



SIGURNOST U RUDNICIMA

IV · 1969 · 3

IV GODIŠTE
3. B R O J
1969. G O D.

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. MATEJA, Rudarski inspektorat SR Slovenije, Ljubljana

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

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

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

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

JOVANOVIĆ dr ing. GVOZDEN, 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. FRANCO, Rudnik mrkog uglja, Trbovlje

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

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

PETROVIĆ dipl. ing. VERA, Rudarski institut, Beograd

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

SIMONOVSKI dipl. ing. BBRANISLAV, Rudarski inspektorat SR Makedonije, Skopje

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, 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

S A D R Ž A J

DIPL. ING. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ

Borba sa požarom u starom radu pomoću ventilacionih metoda	— — —	5
Brandbekämpfung im Alten Mann mit Bewetterungsmethoden	— — —	16

PROF. ING. IVO TRAMPUŽ

Zaštita od buke u rudarstvu	— — — — — — — — — —	17
Lärmschutz im Bergbau	— — — — — — — — — —	41

DR ING. DRAGIŠA DRAŠKIĆ

Neka zapažanja u vezi zaštite na radu u pogonima za pripremu mineralnih sirovina	— — — — — — — — — —	42
Some Observations Concerning Safety Measures in the Mineral Processing Plants	— — — — — — — — — —	47

DIPL. ING. ŠTEFAN ZAGORIČNIK

Določitev pokazatelja »intenzivnost zračenja« kot osnovnega parametra za rešavanje zadostnega prezračevanja jame Zahod rudnika lignita Velenje	— — — — — — — — — —	48
Die Bestimmung der Koeffizienten für die »Bewetterungsintensität« als Grundparameter für die Berechnung der erforderlichen Wettermengen des Braunkohlenbergwerks Velenje Zahod	— — — — —	62

DR DIPL. ING. V. QUITTER — DIPL. MATEM. J. PETROLL

Granice za učinke ciklonskih izdvajča prašine	— — — — — — — —	63
Leistungsgrenzen von Zyklonabscheidern	— — — — — — — —	69

DR Ž. STOJILJKOVIĆ — DIPL. ING. B. MITIĆ — SAN. TEHN. H. MANDIĆ

Tehnička i bioenergetska svojstva samospasioca M-67-MZ pri određenim telesnim naprezanjima	— — — — — — — — — —	70
Die technischen und bioenergetischen Eigenschaften des Atmungsgerätes (Typ M-67-MZ) bei bestimmten körperlichen Anstrengungen	— — — — —	76

DIPL. ING. DRAGUTIN MILUTINOVIĆ

Kako broj zatajenih mina svesti na optimalnu meru?	— — — — — — — —	78
How to Reduce the Number of Misfires to an Optimum Measure?	— — — — — — — —	87

DR ŽIVKO STOJILJKOVIĆ — DR BORIS PIROŠKOV

Imobilizacija povredjenih u rudarstvu	— — — — — — — — — —	88
Иммобилизация тяжелых поврежденных в горном деле	— — — — — — — — — —	92

VOJIN STOJANOVIĆ

Organizovanje službe zaštite na radu u rudarskom preduzeću	— — — — — — — —	93
Die Organisation des Arbeitsschutzdienstes im Bergwerksbetrieb	— — — — — — — —	95
Prikazi iz literature	— — — — — — — — — —	96
Bibliografija	— — — — — — — — — —	97

Borba sa požarom u starom radu pomoću ventilacionih metoda

(sa 9 slika)

Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević

Uvod

Kod otkopavanja moćnih ugljenih slojeva sa zarušavanjem često ostaju u starom radu manje ili veće količine uglja, koji uslijed samozapaljenja može da izazove jamski požar i prodor opasnih gasova u aktivne jamske prostorije i da ugrozi normalan rad i sigurnost u jami. Kad se požar ne može likvidirati odstranjivanjem zapaljenog uglja, vrši se izolacija požarom ugroženog polja. Postoje, međutim, i drugi rjeđe primjenjivani načini borbe sa jamskim požarima, a to su ventilacione metode koje sprječavaju prolaz zraka kroz stari rad i izazivaju samougušenje požara pomoću gasova, koji su proizvod nastalog oksidacionog procesa ili prirodne ekshalacije odnosno jednog i drugog. Istim metodama može se djelovati i preventivno, da do požara u starom radu uopće ne dođe.

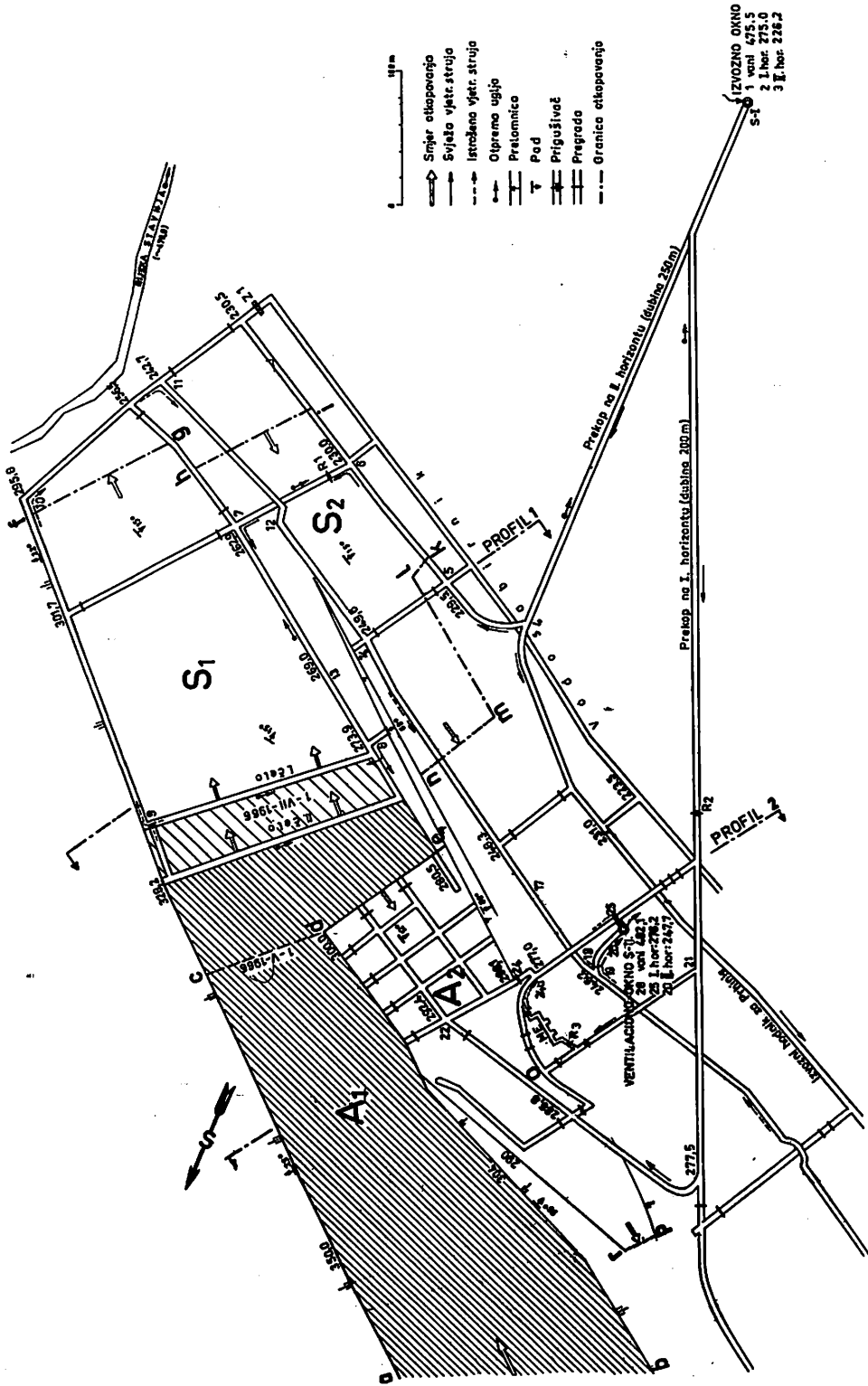
Prednost ovih metoda je očigledna, kako u požarnoj preventivi tako i u borbi sa nastalim požarom, jer to obično ne ometa normalnu proizvodnju i ne zahtjeva velike troškove. Za uspješnu primjenu takvih metoda potrebno je poznavati, proučavati i ažurno pratiti potencijalne odnose u jamskoj ventilacionoj mreži. To je srazmjerno nova grana [7] tehnike provjetravanja rudnika, koja se razvija i u praksi dobija sve veći značaj [11]. Ovdje je opisana uspješna primjena takve metode u rudniku mrkog uglja u Brezi.

Uslovi rada u otkopnom polju

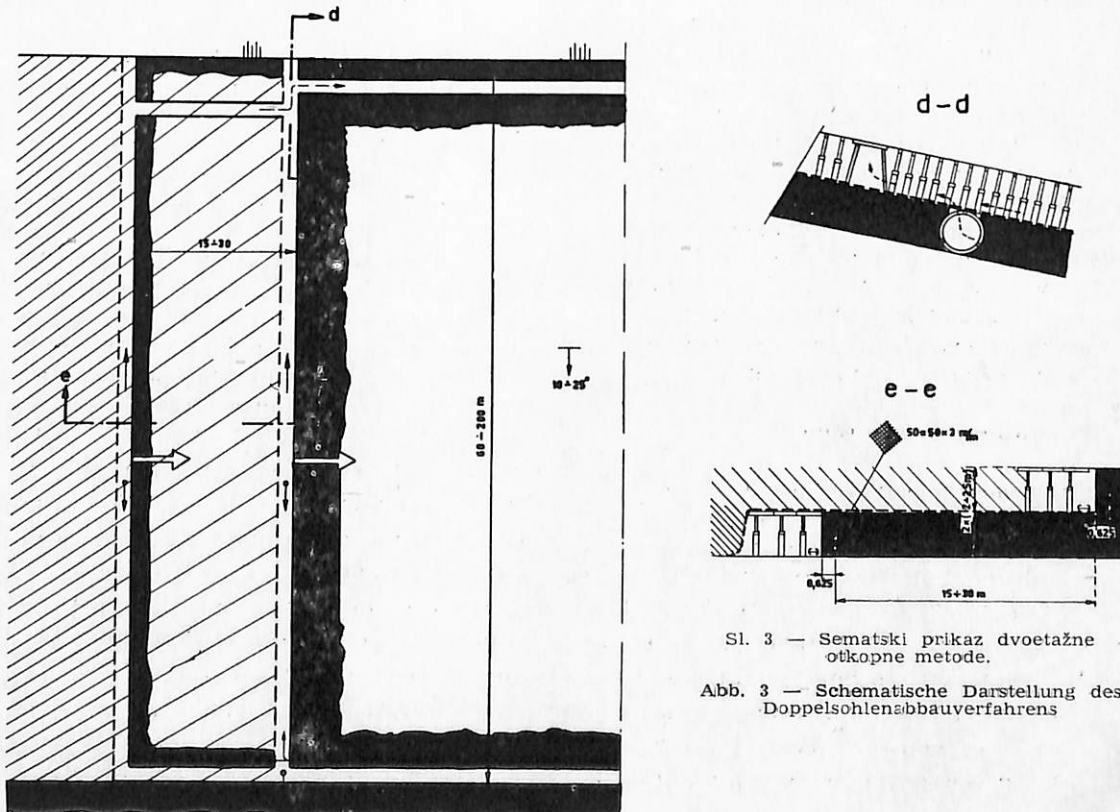
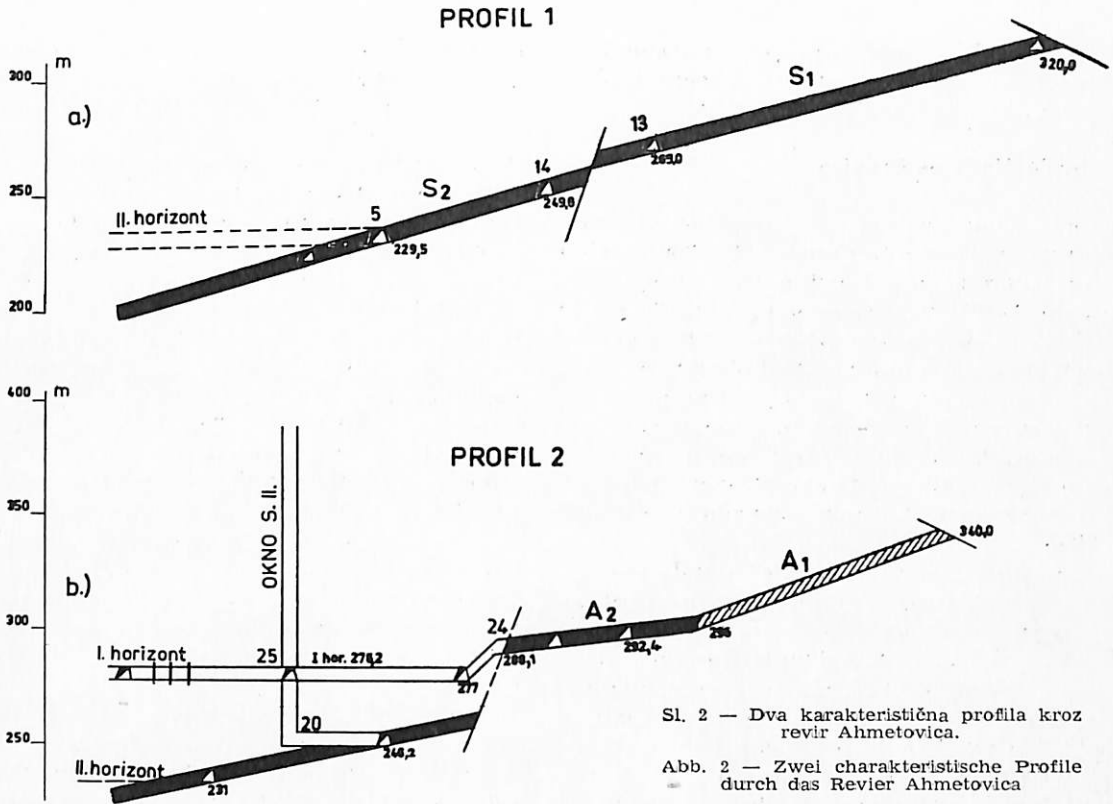
Na sl. 1 prikazano je jugoistočno krilo revira Ahmetovica u jami »Sretno«, kada se nalazilo u punoj eksploataciji sa dnevnom proizvodnjom oko 1200 t. Dva karakteristična pro-

fila koji pokazuju i tektonske odnose nalaze se na sl. 2. Ugljeni sloj debljine oko 5 m sa nagibom od 15° otkopavao se odstupno u širokim čelima sa zarušavanjem, podjelom na dvije etaže i postavljanjem željezne mreže za zaštitu druge etaže od srušene krovine prve etaže. Ova metoda po kojoj se u Brezi radi od 1962. g. šematski je prikazana na sl. 3. Ugalj se dobiva bubnjastim kombajnima uz dodatno miniranje, a podgrađuje se čeličnim člankastim gredama i frikcionim stupcima. Strop dobro zarušava, ali u dosta krupnim komadima pločastog oblika. Dužina čela iznosi i do 200 m, na što imaju najveći uticaj prelomnice po pružanju sloja, koje su u ovom rudniku mnogobrojne. Tako je i za revir Ahmetovicu uzeta jedna veća prelomnica za gornju granicu, dok su dvije manje razdvojile otkopno polje A₁ od A₂ odnosno S₁ od S₂.

Položaj prelomnica uticao je i na plan eksploatacije ovog revira. Kada je prelomnica b—d isključila (sl. 1), odmah su produžena široka čela do tačke e i tako je otkopavano do f—g gdje je bila granica zaštitnog stuba za rijeku. Za to vrijeme polje A₂ je bilo izolirano pregradama postavljenim u svim hodnicima pokraj starog rada i na ulazu u polje kod 22 i 24. Pošto se dužina čela prelazom otkopavanja u polje S₂ na liniji i—h znatno skratila, potrebe proizvodnje su zahtjevale da se otkopavanje uglja vrši istovremeno i u polju A₂ počev od linije d—e prema p—r, gdje se ono završava. U tom polju radilo se starom stubnom metodom i drvenom podgradom, sa vrlo sporim napredovanjem otkopne fronte i znatnim teškoćama u pogledu zarušavanja krovine radi stepeničastog oblika otkop-



Sl. 1 — Revir Ahmetovica u punoj eksploataciji
 A1, A2, S1, S2 — otkopna polja; ME — jamski magacin eksploziva.
 Abb. 1 — Das Revlier Ahmetovica in voller Gewinnung
 A1, A2, S1, S2 — Abbaufelder; ME — Grubensprengstoffmagazin.



ne fronte. U ovom polju nije formirano širokočelno otkopavanje radi ispresjecanosti sloja hodnicima i radi male širine polja.

Ventilacija jame i revira

Jama ima dva okna a eksploatacija se vrši na dva horizonta na dubini 200 i 250 m. Ona ima jednu ulaznu i jednu izlaznu vjetrenu struju. Sišući ventilator kapaciteta 20 do 60 m³/sek. sa depresijom od 50 do 220 mm v. s. postavljen je na površini kod okna S II. Ulazna zračna struja dijeli se u jami na paralelne ogranke radi odvojenog provjetravanja otkopnih polja, radova na otvaranju i magacina eksplozivnih sredstava. Dužina jame do kraja revira Prhinje na zapadu iznosi oko 3000 m.

Karakteristično je za ovu jamu da se ulazna i izlazna struja vode paralelnim prostorijama većinom u uglju na dosta veliku udaljenost od okana, a na malom međusobnom razmaku, što se vidi i na sl. 1 u lijevom donjem uglu. Pun kapacitet aksijalnog ventilatora, koji ima lopatice sa promjenljivim nagibom, nije se do sada morao koristiti, jer je sve potrebe zadovoljavalo oko 40 m³/s. Depresija na vodenom manometru priključenom na usisni kanal pokazuje obično zimi oko 120 mm, a ljeti oko 140 mm. Razlika je posljedica djelovanja prirodne depresije, čiji se predznak i veličina mjenjaju zavisno od vanjske temperature. Ukupna izlazna zračna struja sadrži od 0,2 do 0,4% CH₄; vlage oko 100%, a temperatura iznosi od 22° do 25° C.

Na sl. 7 prikazane su tri kanonske šeme ventilacije sa glavnim podacima o količinama i razvodu zraka za tri karakteristična perioda koje razmatramo. Vidi se, da je šema razvoda zračne struje po jami vrlo jednostavna i da ima samo paralelne ogranke.

Gasovi i požar u starom radu

Za vrijeme otkopavanja u polju S₁ bilo je pokušaja ulaska u zatvorene prostorije polja A₂ radi vršenja kontrole stanja pregrada, ali su svaki put navelili gasovi iz starog rada u aktivna radilišta u polju S₁. To je bio prvi signal da se u starom radu između polja A₂ i S₁ već razvija oksidacioni proces, i da se isti snabdjeva kisikom iz pravca A₂ uslijed nedovoljno nepropusne izolacije i razlike u zračnom pritisku, koji je bio niži u S₁ od ono-

ga u A₂. Da bi se ova pojava suzbila postavljen je dvostruki prigušivač R₄ u izlaznoj zračnoj struji polja S₁ i S₂ (sl. 4). Kad se pristupilo istovremenom otkopavanju polja S₂ i A₂, nije više postojala mogućnost da stari rad bude bar sa jedne strane izoliran, već je bio stalno otvoren sa dvije suprotne strane i zrak je mogao da slobodno prolazi u smjeru manjeg zračnog pritiska.

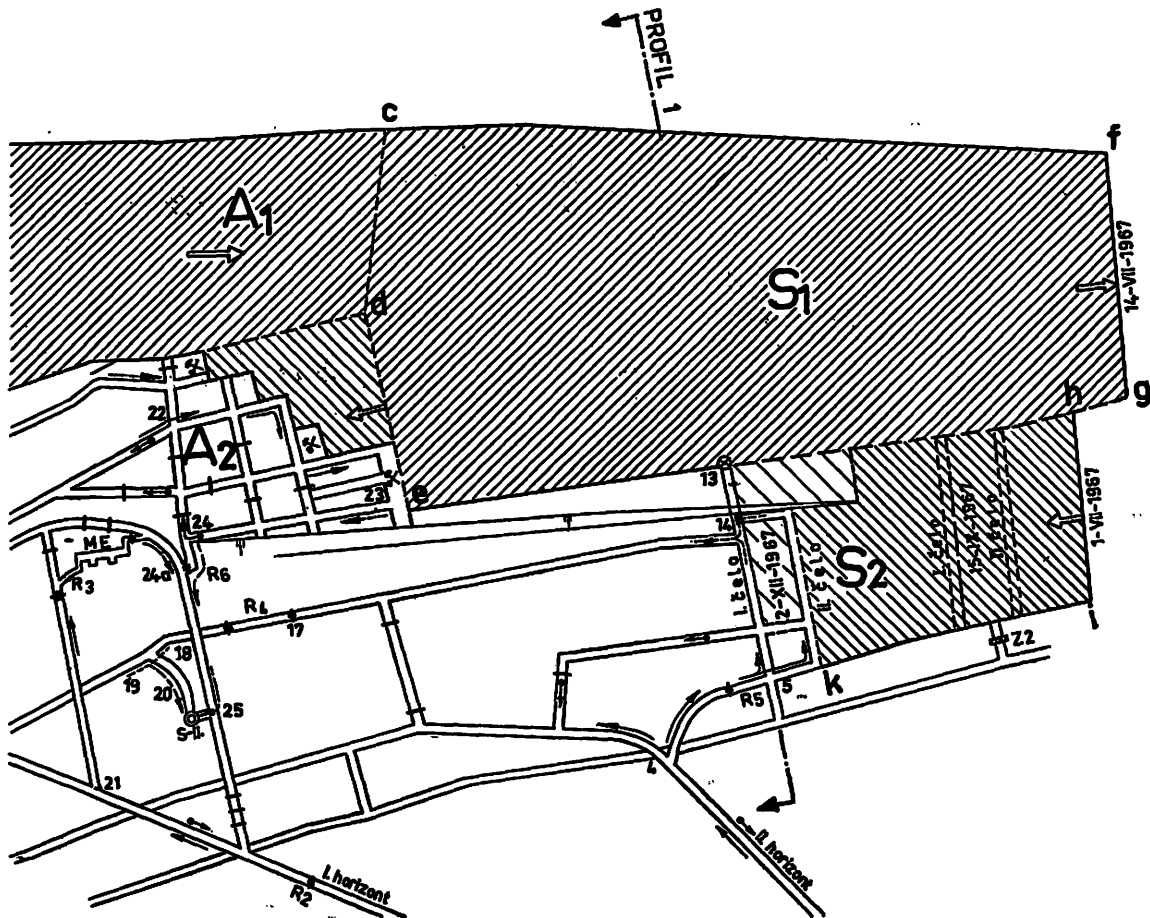
Regulisanje te vrlo nepoželjne i opasne pojave vršeno je prigušivačima R₂ i R₅ u ulaznim, a R₄ i R₆ u izlaznim zračnim strujama otkopnih polja. Nije to uvijek bilo dovoljno efikasno. U poljima S₂ i A₂, kada se u njima istovremeno otkopavalo, zapaženo je da je temperatura na radilištima u S₂ iznosila 16°—20° C, a ona u A₂ znatno više i preko 30°. Nadalje je u S₂ zapaženo odsustvo CH₄, dok se u A₂ moglo naći kako CH₄ tako ponekad i CO. To je bio dokaz da ranija pojava strujanja zraka kroz stari rad nije prestala, nego je izmjenila svoj smjer. Pojava gasova u S₁ upućivala je na oksidaciju i opasnost od eventualnog požara u starom radu bliže A₂. Pojava gasova i topline u A₂ upućivala je na sličnu opasnost na drugoj strani, jer je poznata činjenica da se požar pojavljuje i širi u smjeru odakle se snabdjeva zrakom.

