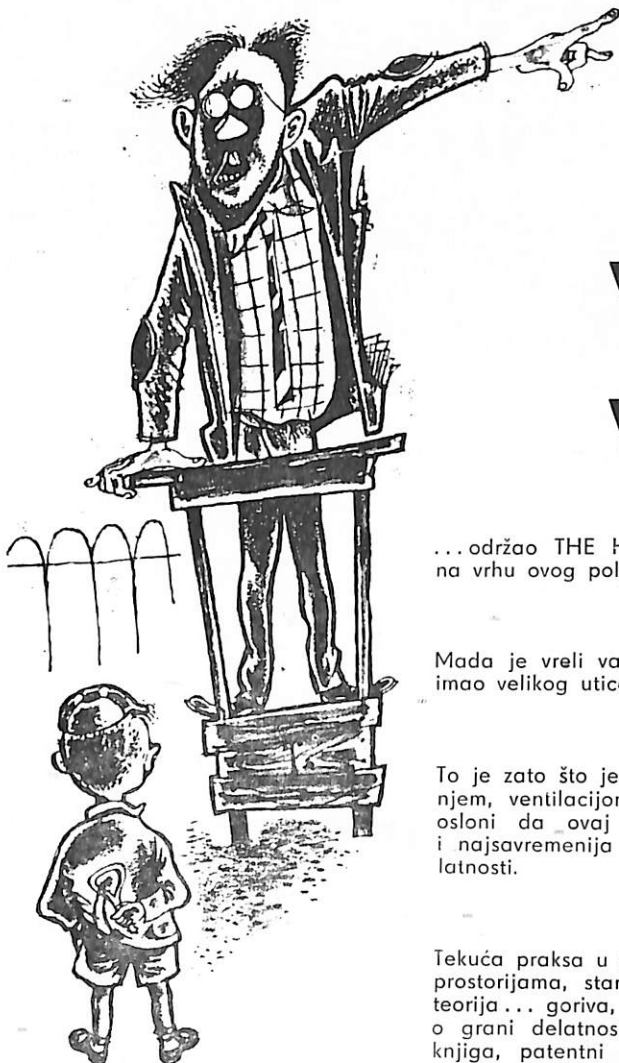
Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obrađivanjem.

ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufont, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretni priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



nije VRELI VAZDUH

... održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vrela vazduh (i svež, hladan, suv i čist vazduh)
imao velikog uticaja na to!

To je zato što je svako ko ima bilo kakve veze sa grejanjem, ventilacijom i »er condišnom« uvek mogao da se osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija i najsavremenija 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 mladog početnika, svi mogu da nađu interesantne i vredne informacije u svakom mesečnom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER. Uverićete se da se to isplatilo. Pišite za uzorni primerak na adresu:



THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,
London. W. C. 1.

ENGLAND



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD — ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
 - površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
 - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
 - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADŽOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svet-ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:
RUDARSKI GLASNIK
SIGURNOST U RUDNICIMA



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

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

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

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

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA

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

**SAVREMENE
KVALITETNE**

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

**POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU**

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)
Poštanski fah 116.

RI

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

guarantee:

FAST

CONTEMPORARY

HIGH QUALITY

services in above activities

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

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2
tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

RI

**Bibliografski kartoni
članaka štampanih u »Sigurnosti u
rudnicima« u toku 1973. godine.**

(Kartoni, isečeni i sređeni po decimalnoj klasifikaciji — prema broju u levom uglu gore — upotpuniće Vašu kartoteku.)

551.5 : 624.131.537

Begić dipl. ing. Jozo: Uticaj meteoroloških faktora na stabilnost etaža površinskih kopova rudnika »Ljubija«, s posebnim osvrtom na povređivanje zaposlenih radnika i mogućnost daljeg smanjivanja broja povreda

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), st. 35—47

Izučavanjem uticaja meteoroloških faktora na stabilnost stenskih masa i povređivanje zaposlenih radnika u procesu eksploatacije željezne rude površinskim kopovima, utvrđena je kriva identičnosti kretanja povreda i prosečnih mesečnih količina padavina za duži vremenski period i time ukazano na postojanje uticaja meteoroloških faktora na povređivanje radnika.