Na vrhu širokog čela u I etaži u polju S₂ (tačka 13 na sl. 2 i sl. 4) primjećen je 3. 12. 1967. (bila je neradna nedelja) otvoren požar, čiji je dim intenzivno odlazio u stari rad i dalje u A₂. Gorio je ugalj u donjem boku ranijeg izvoznog hodnika do kojega se otkopalo u polju S₁ i do kojega se sada otkopava u polju S₂. Užarila se neposredna krovina tzv. šarena ploča u kojoj ima ugljenih umetaka i jedan tanak ali čist ugljeni sloj do glavne krovine. Usijano grotlo požara bilo je veliko. Polivanjem jakim vodenim mlazom gašena je vatra i obarani su komadi uglja i usijane krovine dole na čelo. Rad je jako olakšala dobra vidljivost, jer je sva vodena para sa dimom odlazila u stari rad. Požar je bio prigušen, ali se sav zagrijani materijal nije mogao oboriti i odstraniti, nego je široko čelo u I etaži skraćeno do prelomnice, a ono u II etaži je već ranije bilo skraćeno. Napredovanjem otkopa krovina je dobro zarušavala, pa se i mjesto požara našlo sve dublje u starom radu. Postavljeni su izolacioni zidovi Z₃ i Z₄ (sl. 5) koji su sa ranijim Z₁ i Z₂ izolirali polje

S₂ sa donje strane. Novi prigušivač R₇ sa većim otporom od ranijeg R₈ omogućio je efikasnije regulisanje zračnog pritiska u S₂ i izravnanje potencijala s obje strane starog rada. Efikasnost ovih mjera odrazila se u brzom opadanju temperature na radilištima u A₂. Od 21. do 28. 12. 1967. temperatura na

Mjerenje zračnih pritisaka

Otkopavanje revira Ahmetovica vršeno je po projektu, koji je izrađen u Projektnom bi-rou Srednjobosanskih rudnika u Sarajevu. Kao glavni projektant pratio sam njegovu realizaciju. Povodom već pomenutih indicija,



Sl. 4 — Stanje revira kod pojave otvorenog požara.

Abb. 4 — Revierzustand beim Auftreten von offenem Brand.

najnižem radilištu (tačka 23) pala je sa 34° na 24°C. Na vrhu I čela u S₂ morao se radi razređivanja metana postaviti cjevni ventilator, a proba sa umjetnim dimom puštenim u stari rad pokazala je da više nema nikakvog strujanja zraka u pravcu A₂. Daljnje otkopavanje polja S₂ i A₂ obavljeno je bez požarnih smetnji sve do projektovanih granica (sl. 6).

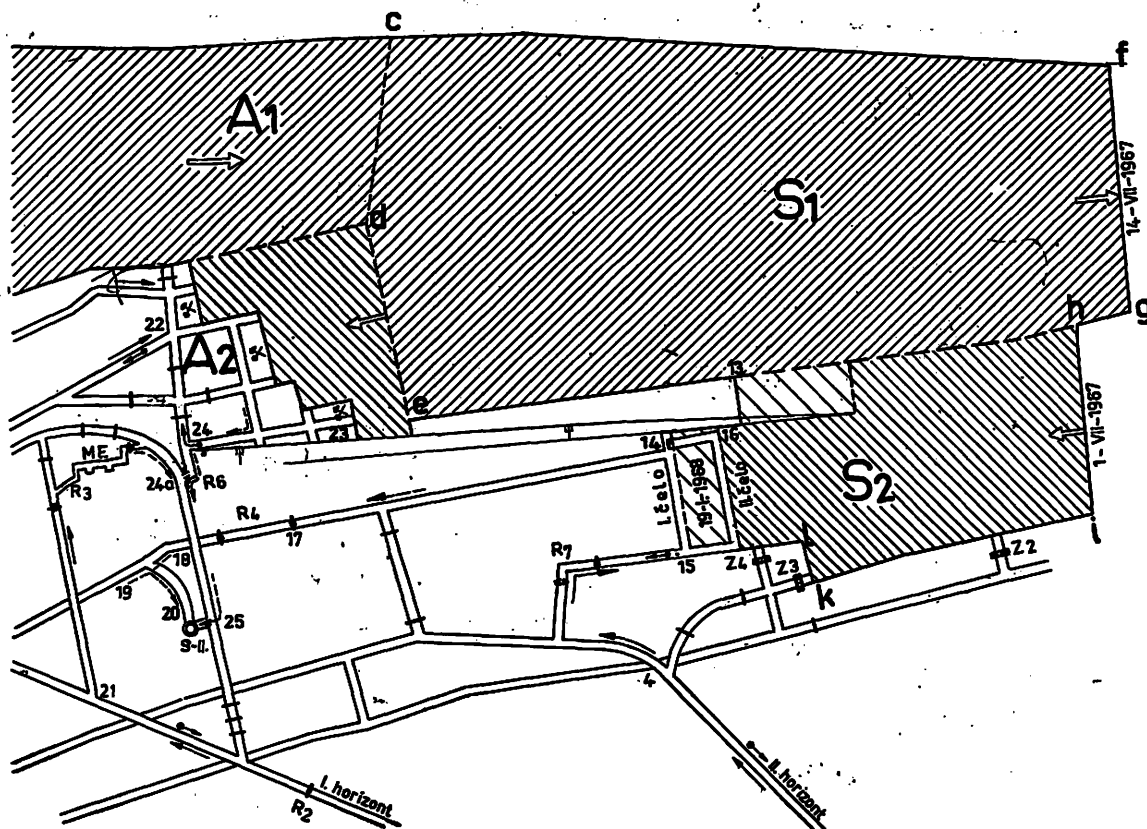
koje su upozoravale na oksidacioni proces u starom radu, ja sam polovinom 1967. god. podučio inženjere u jami »Sretno«, kako se u ovom konkretnom slučaju pomoću prigušivača u ulaznim i izlaznim zračnim strujama mogu regulisati potencijalni odnosi u reviru i starom radu i kako se rezultati poduzetih mjera mogu pratiti. Upoznao sam ih, također,

sa potencijalnim šemama i njihovim praktičnim korištenjem.

Na moju inicijativu izvršila je ekipa Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta iz Beograda 15. i 16. 9. 1967. mjerenje barometričnog stanja u opisanom reviru, na osnovu čega sam izradio prvu potencijalnu šemu tog revira. Slijedeća mjerenja izvršio sam lično 2. i 14. 12. 1967. kao i

tavljanjem još jedne pregrade u blizini postojeće. To je usvojeno i realizovano, pa je odlično poslužilo u borbi sa požarom.

Borba sa ovim požarom vođena je regulisanjem potencijalnog stanja sa jedne i druge strane starog rada. Bila je povoljna okolnost, što je ovaj stari rad u ventilacionoj mreži predstavljao dijagonalu i što se regulisanje otpora moglo vršiti na dvije ulazne



Sl. 5 — Stanje revira poslije prigušenja požara.

Abb. 5 — Revierzustand nach der Brandbekämpfung.

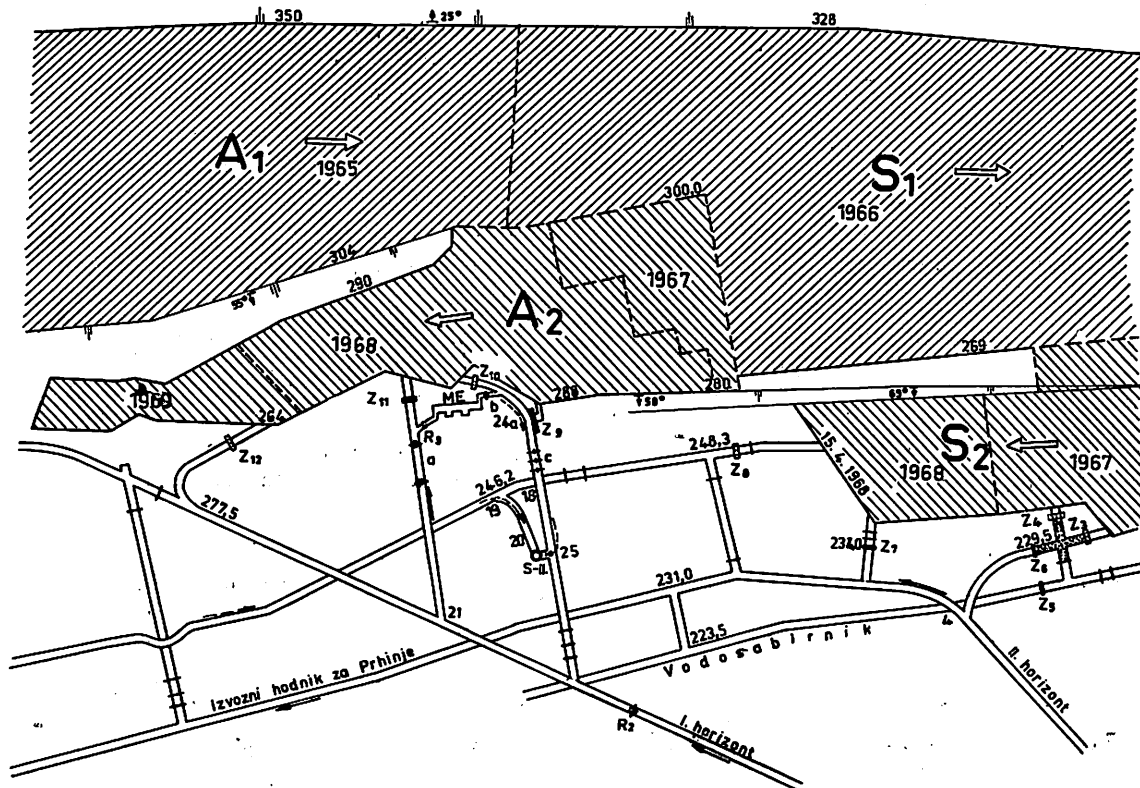
19. 1. 1968. Slučajno se dogodilo, da sam prvo mjerenje izvršio samo jedan dan prije zapaženog požara. Nakon mjerenja odmah sam grubo izračunao potencijalne odnose i upozorio da između S₂ i A₂ još uvijek postoji dosta visoka potencijalna razlika i da treba najhitnije povećati otpor prigušivača R₅ pos-

i dvije izlazne zračne struje pa birati najpovoljnije. Kao pouzdaniji su se pokazali prigušivači na izlaznim strujama, jer tamo rijetko tko prolazi. Kada je otkopavanje revira bilo završeno i postavljeni svi izolacioni zidovi izvršio sam 17. 7. 1969. ponovno mjerenje u svrhu izrade potencijalne šeme i analize najnovijeg stanja.

Izračunavanje potencijala

U svakoj tački jamske ventilacione mreže zrak ima svoj izentropni aerodinamični potencijal, čije poznavanje nam omogućuje da konstruišemo potencijalnu šemu ventilacije i da se njome koristimo. Ovakva šema razlikuje se od kanonske šeme u tome, što su na

Za izračunavanje potencijala koji vlada na pojedinim tačkama u jamskoj ventilacionoj mreži potrebno je za te tačke znati nivelacionu razliku od ulaza zraka u jamu (npr. ušće okna) i statični pritisak jamskog zraka. Na ulazu u jamu treba izmjeriti statični pritisak, temperaturu i vlagu vanjskog zraka.



Sl. 6 — Stanje revira poslije završenog otkopavanja i izolacije starog rada
Z — izolacioni zidovi od betona (punil); od drvenih klatiča (šraflirani)

Abb. 6 — Revierzustand nach dem Abbauschluss und der Isolierung des Alten Mannes
Z — Isolationswände aus Beton (voll); aus Holzknüppeln (schraffiert)

os ordinate namijete u mjerilu vrijednosti potencijala. Za jedinicu potencijala, koji predstavlja energiju sadržanu u jedinici volumena jamskog zraka, uzima se Nm/m^3 (njutnmetar na kubni metar), a pritisak zraka koji vlada na tom mjestu izražava se u N/m^2 .

Ako je pritisak zraka izmjereno pomoću preciznog barometra tj. izražen u Tr (= mm Hg), onda vrijedi relacija

$$1 \text{ Tr} = 133,322 \text{ N/m}^2$$

U našem slučaju pritisak je bio mjereno pomoću baroluksa [5] sa tačnošću čitanja 0,1 Tr , što za ovu svrhu potpuno zadovoljava. Dobivene vrijednosti čitanja baroluksa na pojedinim tačkama u jami rektificirane su s obzirom na utvrđene promjene u barometarskom stanju na ušću okna za vrijeme opažanja.

Prve proračune potencijalnih odnosa izvršio sam po starom načinu [4] i [9], ali sam za ovaj članak sve izračunao po najnovijim obrascima iz publikacije [10] i [11].

Koristio sam slijedeće obrasce:

$$h_{sv} = p - p_s$$

$$p_s = p_0 \left(1 + \frac{g(z_0 - z)}{c_{pa} T_{v_0}} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

gdje je:

- p — apsolutni statični pritisak jamskog zraka
- p_0 — apsolutni statični pritisak suhog zraka na ušću okna
- p_s — apsolutni statični pritisak suhog zraka po izentropnoj promjeni
- g — ubrzanje sile teže (uzimamo 9,81)
- z_0 — kota na ušću okna
- z — kota mjesta opažanja u jami
- c_{pa} — specifična toplota suhog zraka pod stalnim pritiskom

$$c_{pa} = 1005 \frac{J}{kg^{\circ}K}$$

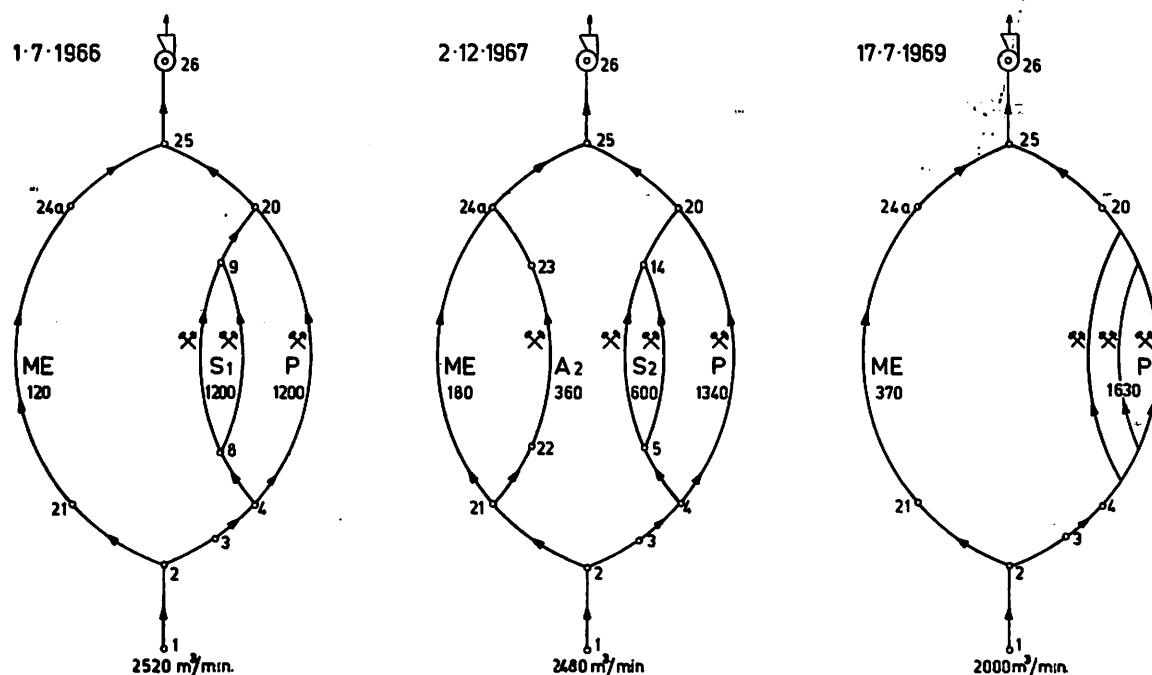
T_{v_0} — virtualna temperatura atmosferskog zraka na ušću okna

K — 1,4, eksponent za izentropnu promjenu suhog zraka.

Pomoću ovih obrazaca i podataka mjerenja izračunao sam za karakteristične tačke u jamskoj ventilacionoj mreži njihov izentropni aerodinamični potencijal i to za stanja 15. 9. 1967., 2. 12. 1967., 19. 1. 1968. i 17. 7. 1969. god. Za stanje 2. 12. 1967. obračunati rezultati nalaze se u tablici 1, a šema cijele mreže na sl. 8. Za ostala stanja prikazane su parcijalne potencijalne šeme na sl. 9 između tačaka 4 i 25 tj. za onaj dio ventilacione mreže koji nas interesuje.

Za proračun uzeta je jedinica Nm/m^3 , ali su radi orijentacije u šemama označene i odgovarajuće približne vrijednosti na stari način tj. u $mm H_2O$, a na osnovu relacije $1 mm H_2O \approx 1 kp/m^2 \approx 9,81 N/m^2$.

Radi jednostavnosti proračuna i šema izostavljena je lokalna prirodna depresija, iako se ona pojavljuje u svakoj nehorizontalnoj jamskoj prostoriji. U publikaciji »Potencijal powietrza a bezpieczenstwo w kopalni« [11] mogu se naći obrasci i primjeri za izračunavanje prirodne depresije odnosno kako je tamo nazvana »izentropna prirodna kumulacija



Sl. 7 — Kanonske šeme ventilacione mreže u karakterističnim vremenskim periodima.

Abb. 7 — Kanonische Schemen des Wetterführungsnetzes in charakteristischen Zeitabschnitten.

energije«. U istoj publikaciji pad pritiska odnosno pad izentropnog potencijala zraka uslijed trenja kod prolaza kroz jamsku prostoriju nazvan je »disipacija energije« (od latinske riječi *dissipare* = rasipati), a depresija ventilatora »mehanična kumulacija energije«.

U publikaciji »Određivanje prirodne depresije« [6] nalaze se praktične upute i primjer određivanja ukupne prirodne depresije cijele jame — na stari način.

Potencijalna šema ventilacione mreže

U potencijalnoj šemi se svaka čvorna ili neka druga interesantna tačka ventilacione mreže mora nalaziti na onom potencijalnom nivou koji odgovara vrijednosti potencijala te tačke. U kompletnim potencijalnim šemama nanose se po mjestu i vrijednosti još i svi izvori mehaničke i prirodne depresije. Potencijalne šeme mogu se izraditi kako za postojeću tako i za projektovanu ventilacionu mrežu.

Kroz jamsku prostoriju u kojoj ne postoji lokalni izvor depresije smjer zračne struje određen je položajem čvornih tačaka u potencijalnoj šemi, tako da zračna struja teče od tačke višeg do tačke nižeg potencijala. Ako u prostoriji postoji prirodni ili mehanički izvor depresije, onda se zavisno od vrijednosti odnosnih potencijala zračna struja može kretati od tačke prividno nižeg na tačku višeg ili jednakog potencijala. Takav slučaj se vidi na sl. 8 gdje se tačka 26a nalazi na liniji višeg potencijala od tačke 25, a ipak se zrak kreće sa 25 na 26a. Da ova šema sadrži i lokalne izvore depresije, onda bi na liniji 25—26a bila ucrtana veličina prirodne depresije, jer ta linija predstavlja 200 m duboko ventilaciono okno, u kojem je prirodna depresija (kumulacija) imala veću vrijednost od otpora trenja (disipacije) za prolaz zraka kroz okno, jer je tog dana temperatura zraka u oknu iznosila 24°C a na površini 5°C.

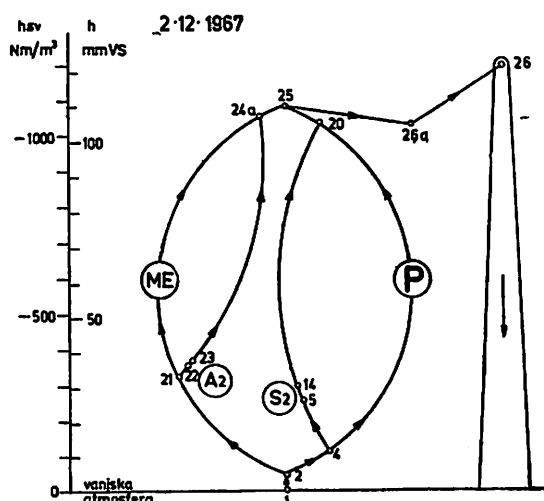
Na osnovu položaja čvornih tačaka ventilacione mreže u potencijalnoj šemi, možemo

Tablica 1

Podaci za konstrukciju potencijalne šeme ventilacione mreže na dan 2. 12. 1967. godine

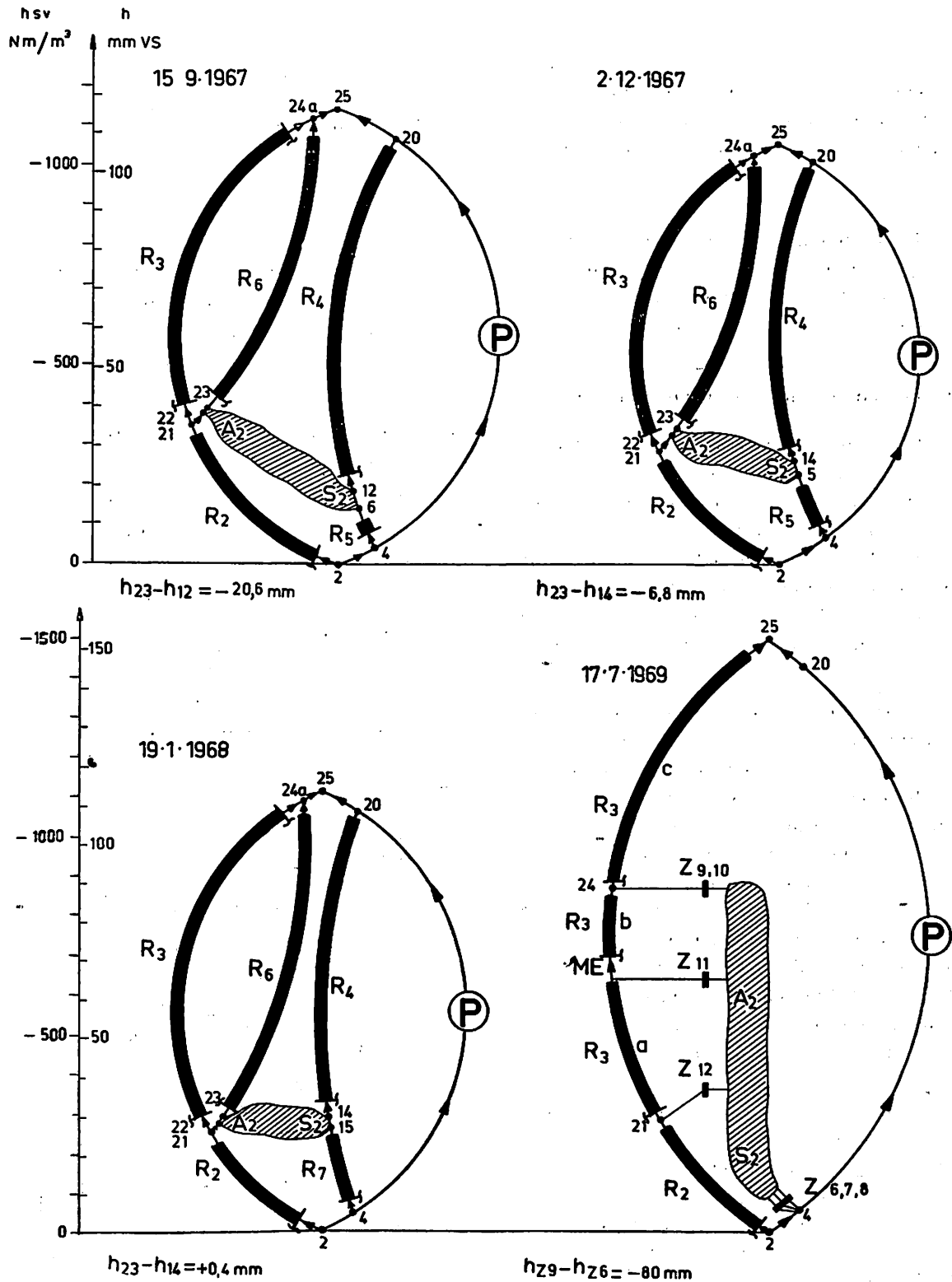
Broj tačke	Visinska razlika $(z_0 - z)$ m	Barom. pritisak Tr	Izračunate vrijednosti za		
			ρ N/m ²	ρ_s N/m ²	hsv Nm/m ³
1	0	730,30	97.365	97.365	0
2	200,5	748,10	99.738	99.782	— 44
4	246,0	751,75	100.225	100.339	— 114
5	246,0	750,65	100.078	100.338	— 260
14	225,9	748,50	99.792	100.094	— 302
20	227,8	743,15	99.078	100.118	— 1.040
21	198,5	745,80	99.432	99.759	— 327
22	183,1	744,15	99.212	99.574	— 362
23	195,3	745,15	99.345	99.718	— 373
24a	199,2	740,40	98.712	99.767	— 1.055
25	199,3	740,20	98.685	99.770	— 1.085
26a	— 1,5	722,70	96.352	97.381	— 1.029
26	— 6,6	depresionetar 125 mm H ₂ O \approx			— 1.274

Na tački 1 izmjereno je: $t_0 = 5^\circ\text{C}$ vlaga 48% iz čega $T_{v0} = 278,5^\circ$



Sl. 3 — Potencijalna šema ventilacione mreže 2. 12. 1969 g. — dan prije pojave otvorenog požara u polju S₂.

Abb. 8 — Einen Tag vor dem Auftreten eines offenen Brandes im Feld S₂. Potentialschema des Wetterführungsnetzes am 2. 12. 1967.



Sl. 9 — Potencijalne šeme ventilacione mreže za dio jame u karakterističnim vremenskim periodima.

Abb. 9 — Potentialschema des Wetterführungnetzes für den Grubenteil in charakteristischen Zeitabschnitten.

uvijek znati u kojem smjeru i sa kakvom potencijalnom razlikom se kreće zračna struja u nekom postojećem ogranku, kao i u nekom novom ogranku koji se namjerava izraditi. Isto to važi i za lutajuće struje kroz stari rad kao i za gubitke zraka kroz nedovoljno tije- sne ventilacione pregrade.

Polazeći od potencijala 0 na ulazu zraka u jamu pa sve do ventilatora koji sisanjem stvara potpritisak (depresiju), potencijal ima predznak minus (—) tako da je najispravnije crtati potencijalnu šemu obrnuto od kanonske šeme, kako se to tek nedavno pojavilo u nekim publikacijama [10] i [11]. U ovom član- ku je zadržan raniji način označavanja — prema gore, jer to ima određenu prednost radi brze orijentacije i upoređenja sa kanon- skom šemom i radi dosadašnjih navika u cr- tanju dijagrama depresije.

Ako se u potencijalnoj šemi grafički pri- kažu i veličine otpora na regulacionim pre- gradama, kao što je to učinjeno na sl. 9 (de- bele linije), dobija se odlična orijentacija o uticaju pojedinih prigušivača na smjer zrač- nih struja u susjednim ograncima kao i o tome kojim zahvatima se mogu postići željene pro- mjene. Takve potencijalne šeme mogu biti od neocjenjive koristi za donošenje pravilnih odluka koje se odnose na regulisanje smjera zračnih struja u slučajevima iznenadne ugro- ženosti nekog vjetrenog odjeljenja i tamo za- psljenih radnika od požarnih ili eksploziv- nih gasova.

Analiza potencijalnih šema

Na sl. 9 prikazane su četiri potencijalne šeme za nekoliko karakterističnih stanja u ot- kopnom reviru, koja ćemo ovdje analizirati.

15. 9. 1967.

Usljed razlike u potencijalu između S_2 i A_2 , koja je izražena u mm VS iznosila 20,6, stari rad je dobivao dovoljno zraka za razvi- janje već započete požarne inkubacije. Oči- gledno se stanje moglo popraviti povećanjem otpora R_5 uz smanjenje otpora R_4 pa se tome i pristupilo.

2. 12. 1967.

U odnosu na ranije stanje potencijalna ra- zlika se smanjila na 6,8 mm. Stari rad je do-

bivao manje zraka, ali je požarni proces bio tada već toliko napredovao da je sutradan iz- bila živa vatra na lokaciji 13 (sl. 2 i 4). Na os- novu temperaturne, visinske i barometarske razlike između polja S_2 i A_2 izračunata je lo- kalna prirodna depresija na razne načine i dobiveni su ovi rezultati:

— po obrascu Weeksa [1]	1,65 mm VS
— grafičkim putem [2]	2,0 mm VS
— po obrascu (7) iz [11]	2,8 mm VS

Iz ovoga se može zaključiti da su poten- cijalna razlika i lokalna prirodna depresija zajedno iznosile oko 10 mm VS sa pravcem djelovanja iz S_2 u A_2 .

19. 1. 1968.

Stanje prikazano na ovoj šemi postignuto je i ranije, a sada je mjerenjem utvrđeno. Naime, odmah po izbijanju požara vršeno je savjesnije regulisanje potencijalnih odnosa što se odrazilo na brzom likvidaciji dima u polju A_2 . Na mjestu ranijeg R_5 postavljeni su solidni izolacioni zidovi Z_3 i Z_4 , a novi prigušivač R_7 imao je veći otpor od ranijeg R_5 . Potencijalna razlika iznosi sada samo 0,4 mm i to u obratnom pravcu od ranijeg, tako da bi strujanje zraka kroz stari rad trebalo da bude iz A_2 u S_2 . Međutim, kontrola sa umjet- nim dimom pokazala je potpunu stagnaciju. Razlog će biti vrlo mala potencijalna razlika kao i djelovanje prirodne depresije, čiji smjer je sada obrnut od smjera djelovanja razlike potencijala, pa se te dvije energije poništa- vaju. Stanje, koje je prikazano na ovoj šemi, uspjeli smo održati za cijelo vrijeme otkopa- vanja revira do planiranih granica.

17. 7. 1969.

Stari rad je sa svih strana izoliran beton- skim i drvenim (od kladića i gline) zidovima Z_1 do Z_{12} (sl. 6) od kojih se jedni nalaze na području ulazne, a drugi na području izlazne zračne struje. Najveća relativna razlika zrač- nog pritiska iznosi 80 mm VS između Z_6 i Z_9 (sl. 9) kod 140 mm depresije na glavnom ven- tilatoru. Osim mjerenja potencijalnog stanja izvršena je tog dana i kontrola sa umjetnim dimom. Na zidovima na strani ulaznog zraka samo je na zidu Z_7 primjećeno dosta inten- zivno nestajanje dima u jednoj pukotini u

stropu ispred zida, koja je od ranije poznata, pa se već radi betonska manžeta pred zidom iza koje će se izvršiti solidno injektiranje pod pritiskom. Zidovi u izlaznoj zračnoj struji Z_{10} i Z_{12} propuštaju gasove iz starog rada, pa se prostor pred njima separatno provjetrava da bi se do zidova moglo doći u svrhu njihove kontrole. Radi jake zračne struje, koja prolazi kraj zida Z_0 , nije se mogla kontrolisati njegova propusnost.

Zaključci

Opisani primjer uspješnog zagušenja jamskog požara u starom radu, bez pribjegavanja njegovoj potpunoj izolaciji, dokazao je da se u odgovarajućim uslovima mogu ovakvi uspjesi postići vrlo jednostavnim i ekonomičnim ventilacionim metodama. To zahtjeva dublje poznavanje i proučavanje problema ventilacije, a naročito mjerenje, izračunavanje i konstruisanje potencijalnih šema, bez kojih ne bi trebalo da bude ni jedna jama u kojoj je moguća pojava jamskog požara.

Izolacijom starog rada pomoću zidova, bez obzira na eventualno visok kvalitet njihove nepropusnosti, koja se može postići savremenim izolacionim sredstvima, ne smije se smatrati da je otklonjena svaka opasnost proboja požara iz starog rada, ako se pojedini zidovi nalaze na raznim potencijalnim nivoima u ventilacionoj mreži.

U jami »Sretno« postoji sada latentna opasnost od proboja požara kod zidova koji se nalaze u ulaznoj vjetrenoj struji, a naročito kod Z_7 . S obzirom na to, da u neposrednoj blizini tih zidova prolazi svježa vjetrena struja za eksploatacioni revir Prhinje, dimni gasovi od eventualnog požara ozbiljno bi ugrozili sve u jami zaposlene radnike (izuzev neznanog broja koji rade kod izvoznog okna). Zahtjevi sigurnosti nalažu najhitnije poduzimanje odgovarajućih mjera, od kojih je najpouzdanija — sve zidove staviti na isti potencijalni nivo. To se može postići metodama koje su poznate i u praksi isprobane [2], [7], [8], [9].

ZUSAMMENFASSUNG

Brandbekämpfung im Alten Mann mit Bewetterungsmethoden

Dipl. Ing. V. Kovačević*)

Im alten Manne zwischen zwei Abbaufelder, in welchen man Bruchbau in einem Braunkohlenflötz von 5 m Mächtigkeit anwandte, entstand ein Grubenbrand. Förderungsbedürfnisse erlaubten keine normale Abdämmung des Brandfeldes. Man hat in diesem Fall die Methode der Wetternetzpotentialregulierung angewandt, womit man die Luftzufuhr zum alten Manne verhinderte und dadurch den Brand blockierte. Die Kohलगewinnung konnte ohne Hindernisse fortgesetzt werden und die angrenzende Abbaufelder wurden planmässig abgebaut. Auf Grund der durchgeführten Messungen und Berechnungen wurden Potentialschemen konstruiert, um die angewandte Methode und den erreichten Erfolg besser zu schildern.

Literatura

1. Budryk W., 1956—1961: Wentylacja kopalni, Katowice.
2. Budryk W., 1956: Pożary i wybuchy w kopalniach, Katowice.
3. Skočinski, Komarov, 1956: Grubenbewetterung, Berlin.
4. Bystron H., 1959: Pożary podziemne. — Poradnik górnika II. 2, Katowice.
5. Jokanović B., 1960: Provjetranje rudnika, Beograd.
6. Kovačević V., 1936: Određivanje prirodne depresije. — Rudarski i topionički vesnik br. 11 i 13, Beograd.
7. Bystron H., 1958: Potencijalni schemat przewietrzania. — Przegląd górniczy Nr. 2 Katowice.
8. Kukuczka A., 1967: Zastosowanie jednostronnych komór gazowych do przyspieszenia likwidacji pól pożarowych. — Przegląd górniczy Nr. 2.
9. Kovačević V., 1967: Požarna ventilacija. — Predavanja na III stepenu studija na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu 1967. (rukopis).
10. Bystron H., 1968: Depresja wentylatora w swietle I i II zasady termodynamiki. — Przegląd górniczy Nr. 7—8.
11. Rabsztyń J., Bystron H., 1969: Potencjal powietrza a bezpieczeństwo w kopalni. — Przegląd górniczy Nr. 6.

*) Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević, naučni saradnik Rudarskog instituta, Beograd. Projektni biro SBR Sarajevo, D. Ozme 2.

Zaštita od buke u rudarstvu

(sa 13 slika)

Prof. ing. Ivo Trampuž

Od profesionalnih oboljenja koja su prouzrokovana štetnim fizikalnim agensima radne sredine, u rudarstvu sve su više zabrinjavajuća oštećenja zdravlja radnika usled buke i vibracije, a naročito sluha. Ovom problemu nije u prošlosti posvećena dovoljna pažnja, jer je, dok u rudnicima radovi nisu bili još mnogo mehanizovani ili dok su primenjivane mašine manjeg kapaciteta i sa manjim brojem okretaja, osim kod miniranja, buka bila podnošljivija i jer se smatralo da je sastavni deo rada, i da se ništa ne može učiniti za njeno sprečavanje. Osim toga, zbog nedostatka odgovarajuće opreme za ispitivanje i merenje zvuka, ranije nije bio dovoljno poznat, često spor, štetni uticaj ovih fenomena na čovečji organizam. Zato su posledice primećivane, tek kada je došlo do oslabljenja ili potpunog gubitka sluha.

Prelazom na masovnu proizvodnju, modernizacijom tehnološkog procesa dobijanja i pripreme mineralnih sirovina, a posebno sve intenzivnijom mehanizacijom velikog kapaciteta i sa velikim brojem obrtaja, odnosno udaraca, i velikim potresima i vibracijama, u rudarskim pogonima razvija se sve veća buka, koja sve više ugrožava zaposleno osoblje. Kolika je ta opasnost, pokazuju rezultati istraživanja u Sovjetskom Savezu (9), kojima je ustanovljeno, da je na radnim mestima, na kojima se razvija buka, kod 25% radnika sluh oslabljen nakon 5 godina rada, kod 50% nakon 10 godina, a kod 80% nakon 10 do 20 godina rada.

Iako se kod nas još nije pristupilo sistematskom ispitivanju sluha rudarskih radnika u svim rudnicima najsavremenijim metodama, iz rezultata audiometrijskih ispitivanja (17) koja su izvršena npr. u rudniku olova i cinka Šuplja Stena (tablica 1), može se zaključiti da

je i kod naših rudarskih radnika stanje, s obzirom na posledice buke, zabrinjavajuće. Od ukupno ispitivanih 229 jamskih radnika i radnika pogona flotacije, izloženih buci, bilo je samo 19% bez oštećenja sluha, dok je kod 21 odsto radnika sluh bio oštećen posle 5 godina rada, kod 49% do 10 godina, a kod 80% posle 10 godina rada. Procentualno učešće radnika po težini oštećenja sluha prikazano je u tablici 1.

Tablica 1

Stanje sluha	Procenat od ukupno ispitanih radnika	
	Rudnik	Flotacija
Teško oštećen	20,6	21,6
Srednje oštećen	30,0	23,6
Lako oštećen	20,7	17,6
Početne promene	9,5	21,6
Bez oštećenja	18,7	15,6
Svega:	100,0	100,0

Da bi se što jasnije ukazalo na ovaj problem koji za poslednjih petnaest godina postaje sve akutniji, i da bi se povećala briga za zaštitu od buke i vibracije u našem rudarstvu, u ovom se napisu daje pregled fizikalnih i fizioloških karakteristika i štetnosti buke i ukazuje na određene zakonitosti ove pojave, koje treba koristiti pri određivanju mera za uklanjanje opasnosti od buke. U ovom pogledu do sada su već stečena značajna iskustva u svetu i kod nas.

Zaštita od vibracije biće predmet posebnog napisa.

O prirodi i karakteristikama zvuka i buke

Zvuk nastaje kada neko čvrsto telo (izvor zvuka) trepti u elastičnoj sredini (vazduh, tečnost, kosti lobanje, metali i sl.). Treptaji se prenose na sloj sredine koji neposredno dodiruje izvor zvuka i izaziva naizmenično zgušnjavanje i razređivanje sredine, kroz koju se zvuk prostire. Kada se zvuk prostire kroz vazduh, u pojedinim tačkama dolazi do pritiska (zvučnog pritiska), koji je naizmenično veći i manji od atmosferskog pritiska vazduha. Promene odnosno kolebanja zvučnog pritiska (koji se kroz vazduh prostire u vidu zvučnih longitudinalnih talasa), posredstvom opne (bubnjića i Kortijeveog organa, dovode do treperenja završnog dela slušnog nerva. Time se zvučni talasi transformišu u nadražaj, koji se u mozgu čoveka subjektivno registruje i oseća kao zvuk.

Brzina promena pritiska u elastičnoj sredini predstavlja brzinu zvuka.

Fizičke osobine zvuka

Uho kao reproduktivni aparat zvučnih talasa u toku evolucije postalo je selektivno. Osetljivost čovečijeg uha varira sa frekvencijom. Ispitivanjima je ustanovljeno, da prosečno čulo sluha zdravog mladog čoveka registruje promene pritiska, i on ih oseća kao zvuk, ako su te promene periodične i dovoljne jačine odnosno pritiska, i ako se njihove frekvencije kreću u oblasti od 16 do 20.000 Hz (oblast ili područje čujnosti).

- Ova oblast akustične frekvencije međutim nije strogo određena, jer se gornja granica kod jednog te istog lica sa godinama starosti menja. Obično je kod starijih ljudi gornja granica znatno ispod 20.000 Hz.

Kod govora i pevanja frekvencija zvuka kreće se između 250 i 4000 Hz.

Zvučne treptaje čije su frekvencije iznad 20.000 Hz i ispod 16 Hz, slušni organ ne oseća, iako podležu istim zakonima akustike kao i oscilacije koje uho oseća kao zvuk. Zvučne oscilacije sa frekvencijom iznad 20.000 Hz, koje se nazivaju ultrazvuk, imaju samo toplotno dejstvo. Oscilacije sa frekvencijom ispod 16 Hz nazivaju se infrazvuk. Pritisak oscilacija ispod 16 Hz izaziva vibracije, koje kad se prenose na čoveči organizam, mogu prouzročiti vibrooboljenja.

Visina zvuka zavisi od frekvencije treptaja, tj. što je frekvencija veća, to je visina zvuka veća, — i obratno.

Dvostruko povećanje frekvencije uvek doводи do osećanja povišenja tona na određenu visinu, koja se naziva oktava.

Oscilacije izvora zvuka mogu biti vrlo složene, pa zato i zvuk koji one proizvode može biti prost i složen.

Ako zvučni izvor proizvodi harmonične oscilacije koje se mogu predstaviti harmoničnim linijama, tada nastaju prosti tonovi ili složeni harmonični tonovi. Boja tona, koju uho razlikuje, zavisi od osobina zvučnog izvora (gitara, violina, klavir i dr.), a proizlazi od toga, što osnovni ton prate viši harmonični tonovi (muzički tonovi).

Zvučni izvori koji proizvode haotična nagomilavanja zvukova nepravilnih oscilacija, raznih frekvencija ili promenljivih pritisaka, stvaraju neprijatan zvuk — šum ili buku. Kada se govori o suzbijanju štetne buke, pod tim nazivom se podrazumeva svaki zvuk, koji psihološki ili fiziološki štetno dejstvuje, a može i da ošteti organ sluha.

Spektar buke ili frekventni sastav buke pokazuje kako je zvučna energija raspoređena po frekvencijama unutar područja čujnosti (analogno svetlosnom spektru), koje učestvuju u sastavu zvuka.

Pucanj ili eksplozija je kratkotrajan zvuk usled nagle, često vrlo složene promene pritiska odnosno poremećaja sredine.

Buka ili šum, odnosno pucanj, nastaju usled vibracija površina, odnosno turbulencija gasova i vazduha, u koji se troši jedan deo one energije koja se u svim procesima neizbežno gubi.

Subjektivni osećaj mehanički definisane jačine zvuka nazivamo glasnost (glasnoća, ruski gromkost, engleski loudness). Glasnost zavisi od objektivne jačine koju čujemo i koja se izražava zvučnim pritiskom odnosno intenzitetom I, kao i od frekvencije. Razlike između fizičke jakosti i glasnosti objašnjavaju se Veber-Fehnerovim psihofizičkim zakonom, kako je to dalje izloženo.

Kod jedne te iste zvučne sile (tj. iste amplitude) glasnost zvuka je različita za različite frekvencije odnosno visine zvuka.

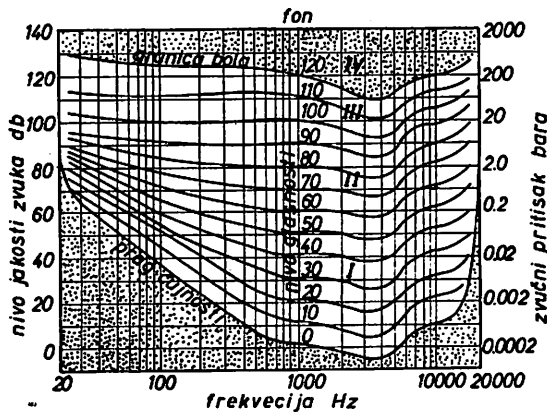
Svaki zvuk ima u čujnom području najnižu i najvišu graničnu vrednost zvučne energije.

Minimalna granična vrednost zvučne energije, koja odgovara zvučnoj sili koju čoveče uho jedva primećuje, određuje najnižu granicu sluha tj. prag čujnosti.

Maksimalna, gornja granična vrednost zvučne energije koja odgovara zvučnoj sili i koja počinje da izaziva bol u ušima, naziva se pragom odnosno granicom bola.

Za normalni zvuk (1,9) visine odnosno frekvencije 1000 Hz prag čujnosti je kod objektivne jakosti zvuka oko 10^{-12} W/m² ili 10^{-9} erg/cm² sec. Gornja granica čujnosti ili granica bola kod (1) frekvencije 3000 Hz je 10 W/m².

Neki (16) uzimaju da je kod frekvencije 1000—2000 Hz uho najosetljivije i to kod objektivne jačine zvuka 10^{-10} W/m² i da je granica bola za tonove svih visina 10^3 W/m².



Sl. 1 — Dijagram Flečer-Munsonovih ekvifonskih linija (9).

Abb. 1 — Diagramm der Fletcher-Munson-Linien der gleichen Lautstärke

U sl. 1. područje između linije praga čujnosti i linije granice bola predstavlja područje čujnosti.

Zvučne pojave odnosno njihove posledice su dakle prouzrokovane mehaničkim delovanjem veličina, koje se mere, pa je zato njihovo proučavanje predmet objektivne fizike.

Prema tome i brzina zvuka a i njegov intenzitet I , odnosno pritisak p , potpuno su definisani pomenutim veličinama.