539.21 : 622.332

Pavlović dipl. ing. Natalija: Određivanje poroznosti uglja nekih naših rudnika

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 13—20

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

613.64 : 622

Stojilković dr Zivko — Piroškov dr Boris: Poremećaj prometa vode i soli kod ljudi izloženih povišenim termičkim uslovima

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 72—79

Poremećaji prometa vode i soli kod fizičkog rada, a posebno u uslovima rada rudara, su veoma značajni i bitno utiču kako na radnu sposobnost, tako i na celokupno zdravstveno stanje radnika u rudnicima.

551.49 : 622.34

Jovanović mr ing. Milorad: Hidrogeološka problematika istraživanja i eksploatacije rudnih ležišta.

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 75—82

Danas se u svetu postavljaju sve kompleksniji i dalekosežniji zadaci u proučavanju hidrogeološke problematike pri istraživanju i eksploataciji rudnih ležišta, jer se tek u novije vreme sve šire sagledava, priznaje i pravilno ocenjuje ogroman i raznolik značaj poznavanja i rešavanja te problematike. U članku se daje kratak pregled hidrogeoloških problema upoznavanja opasnosti od vode, metode izučavanja istih i organizacija odvodnjavanja rudnika.

614.8 : 622 : 681.142

Severin dipl. ing. Radomir: Banka informacija o povredama

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 39—45

Naučno-istraživački institut za uglj u Radvanicama razradio je novu metodu analize povreda, koja omogućuje da se ispituju stvarni uzroci nastajanja povreda. Autor nas u članku upoznaje sa osnovnim principima proučavanja povreda ovom metodom pomoću elektronskog računara i sa dokumentacijom koja je za to potrebna.

<p>614.8 : 65.012.001.57</p> <p>Jakovac dipl. ing. Ivan — Vukić dipl. ing. Milutin: Utvrđivanje uzroka povreda na radu pri mrežnim modeliranjima proizvodnih situacija</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 60—71</p> <p>Autori iznose prednosti mrežnog modela nad ustaljenim metodama istraživanja uzroka nesreća na radu.</p>	<p>614.894 : 628.512</p> <p>Golubović dipl. ing. Dragoslav: Zaštita respiratornih organa od štetnih gasova i para</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 63—68</p> <p>Objašnjeni su osnovni principi rada (adsorpcije, hemosorpcije i apsorpcije) ličnih zaštitnih sredstava za zaštitu respiratornih organa od štetnih gasova i para.</p>
<p>614.8.007.2</p> <p>Begić dipl. ing. Jozo — Malbašić dipl. ing. Mirko: Neki uzroci povređivanja u Rudniku Ljubija s posebnim osvrtom na kvalifikacionu strukturu zaposlenih i organizacionu strukturu službe zaštite na radu</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 69—80</p> <p>Dat je prikaz kvalifikacione strukture zaposlenih u Rudniku Ljubija kao grupnog faktora uzročnika povređivanja i ukazano na fluktuaciju radne snage kao poseban uticajni problem na povređivanje. Iznenađujuća je i organizaciona struktura Službe zaštite na radu, njen posleratni razvoj i uloga u pro- daljeg smanjivanja broja povreda.</p>	<p>620.193 : 622.323</p> <p>Rosić dipl. ing. Velibor — Uzelac dipl. ing. Dragutin: Prilog proučavanju metoda antikoroziivne zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa (III deo)</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 16—20</p> <p>Opisane su i prikazane metode i mere antikoroziivne zaštite kao funkcije specifičnosti tehnološkog procesa. U cilju daljeg proučavanja metoda i primene mera antikoroziivne zaštite predlaže se osnivanje Jugoslovenskog instituta za antikoroziivnu zaštitu.</p>
<p>614.84</p> <p>Radojčin dipl. ing. Vasa: Light Water, novo sredstvo za gašenje požara lako zapaljivih tekućina</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 11—17</p> <p>Sredstvo »LW« dobilo je široku primenu za gašenje požara koji iznenada izbiju i brzo se šire, — naročito u skladištima tekućih goriva. »LW« ne deluje na kožu ni na disajne organe, pa se može koristiti bez zaštitnih sredstava. Prikazani su rezultati i efikasnost primene ovog sredstva.</p>	<p>621.313 + 621.314.2 : 547.211</p> <p>Jović prof. dipl. ing. Petar: Električne mašine, transformatori i aparati u metanskim rudnicima</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 5—16</p> <p>Izneti su dosadašnji rezultati i dostignuća u izgradnji električnih mašina, transformatora i aparata, koji se upotrebljavaju u rudnicima sa metanom. Autor daje brojne rezultate dobivene eksperimentalno ili merenjem u laboratorijama i naučnim institutima u Engleskoj, Belgiji, Francuskoj, Nemačkoj i SSSR-u za električne mašine i aparate, a za savremene transformatore sa silikonskom izolacijom u Americi.</p>