Brzina prostiranja zvuka (1) računa se po opštem obrascu:

$$C = \frac{1}{\sqrt{\alpha \cdot \rho}} = \sqrt{K \cdot R \cdot T} \quad (1)$$

α — linearni koeficijent rastezanja sredi-

$$\text{ne: } \alpha = \frac{1}{273}$$

ρ — gustoća sredine kg/m³

K — Poissonov koeficijent: $K = \frac{c_p}{c_v}$ (za

vazduh je $K = 1,41$)

p — zvučni pritisak, pritisak zvučnih talasa din/cm²

R — gasna konstanta

T — apsolutna temperatura.

Brzina zvuka može se odrediti i po obrascu:

$c = \frac{s}{t}$ odnosno još jednostavnije po obrascu

$$c = 331 \sqrt{\frac{T}{273}} \quad (2)$$

ili po obrascu za prostiranje longitudinalnih talasa (15) u čvrstoj sredini:

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (3)$$

samo što se za brzinu zvuka u vazduhu, mesto modula elastičnosti, stavlja pritisak vazduha pomnožen sa Poissonovim koeficijentom:

$$C = \sqrt{\frac{p}{\rho} K} \quad (4)$$

s — put u m, koji je zvuk prešao u vremenu od t sek.

t — vreme u sekundama, za koje zvuk pređe put s

E — modul elastičnosti čvrste sredine (din/cm²)

p — pritisak vazduha u din/cm²

t^0 — temperatura u °C

Brzina zvuka c menja se sa promenom pritiska p i temperature gasa, jer je $\rho = \rho_0 + \alpha \cdot t^0$

ρ_0 — gustina kod 0°C.

Brzina zvuka u vazduhu na temperaturi 0°C je 331,5 m/sek, na 20°C oko 340 m/sek, na 45°C oko 355 m/sek, na 100°C (oko 380 m/sek.).

Brzina zvuka u vodi računa se po obrascu 3), samo što se umesto modula elastičnosti E stavlja modul stišljivosti vode, koji zavisi od temperature. Brzina zvuka u vodi iznosi oko 1450 m/sek. U morskoj vodi brzina zavisi od procenta soli i iznosi oko 1550 m/sek. U čeliku brzina iznosi 5200 m/sek.

Intenzitet zvuka (jačina, jakost, gustoća snage zvuka) je zvučna energija koja u jednoj sekundi pada na površinu 1 cm² tj

$$E = \frac{m v^2}{2} = I$$

a jert je

$$m = \rho \cdot c \cdot v$$

odnosno

$$p = \rho \cdot c \cdot v$$

proizlazi da je

$$I = \frac{p^2}{c \cdot \rho} \quad (5)$$

v — brzina treptanja zvučnog izvora odnosno čestica vazduha cm/sek.

Pošto brzina treptanja, od koje zavisi pritisak zvuka, prema zakonima harmoničnog kretanja zavisi od amplitude, to i pritisak odnosno intenzitet zvuka zavisi od veličine amplitude zvučnih talasa.

Psihofizičke karakteristike zvuka

Jakost i visina zvuka, koje čovek oseća, zavise od osetljivosti organa sluha, pa se zato zvučne pojave proučavaju i na subjektivan način. Time se bavi posebno poglavlje akustike — fonometrija. Osnova fonometrije je organ sluha, koji na poseban način doživljava zvučne pojave.

Ako uporedimo krajnje granične vrednosti intenziteta zvuka onih frekvencija na koje je prosečno ljudsko uho najosetljivije, vidi se da uho prima zvučne pritiske u ogromnom rasponu koji iznosi:

$$\frac{10^4 \text{ erg/cm}^2 \cdot \text{sek}}{10^{-9} \text{ erg/cm}^2 \cdot \text{sek}} = 10^{13}$$

odnosno

$$\frac{10 \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 10^{13}$$

Kod ovako velikog raspona intenziteta, odnosno zvučnog pritiska, u području čujnosti, uho nije u stanju da oseti male promene jakosti zvuka, jer je prema Weber-Fechnerovom psihofizičkom zakonu: „Glasnost zvuka srazmerna logaritmu jakosti zvuka, odnosno logaritmu zvučnog pritiska“ — ili drugim rečima, jer je glasnost koju uho može da razlikuje, odnosno osetljivost uha srazmerna logaritmu veličine nadražaja nerva. Taj zakon vredi dosta tačno za frekvencije zvuka 1000 Hz, ali odstupa od stvarnosti za frekvencije zvuka manje od 1000 Hz. Ova odstupanja nisu tako velika kod frekvencija viših od 1000 Hz. U području frekvencije 3000 Hz, na čije zvukove je uho najosetljivije, promeni zvučnog pritiska od p na p + Δp odgovara promena glasnosti odnosno osetljivosti od S na S + ΔS, pri čemu je:

$$\Delta S = k \frac{\Delta p}{p} \text{ ili } dS = k' \frac{dp}{p} \quad (6)$$

tj. osetljivost je srazmerna relativnoj promeni zvučnog pritiska.

Iz obrasca (6) posle integriranja i dovođenja na dekadne logaritme dobije se:

$$S = S_0 + K \log \frac{p}{p_0} \quad (7)$$

gde je:

- S₀ — osetljivost odnosno glasnost koja odgovara pritisku p₀ na pragu čujnosti
- S — osetljivost odnosno glasnost koja odgovara pritisku p
- K — koeficijent proporcionalnosti
- I₀ — intenzitet zvuka na granici bola

Odnos proizvoljnog zvučnog pritiska odnosno proizvoljnog intenziteta zvuka i zvučnog pritiska odnosno intenziteta zvuka na

granici čujnosti, $K \cdot \log \frac{p}{p_0}$ odnosno

$k \cdot \log \frac{I}{I_0}$ predstavlja nivo glasnosti zvu-

ka L, odnosno nivo jakosti zvuka ili buke izražen u logaritmičkim jedinicama:

$$L = K \log \frac{p}{p_0} \text{ ili } L = k \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad (8)$$

gde je:

$$K = 2 \text{ k, jer je } I = \frac{p^2}{p_0^2}$$

$$I_0 = \frac{p_0^2}{c} = \frac{(2 \cdot 10^{-5} \cdot \text{N/m}^2 \cdot \text{sek})^2}{343,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 1,2046 \text{ kgm}^3} = 0,968 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Nivo glasnosti zvuka je u stvari stepen fiziološkog primanja sile zvuka odnosno stepen čujnosti zvučnih oscilacija određene frekvencije, a izražava se u fonima.

Kao vrednost p_0 , aposultnog nultog zvučnog pritiska, u odnosu na koju se određuje nivo glasnosti, uzeta je donja granica čujnosti prosečnog čovečjeg uha pri frekvenciji $f = 1000 \text{ Hz}$, za koju je 1937. godine na Međunarodnoj konferenciji o akustici u Parizu dogovorno usvojen zvučni pritisak

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2 = 2 \text{ din/cm}^2 = 0,0002 \text{ bar}$$

Time je uspostavljen kvantitativni odnos osećaja zvuka i fizičkog nadražaja koji proizvodi zvuk, apsolutnog nultog nivoa jakosti (I_0) i frekvencije 1000 Hz . Naime, kod pritiska jedne normalne atmosfere i temperature 20°C za koje je $\rho = 1,2046 \text{ kg/m}^3$, a brzina zvuka $c = 343,6 \text{ m/sek}$, pri usvojenom pritisku $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ minimalna jakost zvuka I_0 je

Zbog jednostavnosti uzima se da je $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, čime se čini minimalna greška od 3%.

Iz prednjega proizilazi da nivo buke intenziteta I , izražen odnosno meren u logaritmičkim jedinicama, pokazuje koliko je puta veličina I veća od nultog nivoa jakosti zvuka odnosno buke.

Na istoj pomenutoj konferenciji dogovoreno je, da nivo glasnosti L , kod frekvencije zvuka 1000 ima vrednost 80 , ako je zvučni pritisak $p_{80} = 0,2 \text{ N/m}^2$.

Time je određeno i da je vrednost konstante (koeficijent proporcionalnosti) $K = 20$, jer je:

$$L = 80 = K \log \frac{(0,2 \text{ N/m}^2)^2}{(2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2)^2} = K \log 10^4 = 4 K$$

$$K = \frac{80}{4} = 20$$

Karakteristike zvuka

Tablica 2

Objektivne — fizikalne karakteristike	Subjektivne — psihofizičke karakteristike	
1. Menjanjem pritiska sredine usled njenih oscilacija izazvanih treptajem čvrstog tela (izvora zvuka) nastaju longitudinalni talasi	Zvuk je osećaj stvoren nadražajem nastalim transformacijom longitudinalnih talasa vazduha, koje uho selektivno prima	
2. Frekvencija	Ultrazvuk (uho ne čuje — samo toplotno deluje), Zvuk raznih visina u ovisnosti od frekvencije Infrazvuk (uho ne čuje — izaziva vibracije)	
3. Dvostruko povećanje frekvencije	Oktava	
4. Vrsta oscilacije	Harmonične oscilacije: proste složene	Muzički ton Harmonični tonovi
	Haotične oscilacije Poremećaji sredine	Buka Pucanj ili eksplozija
5. Istovremene osnovne oscilacije i više oscilacije, veće frekvencije i različitog intenziteta zvučnog izvora određenih osobina		Boja
6. Pritisak p odnosno intenzitet	Granični parametri zvuka za određene frekvencije p min I min p maks I maks	Prag čujnosti Granica bola Glasnost
7. Logaritam relativne vrednosti	$K \log \frac{p}{p_0} = k \log \frac{I}{I_0} = L$	nivo glasnosti

Uporedni pregled objektivnih fizikalnih karakteristika i subjektivnih odgovarajućih psihofizičkih karakteristika zvuka dat je u tablici 2.

Jedinice za merenje jakosti zvuka

Ljudsko uho dobro primećuje razliku jakosti zvuka, ako se ona poveća najmanje za otprilike 25%. To znači, da će uho, ako ono još registruje zvuk jakosti $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, osetiti povećanje glasnoće tek kada se jakost I_0 poveća na $I = 1,25 I_0$. Ako ovu vrednost uvrstimo u jednačinu (8)

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{1,25 I_0}{I_0} = 10 \cdot 0,09691 \approx 1$$

proizlazi, da uho može registrovati jakost zvuka u iznosu jedne jedinice fonometrijske skale. Zato je brojka jedan usvojena kao jedinica, koja se naziva fon.

Prema tome jedinica 1 fon ima nivo glasnosti zvuka 1000 Hz kada je prema jednačini (8)

$$L = 1 = 1 \text{ fon} = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

ili

$$1 \text{ fon} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0}$$

odnosno

$$\frac{I}{I_0} = 1,26 \text{ i } \frac{p}{p_0} = 2,244$$

Iz toga sledi da je u gornjem slučaju:

$$I = 1,26 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2; \quad p = 2,244 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$$

Manje razlike jakosti $(1,26 - 1) \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2 = 0,26 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ odnosno zvučnog pritiska $(2,244 - 2) \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2 = 0,244 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ uho ne čuje.

Pomoću obrasca 8 može se izračunati koliko mora biti jakost zvuka I , da bi nivo glasnosti bio određene veličine, odnosno koliko je buka koju u istom prostoru u isto vreme proizvode više jednako jakih zvučnih izvora.

1. primer: Kolika mora biti jakost zvuka, da bi nivo glasnosti iznosio određeni broj fona: $n = 50$ fona?

Rešenje: Ako u obrazac (8) uvrstimo $L = n$ dobijemo:

$$n = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$\log \frac{I}{I_0} = \frac{n}{10}$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{n}{10}}$$

$$I = 10^{\frac{n}{10}} I_0$$

Zamenom $n = 50$ dobije se da je:

$$I = 10^5 I_0 = 10^5 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2 = 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

I mora dakle biti 100.000 puta veći od I_0 , da bi prosečno uho osetilo 50 puta veću glasnost zvuka.

2. primer: Koliku buku proizvode $m = 10$ jednakobučnih otkopnih čekića, koji istovremeno rade u istom prostoru, i ako svaki čekić za sebe proizvodi buku nivoa $n = 90$ fona?

Rešenje: Ako je jakost zvuka jednog otkopnog čekića I_1 , tada m čekića proizvodi zvučnu energiju $I_m = m \cdot I_1$.

Iz toga je nivo glasnosti L_m za m otkopnih čekića:

$$L_m = 10 \log \frac{I_m}{I_0} = 10 \log \left(m \cdot \frac{I_1}{I_0} \right)$$

$$\log \frac{I_1}{I_0} = \frac{n}{10}$$

$$L_m = 10 \left(\log m + \frac{n}{10} \right)$$

Ako se u prednjem izrazu zameni m sa 10, i n sa 90 fona (tj. nivo buke, koju razvija jedan otkopni čekić) dobije se da je:

$$L_{10} = 10 \left(\log 10 + \frac{90}{10} \right) = 10 (1 + 9) = 100 \text{ fona}$$

tj. kada istovremeno radi 10 otkopnih čekića buka od 90 fona koju proizvodi 1 čekić, podigne se na $L_{10} = 100$ fona.

Jačina zvučnoga pritiska odnosno intenziteta zvuka može se meriti logaritmičkim sistemom jedinica i bez obzira na frekvenciju. Napred je pomenuto da raspon intenziteta zvuka od praga čujnosti do granice bola iznosi 10^{13} . Logaritmu veličine ovoga raspona intenziteta odgovara skala raspona glasnosti: $\log 10^{13} = 13 \log 10 = 13$.

Jedinica logaritmičke skale zvuka je bel. Pošto se u praksi pokazalo da je jedinica bel prevelika, to se za merenje sile zvuka primenjuje jedinica decibel, koja je deseti deo bela. Na taj način je cela skala od praga čujnosti do granice bola podeljena u 130 decibela. Kao nula skale usvojen je zvuk intenziteta nižeg od 10^{-9} erg/cm² sek, bez obzira na frekvenciju. Svakom neposrednom podeoku odnosno intervalu skale odgovara prirast zvučne energije za 16%.

Iz prednjega sledi da je nivo glasnosti buke u stvari nivo sile tona 1000 Hz, koji uho čuje jednako glasno kao i opažanu buku. Za zvukove 1000 Hz broj decibela i fona je isti. To naročito vredi za glasne zvukove (nivoa višeg od 80 db), a isto tako i za buke u čijem sastavu preovlađuju zvuci frekvencije u intervalu 400 do 5000 Hz, kako se to vidi iz di-

jagrama Flečer—Munsonovih ekvifonskih kriva (krive iste glasnosti, sl. 1)

Ovaj dijagram sastavljen je eksperimentalno na taj način što je kod više lica upoređivan zvuk raznih frekvencija sa zvukom frekvencije 1000 Hz.

Pomoću toga dijagrama može se, na osnovu poznatog nivoa intenziteta proizvoljnog zvuka odnosno zvučnog pritiska i njegove frekvencije, odrediti nivo, njegovu glasnost. Osim toga se iz dijagrama vidi, da se kod intervala frekvencije od 800 do 2.000 Hz nivo intenziteta i nivo glasnosti približavaju, a ponekad su identični.

Nivo sila zvučnih oscilacija, koje ne izazivaju štetne posledice na organima sluha, predstavlja se granicom normalne glasnosti. Iako mišljenja stručnjaka o granici normalne glasnosti nisu još ujednačena (razna mišljenja o granici normalne glasnosti kreću se od 70 do 110 fona), za zvukove frekvencije 1.000 Hz smatra se da ova granica odgovara jakosti od 65 do 70 db. Kod mnogih rudarskih radova nivo intenziteta buke, koju prave mašine i mehanizmi, znatno prelaze ovu granicu.

Radi orijentacije odnosno približne ocene nivoa zvuka u tablici 3 iznesene su prosečne jačine nekih zvukova u stanovima, kancelarijama, saobraćaju, industriji, uporedo sa nivoom buke u rudarstvu.

Intenzitet buke po granama delatnosti

Tablica 3

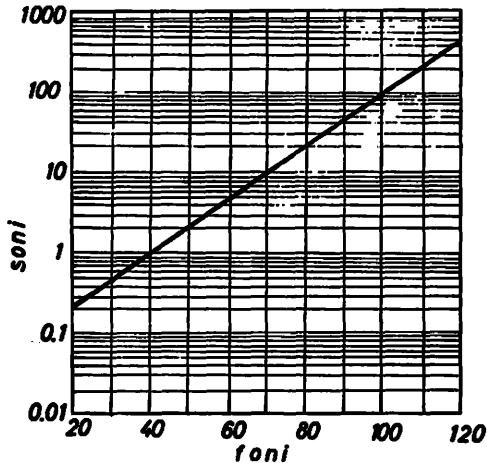
Stepen dejstva buke	Razne oblasti	Nivo zvuka, db	Rudarstvo
	Granica akustičnosti	0	
	Tikta kanje sata; šapat	10	
	Šum valova pri slabom vetru	10—20	
	10 satova	20	
	Šaputanje	30	
Smetnje za vreme rada i odmaranja	Miran stan; normalan razgovor	40	Transportna traka (na odstojanju 41,1 m od motora), transport podmazanim kolicima i održavanim kolosekom.
I Zamaranje sluha	Glasni razgovor (mereno uz usta), buka u sobi	50—60—70—75	
	Daktilobiro; jak radio-aparat u zatvorenoj sobi	60 63	Pneumatske klipne mašine sa prigušivačem buke

(nastavak tablice)

Granica normalne glasnosti		65—70	
II Štetno dejstvo	Buka na ulici sa živim saobraćajem	66	Električna podsekačica
	Automobil benzinski na ulici (pod haubom mereno)	50—80	
	Tramvaj	80—90	
		78—80	Električna bušalica u uglju
		78	
	10 automobila na ulici, bučna radionica	80	Kuglični mlin
			Pneumatička podsekačica (podsek 1,37 m)
		82	Pneumatičke klipne mašine
		83	
			Stresaljke za ugajl (na odstojanju 34,4 m od motora)
		85	
	Veći automobil na ulici	70—90	
	Izrada eksera	75—95	
	Klepanje lima	80—95	
		87—94	Žičara
		88	Pneumat. čekić u uglju
	100 automobila ili automat. sirena ili pneumat. izrada eksera	90	
		80—105	Razni centrifugalni ventilatori
		93	Sredina kompresorske hale
		85—90	Mašinska radionica
	85—93	Pneumat. turbine sa prigušivačem	
Tokarski stroj	86		
	90—92—95	Otkopni čekić (ugalj)	
	90—94	Kombajni Donbas	
Metalna glodalica; računska mašina	95		
Brzi voz	90—100 (—110)		
	90—105	Pneumatski motori bez prigušivača	
Vika	100		
Kotlarske radionice	85—110		
	102	Vazdušne turbine	
		Seperatni ventilator (odstoj 2 m)	
	108	Utovarna mašina PML5	
	110		
		Perforator, glavni aksijalni ventilator (odstoj 2 m)	
	113		
Brodská sirena	90—95		
Kovačnica	95—100	Kovačnica; flotacija	
		Primarna drobilica; transport kolicima kod lošeg podmazivanja (zvuk pun disonanca)	
	100	Pneumat. turbina	
	102		
		Pneumatsk. bušaći čekić u kamenu	
	107		
		Lokomotivski motori u garaži (Trepča)	
	116		
III Razorno dejstvo	Avion sa eksplozivnim motorom (1800 okr/min)	115—120	Pneumatski vitao
		118	Turbokompresorska hala
	Mlazni avion; obrada čelič. lima čekićem	120	
	prodorni krik deteta	120	
	Granica bola	130	
	Pimonova sirena	160	

Podaci su uzeti iz literature (1—21)

Glasnost zvuka. — Promene nivoa glasnosti od 1 fona uho jedva primećuje. Promene od 8 do 10 fona uho oseća kao dvostruke promene glasnosti. Na osnovu toga, kao i na osnovu mnogih opita za celo područje čujnosti, — a pošto je jačina zvuka 40 fona usvojena kao glasnost 1 son — uvedena je skala glasnosti (sonometrična skala). Nezavisno od polaznog nivoa glasnosti 40 fona, promena jakosti zvu-



Sl. 2 — Dijagram odnosa sona i fona (13).

Abb. 2 — Diagramm von Schall und Lautstärke (13)

ka za 10 fona na više odnosno na niže organ sluha subjektivno oseća kao da je glasnost približno dva puta veća odnosno manja, odnosno da je razlika glasnosti 1 son.

Jačina zvuka izražena u sonovima naziva se glasnost zvuka.

U tablici 4 i u dijagramima u sl. 2 dat je odnos sona i fona.

Iz tablice 4 vidi se da zvuk jačine 52 fona ima 2,51 sona, to znači, da je taj zvuk u subjektivnom nalazu 2,51 puta jači od zvuka jačina 40 fona (13)

Slabljenje zvuka

Sa udaljavanjem od zvučnog izvora, usled viskoznosti sredine u kojoj se zvuk prostire, dolazi do rezonancija među molekulima i odvođenja toplote, a usled toga do slabljenja zvuka (13).

Slabljenje zvuka izražava se formulom

$$I = I_p \cdot e^{-mx}$$

gde je:

I_p — početni intenzitet zvuka

I — intenzitet zvuka posle prevaljenog puta x

m — koeficijent slabljenja po jedinici dužine puta

e — 2,718 — osnova prirodnog logaritma.

Ispitivanje buke

Zvuk odnosno buka određuje se subjektivnim i objektivnim metodama razmatranja zvučne pojave pomoću odgovarajućih aparata, koji se zasnivaju na principu da se zvučni talasi posredstvom jednog mikrofona pretvaraju u električne oscilacije. Proizvedena struja se zatim ispravlja i vodi u galvanome-

Tablica 4

Odnos sona i fona

foni	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1,00	1,42	1,95	2,58	3,36	4,32	5,57	7,10	9,00	11,4	mili-
10	14,4	18,7	23,3	28,9	35,1	42,2	50,6	60,3	71,6	85,0	soni
20	100	120	165	188	214	242	272	307	307	340	
30	380	421	470	522	577	635	700	763	835	915	
40	1,00	1,08	1,17	1,26	1,36	1,47	1,59	1,71	1,85	2,00	
50	2,15	2,33	2,51	2,71	2,93	3,16	3,41	3,69	3,98	4,30	
60	4,64	5,01	5,41	5,84	6,31	6,81	7,36	7,94	8,58	9,26	soni
70	10,0	10,8	11,7	12,6	13,6	14,7	15,9	17,1	18,5	20,0	
80	21,5	23,3	25,1	27,1	29,3	31,6	34,1	36,9	39,8	43,0	
90	46,4	50,1	54,1	58,4	63,1	68,1	73,6	79,4	85,8	92,6	
100	100	108	117	126	136	157	159	171	185	200	

Klasifikacija buke po intenzitetu s obzirom na njeno fiziološko dejstvo iznesena je u poglavlju »Dejstvo buke na sluh«.

tar, graduiran u decibelima, fonima i sonima (3, 9, 12).

Prvom tipu aparata pripadaju fonometri, kod kojih se jakost zvuka standardnog tona 1.000 Hz menja dok se ispitivana buka ne izjednači sa jačinom zvuka koji pokazuje skala aparata:

Drugi tip aparata konstruisan je tako, da se njegova osetljivost prema raznim frekvencijama približava osetljivosti uha. Vođenjem kroz korekzione filtre (čiji je izbor u skladu sa Veber — Fechnerovim zakonom) sila struje pretvara se u logaritmičkom merilu izraženu jakost zvuka, koji je mikrofonom primio, a koji se čita na skali aparata. Time je omogućeno da se objektivno oceni štetan uticaj zvuka na organ sluha.