<p>622 : 614. : 8.06.053</p> <p>Cerovac dipl. ing. Matija: Savetovanje o zaštiti na radu u rudarstvu SR Slovenije</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 99—101</p> <p>U prilogu su izneti, pre svega, zadaci Savetovanja i problemi u vezi sa zaštitom na radu o kojima je raspravljao, a zatim zaključci koji su doneti na osnovu podnetog referata i diskusije.</p>	<p>622.232/.234 : 620.197</p> <p>Rosić dipl. ing. Velibor — Uzelac dipl. ing. Dragutin: Prilog proučavanju metoda antikorozivne zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa (II deo)</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 21—32</p> <p>I deo ovog članka objavljen je u br. 4/72. ovog časopisa. U II delu autori obrađuju pristup primeni mera i metoda antikorozivne zaštite uređaja i opreme u eksploataciji nafte i gasa sa ekonomsko-tehničkim pokazateljima i osvrtom na sigurnost zaposlenog osoblja i društvene imovine.</p>
<p>622 (083.7)</p> <p>Stojković dipl. ing. Srboljub: Standardizacija, standardi i propisi, sa posebnim osvrtom na standarde u rudarstvu</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 86—95</p> <p>U članku je dat sažet prikaz značaja međunarodnih, posebno jugoslovenskih standarda, kao i pregled standarda za rudarstvo koji su do sada objavljeni u Jugoslaviji. Objašnjen je značaj jugoslovenskog standarda sa ekonomskog aspekta i sa aspekta bezbednosti zdravlja i života radnika i njihova usklađenost sa međunarodnim standardima. Date su i smernice za daljnje donošenje standarda u oblasti rudarstva.</p>	<p>622.235 : 628.511</p> <p>Ahel dipl. ing. Ivan — Ivanović dipl. ing. Vladimir — Jeftić dipl. tehn. Gojko: Faktori koji utiču na stanje zaprašenosti kod operacije mokrog bušenja minskih rupa i tehničke mere za njeno dovođenje u granice zahteva tehničkih propisa.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 33—39</p> <p>Prikazano je stanje zaprašenosti u rudnicima olova i cinka SFRJ pri operaciji mokrog bušenja i tehničke mere kojima se koncentracije svode u granice tehničkih propisa. Mere su verifikirane na primeru jame »Stari Trg«.</p>
<p>622.06.053 (498—20)</p> <p>Trampuž prof. ing. Ivo: VII međunarodni rudarski kongres (Buku-rešt)</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 101—102</p> <p>Prikaz daje osnovne podatke o ovom Kongresu. Održan je veći broj referata svrstanih u 6 grupa i isti su objavljeni — štampani u Zbirci referata VII međunarodnog rudarskog kongresa. Navedeni su i svi referati koji se odnose na organizaciju i pravilno rukovođenje i rešenje tehnologije dobivanja, jer imaju poseban značaj za probleme zaštite radnika i sigurnost u rudnicima.</p>	<p>622.235.3</p> <p>Jujić dipl. ing. Dragoljub: Posebne mere sigurnosti pri miniranju na površinskim otkopima</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 26—32</p> <p>Vrlo često se vrše miniranja u blizini naseljenih mesta, građevinskih i drugih objekata, što može da izazove neželjene posledice. Da do toga ne bi došlo, potrebno je sagledati i moguća štetna dejstva eksplozija. Kako u našoj zemlji nije propisima regulisana celokupna materija iz oblasti sigurnosti pri izvođenju minerskih radova, u članku se iznosi metodika Rudarskog instituta iz Beograda, koja predstavlja sintezu teoretskih i praktičnih radova njegovih saradnika.</p>