Pošto štetnost buke nije ista kod svih frekvencija, to se, pored nivoa buke, mora odrediti i njen spektar, odnosno raspodela zvučne energije po frekvencijama.

Za preciznija proučavanja buka se u pogonu snima magnetofonom, a posle toga analizira u laboratoriji pomoću vrlo osetljivog instrumenta analizatora sa oktavnim filtrima, koji se sastoje iz filtarskih kola za analizu buke,^{*)} i automatski ili poluautomatski određuje spektar zvuka.

Za određivanje štetnosti dovoljno je spektar odrediti po oktavama. Ako je svrha merenje buke, onda se buka ispituje po tercima.

U najnovije vreme konstruisani su instrumenti, koji grafički registruju u kojim intervalima buka prelazi dozvoljenu granicu.

Promenljivo dejstvo slabih niskofrekventnih buka nivoa 50—60 db uglavnom se određuje nivoom glasnosti. Pošto merenje frekventnog spektra takvih buka običnim priborom predstavlja tehničke teškoće, to se na takvim radnim mestima nivo glasnosti buke određuje u fonovima, nezavisno od spektra buke (20).

Kod izvora buke, koji su na većem prostoru raspoređeni na određenom odstojanju, preovlađuje u njihovoj blizini sopstvena buka svakog izvora, jer porast buke usled su-

sednih izvora nije velik (i ne prelazi 3—5db), pošto se sa udaljenošću od izvora buka smanjuje.

Kod merenja buke u pogonima potrebno je imati u vidu, da buka u prolazima između redova opreme (npr. mašine koje proizvode buku) može biti manja, nego na radnim mestima uz opremu. Ovo smanjenje zavisi od opšte zvučne moći koju proizvodi oprema, od sposobnosti prostorije da upija buku, koja je uslovljena obradom odnosno sastavom zidova, poda, stropa (tavanice), kao i od rastojanja radnog mesta od najbučnijeg izvora.

Kod istovremenog dejstva izvora buke jednake jačine, nivo rezultujućeg zvučnog pritiska određuje se po obrascu:

$$L = L_1 + 10 \log n \text{ db} \quad (10)$$

gde je:

L_1 — nivo buke jednoga izvora

n — broj izvora buke

U tabeli 5 prikazani su prirasti nivoa buke jednog izvora.

Tabela 5

Broj izvora buke n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prirast nivoa jednog izvora	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	16	20
10 lg n	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	16	20

Ako istovremeno dva izvora proizvode buku sa raznim nivoima L_1 i L_2 , rezultujući nivo L je

$$L = L_1 + \Delta l \text{ db} \quad (11)$$

L_1 — veći od ova dva nivoa buke

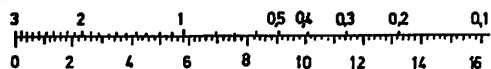
Δl — prirast nivoa za razlike nivoa $L_1 - L_2$ može se odrediti po grafikonu (sl. 3)

Kod više izvora buke sabiranje po obrascu (11) mora se vršiti postepeno. Ako je razlika nivoa dva izvora veća od 6—10 db, to se nivo manje glasnog izvora ne uzima u račun u poređenju sa bučnijim izvorom.

^{*)} Obično se određuje spektar u 8 standardnih frekventnih opsega: — 75, 75—150, 150—300, 300—600, 600—1200, 1200—2400, 2400—4800, 4800—9000.

Grubo, bez pribora, buka se može odrediti proveravanjem razgovetnosti govora u bučnoj sredini. U tom cilju izgovori se oko 50 četvero do petocifrenih brojeva i zabeleže se na udaljenosti 1,5 m od lica, koje ih je izgovorilo. Ako je lice, koje je slušalo izgovorene brojeve, pravilno zabeležilo 80% brojeva, može se smatrati da je buka u dozvoljenim granicama.

Prirast ΔL buke višeg nivoa L_1 , db



Razlika nivoa ($L_1 - L_2$) db

Sl. 3 — Grafičkon za određivanje porasta glasnosti buke većeg nivoa iz razlike nivoa buke dva razna izvora buke (18).

Abb. 3 — Diagramm zur Bestimmung des Anstiegs der Lautstärke des Lärmpegels aus dem Lärmpegelunterschied zwei verschiedener Lärmquellen (18).

Način ispitivanja i metode merenja buke, koju proizvode mašine (6), detaljno su obrađeni u dvobroju 8—9 časopisa »Sigurnost u pogonima“ X godište — 1968. god. — Zagreb.

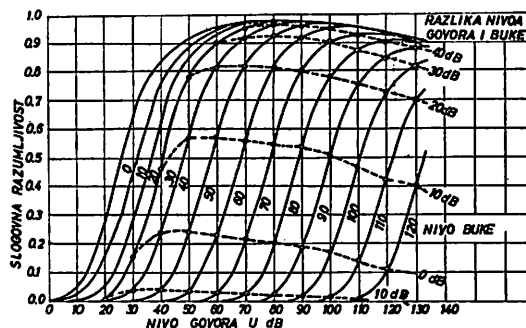
Štetno dejstvo buke na čoveka pri radu

Buka smeta u međusobnom sporazumevanju, psihološki i fiziološki negativno utiče na čoveka, a naročito štetno deluje na organ sluha. Svi ovi negativni uticaji smanjuju sposobnost koncentracije radnika pri radu i njegovu sposobnost primećivanja opasnosti, a slabe i reakciju na opasnosti. Po tome buka pri radu postaje sve aktuelniji problem, kojim se bave lekari, psiholozi i fizičari.

Briga i zalaganje rukovodilaca za sprovođenje zaštite od buke i kako će se radnici pridržavati svih zaštitnih mera i koristiti odgovarajuća sredstva za zaštitu od buke, zavisi u prvom redu od toga, koliko poznaju, odnosno koliko su svesni opasnosti od buke. U vezi s time daje se kratak prikaz štetnih uticaja buke na rad i organizam čoveka.

Smetnje u sporazumevanju

Razgovetnost se pri normalnom govoru smanjuje već kad je buka u radnoj okolini za 10 db manja od zvuka izgovorene reči, sastavljene od zvukova raznih frekvencija. Pošto ljudski glas pri normalnom govoru dostiže 75 fona u bilo kojoj oktavi, to buka u radnoj prostoriji u kojoj se mora govoriti, ne sme biti veća od 65 fona. U dijagramu u slici 4 prikazan je odnos razumljivosti govora i razlike između nivoa zvuka i nivoa govora.



Sl. 4 — Zavisnost razumljivosti govora od govornog nivoa i nivoa buke (18).

Abb. 4 — Die Abhängigkeit der Sprachverständlichkeit vom Sprech- bis zum Lärmniveau (18).

Ako se glas mora prenositi na veće udaljenosti — zbog slabljenja zvuka usled prenosa — jačina buke mora biti još manja.

Buka guta onaj deo ljudskog glasa odnosno slova, koji ima iste frekvencije kao buka. U govoru pojedini glasovi imaju čas više čas niže frekvencije, pa će zato razumevanje u govoru biti utoliko teže, ukoliko je buka sastavljena od većeg broja frekvencija. Suprotno tome, ako je buka sastavljena samo od nekoliko frekvencija, delovi izgovorene reči neće se izgubiti, čak, i ako je buka vrlo intenzivna.

Zato, ako se buka ne može sprečiti i ako se govorno sporazumevanje ne može izbeći, razgovor se mora ograničiti na reči sastavljene od zvuka takvog frekventnog sastava, koje se kod buke određenih frekvencija ne gube, odnosno koje se bolje razumeju. Međutim, ako kod toga dođe do iznenadnih situacija, kod kojih se moraju upotrebiti druge reči, od kojih će neke buka progutati, može

doći do nesporazuma, ponekad sa vrlo ozbiljnim posledicama.

Kod izvođenja rudarskih radova buka ometa da se čuju neki karakteristični zvuci koji ukazuju na opasnost npr. od prorušavanja ili slomova krovine, kao i akustični signali za upozorenje ili pokretanje mašina, transporta i dr., zbog čega može doći do nesretnih slučajeva.

Psihološko dejstvo buke

Psihološko tumačenje buke i njeno dejstvo na čoveka ne mogu se definisati zakonima, niti su merljivi instrumentalnim metodama. Zato se psihološko dejstvo šuma ili buke ocenjuje na osnovu reagovanja, koja se ispoljavaju različito i tesno su povezana sa nervnim sistemom i psihičkim stanjem čoveka. Zbog toga je karakteristično za psihološko dejstvo buke, da isti šum različiti ljudi vrlo različito osećaju, odnosno, jedni mogu da ga oseće kao buku, a drugi kao prijatne šumove, ili čak i kao muziku.

Prijatnost ili neprijatnost doživljavanja zvuka zavisi od vremena izloženosti čoveka zvuku, od prirode zvuka (tj. od jačine, visine i frekventnog karaktera buke: što su jačina i visina veće, to su psihičke reakcije na zvuk veće i neprijatnije i obratno), od povezanosti sa ambijentom prirode, ili sa saznanjem da je lična korist (zarada) povezana sa bukom i sl. Tako npr.:

— zvuk, koji je u početku prijatan i nije dosadan nakon dužeg trajanja može postati nepodnošljiv — makar bio muzički ton ili melodija — ako se pretera u trajanju izvođenja,

— šum lišća, žubor potoka ili buka vodopada u prirodi osvežavajuće i prijatno deluju na nervni sistem (iako su to zvuci neodređenih frekvencija), zato jer su vezani sa prirodom. Ali ako se buka vodopada istovremeno sluša sa snimka na magnetofonskoj ploči, ostavlja sasvim drukčiji utisak, dok šum vode u laboru ostavlja čak i neprijatan utisak,

— rudaru, koji je navikao na buku npr. otkopnih čekića ili buku podsekačice na širokom čelu, ova buka kao da je donekle prijatna, naročito kod akordnih radova, jer ljubav prema poslu i saznanje da pored ove buke može dobro da zaradi, subjektivno rastećuje pomisao da mu taj šum smeta, odnosno šteti, i gubi iz vida kako je prvih dana ne-

prijatno reagavao na buku, dok se na nju nije privikao, a usled toga i sluh oštećio.

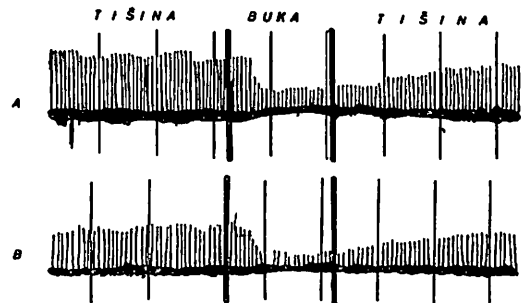
Privikavanje na buku ili šum obavezno ima za posledicu prolazno ili trajno oštećenje slušnog organa, zbog čega uho ne registruje zvuk druge vrste i ne reaguje na jednu novu situaciju sa drugom vrstom zvuka. To je zato jer se usled oštećenja sluha smanjila osetljivost na nadražaj zvuka, koji se razlikuje od onoga na koji se radnik privikao.

Iz prednjega proizilazi da su buka i šum neprijatan zvuk, koji smeta, dodijava, uznemirava i razdražuje, pa čak u raznom stepenu i šteti bilo kao čisto monohromatski ili polihromatski ton, bilo da je to zvuk neodređenih haotičnih oscilacija.

Fiziološko dejstvo zvuka

Zvuk kao poseban vid energije (zvučna energija) — isto kao i mehanička, toplotna i električna energija — deluje u prostoru u kome se širi i u stepenu koji zavisi od njegovih karakteristika. Zvuk može da proizvede hemijske i fizičke promene (npr. ultrazvuk pomaže neke hemijske reakcije i stvara emulzije materijala koji se ne mešaju i dr.), a može da ima i biološko dejstvo (ultrazvuk može ubiti mikroorganizme, a odjek Pimovne sirene može ubiti male životinje koje se nalaze u području odjeka).

Od posebnog je značaja fiziološko delovanje zvuka na čoveka preko nervnog sistema. Ispitivanjima je dokazano da glasan ton visoke frekvencije može npr. izazvati osećaj vrućine na koži, a kod neobično visokih tonova može biti poremećen i osećaj ravnoteže, što posebno povećava opasnost od povređivanja.



Sl. 5 — Promene amplituda pulsa u zavisnosti od nivoa buke (18).

A — širokopoljasna buka 95 db (ekspozicija 18 sek.)
B — širokopoljasna buka 102 db (ekspozicija 18 sek.)

Abb. 5 — Pulsamplitudenänderung in Abhängigkeit vom Lärmpegel (18)

Nepoznati jaki zvuk može izazvati niz fizioloških promena npr. ubrzati puls, povisiti krvni pritisak i dr.

U dijagramu sl. 5. prikazan je odnos krvnog pritiska, kod dva različita nivoa buke.

Smit i Kalpin su opitom utvrdili, da su ovim promenama više skloni radnici (76%) koji su se inače žalili da ih buka ometa u poslu, i koji su ispoljavali više znakova nervoze nego radnici, koje buka nije smetala.

Većina tih pojava nestaje čim čovek upozna uzroke buke. Utvrđeno je međutim, da se — i kada se čovek već privikne na buku — još mogu dokazati izvesne promene na periferiji krvotoka.

Treba posebno istaći da buka iznad normalne glasnosti, koja smeta već i normalni govor, naročito štetno deluje na organ sluha i često je uzrok gubitka sluha i gluhoće. Ali gubitak sluha nije jedina posledica štetnog delovanja zvučne energije. Zvučna energija štetno deluje i na opšte stanje centralnog nervnog sistema i cerebralnih funkcija (njih, vid), kao i na funkciju vegetativnih organa (gubitak apetita, ubrzano disanje), bubrega, na disajne i druge unutrašnje organe. Buka određenog kvaliteta, koji zavisi od raznih faktora, kao što je nehomogenost, aritmičnost, impulsivnost i dr., može štetno delovati i ispod normalne glasnosti.

Svi ovi fiziološki uticaji imaju za posledicu malaksalost, slabljenje moći koncentracije, produženje vremena refleksa odnosno reakcije ili čak i izostajanje reakcije.

Ovi uticaji veoma teško se mere i teško se mogu odvojiti od raznih drugih uticaja na centralni nervni sistem.

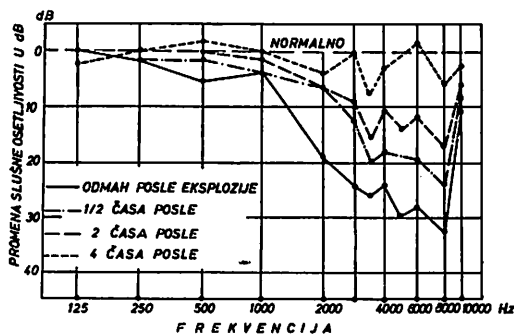
Psihičko i fiziološko dejstvo buke na čoveka pri radu u celosti se podudara samo na širem planu. Zato je nemoguće uopštavanje ova dva dejstva i dovođenje u vezu sa zakonima. Zbog toga radnik, koji je psihički vrlo osetljiv, može imati normalne vegetativne reakcije. Obratno, drugi može biti psihički potpuno indiferentan pri radu, ali pokazuje vegetativne reakcije. Osim toga, vegetativni sistem, čije reakcije zavise od intenziteta zvuka, a nezavisne su od frekvencija, ne može se priviknuti na buku, kao što je moguće subjektivno privikavanje na psihičko dejstvo buke.

Zato se ovaj uticaj buke ne može dokazati direktnim putem, dok se poremećaj sluha

može direktno dokazati. Na zakonitosti pojave zvuka može se pozvati samo kada se radi o preduzimanju mera za sprečavanje štetnog dejstva buke.

Dejstvo buke na sluh

Čoveku koji je u kraćem trajanju ekspoziciran intenzivnoj buci, smanjuje se sluh (često 30—50 db), ali se moć sluha vrati posle nekoliko minuta, a ponekad i posle nekoliko sati. Ovo prolazno smanjenje sluha može se smatrati prolaznim zamorom uha, odnosno sluha (slika 6).



Sl. 6 — Progressivno smanjenje čujne povrede (nagluvosti usled eksplozije) sa vremenom (18).

Abb. 6 — Progressive Verminderung der Hörverletzung (Schwerhörigkeit infolge Explosion) mit der Zeit (18)

Privremeni gubitak sluha pojedinaca zavisi od osetljivosti na buku, doba starosti i karakteristika buke.

Ako se isti čovek na svom radnom mestu duže bez prekida ekspozicira jakoj buci, dolazi do neizlečivih poremećaja Kortijevog organa, usled čega poremećaji organa sluha postaju stalni. To dovodi do stalnog profesionalnog slabljenja sluha pa i do profesionalne gluhoće. Profesionalno slabljenje sluha brže je od redukcije sluha usled starosti (sl 7).

Slabljenje i gubitak sluha se u prvo vreme može ustanoviti samo audiometrijskim ispitivanjima i to samo u oblasti visokih i jakih tonova. Zato radnici u početku nisu svesni oštećenja sluha, već primete samo neko zujanje i zvonjenje (tinitus), ali npr. zrikavanje zrikavaca ne čuju.

Ako je takav radnik i dalje izložen buci, on u običnom razgovoru primećuje teškoće, on mora pažljivo slušati ili tražiti da mu se ponove neke reči ili rečenice, naročito one, koje se ne upotrebljavaju u svakodnevnom govoru. U ovom stadijumu početka slabljenja sluha može se audiometrijski utvrditi opšte smanjenje sluha već u području 4.000 Hz, a koje se proteže i na tiše i piskave zvukove.

Slab sluh u običnom govoru može se primetiti ako u području čujnosti smanjenje sluha iznosi najmanje 30db. Međustupnjevi slabljenja sluha se ne primećuju, jer čovek po smislu ispunjava odnosno povezuje praznine u razgovoru, koje nastaju jer neke glasove ili reči dobro, a druge uopšte ne čuje.

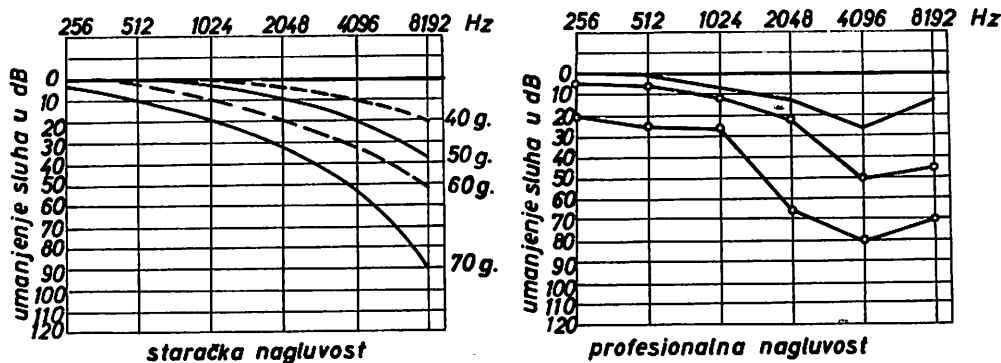
Smanjenje sluha preko 45—50 db, usled delovanja štetne buke kroz duže vreme, dovodi do gubitka sluha. U ovom stadiju već je potreban slušni aparat. Radnik u ovom sta-

krivama (18) označena rimskim brojevima od I do IV.

Područje od krive 0 do krive 30 fona smatra se apsolutno bezopasnim.

I stepen — od krive 30 do 65 fona: buka ima psihički uticaj koji zavisi od psihičkog stanja čoveka i priviknutosti na buku, smeta čoveka za vreme odmora i rada; pojavljuje se zujanje u ušima, a kod oko 50 fona javlja se zamor;

II stepen — od 65—90 fona: pored psihičkog dejstva nastupa reakcija nervno-vegetativnog sistema; pojavljuju se slabiji uticaji fiziološkog dejstva i emocionalno i psihičko dejstvo, povećava se duševni zamor; stvaraju se sve veće teškoće u razgovoru, koje postepeno rastu u teže oblike i smanjuje se koncentracija i sigurnost pri radu.



Sl. 7 — U poređenje porasta staračke nagluvosti po godinama života sa porastom nagluvosti usled profesionalnog oštećenja sluha (18).

Abb. 7 — Vergleich des Anstiegs der Altersschwerhörigkeit mit dem Lebensalteranwachsen mit dem Anstieg der Schwerhörigkeit infolge Berufsverletzung des Gehörs (18).

diju može da radi, ali on ima teškoća u sporazumevanju i stoga postoji još veća opasnost da se dogodi nesreća.

Pošto štetno delovanje buke zavisi od istovremenog delovanja više faktora, kao što su intenzitet i frekvencija, kontinualnost i impulsivni karakter buke, udaljenost radnika od izvora buke, trajanje eksponiranosti radnika, otpornosti organizma, a posebno živčanog sistema i organa sluha protiv štetnog delovanja buke, to se ne može dati jedna preciznija klasifikacija štetnosti dejstva buke.

Prof. dr Lehman u zavisnosti od intenziteta buke razlikuje četiri stepena, koja su na sl. 1 na Flečer—Munsonovim ekvifonskim

III. stepen — od 90—120 fona: buka izaziva brze psihičke i vegetativne reakcije, ugrožava organ čula sluha i može brzo da ošteti sluh, naročito ako učestvuju frekvencije iznad 800 Hz, može doći do pojave obamrlosti prstiju, oboljenja srca i krvnih sudova, simptoma poremećaja u ždreću i ustima (osećaj žeđi, teškoće pri gutanju, gubljenje apetita), smetnje u ravnoteži itd.

IV. stepen — iznad 120 fona: posledice III stepena su u pojačanom obliku, uključujući i mogućnost direktnog oštećenja kože, sluzokože i nervnih završetaka; kod visokih

tonova može doći do vrlo brzog i trajnog oštećenja sluha i potpune gluvoće.

Štetno dejstvo buke u zavisnosti od frekvencije je različito i to:

— kod 0,5 Hz i ukoliko amplitude nisu velike, čovečji organizam se prilagođava na buku, posledice ovih oscilacija mogu izazvati morsknu ili vazdušnu bolest (npr. u avionima),

— kod 1 — 5 Hz i velikih amplituda, oscilacije oseća kompletna koštano-muskulaturna celina, a posebno završeci mišića, žila i spoljašnjih delova zglobova,

— oscilacije niskih frekvencija ispod 3 Hz osećaju organi za ravnotežu u unutrašnjem uhu (u tremu),

— kod 30—300 Hz smetnje u smanjenju ili povećanju sopstvenih refleksa; ako ove frekvencije prate velike amplitude, posle dva časa dolazi do povećanja pulsa i krvnog pritiska, a ako se pri tome pojavljuju oscilacije u vidu vibracija, smanjuje se i oštrina vida,

— zvučne frekvencije 80 — 1.000 Hz osećaju osetljivi nervni završeci, smešteni u koži i sluzokoži,

— frekvencije preko 1.000 Hz ugrožavaju osetljive delove unutrašnjeg uha, a preko njih deluju i na psihičko stanje čoveka, koje je u tesnoj vezi sa mnogim fiziološkim funkcijama organa čovečjeg tela.