<p>622.271 : 614.7</p> <p>Kauzlarić dipl. ing. Kazimir — Vukić dipl. ing. Milutin: Zagađenje atmosfere površinskih kopova (II deo)</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 40—45</p> <p>Objašnjeni su osnovni principi provetranja površinskih kopova i izložene mere za smanjenje zagađenosti atmosfere površinskih kopova.</p>	<p>622.273.1 : 614.8</p> <p>Bašić dipl. ing. Ahmet: Uticaj kvašenja vodom na obrušeni materijal krovine u jami »Omazići«</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 96—100</p> <p>Ispitivanja koja je autor izvršio polivanjem vodom zarušene krovine kod otkopavanja Radinskom metodom u jami »Omazići«, doprinela su da se obrušeni materijal konsoliduje toliko da se za poslednje dve godine obrušavanje u donje otkope smanjilo za oko 60%, a broj nadnica za sanaciju prurušaka za 80%, da se olakšalo vađenje stare građe i potpuno eliminisali gubici metalne podgrade. Dalja ispitivanja su u toku.</p>
<p>622.271 : 628.511/512</p> <p>Kauzlarić dipl. ing. Kazimir — Vukić dipl. ing. Milutin: Zagađenje atmosfere površinskih kopova (prvi deo)</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 54—62</p> <p>U članku su prikazani rezultati dosadašnjeg proučavanja zagađenosti i zaplinitenosti kopova u drugim zemljama i na površinskom kopu željezne rude »Smreka« u Varešu.</p>	<p>622.273.3</p> <p>Pehlić mr ing. Osman: Prilog određivanju zaštitnih stubova na osnovu dozvoljenih deformacija</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 55—64</p> <p>Kod određivanja veličine površinskih objekata potrebno je poznavanje veličina deformacija površine terena. — Veličina graničnog ugla zaštitnih stubova zavisna od dozvoljenih deformacija. — Na osnovu istraživanja terena dobijeni su podaci koji utiču na deformaciju terena odn. na deformacije na površinske objekte. Zarušavanjem povlatnih slojeva nastaju vrlo brzo deformacije na površini. Kod određivanja parametara zaštitnih stubova uzeto je u obzir sumiranje uticaja otkopavanja oba povlatna sloja.</p>
<p>622.272.002.5 : 628.5</p> <p>Dokić dr ing. Dragoljub — Luković dipl. ing. Slobodan: Savremena tehnička rešenja opreme za podzemnu eksploataciju i sigurnost rada</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 88—93</p> <p>Usavršavanjem motora na dizel ulje smanjuje se sadržaj azotnih jedinjenja u ispusnim gasovima i omogućuje sve šira primena opreme sa dizel pogonom i u neugljenim rudnicima uz pridržavanje posebnih uslova određenih propisima. Kod primene savremene opreme za otkopavanje, transport i podgrađivanje postignuta je veća bezbednost usavršavanjem i uputstvima i propisima za primenu i održavanje te opreme, kao i daljinskim upravljanjem.</p>	<p>622.349.9 : 628.5</p> <p>Vasić dipl. ing. Julij: Nevarnosti in problemi v zvezi z varstvom pri delu na Rudniku živega srebra Idrija</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 82—87</p> <p>Pored opasnosti koje po svojoj prirodi predstavljaju rudarski radovi, u Rudniku žive Idrija pojavljuju se i specifične opasnosti usled štetnih uticaja, kakvih u rudnicima drugih mineralnih sirovina nema. Prikazano je kretanje povreda i profesionalnih oboljenja usled tih štetnih uticaja, kao i iskustva u otklanjanju tih opasnosti.</p>

<p>622.411 + 622.815 : 622.235</p> <p>Foršek dipl. ing. Mladen — Vukić dipl. ing. Milutin — Kauzlaric dipl. ing. Kazimir — Sarčević dipl. ing. Sead: Rezultati istraživanja zaprašenosti i zapljinjenosti rudničke atmosfere kod bušenja i miniranja na podzemnim radilištima rudnika i željezare Vareš</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 33—49</p> <p>U članku su izložene teoretske osnove i savremena dostignuća na polju zaštite od prašine i otrovnih plinova i prikazani su rezultati izučavanja mogućnosti smanjenja prinosa tih štetnih primesa u rudničku atmosferu jamskih pogona rudnika Vareš.</p>	<p>622.44</p> <p>Sučević dipl. ing. Luka — Železnik dipl. ing. Alojz — Elezović dipl. ing. Vaso: Rešenje poboljšanja ventilacije »Stare jame« RU Kakanj serijskim radom dva ventilatora na VO — III</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 46—53</p> <p>Autor prikazuje tri varijante rešenja ventilacije raspoloživom opremom u »Staroj jami«, od kojih je usvojena treća, koja omogućuje normalan i siguran rad zaposlenih u jami. Usvojeno rešenje je privremeno do ugradnje novog ventilatorskog postrojenja koje će, uz dodatne mere, za duži vremenski period rešiti problem ventilacije jame.</p>
<p>622.411.5</p> <p>Ivanović dipl. ing. Vladimir — Koprivica dipl. ing. Obren: Prilog istraživanju ugroženosti radnika po smenama od agresivne mineralne prašine na difuzno provetranim radilištima u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 46—55</p> <p>Izneseni su tok i rezultati ispitivanja koncentracije lebdeće prašine u I i II smeni na odabranom otkopnom radilištu, pri čemu su obuhvaćene tehnološke operacije pojedinačno i radni ciklus u celini. Izvedeni zaključak da je za svodenje zaprašenosti u granice MDK neophodno primeniti kompleksne mere zaštite.</p>	<p>622.44 : 681.142</p> <p>Pejčinović dipl. ing. Jovan — Elezović dipl. ing. Vaso — Dodić dipl. ing. Dragan — Sučević dipl. ing. Luka: Rešenje ventilacije u rudniku »Rudnik« primenom digitalnog računara</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 48—59</p> <p>Primena matematičkog modeliranja na digitalnom računaru omogućila je da se znatno brže i tačnije dobiju optimalni parametri za rešenje ventilacije.</p>
<p>622.44</p> <p>Sučević dipl. ing. Luka — Elezović dipl. ing. Vaso — Železnik dipl. ing. Alojz: Rezultati provetranja »Stare jame« RU Kakanj pri serijskom radu dva ventilatora</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 67—70</p> <p>Opisan je primer jednog teoretskog i praktičnog rešenja poboljšanja ventilacionih uslova u »Staroj jami« RU Kakanj.</p>	<p>622.44.001.2</p> <p>Lepojević dipl. ing. Vladimir: Poboljšanje postupka proračuna prigušivača kod regulacije režima provetranja jame</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 5—10</p> <p>Autor utvrđuje funkcijski oblik zavisnosti koeficijenta kontrakcije i odnosa preseka otvora prigušivača prema hodniku čime omogućuje brže i tačnije računanje površine preseka prigušivača.</p>