Klasifikacija po stepenu opasnosti od buke koju daje Rudarski institut — Beograd izvršena je za praktične potrebe u cilju preduzimanja mera zaštite od štetnog delovanja buke. Ova klasifikacija je stroža, a stepen opasnosti je određen u procentualnom odnosu prema maksimalno dozvoljenom nivou buke (vidi poglavlje „Zaštita od buke“):

O stepen opasnosti — buka u granicama maksimalno dozvoljenog nivoa buke (MDN)

I stepen opasnosti — buka do 10% iznad MDN

II stepen opasnosti — buka od 10—20% iznad MDN

III stepen opasnosti — buka veća od 20% iznad MDN

Štetni uticaj buke na produktivnost i sigurnost pri radu

Zbog smetnji u govornom sporazumevanju usled buke, a naročito gde je ono u radnom procesu potrebno za povezivanje odnosno usklađivanje rada više radnika kod raznih operacija, određene se reči, odnosno govor moraju ponavljati, a često i vikati. To dovodi do nepotrebnog trošenja energije, negodovanja i loše utiče na međusobno raspoloženje radnika i na njihov radni moral; smanjuje se koncentracija pri radu, a usled toga se smanjuju produktivnost i sigurnost pri radu (3, 4, 6).

Pri radu, gde se zbog boljeg razumevanja upotrebljavaju reči sa glasovima određenih frekvencija, može doći do velikih nesporazuma, ponekad i sa teškim posledicama, ako dođe do iznenadnih situacija, u kojima se moraju upotrebiti reči sa glasovima frekvencija od kojih neke proguta buka.

Osim toga, već pomenute fiziološke promene, koje kod čoveka izaziva zvuk, utiču na produktivnost rada, naročito ako izvor i uzrok zvuka nisu poznati. Kod jednoličnog rada ili kod rada pri kojem radnik mora da vodi računa o vremenu, kad radnik upozna zvuk i kada se fiziološki adaptira zvuku, ove promene nestaju i on radi sa nesmanjenim učinkom kao u mirnoj prostoriji. Ali pri takvom radu može se desiti da radnik, zbog zamora usled adaptacije vrlo sporo ili uopšte ne reaguje na nagle promene pri radu ili na iznenadna upozorenja i alarmne signale, što takođe dovodi do nesporazumevanja, pa i do ugroženosti, ako se radi o pojavama opasnosti. Do toga naročito dolazi, ako se organ sluha zamori kod dužeg trajanja adaptacije.

Postoje mišljenja da kod ostalih vrsta poslova buka, naročito ispod 90 db, malo utiče na kvalitet i kvantitet rada, osim ako u slučaju iznenadnog događaja, zataji reakcija. Tada može doći do grešaka pri radu, koje se odražavaju na kvalitet rada, pa i na kvantitet rada.

Dejstvo buke je mnogo veće u procesu prilagođavanja radu, jer ovladavanje operacijama na novom radnom mestu ili na novom poslu u celosti angažuje pažnju radnika. U slučaju da se pri tome razvija buka — naročito dok se na istu ne navikne — radnik deo pažnje usmerava na buku. Ako pri tome radnik mora pažnju podeliti još i na više

zadataka (npr. kad kopač koji pri radu sa otkopnim čekićem ili podsekačicom mora istovremeno da pazi još i na okolinu i da osluškujе znakove, kao tiho osipanje ili pucketanje odnosno šum, koji ukazuju na opasnost obrušavanja odnosno provale vode — ili kad radnik na izvoznom stroju, u uslovima škripanja kočnica i nezaštićen od sunčanog odseva, istovremeno na kraju vožnje prati dubinski pokazivač, koš koji se približava navozištu i očekuje akustični i optički signal i dr.). Ova deoba pažnje povećava nervozu radnika, što negativno utiče na učinak kao i na reakciju radnika na opasnost.

Kod buke, jače od 90 db, prodorni tonovi mnogo štetnije deluju na radnu sposobnost nego duboki i mukli tonovi. Isto tako isprekidana, impulsivna ili kombinovana buka štetnija je od kontinualne i jednolične buke.

Zaštita od buke

Opšti osvrt

Univerzalni postupak za smanjenje buke u rudarstvu ne postoji, jer se buka naročito u jami, kako s obzirom na izvore tako i s obzirom na jamske prostorije, stvara pod vrlo različitim okolnostima (9, 12, 20). Međutim, u svim postupcima osnovno je, da buka u toku radnog vremena bude ispod štetnog nivoa, odnosno da ne prekorači maksimalno dozvoljeni nivo (MDN). U raznim zemljama su propisane sanitarne norme MDN, kojih kod nas još nema. Zato su u tablici 3 prikazane norme MDN koje su propisane u Sovjetskom Savezu. Ove norme podeljene su u tri grupe s obzirom na frekvenciju izvora buke, a iskazane su u desnoj koloni tablice.

Pošto štetnost buke ne proizilazi samo od intenziteta već i od njenog spektra, to dozvoljena granična vrednost ne može biti samo jedan broj, već mora biti kriva. Zato se u vezi s time preporučuje za određivanje dozvoljenog nivoa buke kriva maksimalno dozvoljenih nivoa buke za odgovarajuće spektre (4), koja je u dijagramu na slici 8 izvučena punom linijom.

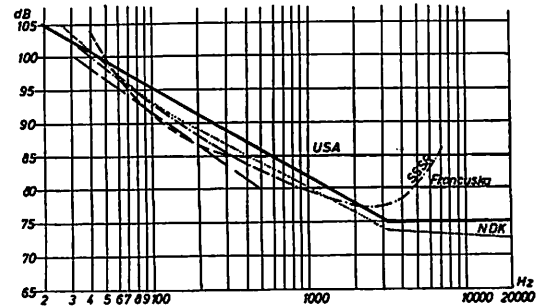
Kriva je sastavljena iz dva dela. Levi deo krive predstavlja funkciju

$$p_{\max} = 121,6 - 13,3 \log f$$

gde je:

p_{\max} = maksimalno dozvoljeni nivo oktave

f — srednja frekvencija odgovarajućih oktava



Sl. 8 — Dijagram kriva dozvoljene granične vrednosti jačine zvuka (5)

Abb. 8 — Kurvendigramm des erlaubten Schallstärkegrenzwertes (5)

Iz desnog dela krive vidi se da je dozvoljeni nivo u području visokih frekvencija konstantan i iznosi 75 db.

Norme MDN u SSSR

Tablica 6

Grupa	Karakteristike buke	Dozvoljen nivo db
1.	Niskofrekventna buka (buka agregata sa tihim hodom, koji ne rade na udar). Najviši nivoi raspoređeni u spektru ispod frekvencije 300 Hz, iznad kojeg nivoa opada (ne manje od 3 db po oktavi)	90—100
2.	Buka srednje frekvencije (buka većine mašina, tokanskih strojeva i agregata sa rotacionim kretanjem). Najviši nivoi u spektru raspoređeni su ispod 800 Hz, iznad kojeg nivoa opada (ne manje od 5 db po oktavi)	85—90
3.	Buka visoke frekvencije (zvečanje, pištanje, zviždanje) karakteristična je za agregate udarnog dejstva, struje vazduha i gasa, agregate koji rade sa velikim brzinama. Najviši nivoi u spektru raspoređeni su iznad frekvencije 800 Hz	75—85

Osim toga, iz ovog se dijagrama vidi, da su duboki tonovi — koji se mnogo teže otklanjaju nego visoki tonovi — znatno manje štetni, jer se njihova granična kriva penje do 105 db.

Ako se maksimalno dozvoljeni nivo buke, određen pomenutom krivom, uporedi sa normama drugih zemalja, vidi se da uglavnom suštinski odgovara njihovim normama koje su prikazane krivama nacrtanim isprekidanom linijom odnosno tačkasto.

Kod impulsivne buke je maksimalno dozvoljeni nivo buke za 10 db manji od MDN određenog u dijagramu na sl. 8.

Kod sprovođenja zaštite, osim toga što buka ne sme prekoračiti maksimalno dozvoljeni nivo, potrebno je voditi računa:

— da je prema zdravstvenim zahtevima poželjno da nivo buke bude što niži, jer štetan uticaj buke, naročito na nervni sistem, počinje već kod niskog nivoa, pa se zato nijedan šum ne sme smatrati bezazlenim, i

— da ekonomski i tehnički zahtevi savremenih tehnoloških procesa uslovljavaju sve intenzivniju mehanizaciju, što dovodi do povećanja buke na jednoj strani, ali da se domošenjem određenih normi ne sme sputavati razvoj.

Kod određivanja mera zaštite treba imati u vidu da ne postoji jedan univerzalni postupak za smanjenje, jer:

— u raznim pogonima, na površini i pod zemljom, stvara se buka pod raznim okolnostima i svaki slučaj zahteva posebno rešenje (pod ovim okolnostima podrazumeva se pri normalnom radu i odstojanje radnika od izvora buke);

— razni tipovi mašina i postrojenja (izvori buke) i način njihovog rada prouzrokuju buku različitog tipa s obzirom na spektar, trajanje, kontinuitet, homogenost, ritmičnost, impulsivnost itd., a čiji uticaj zavisi takođe i od dužine trajanja njihovog pogona, odnosno upotrebe;

— na buku utiču dimenzije, raspored i akustičnost radnih prostorija, koje se u toku radnog procesa ne menjaju (kompresorske ili pumpne stanice, razne radionice, reviri, priprema mineralnih sirovina itd.), ili čije se mesto i dimenzije menjaju (kao npr. kod izvođenja rudarskih radova); osim toga na buku utiču uređenje i zapreke u radnoj prostoriji (zidovi prostorije, pogonski nameštaj, razna oprema, zatrpanost materijalom, ljudi itd.), što sve treba uzeti u obzir kod

određivanja zaštite od buke, već prilikom projektovanja pojedinih objekata.

Zvučni talasi, koji polaze od izvora, šire se kroz vazduh i materijal konstrukcija, i višestruko se odbijaju od zapreka na koje nailaze. Talasi različitih frekvencija različito se odbijaju. Koliko će se od zvučnog talasa odbiti, a koliko apsorbovati, zavisi od prirode zapreke i od frekvencije zvučnog talasa. Način na koji će se talasi odbijati zavisi od položaja zvučnog izvora odnosno usmerenosti talasa i oblika zapreke (zaobljena, sa oštrim ivicama, kompaktna, sa otvorima, perforirana, itd.). Ovaj uticaj prostorije mora se uzeti u obzir prilikom otkrivanja, odnosno merenja zvuka, kao i prilikom analiza buke radi određivanja zaštitnih mera, odnosno radi provere njihove efikasnosti.

Izvori buke u rudarstvu

Efikasne zaštitne mere mogu se preduzeti samo ako se poznaje kvalitet buke, koju prave pojedini izvori. S obzirom na izvore buke u rudarstvu, od kojih zavisi vrsta zaštite, razlikujemo:

— mehaničku ili udarnu buku, izazvanu vibracijom tvrdih tela usled udara, trenja ili dejstva mehaničkih ili magnetnih sila (otkopni i bušaći čekići, pneumatske mašine, drobilice, dezintegratori, sita, vibratori, oscilatorni transporteri, pumpe, kompresori, utovarači, bageri itd.);

— aerodinamičku i hidrauličku buku, koja nastaje usled kretanja gasova, para ili tečnosti kod određenih parametara (ventilatori, gasovodi, parovodi, vodovodi, hidraulični prenos i mašine s njima u vezi, šumovi kod erupcije gasova i dr.);

— magnetnu buku (transformatori, elektromotori itd.).

Metode zaštite od buke

Akustičnost rudarskih prostorija pod zemljom, odnosno u pogonskim zgradama, zatim raspored, kvalitet i nivo buke, kao i parametri vibracije opreme u njima, faktori su od kojih zavise mikroakustički uslovi, koji formiraju akustični, odnosno auditivni režim radne sredine. Da bi se radnik zaštitio od buke, potrebno je uticati na pomenute faktore tako, da se nivo buke svede ispod MDN, a ukoliko to nije moguće, onda se organ sluha mora obezbediti ličnim zaštitnim sredstvima.

Polazeći od definicije akustičnog režima radne sredine uzroci buke mogu se podeliti na tehničke uzroke i na organizacione uzroke.

Tehnički uzroci proizilaze od propusta i greški u projektovanju tehnološkog procesa, opreme i pogonskih zgrada, odnosno radnih prostorija, s obzirom na kvalitet i nivo buke, kao i parametre vibracija.

Organizacioni uzroci buke proizilaze iz nepravilnosti i greški u korišćenju, odnosno održavanju pogonskih prostorija i opreme posle puštanja u pogon rudarskog objekta. Usled ovih nepravilnosti dolazi do određених štetnih promena na opremi, zbog kojih raste intenzitet buke i vibracija, što negativno utiče na opšti nivo buke, kao i na akustični režim radne sredine uopšte.

Zaštita od buke prouzrokovane tehničkim greškama

Tehnički uzroci mogu se ukloniti odnosno izbeći ako projektant već u konceptu prednacrtu predvidi takav ekonomski optimalan tehnološki proces i za takav proces odgovarajuću opremu, koja će obezbediti da čovek bude što manje eksponiran buci, a da buka, koja je neizbežna, bude ispod maksimalno dozvoljenog nivoa. Najnovija dostignuća automatike i elektronike omogućuju da se postigne vrlo povoljan akustični režim u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina, a kod dobijanja uglja ogromni rezultati su već postignuti u „mehanizovanom dobijanju uglja na širokom čelu bez rudara“, koje je još u eksperimentalnoj fazi.

Projektant tehnolog mora već u prednacrtu ukazati rudarskom odnosno građevinskom i mašinskom projektantu mesta na kojima se stvara buka, kako bi projektom obezbedio takvu konstrukciju zgrade i radnih prostorija, odnosno mašina, koje će usloviti što manji nivo opšte buke i što manji nivo buke na pojedinim radnim mestima.

S obzirom na uslove izložene u glavi »Opšti osvrt« najnužnije tehničke mere koje se projektom moraju predvideti da se izbegnu tehnički uzroci štetne buke naročito su sledeće:

1 — Pogonske prostorije u koje se smeštaju mašine koje proizvode buku (naročito iznad 90 db) treba, po mogućnosti, rasporediti na izolovanom mestu u odgovarajućem

odstojanju od ostalih pogonskih prostorija (magacini, biro, ambulante i dr.).

Ove prostorije moraju imati što manju zapreminu, u zidovima treba da imaju prigušne niše, te da su zatvorene vratima izolovanim od buke.

U cilju sprečavanja prenošenja buke, između radnog prostora i izvora buke postavljaju se pregrade. Ukoliko je pregrada teža, utoliko se više smanjuje prenos buke, naročito ako pregrada nije porozna i ako u njoj nema rupa ni otvora. Zidovi od cigle su mnogo efikasniji od pregrada koje su izrađene od lakših materijala. Zid od 24 cm, pogodno omalterisan, može buku smanjiti i do 50 db. Zvučna izolaciona sposobnost monolitnih zidova može se povećati povećanjem debljine i težine zida, kao i primenom maltera i obloga koji upijaju buku, ili primenom plastičnih uložaka, koji ne prenose treptanja jednih delova na druge i sl.

Dvostruki zidovi ili pregrade efikasniji su od jednostavnih. Stakleni prozori ili vrata u pregradi mogu mnogo smanjiti izolaciju zvuka. Međutim, ovo smanjenje biće manje, ako je ostakljenje dvostruko.

Gde nije moguće postaviti zidove, koriste se pokretni ekrani koji se prostiru do krova, odnosno, u zgradi na spratove, do strukturnog poda.

Čelični nosači konstrukcija zgrada i pregradni zidovi prostorija, koji su od lake građe, moraju biti tako ugrađeni, da prostorije sa manjom bukom izoluju od prostorija sa većom bukom.

Za uspešno prigušivanje buke na izvoru, ako je neizbežno, treba već u projektu predvideti i eventualne zavese sa više uložaka, oblaganje zidova i tavanica draperijama, kamenim pločicama, pločicama iz papirnih otpadaka sa staklenom vunom, poroznih maltera i dr.

Cevovodi koji se šire na velike udaljenosti moraju biti obezbeđeni uređajima za apsorpciju buke na spojevima, ili merama koje su dalje navedene.

Projektom treba predvideti takav raspored i tolika rastojanja mašina, da (s obzirom na nivo buke i parametar vibracija po atestu) neće usloviti štetnu opštu buku prostorije, kao ni štetnu buku kod pojedinih mašina i radilišta. Iskustvo je pokazalo da se optimalni efekat postiže, ako su ta odstojanja veća od 9 m.

Radi sprečavanja širenja buke i vibracija, mašine moraju biti montirane na temeljne ploče, koje ne vibriraju, i koje su po nekoliko santimetara iznad poda.

2 — Na osnovu rezultata razvojnih istraživanja treba projektovati i proizvoditi samo onu opremu i mehanizme, koji proizvode buku koja je u celom spektru što niža i ne prekoračuje MDN. U vezi s time ne smeju se koristiti ni staviti u pogon opreme bez odgovarajućeg atesta u odnosu na buku.

Osim odgovarajućeg atesta opreme, preduzeća prilikom nabavke opreme mogu postaviti isporučiocu opreme i druge uslove koji obezbeđuju smanjenje buke opreme, kao npr:

— da metalni zupčnici moraju biti oblo modelirani, a profil zuba tako obrađen da se kompenzira greška pri izradi ili montaži zupčanika, — ili da zubi moraju imati plići zahvat, — ili da zupčnici (naročito kod velikih brzina) moraju biti izrađeni od čvrste plastične mase itd.

— za elektromotore treba koristiti najbolju vrstu ležajeva koji u pogonu prave što manju buku, zatim odgovarajuće što kraće ventilacione puteve i manji prečnik ventilatora, ili

— čeljusne ili tračne kočnice moraju biti obložene plastičnom ili drugom masom, kako bi bilo obezbeđeno da se prilikom kočenja ne stvara nikakva, odnosno samo minimalna buka,

— doboši u separacijama moraju imati odgovarajuće, što manje oscilujuće, površine i sl.

Uklanjanje organizacionih uzroka buke

U savremenoj tehnici postoje dva metoda uklanjanja organizacionih uzroka, i to: uklanjanje izvora buke ili smanjenje buke na izvoru, kao i sprečavanje širenja buke.

Smanjenje buke u izvoru

Ovaj metod je najradikalniji i može mnogo olakšati, odnosno pojednostaviti naknadno dopunsko smanjenje buke izolacijom.

Buka u postojećim pogonima može se smanjiti:

a) izmenom tehnološkog procesa ili zamenom pojedinih postrojenja ili mašina takvi-

ma, koje prave manju buku, kao npr.: pneumatske perkusione mašine mogu se zameniti pneumatskim ili električnim rotacionim mašinama, aksijalni centrifugalnim ventilatorima, zatim stresaljke, grabuljasti transporteri ili transport vozovima zameniti trakama, metalne točkove zameniti gumenim točkovima i sl;

b) tehničkom kontrolom i održavanjem postrojenja i mašina uopšte, a posebno:

— otklanjanjem tehničkih nedostataka u centriranju i uravnoteženju (balansiranju) masa mašina i uređaja sa rotirajućim delovima, npr. ventilatora, kompresora, elektromotora i drugih brzohodnih agregata,

— izmenom ishabanih i dotrajalih mašina i delova mašina, a posebno, zupčanika; pritezanjem zavrtanja, naročito, na ležajevima i spojevima (buka se može smanjiti npr. kod stresaljki od 90 na 70 fona), podmazivanjem, naročito transportnih sredstava (buka od 100 fona može se podmazivanjem smanjiti na 50 fona kod mirnog hoda), održavanjem jamskog koloseka koji može biti izvor velike buke usled udaraca kolica na sastavima šina — a koja se usled okretanja točkova, ako su neispravni, može još i povećati i dr.,

— buka usled trenja reznog dejstva ili usled razbijanja može se smanjiti, ako se rezni elementi kod bušaćih i otkopnih čekića, kruna i zuba za podsecanje redovno održavaju i oštire;

— od posebnog je značaja, s obzirom na buku i vibracije, kako u pogledu opsluživanja tako i u pogledu tehničke kontrole i održavanja postrojenja i mašina, da se za kontrolu i održavanje odrede kvalifikovani i provereni radnici, kao i da se organizuju radionice za održavanje opreme;

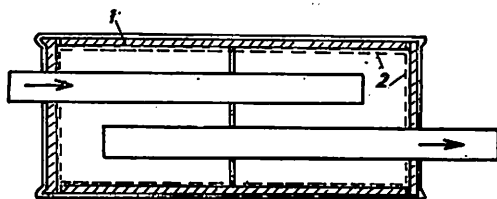
c) buka usled izduvavanja vazduha ili pare može se često smanjiti specijalno konstruisanim prigušivačima u vidu:

- omotača ili košuljica,
- kutija i
- navlaka.

Tako npr. perforiranim omotačem od tvrde gume ili kože sa azbestnim uloškom, koji prekriva izduvni otvor, može se buka kod otkopavanja uglja pneumatskim otkop-

nim čekićem smanjiti od 95 na 81 fon, a pri radu u kamenu sa gumenim omotačem od 88 na 79 fona; ovakvom dopunom se frekvencija smanjuje za 5,0%; slično se može smanjiti buka na perkusionoj bušilici;

— uspešno se buka pneumatskih rotacionih bušilica može smanjiti prstenom od grubog filca iznad izduvnih otvora, ili pomoću metalne košuljice iznad izduvnog otvora u vidu obujmice sa podloženim rubovima, koji omogućuju prolaz vazduha i odvođenje izduvnog vazduha kroz kratko crevo;



Sl. 9 — Prigušivač na pneumatskoj klipnoj mašini (12)
Abb. 9 — Schalldämpfer auf der Luftdruckkolbenmaschine (12)

— buka pneumatskih klipnih mašina može se smanjiti prigušivačem u obliku kutije kroz koju izlazi vazduh iz mašine, i zaokreće se pre izlaska, u suprotnom pravcu (sl. 9). Time se doduše otpor izduvnom vazduhu povećava za 0,07 kg/cm², dok se buka smanjuje od 83 na 63 fona;

— kod vazdušne turbine primenom navlake sa azbestnim uloškom buka se može smanjiti od 102 na 86 fona;

d) vibracije usled buke mogu se smanjiti podmetačima ili elementima od filca, plute, staklene vune ili gume;

e) buka noseće strukture u vidu ramova je manja nego kod strukture u vidu opločane ograde ili kabineta; štitnici za mašine prave manju buku kada su perforirani ili ako su od žičane mreže;

f) buka metalnih ploča ili drugih metalnih delova, koja se pojačava usled rezonance u ploči, može se smanjiti ukrućivanjem npr. ugrađivanjem rebara ili prevlačenjem rezonante opreme prigušujućim materijama;

g) buka koja nastaje istresanjem materijala na tvrde površine, može se smanjiti pokrivanjem ovih površina elastičnim materijalima itd.