<p>622.45</p> <p>Kovačević dipl. ing. Vjekoslav: Prikaz stanja u ventilacionoj mreži rudnika kroz potencijalne i otporne šeme</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 5—15</p> <p>Brza i pouzdana orijentacija u strukturi ventilacione mreže rudnika i otkrivanja uskih grla od posebnog je značaja u iznenadnim udesima i kad je potrebno povećanje količine vazduha za ventilaciju novih revira u nižim metanoobilnijim horizontima. Povećanje količine vazduha postiže se smanjenjem otpora u uskim grlima ventilacionog sistema. Lakše pronalaženje uskih grla omogućuje se kanoško potencijalnim, linearno potencijalnim i otpornim šemama, konstruisanjem na osnovu obračuna ventil parametara i kumulacije u nehorizontalnim jamskim prostorijama, kako je to prikazano na primeru rudnika Breza.</p>	<p>622.67 — 52</p> <p>Jović dipl. ing. Mihajlo: Savremeno elektronsko upravljanje izvoznom mašinom pomoću tiristora</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 82—90</p> <p>Iznete su prednosti elektronskog upravljanja izvoznom mašinom pomoću tiristora nad Vard Leonardovim sistemom koje se sastoje u većoj ekonomičnosti, sigurnosti i bezbednosti pogona.</p>
<p>622.453.001.2 : 421.436</p> <p>Miljković dipl. ing. Miodrag — Vukobratović dipl. ing. Tomislav: Postavke za proračun količine vazduha za razređivanje ispusnih gasova pri radu mehanizacije sa dizel motorima u podzemnim rudnicima</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 91—98</p> <p>Autori prezentiraju osnovne postavke proračuna količina svežeg vazduha pri korišćenju dizel opreme u jamskim pogonima i zahteve rudarskih propisa izvesnog broja zemalja koje koriste dizel opremu za podzemno dobijanje mineralnih sirovina.</p>	<p>622.7 : 628.5</p> <p>Salatić dr ing. Dušan: Novi tehnološki postupci u pripremi mineralnih sirovina i zaštite čovekove radne i životne sredine</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 77—80</p> <p>Naučno-istraživački rad u pripremi mineralnih sirovina na pronalaženju novih, tehnološki savremenijih i ekonomičnijih procesa nužno mora da doprinese povećanju zaštite čovekove radne i životne sredine.</p>
<p>622.647.5</p> <p>Veselinović dipl. ing. Radosav: Prikaz osnovnih principa projektovanja racionalnih i sigurnih centralnih sipki sa osvrtom na konstruktivna rešenja u novim rudnicima RMHK »Trepča«</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 25—38</p> <p>Projektovanje centralnih sipki predstavlja veoma složen problem, kako sa tehničko-sigurnosnog, tako i sa ekonomskog aspekta. Imajući u vidu tehničko-sigurnosne i ekonomske zahteve, u ovom radu prikazani su osnovni principi projektovanja centralnih sipki. Pored toga, dat je osvrt na konstruktivna rešenja u četiri nova rudnika RMHK »Trepča«.</p>	<p>622.794.7</p> <p>Ivanović dipl. ing. Marija: O novom filteru za uzorkovanje lebdeće prašine AF-PC, ϕ 35 mm</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 50—54</p> <p>Prikazana je nova vrsta filtera za uzorkovanje prašine za gravimetrijska određivanja stepena zaprašenosti vazduha. U članku su iznesena preimućstva ovog filtera u odnosu na ostale tipove filtera.</p>

<p>622.838.51</p> <p>Džodić mr ing. Ratimir: Osnovni kriterijumi tehničke zaštite pri dimenzioniranju sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 71—76</p> <p>Posebno se, pored ostalog, ističe da je dimenzioniranje sigurnosnih stubova i zaštitnih ploča kompleksna problematika i da se zato u cilju obezbeđenja tehničke zaštite i utvrđivanja optimalnih parametara eksploatacije moraju uzeti u obzir svi uticajni faktori.</p>	<p>624.131.537 : 622.271</p> <p>Najdanović prof. ing. Nikola — Obradović dipl. ing. Radmilo: Savremeni principi dimenzionisanja kosina na površinskim otkopima kao prilog sigurnosti u rudnicima</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 18—34</p> <p>Razvojem mehanizacije dobijanja sve se više menjaju uslovi površinskog otkopavanja, s obzirom na stabilnost kosine koja zavisi od mnogo promenljivih faktora. Sada se mora mnogo više pažnje posvetiti dobro planiranim ispitivanjima pojedinih faza projektovanja i izvođenja rudarskih radova.</p>
<p>624.131.537 : 622.271</p> <p>Begić dipl. ing. Jozo: Prilog rešavanju problema sigurnosti kod odlaganja masa na površinskim kopovima rudnika Ljubija</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 56—66</p> <p>Autor ukazuje na probleme odlaganja jalovih masa na površinskim kopovima, s posebnim osvrtom na sigurnost zaposlenih radnika i rudarske mehanizacije u ovoj fazi tehnološkog procesa. Izneti su rezultati geodetskih merenja odlagališta, geomehaničkih ispitivanja neporemećenog stenskog materijala i naglašena potreba daljih ispitivanja u cilju određivanja potpune stabilnosti radnih kosina odlagališta.</p>	<p>624.131.537 : 622.271 : 622.343</p> <p>Maksimović mr ing. Cedomir: Opasnosti i problemi zaštite od voda na površinskom otkopu rudnika bakra Majdanpek</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 65—74</p> <p>Cilj članka je da ukaže na probleme koje može da prouzrokuje površinska i podzemna voda i da prikaže jedan od mogućih načina odvodnjavanja površinskog otkopa u Majdanpeku u cilju obezbeđenja zaposlenog ljudstva i sigurnosti pogona.</p>
<p>624.131.537 : 622.271</p> <p>Kauzarić dipl. ing. Kazimir — Čingel dipl. tehn. Ivo: Prilog proučavanju stabilnosti kosina površinskog kopa »Smreka«</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1973), str. 17—24</p> <p>Stabilnost kosina etaža i kopa predstavlja ključni problem površinskog kopa, od koga zavisi ne samo sigurnost ljudi i mehanizacije već i ekonomičnost proizvodnje. Dugogodišnja opažanja i proučavanja etaža površinskog kopa »Smreka« pokazuju da je stabilnost kosina etaža i kopa kompleksni problem, koji zahteva stalna i sistematska istraživanja, kao i povremenu verifikaciju proračuna stabilnosti istovremeno sa razvojem kopa.</p>	<p>628.51 : 519.28</p> <p>Severin dipl. ing. Radomir: Metodika statistike nastajanja povreda</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1973), str. 5—12</p> <p>U članku je prikazana nova metodika statistike koja omogućava dugoročnu statističku obradu primarnih i sekundarnih uzroka povredivanja za potrebe privrednih organizacija. Osim toga opisan je matematički model povreda i data je definicija faktora kojima model operiše.</p>

628.511/.512 : 519.24

Brlek dipl. ing. Ivan: Statistička istraživanja u praksi

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 21—25

Prikazan je postupak obrade podataka dobivenih opažanjima, radi izučavanja zagađenosti atmosfere. Obradom na elektronskim računarima dobiveni su parametri višestruke korelacije i koeficijent korelacije.

628.517/.2 : 621.51

Kačkin dr ing. Đorđe — Vukanović dipl. hem. Branka: Vibracije i buka u radu klipnih kompresora

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1973), str. 80—85

U članku je prikazano štetno dejstvo buke i vibracije pri radu klipnih kompresora, kao i rezultati ispitivanja u kompresorskoj stanici Teleoptik.

628.517.2

Savić dipl. ing. Miron: Uticaj buke na čoveka i zaštita sluha

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1973), str. 83—95

Predmetni članak je neobjavljeni privremeni izveštaj autora koji je izrađen za unutrašnju upotrebu i ne predstavlja još konačni stav i mišljenje Centra za naučno-istraživački rad, Rudarskog odeljenja Ministarstva energetike, rudarstva i mineralnih bogatstava Kanade, koji je odobrio da ga časopis »Sigurnost u rudnicima« objavi.