Smanjenje buke, koja se prenosi kroz vazduh ili vezne konstrukcije

Zvučna energija koju emitira izvor buke prenosi se na kraće ili duže udaljenosti od izvora. Zato smanjenje dužine prenosa manje utiče na količinu buke u neposrednoj blizini izvora, ali znatno može smanjiti opšti nivo buke. Ovakvo smanjenje buke može da se postigne na više načina i to:

— povećanjem rastojanja između izvora buke (intenzitet buke može se smanjiti za oko 6 db, ako se udvostruči rastojanje među izvorima);

— motori, generatori i drugi izvori buke ili njihovi delovi, ili više izvora zajedno mogu se potpuno pokriti oklopom i izolovati, čime se sprečava prenos buke kroz vazduh;

— gde se izvori buke ne mogu izolovati od vazduha oklopom, oni se postavljaju u sporedne prostorije (skladišta ili prostorije izvan pogonskih zgrada gde se ne kreću ljudi), ili u posebne zatvorene ili otvorene kabine ili boksove za izolaciju buke; uspešno se može sprečiti prenos buke poklopcima koji se montiraju na mašine ili njihove delove, ili zvučnim odbojnicima, zvučnim prigušivačima (ekrani, obloge unutrašnjih površina prostorije, ograde ili viseći prigušivači buke koji se postavljaju u kanale, kojima se buka prostire, o čemu je opširnije izloženo u glavi »Zaštita od buke prouzrokovane tehničkim greškama«);

— prenos buke pojedinih izvora može se smanjiti izolacijom materijalima koji apsorbuju zvuk kao što je staklena vuna, mineralna vuna i akustične ploče, posebno u pogonima gde mašine (npr. kompresori ili druge mašine u radionicama) nisu suviše blizu jedna drugoj (optimalna udaljenost je, kako je već pomenuto, 9 m).

Pomenuti materijali mogu se koristiti i kada su mašine gušće smeštene, mada je smanjenje opšteg nivoa buke malo, jer usled smanjenja količine reflektovane buke udaljenih mašina, direktna buka mašina bližih radniku otpada, pa je zato i lakše govorno sporazumevanje među radnicima.

Apsorpcioni materijali mogu se primeniti na svakoj ravnoj površini, a posebno unutar pregrada, ukoliko neko radi sa unutrašnje strane pregrade.

Prigušivači buke

Prigušivači su sredstva za izolaciju pojedinih objekata i uređaja — koji stvaraju jaku buku. Oni se dele na aktivne i reaktivne.

Aktivni prigušivači smanjuju buku tako, da je apsorbuju materijali, kao što su porozne materije od kojih sa prigušivači sastavljeni. Kada zvučni talasi padnu na površinu poroznog materijala proizvoljne debljine, vazдушna struja se razbija u pojedinim porama snizujući ih na razmere pora. Brzina koja se menja pri tome raste u poređenju sa brzinom slobodnih talasa, usled čega se upija zvučna energija.

Prigušivači aktivnog tipa su kanali obloženi materijalima koji upijaju zvuk. U konstruktivnom pogledu prigušivači su niz paralelnih pravouglanih ili okruglih kanala (u vidu saća) ili niz paralelnih ravnih pločica ugrađenih u kanale. Da bi prigušivanje bilo efikasnije, kanali se ispunjuju zakrivljenim elementima. Na slici 10. prikazani su razni tipovi prigušivača.



Sl. 10 — Tipovi prigušivača
A — reaktivni prigušivači; B — aktivni prigušivači; a — pravi kanal; b — gačasti kanal
c — kanal sa pločastim pregradama; d — iskrivljeni kanali.

Abb. 10 — Schalldämpfertypen
A — Reaktionsdämpfer; B — Aktive Dämpfer; a — gerader Kanal; b — Hosenkanal; c — Kanal mit Plattenscheide; d — krummer Kanal

Kod reaktivnih prigušivača, prigušivanje se vrši stvaranjem talasnog zapušača koji, usled uticaja mase i manje elastičnog dejstva vazduha u ćelijama prigušivača, otežavaju prelaz zvuka mekih frekvenocija.

Prigušivači reaktivnog tipa izrađuju se u vidu naizmeničnih suženja i proširenja odnosno komora koje su često snabdevene pregradama, ekranima, rezonantnim elementima izrađenim za određene frekvencije i koje sa unutrašnjim prostorom vazduhovoda komuniciraju kroz male otvore.

Reaktivni prigušivači izrađuju se kao komorni, rezonantni ili kombinovani prigušivači.

Komorni prigušivači su proširenja profila cevovoda (sl. 10 a, b). Jednostavniji prigušivač komornog tipa sastoji se iz jedne komore. Rezonantni prigušivači su šupljine sa jakim zidovima, koje komuniciraju sa cevovodom kroz uske otvore (sl. 10 a).

Prigušivanje rezonantnim sistemom zasniva se na tome, da sistem sa gornjim prigušivanjem — pošto se uzbuđi talasima koji na njega padaju — prima od zvučnog polja veliki deo energije u oblastima onih frekvencija, koje se približavaju frekvencijama sistema.

Kombinovani prigušivači predstavljaju objedinjenje komornih i rezonantnih prigušivača. Odgovarajućim izborom elemenata oni omogućuju značajno prigušivanje buke u širokom dijapazonu frekvencije. Radi intenzivnijeg prigušivanja, takvi prigušivači se oblažu odnosno premazuju materijalom koji upija zvuk.

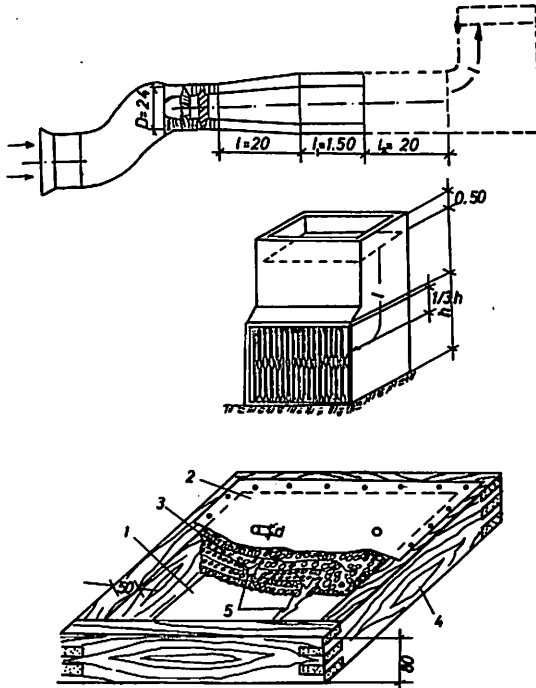
Opisane vrste izolacije u rudarstvu se primenjuju naročiti za izolaciju od buke velikih ventilatora, posebno aksijalnih, najčešće od buke koja je prouzrokovana strujanjem vazduha i vibracijom lopatica.

Da bi se smanjila buka A. R. Bušel (8) preporučuje primenu aktivnog prigušivača, koji je sastavljen od niza prigušnih ploča, koje su paralelno, u međusobnom odstojanju

od po 200 mm, ugrađene u difuzor ventilatora. Svaka ploča sastavljena je u vidu okvira koji je na jednoj strani okovan čeličnim limom, a na drugoj strani perforiranim limom. Prostor među limovima ispunjen je vatom od drvene vune ili sirove svile (sl. 11 a i 11b).

A. S. Terehin (6) konstruisao je u poslednje vreme rezonantni prigušivač buke velikih ventilacionih uređaja. Prigušivač se sastoji od niza rezonatora, sračunatih na osnovne harmonične tonove buke ventilatora. Rezonator je izrađen u vidu panela od apsorpcionih crepova, raspoređenih na određenom rastojanju od zida, u zavisnosti od potrebne frekvencije buke, koja se mora prigušiti. Vazдушna šupljina rezonatora komunicira kanalom kroz otvor u pločicama, koji obezbeđuje potrebnu provodljivost. Akustična efikasnost takvih prigušivača je otpri-

like dva puta veća od efektivnosti prigušivača sa pločicama iz apsorpcionih crepova, koji se obično primenjuju u praksi kod suzbijanja buke krupnih ventilacionih uređaja.



Sl. 11 — Prigušivač aktivnog tipa smešten u difuzoru aksijalnog ventilatora (12).
Abb. 11 — Schalldämpfer vom aktiven Typus gelagert in den Diffusor eines Axiallüfters (12)

Sl. 11a — Detalj prigušivača (12)
1 — lim; 2 — perforirani lim; 3 — drvena vata; 4 — okvir; 5 — željezni uložak koji sprečava pomeranje vate
Abb. 11a — Schalldämpferdetail (12)

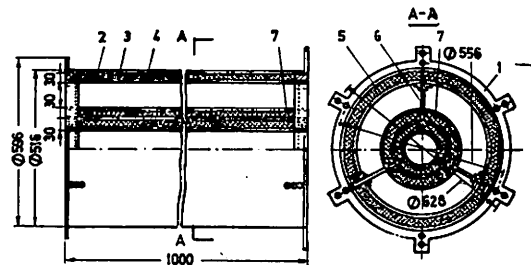
Prigušivač aktivnog tipa za ventilator tipa V2M-450 (sl. 12), koji je razradio i ispitao Institut »Unipromed« (6), spaja ventilator i vazduhovid pomoću priрубnica. Težina prigušivača je 50 kg. Prigušivači ovog tipa koji su ugrađeni na isisnoj i potisnoj strani, smanjuju buku na 20 db, što odgovara petostrukom smanjenju glasnosti. Primenom navlake, koja apsorbuje buku, ista se smanjuje za još daljih 10 db. Kod istovremenog korišćenja apsorpcione navlake i prigušivača aktivnog tipa, ukupno se glasnost smanjuje 10 puta (za 90%).

Niskofrekventna buka najefikasnije se prigušuje rastresitim prigušivačem (šljunak, tucanik ili drugi zrnasti materijal).

Radi orijentacije daju se sledeći pokazatelji prigušivanja za neke materijale koji se najčešće primenjuju za zvučnu izolaciju (vidi tab. 7).

Tablica 7

	Sloj debljine cm	Pokazatelj prigušivanja
Čoja	5	0,7
Čoja	2,5	1,55
Malter	—	0,034
Zid od cigle	—	0,032
Beton	—	0,005



Sl. 12 — Prigušivač aktivnog tipa ventilatora (9)
1 — cilindrični plašt; 2 — staklena vuna ili drugi materijal koji upija zvuk ($\phi = 300$ mm); 3 — pamučna tkanina; 4 — metalna mreža; 5 — tri sektora; 6 — paets; 7 — unutrašnji perforirani cilindar

Abb. 12 — Schalldämpfer des aktiven Lüftertyps

Lična zaštita od buke

Ukoliko se tehničkim merama ne može u potpunosti sprečiti štetno dejstvo buke, ili ako su radnici na nekim radovima povremeno izloženi buci, tada im se moraju staviti na raspolaganje lična zaštitna sredstva za zaštitu organa sluha — antifoni, koji znatno smanjuju buku i zaštićuju uho prvenstveno od zvuka visokih tonova (frekvencije 1000 Hz i više).

Postoje dve vrste antifona:

- antifoni čekovi (unutrašnji antifoni ili ulošci),
- antifone školjke (antifoni naušnici ili spoljni naušnici).

Obe vrste antifona prilikom upotrebe moraju se pažljivo nameštati.

Unutrašnji antifoni su najprostija sredstva lične zaštite protiv buke u vidu uložaka koji se uvlače u spoljni slušni kanal. To su, u stvari, loptice od vate natopljene voskom ili parafinom, glicerinom, vazelinom i sl., ili loptice od veoma tankog staklenog vlakna, ili zapušači (čepići) od spužvaste gume ili plas-

tike, ili plastične gumene kapsule napunjene voskom i sl. Pri potpunom naleganju uložka uz spoljni slušni kanal, uložci dobro prigušuju buku, ali su nehigijenski i stvaraju u uhu nelagodan osećaj, naročito na početku upotrebe.

Antifonom školjkom potpuno se pokriva ušna školjka, snižuje se visokofrekventna buka; po pravilu, efikasnija je od uložaka i istovremeno omogućuje da se čuje razgovor. One se izrađuju u vidu okruglih naušnika ili šlemova prečnika 80 mm, koji su izrađeni od mikroporozne gume debljine 6 mm. Na strani iz providnog platna, koja naleže na uho, umeću se vatni tamponi debljine 10 mm. Sa druge strane naušnika je čašica dijametra 60 mm i debljine 1 mm. Iznutra je naušnik opšiven flanelom, a sa spoljne strane voštanim platnom (sl. 13).

Impregnirani naušnici mogu biti izrađeni od plastične mase, kartona impregniranog klejem, tkanine i suđeraste gume. Radi zvučne izolacije umeće se vata ili vlaknasta materija. Kod antifona sa naušnikom, lakša je provera od strane nadzornog osoblja, da li se antifoni upotrebljavaju. U slučaju velike buke uspešna je zaštita istovremenom upotrebom uložka odnosno čepića i naušnika. Upotrebom antifona može se buka smanjiti od 20 do 30 db. Našim pravilnikom o sredstvima lične zaštite na radu i ličnoj zaštitnoj opremi (22), vrsta lične zaštitne opreme koja se obavezno mora dati na korišćenje licima koja su za vreme rada izložena buci — ako se buka ne može tehničkim sredstvima sniziti ispod propisanih dozvoljene granice — uslovljena je intenzitetom buke i to:

- vata za zaštitu sluha od buke jačine do 75 db
- ušni čep za zaštitu sluha kod buke jačine do 85 db s tim da se kod upotrebe čepića čujnost ne sme smanjiti za više od 15 db
- ušni štitićnik za zaštitu sluha od buke jačine do 105 db s tim da se čujnost ne sme umanjiti više od 25 db.

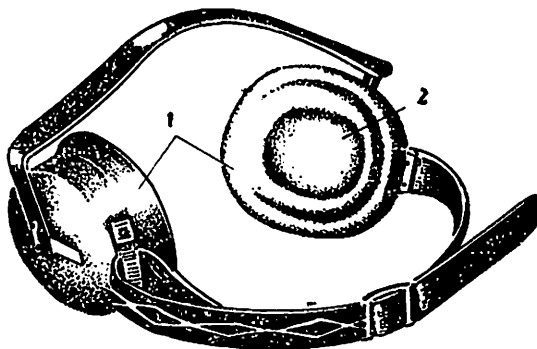
Istim pravilnikom je propisano da pomenuta lična zaštitna sredstva ne smeju da nadražuju uho (ušni kanal, ušnu školjku).

Ostale organizacione mere zaštite

Nikakva buka, koja se pri radu stalno stvara, a koja je u proseku ispod napred spo-

menutog za sluh štetnog nivoa, ne sme se potpuno zanemariti s obzirom na moguću štetnost po živčani sistem, i to još mnogo ranije nego se poremeti sluh. To je naročito važno, ako se radi o buci impulsivnog karaktera, jer je ova — bez obzira na frekvenciju — mnogo štetnija nego kontinualna buka.

U takvim slučajevima radnicima se, kao i inače u slučaju jake buke, u cilju zaštite, mora u toku radnog vremena dati odmor u odgovarajućem trajanju. Broj i trajanje takvih odmora određuje se u zavisnosti od toga da li radnik u bučnoj sredini provede 8 ili više ili manje časova, kao i na osnovu analize spektra odnosno intenziteta i vremenskog intervala impulsa buke određenog intenziteta. U pojedinim slučajevima pri tome treba rešiti, da li se kao dozvoljena granica treba uzeti srednja ili najveća vrednost intenziteta pojedinih impulsa.



Sl. 13 — Antifoni naušnik (9).

Abb. 13 — Ohrschützer gegen den Lärm

U pogonima, gde radni procesi nisu jednako bučni, opasnost od štetnog dejstva buke može se smanjiti, tako da se, u sporazumu sa medicinskim stručnjacima, radnici povremeno odrede na manje bučna radilišta.

Pre rasporeda na poslove na kojima se stvara buka, mora se stanje sluha radnika ispitati, a posle toga, u sporazumu sa medicinskim stručnjacima, u određenim vremenskim intervalima redovnim kontrolnim pregledima pratiti promene sluha. Na taj način se omogućuje da se blagovremeno odgovarajućim merama poboljša zaštita protiv buke, odnosno da se identifikuju radnici preoset-

ljivi na buku i premeste na radilišta bez ili sa malo buke.

U svakom slučaju jedna od zaštitnih mera protiv štetnog uticaja buke je i ta, da se prilikom poučavanja radnika oni upoznaju sa štetnostima buke, sa potrebom i koristima upotrebe ličnih zaštitnih sredstava, kao i potrebom zaklanjanja prilikom povremenih, pa i kratkih buka, kao npr. kod miniranja i sl.

Zaključak

Iz rezultata dosadašnjih, mada oskudnih, ispitivanja, može se zaključiti da u pogonima, gde se razvija buka, samo kod približno 20% rudarskih radnika sluh nije oštećen, i da je kod 50% radnika sluh srednje i teško oštećen.

Ovo stanje je posledica nedovoljnog poznavanja prirode i štetnog delovanja buke na organizam čoveka, a posebno na organ sluha, na sigurnost pri radu u rudnicima i na produktivnost rada.

Zato do sada nisu ni preduzimane značajnije mere za zaštitu od buke, niti su u vezi s time vođene odgovarajuće evidencije.

Zbog toga se ne mogu za sada utvrditi ekonomski gubici u vezi sa lečenjem profesionalnih oboljenja i povreda, ni gubici u proizvodnji kao posledica štetnog delovanja buke.

Iz istih razloga zakonske propise koji su jasno odredili obavezu zaštite radnika od buke i propisali upotrebu ličnih zaštitnih sredstava, rudarska preduzeća ove opšte odredbe skoro i ne sprovode daljom razradom i propisivanjem konkretnih zaštitnih mera od buke kroz interne pravilnike za njihove radne uslove.

U cilju zaštite zdravlja radnika i sprečavanja ekonomskih šteta od posledica štetnog delovanja buke, daju se sledeći

Predlozi

1. Sve tehničko osoblje mora se upoznati sa problemom i štetnim delovanjem buke u rudarstvu, a radnici poučiti o štetnom delovanju buke na njihovim radnim mestima, na konkretnim primerima profesionalnih oboljenja usled buke. Objasnjenjem suštine zaštite pomoću ličnih zaštitnih sredstava ukazati im na potrebe i koristiti pravilne upotrebe ličnih zaštitnih sredstava.

2. Sve jamske prostorije kao i prostorije površinskih pogona rudnika, u kojima se

stvara buka, moraju biti kategorisane prema opštem stepenu opasnosti od buke.

3. U pojedinim prostorijama odnosno na pojedinim radnim mestima, u kojima se razvija buka iznad dozvoljenog nivoa, kao i buka impulsivnog karaktera, bez obzira na nivo intenziteta, moraju se preduzeti mere za sniženje intenziteta odnosno uklanjanje štetnog uticaja buke.

4. U radnim prostorijama odnosno na radilištima, gde se nikakvim organizaciono-tehničkim merama ne može potpuno sniziti nivo buke ispod MDN, radnicima se moraju staviti na raspolaganje lična sredstva zaštite.

5. Na osnovu spektralnih analiza intenziteta buke mora se radnicima, gde je to potrebno, u sporazumu sa medicinskim stručnjacima, propisati odmori, čiji broj i trajanje moraju biti posebno određeni za pojedina ugođena radna mesta.

6. Efikasnost uređaja za sniženje nivoa buke mora se, prema uputima stručnjaka, povremeno kontrolisati aparatima.

7. Radnici, koji su i pored svih mera zaštite preosetljivi na buku, moraju se odrediti na rad na tihim radnim mestima.

8. Radnici kod kojih je audiometrijskim ispitivanjima ustanovljeno da je oštećen sluh, već u početku moraju se odmah uputiti na lečenje, odnosno prema uputstvima lekara zapošljavati na tihim radnim mestima.

Mehanički alati i oprema odnosno mašine koje se nalaze u prostoru u kome rade radnici ne smeju se upotrebljavati ako nemaju odgovarajući test s obzirom na buku i vibracije.

9. U pogonima odnosno na radnim mestima, a u ropovima koji se utvrđuju se medicinskim stručnjacima, potrebno je izvršiti sistematska audiometrijska i druga ispitivanja, radi kontrole štetnog dejstva buke na radnike odnosno kontrole njihovog zdravlja.

10. O merenjima buke u radnim prostorijama i pregledima radnika potrebno je voditi evidenciju, za čiju izradu su date vrlo korisne i detaljne upute u članku prof. Jokanovića i ing. Ahela: „Neki faktori u radnoj sredini, koji utiču na fiziologiju i produktivnost rada“ („Sigurnost u rudnicima“ br. 1/67).

11. Kod projektovanja novih rudarskih objekata predvideti najekonomičniji i najoptimalniji akustični režim i voditi računa da po mogućnosti ni u jednoj fazi tehnološkog procesa buka ne prekorači maksimalno dozvoljen nivo (MDN).

ZUSAMMENFASSUNG

Lärmschutz im Bergbau

Prof. Ing. I. Trampuž*)

Die schnelle Entwicklung des Bergbaus und besonders die intensive Mechanisierung der Gewinnung und der Aufbereitung der Kohle und Erze bedingen jehe zählige Beschädigungen der Gesundheit, besonders des Gehörsinnes der Bergleute. Nach den Ergebnissen einiger audiometrischen Untersuchungen nur bei 18 % Bergleuten und an den, in der Aufbereitung Beschäftigten Arbeitern, sind keine Lärmwirkungsbeschädigungen festgestellt, während bei 50 % Arbeiter der Gehörsinn mittel und schwer beschädigt war.

Das alles hinweist, das die Fachleute die Probleme der Lärme in Bergbaubetrieben, die Lärme untersuchungsmethoden und Methoden der Beschädigungsfeststellung mehr erkennen müssen. Mit den grossen Vortschritten in Gebiete der Lärmeerforschung sind schon gute Erfolge erreicht, an Griruden deren kann man erolegreiche Schutzmasnahme vornehmen, die in einen kurzem Überblick vorgestellt sind.

Literatura

1. Brezniščak, M. 1961: Mjere i sistemi jedinica. — Tehnička knjiga, Zagreb.
2. Broadbent, D. E., — Cambridge, 1964: Utjecaj buke na radni učinak, referat knjige: »Kako prilagoditi rad čovjeku« — »Panorama«, Zagreb.
3. Coppée, G., Lüttich, 1964: Buka i njeno otklanjanje — »Panorama«, Zagreb.
4. Gorlecki, A. V., Veksler, E., 1965-66: Borba protiv buke i vibracije u industriji, Jugosl. i inostrana dokumentacija Zavoda za zaštitu rada, Niš.
5. Évkönyve, 1954—1964., II Kötet, Budapest, 1964., — Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu, — broj 5—6, God. I, Niš, 1965.
6. Darinka, H. 1968: Ispitivanje buke strojeva. — Sigurnost u pogonu br. 8—9, Zagreb.
7. Iskruljev-Maksimović, 1968: Buka u industriji, Tehnika, br. 8, Beograd.
8. Jokanović, B., Ahel, I.: Neki faktori u radnoj sredini koji utiču na fiziologiju i produktivnost rada. — »Sigurnost u rudnicima« br. 1/67., Beograd.
9. Kokarin, P. I., Tarasov, B. G., Djenkevič G. A. 1967.: Osnovi tehnike bezopasnosti, protivpožarnaja tehnika i gornospasatelnoe delo. — Izdatelstvo »Nedra«, Moskva.
10. Lakiza, A. Ja. 1957: Tehnika bezopasnosti i protivpožarnaja tehnika na briketel'nih fabrikah. — Ugletehizdat, Moskva.
11. Obrana truda i socijalnog strahovanja, broj 2/1965, Jugoslovenska i inostrana dokumentacija, Zavod za zaštitu rada, Niš, 1965/10.
12. Sacharov, P. 1967: Bezpečnost pri praci v sovjetskich a našich dolech — Prace — Vydatelstvo ROH, Praha.
13. Simeonović, D., Branković, B. 1967: Fizikalne štetnosti. — Viša škola za organizaciju rada, Beograd.
14. Šarić, M. 1962: Medicina rada. — Privreda, Zagreb.
15. Šljivić, S., 1968: Uvod u fiziku. — Naučna knjiga, Beograd.
16. Zalotnjicki, N. D. 1956: Tehnika bezopasnosti v stroitel'stve, Moskva.
17. Stefanović, B., Stanisavljević, B., 1968.: Audiometrijska ispitivanja sluha u rudniku »Šuplja Stena«. — »Produktivnost«, br. 3 — Beograd.
18. Veličković, D., 1965: Buka i njene štetnosti, Jugoslovenska i inostrana dokumentacija, br. 10.
19. Zaštita zdravlja radnika Rudnika i topionice olova i cinka — Trepča, Monografija, Biblioteka zavoda za zdravstvenu zaštitu SR Srbije, 27, Beograd, 1962.
20. Spravočnik po tehnike bezopasnosti i proizvodstvenoj sanitarii. — Izdatel'stvo »Sudostroenie«, Lenjingrad, 1965.
21. Noise and the Worker, Jugoslovenska i inostrana dokumentacija Zavoda za zaštitu rada, 1966. god., br. 11, Niš.
22. Pravilnik o sredstvima lične zaštite na radu i ličnoj zaštitnoj opremi. (»Sl. list SFRJ«, 35/1969.).
23. Parkin, Hamfriz, 1969: Akustika, buka i zgrade. — Građevinska knjiga, Beograd.

*) Dipl. ing. Ivc Trampuž, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Neka zapažanja u vezi zaštite na radu u pogonima za pripremu mineralnih sirovina

Dr ing. Dragiša Draškić

Određena svojevrsnost tehnološkog procesa u pripremi mineralnih sirovina, u odnosu na druge procese i operacije u rudarstvu, čini da se problem higijensko-tehničke zaštite u pogonima za pripremu mineralnih sirovina može posmatrati iz jednog svog aspekta. Pre svega, tu svojevrsnost treba tražiti u činjenici da je celokupni proces, a time i njegove pojedine faze, potpuno mehanizovan te je prisustvo i angažovanje manuelnog rada svedeno na minimum i to samo u izuzetnim prilikama i samo u pojedinim, specifičnim fazama procesa. Druga karakteristika ogleda se u tome, da se proces pripreme mineralnih sirovina odvija u jednoj povoljnoj radnoj sredini, koja, naročito u odnosu na radnu sredinu u rudnicima, pruža znatno veći komfor i iziskuje znatno manji fizički napor radnika, učesnika u procesu. Treće, o čemu kod određenih tehnoloških procesa u pripremi mineralnih sirovina treba voditi računa, je to, da se za normalno i uspešno odvijanje tih procesa upotrebljavaju znatne količine različitih hemijskih reagensa. Neki od tih reagensa su vrlo štetni po ljudski organizam, a neki i veoma otrovni. I konačno, poslednja karakteristika u pripremi mineralnih sirovina je pojava zaprašenosti sredine u kojoj radi čovek, što dolazi, pre svega, kao posledica određenih operacija.

U ovakvom jednom uvodnom izlaganju, autor je namerno uopštio one osnovne karakteristike procesa, koje su posebno značajne za higijensko-tehničku zaštitu. Razume se, da bismo ovima mogli dodati i to da se u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina nalazi veliki broj najraznovrsnijih uređaja, veliki broj elektromotora i drugih električnih uređaja i instalacija, koji, kao i u drugim mehanizovanim procesima, predstavljaju izvore za unesrećenje radnika.

Razmatranju pitanja interesantnih za higijensko-tehničku zaštitu, u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, može se prići na razne načine. Sigurno je, da će jedan prilaz imati inženjer koji se bavi problemom higijensko-tehničke zaštite, drugi — lekar koga interesuju problemi profesionalnih oboljenja, a treći — inženjer stručnjak iz pripreme mineralnih sirovina. Autor ovog članka će pokušati, da redosledom tehnološkog procesa, ukaže u kojim fazama procesa i kojim vrstama tehnološkog procesa, leže najveće opasnosti po radnika, bilo da se u njima nalaze uzročnici (izvori) profesionalnih oboljenja, bilo da u njima radnik može biti teže ili lakše povređen.

Uskladištenje je rovne sirovine, rude ili uglja, kao i njenih pojedinih proizvoda, vrši se u za to posebno predviđenim objektima — bunkerima. Bunkerima sa takvom namenom u pripremi mineralnih sirovina mogu se graditi u jami, kao podzemne rudničke prostorije, zatim na površini izvan građevinskog sklopa pogona za pripremu mineralnih sirovina i, konačno, u okviru samog postrojenja za pripremu i koncentraciju. Vrlo često u ovim bunkerima dolazi do zastoja u kretanju materijala (zaglavljivanje), što je najčešće posledica fizičkih svojstava materijala ili loše projektovanog objekta. U takvim slučajevima nužna je intervencija radnika i upotreba ručnog rada da se materijal u bunkeru ili iz bunkera pokrene. Radnik je dužan da u ovakvim slučajevima bude obezbeđen pojasom i konopcem, kao i da prilikom rada ili intervencije ne bude sam na poslu (radnom mestu), pa čak da se preduzmu i druge mere obezbeđenja i zaštite. Međutim, kod ovih intervencija su česti slučajevi povreda, pa čak i smrtnih unesrećenja. Do toga, pre svega,

dolazi jer radnik, prilično uveren u svoje profesionalne sposobnosti, ulazi neobezbeđen u bunker, često ne obavestavajući nikog o tome. U toku rada iznenadno obrušavanje materijala često nosi sa sobom nesagledive posledice. Razume se da do iznenadnog obrušavanja materijala u bunkerima može doći i kada su radnik i odgovorno osoblje preduzeli sve mere predostrožnosti. Upravo u činjenici da ovakvi nepredviđeni slučajevi mogu nastupiti prilikom rada u bunkerima, treba tražiti uzroke unesrećenjima, u koje, mada ređe, treba ubrojati i neke smrtne slučajeve.

Drobljenje predstavlja fazu procesa, koja je uvek (sem u slučajevima tretiranja nekih rasipa) prisutna u tehnološkom procesu pripremanja. U toku ove svojevrsne operacije dolazi do stvaranja znatne količine prašine, koja se u procesu drobljenja oslobađa utoliko više, ukoliko se ide ka sitnijim klasama, i ukoliko se radi o suvljoj i lakše drobljivoj sirovini. Osnovno pitanje, koje se ovde postavlja, vezano je za ugradnju uređaja za otprašivanje i izbor sistema za otprašivanje, koje ostvaruje maksimalan efekat uklanjanja čvrstih čestica iz radne atmosfere. Ovo pitanje postaje danas posebno aktuelno, pošto se pojedina odeljenja za drobljenje ugrađuju u jami u neposrednoj blizini procesa eksploatacije.

Radna sredina u odeljenjima drobljenja biće utoliko zagađenija prašinom, ukoliko je sirovina određenih fizičkih svojstava (sa nižim sadržajem vlage, krta, lako drobljiva i sl.) ili ukoliko je stepen drobljenja veći, kao što je to slučaj u sekundarnom odnosu tercijarnom drobljenju. Najefikasniji način da se ukloni prašina, jeste otprašivanje usisivanjem zagađenog vazduha. Isto tako i prskanje vodom — mada sa manjim efektom nego otprašivanje — može sprečiti zaprašivanje radne sredine. Prskanje, u takvim slučajevima, treba izvoditi specijalnim aparatima, koji omogućuju da se stvara vodena magla.

Sam proces drobljenja, pored već ukazanih nepodobnosti zbog zagađenja radne sredine, može biti i uzrok unesrećenja i povreda. Zbog toga otvori za punjenje rudom kod drobitica, a posebno rotirajući i drugi pokretni delovi, moraju biti zaštićeni i nepristupačni da bi se sprečio neposredni kontakt sa radnikom.

Faza prosejavanja kao faza procesa, koja u najvećem broju slučajeva u pripremi mineralnih sirovina čini jednu celinu sa drobljenjem, uzrokuje stvaranje velike zaprašivosti. Ovo je naročito karakteristično u slučajevima drobljenja suve sirovine ili prosejavanja sitnih klasa. Koncentracija prašine je znatno veća nego na mestima gde se vrši drobljenje. Jedino efikasno sredstvo za uklanjanje prašine je otprašivanje, pošto svakom prskanju vodom ili drugim tečnim sredstvima za smanjenje prašine, može, usled povećanja vlage na zrnima, dovesti sigurno do smanjenja efekta prosejavanja. S obzirom na način rada uređaja za prosejavanja i njihovu konstrukciju, nema potrebe isticati mogućnost oštećenja ili povreda radnika u procesu, pošto je to svedeno praktično na teoretsku mogućnost.

Mlevenje i klasiranje kao posebna faza procesa, koja se redovno vrši u svim pogonima za flotiranje, kao i drugim postupcima u kojima se vrši koncentracija izmlevene sirovine (mokra magnetna koncentracija, gravitacijska koncentracija, procesi luženja na izmleveno sirovini i sl.), odvija se najčešće sa vodom. Iz tih razloga mokro mlevenje i klasiranje, nezavisno od vrste uređaja i njegove konstrukcije, nije uzročnik zagađenja sredine prašinom. Ukoliko izvesne manje količine prašine i nastanu u odeljenju mlevenja i klasiranja, onda je to posledica načina hranjenja mlina sirovinom koja ide na mlevenje.

Međutim, u slučajevima kada priroda procesa i sirovine zahteva suvo mlevenje i klasiranje, treba u pogonima očekivati znatno zagađivanje prašinom.

Konačno, govoreći o fazi mlevenja i klasiranja, recimo i to, da kao i u slučajevima drugih operacija i ovde je nužna elementarna tehnička bezbednost, koja sprečava da radnik dođe u kontakt sa delovima ili uređajima, koji mogu da izazovu povredu.

Koncentracija, kao jedna od osnovnih operacija pripreme mineralnih sirovina, karakteristična je po tome, što obuhvata veći broj operacija i različitih vidova koncentracije. Pomenimo samo one najuobičajenije: gravitacijska koncentracija, magnetna koncentracija, flotacijska koncentracija.

Ono što je zajedničko za prva dva vida koncentracije jeste, da se u toku izvođenja procesa ne upotrebljavaju hemijski reagensi, nužni za odvijanje procesa, i da se sami procesi mogu obavljati u fluidu vazduh i fluidu tečnost. Nema sumnje da će sve ono, što je već rečeno u ranijim slučajevima za fazu pripremanja suvim putem, moći da se kaže i za postupke koncentracije bez prisustva tečnosti: prisustvo velike količine prašine višestruko opasne. Te opasnosti od prašine potiču, pre svega, od svojstva i osobine sirovine koja se koncentriše. U prvom redu, ta prašina predstavlja opasnost kao izazivač profesionalnih oboljenja (disajnih organa), a drugo, u slučaju kada se radi o procesima u kojima se koncentriše ugalj, određene koncentracije ugljene prašine mogu u pogonima izazvati i eksplozije, ukoliko se u njima javi otvorena vatra ili dođe do varničenja. Već samo iznošenje ovih nepogodnosti u pogonima, u kojima se obavlja proces suve koncentracije, ukazuje na mere koje treba preduzeti da ne bi došlo do neželjenih posledica.

Mokri postupci koncentracije, koji se mogu primeniti i kod gravitacijske i kod magnetne koncentracije, a koji su uvek prisutni u slučajevima flotacijske koncentracije, isključuju mogućnost da dođe do zagađivanja sredine prašinom. To je jedna vrlo povoljna okolnost u poređenju sa onim procesima, koji mogu usloviti zaprašenosť. Međutim, kada je reč o flotacijskoj koncentraciji u kojoj se dobijanje određenih proizvoda obavlja uz upotrebu flotacijskih, hemijskih reagensa, onda je potrebna reći, da njihovo prisustvo i njihova upotreba izazivaju zagađivanje radne sredine i predstavljaju izvore opasnosti po ljudski organizam. Zapravo, o čemu se tu radi. Veliki broj raznih reagensa dobavlja se za dalji proces u suvom stanju, pa se za neposrednu upotrebu moraju pripremiti, kako bi se dodavali u vidu rastvora. Pripremanje rastvora od takvih reagensa, kao što su najčešće: negašeni kreč, kalcinirana i kaustična soda, natrijum cijanid, ksantati, sulfati, natrijum sulfid, kiseline i sl. uslovljavaju u odeljenjima za pripremanje reagensa veću ili manju zaprašenosť i zagađenost radne sredine, u kojoj rad vrlo često postaje krajnje otežan i štetan. Govoreći o štetnosti ne misli se samo na one, koje uslovljavaju izvesna profesionalna oboljenja, već se misli i na one, koje mogu, zbog tokisčno-

sti hemijskih reagensa, izazvati i druge vidove oboljenja i smrtnih unesrećenja. Time, što se flotacijski reagensi upotrebljavaju neposredno za proces u tečnom stanju ili u vidu rastvora male koncentracije, uklonjen je samo jedan vid opasnosti po ljudski organizam, ali su zato, zbog karaktera tih rastvora prisutni drugi. Oni se manifestuju time što mogu, usled nepažnje u radu, izvršiti oštećenja kože, oštećenja očiju, u kontaktu sa otvorenim ranama ili unošenjem u organizam kroz usta mogu izazvati oboljenja pa čak i smrt, što se, pre svega, odnosi na cijanidna jedinjenja i kaustičnu sodu.

Drugo, o čemu treba reći bar nekoliko reči, odnosi se na činjenicu da se u odeljenjima za koncentraciju, bez obzira na vid koncentracije i primenjeni postupak, nalazi veliki broj radnih jedinica. Samim tim u neprekidnom radu je veliki broj elektromotora i drugih rotirajućih delova, koji svakako i pri najmanjoj nepažnji mogu prouzrokovati nesreću. Zaštita ovih delova mora u pogonu biti potpuna, a posebno pitanje, o kome će kasnije biti reči, odnosi se na puštanje pojedinih mašina pojedinačno ili u celini u rad.

Ostale faze procesa pripreme mineralnih sirovina, odvodnjavanje, uskladištenje gotovih proizvoda, smeštaj jalovine, pomoćne operacije i dr. nisu tako veliki brojni izvori povreda ili nesreća na radu. Najveću opasnost u ovim fazama procesa predstavljaju veliki bazeni za odvodnjavanje i mesta za odlaganje jalovine. I to zbog toga, što neopreznost pri radu dopušta da se radnik nađe vrlo lako u nedovoljno odvodnjenoj sredini, čija su fizička svojstva vrlo slična onima kod živog peska. Pomoćne operacije, kojih ima mnogo u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, odnose se, pre svega, na unutrašnji transport (trakama, pumpama i sl.) i zbog svog načina funkcionisanja uslovljavaju one radne nepogodnosti ili uslove za povrede, kao što je to slučaj sa njima i u drugim postrojenjima i procesima.

Iznoseći ova osnovna svojstva procesa u pripremi mineralnih sirovina i govoreći o njima sa gledišta uzrokovanja povreda, oštećenja, mogli bismo izdvojiti nekoliko osnovnih grupa izvora povreda i oštećenja zdravlja, koje iziskuju našu pažnju:

- zagađenost radne sredine usled prisustva prašine, sa štetnim dejstvom na ljudski organizam;
- upotreba hemijskih reagensa, štetnih po čovekov organizam;
- mašine, njihova nezaštićenost, električni udar i sl.;
- i nesreće koje nastupaju zbog neobezbeđenosti velikih i otvorenih prostora (bunker, zgušnjivači, taložnici, jalovišta).

Razume se da nepovoljan uticaj na radnika u pogonima za pripremu mineralnih sirovina vrše i slabo osvetljavanje, velika buka, temperaturni uslovi i da i oni, posredno ili neposredno, mogu biti uzročnici povreda i nesreća. O njima, istina, u ovom napisu nije bilo reči, niti su komentarisani, ali iz toga ne treba izvući zaključak da u jednom celokupnom razmatranju problema zaštite nemaju svoje mesto i svoj značaj.

Analizirajući proces pripremanja i koncentracije sirovine, bilo u celini ili u njenim pojedinim fazama procesa, može se doći do zaključka koji procesi uslovljavaju veću, a koji manju opasnost po zdravlje i život radnika. U vezi s tim potrebno je reći, da jedan te isti proces, ili njegove faze rada, mogu biti manje ili više opasni po radnika u zavisnosti od vrste sirovine koja se tretira. Ovo je naročito karakteristično za one faze procesa, koje se obavljaju bez prisustva medijuma tečnosti, kao što su drobljenje, suvo prosejavanje, suvo mlevenje i klasiranje, postupci koncentracije u medijumu vazduh, kao i za neke pomoćne operacije u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina.

Dosadašnje izlaganje upravo je bilo vezano za razmatranje procesa i pojedinih faza rada u pripremi mineralnih sirovina i u kom vidu oni mogu negativno delovati na zdravlje i život radnika. Svakako da se kod razmatranja pitanja, vezanih za higijensko-tehničku zaštitu u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina, ne mogu mimoći i neka pitanja vezana za subjekt u tom procesu, tj. radnika.

Dugogodišnji rad u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, sticanje iskustva u vođenju procesa i radu sa mašinama i uređajima, želja da se i pod otežanim ili nenormalnim uslovima proces odvija kontinuirano i uz ostvarenje optimalnih tehnoloških rezultata, stvara jednu lošu naviku kod profesio-

nalnog radnika. Naime, on postaje manje budan i obazriv prema izvorima opasnosti, izbegava korišćenje zaštitnih sredstava naročito onih, koja su manje udobna i koja povećavaju izvesne fizičke napore pri radu, radnik želi da sam, trenutno, brzopleto i bez stručne kontrole (a i dovoljnog znanja) ukloni manje kvarove; često, on ostaje neosetljiv na izvesne nedostatke u pogonu izbegavajući da interveniše, bilo da ne bi zaustavljao proces, bilo da se ne bi izlagao naporu u radu, te takvim svojim ponašanjem uzrokuje nove i povećava već postojeće opasnosti po njegov rad i zdravlje. Navedimo samo neke primere koji mogu potpunije da ilustruju naša prethodna zapažanja.

Nije tako redak slučaj da radnici u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, na mestima gde je zaprašnost vrlo velika i gde je štetnost po zdravlje i suviše očigledna, rade bez zaštitnih sredstava — maski, a da se one nalaze njemu na dohvata ruke okačene u njegovom radnom ormanu. Slično se može konstatovati i za ljudstvo koje radi na rastvaranju reagensa, pri čemu ne samo da ne koriste zaštitne maske, nego ne koriste ni druga zaštitna sredstva — rukavice, kecelje, naočare i sl. Pri tome se takav radnik ne upozorava i ne primorava od strane nadzornog osoblja da koristi zaštitna sredstva, a ona ostaju nekorišćena bez obzira na dalje posledice i bez obzira na to, da su u takva sredstva uložene i izdate znatne sume novca. Razume se, samo po sebi, da ovo spada u domen organizacije rada, lične odgovornosti, lične emancipacije i određenih radnih navika, ali svakako da je ovo pitanje koje zadire i u problem kvalifikacione strukture zaposlenog osoblja.

U okviru dosadašnjeg izlaganja, vezanog za zaštitu na radu u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, dotakli bismo se još jednog problema. U svom uvodnom izlaganju rekli smo da radnik u postrojenju za pripremu mineralnih sirovina svoj posao obavlja u sredini koja pruža znatno veći komfor i povoljnije uslove za rad, no što je to slučaj sa radnikom koji radi u rudniku. Međutim, to ne znači da u toj radnoj sredini, pored onoga što je već rečeno, ne postoje mesta ili prilike, koje mogu da izazovu povređivanje radnika. O čemu je tu reč? U toku svog radnog vremena i obavljanja normalnog posla u procesu, radnik u postrojenju za pripremu mine-

ralnih sirovina nalazi se neprekidno u pokretu, obilazeći i kontrolišući rad velikog broja mašina i uređaja. Poznato je da su postrojenja za pripremu mineralnih sirovina projektovana i smeštena u odgovarajuće zgrade, koje su izgrađene tako da putevi za prolaz, prostor za kontrolu i manipulaciju u njima imaju uslovljenu ograničenost. Odnosno oni su uglavnom takvi, da zadovoljavaju minimum predviđen propisima o projektovanju i gradnji. Razume se da u takvim uslovima ni projektant ni investitor ne žele da povećavaju taj prostor, znajući da time mogu dovesti do povećanja troškova izgradnje objekata. Ovaj manipulativni prostor i pri najoptimalnijim uslovima projektovanja i gradnje, ispresecan je čeličnim ili betonskim elementima građevinskih i nosećih konstrukcija, zatim linijama cevovoda, kanala i dr. U toku dugogodišnjeg rada ovaj broj elemenata i linija, na putevima za kretanje i manipulaciju, se neprekidno povećava (zbog raznih dogradnji, privremenih izmena u šemi, novonastalih potreba procesa, itd.) uslovljavajući time otežano i manje bezbedno kretanje radnika. U takvim uslovima radna sredina počinje da gubi svoj prvobitni komfor, a onda povrede postaju neka vrsta neminovnosti. Pri tome se u prvom redu misli na povrede glave, a zatim nogu i ruku.

S tim u vezi hteli bismo da konstatujemo da je u našim pogonima za pripremu mineralnih sirovina prava retkost sresti radnika sa zaštitnim šlemom ili obućom ojačanom za zaštitu od udara. Treba li istaći da ovakvu zaštitnu opremu redovno nose radnici na pogonima u razvijenijim zemljama? Ili da ovakvu opremu i kod nas u zemlji nose radnici koji rade na površinskim kopovima, na eksploataciji nafte, u građevinarstvu itd.

Izneta zapažanja u ovom napisu, u vezi zaštite na radu u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, odnosila su se na osnovna i bitna pitanja, o kojima HTZ treba i mora da vodi računa. Razumljivo je da složenost tehnoloških procesa pripremanja i koncentracije, raznovrsnost pojedinih metoda i brojnost faza procesa, brojnost najrazličitijih uređaja i mašina, mogu usloviti i druge probleme vezane za zaštitu na radu. Ako se tome doda, da i pored svih preventivnih mera, subjekt u procesu — radnik — može usloviti nezgode na radu, o čemu smo takođe govorili, onda se može konstatovati da i pored svih

iznošenja, neka pitanja su mogla biti izostavljena.

U zaključku našeg izlaganja hteli bismo da ukažemo na mere i korake, koje treba učiniti i preduzeti u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, kako bi se nesretni slučajevi sprečili, pojave profesionalnih oboljenja uklonile, a time i rad u pogonima ove vrste učinio optimalno sigurnim:

- u prvom redu analitičkom procenom procesa i radnih mesta ustanoviti u kojoj meri su oni štetni po zdravlje;
- regulativnim aktima (propisima) utvrditi zaštitna sredstva, kojima radnik mora biti obezbeđen u zavisnosti od karaktera posla koji obavlja i vrste radnog mesta. Istovremeno utvrditi minimalnu kvalifikaciju, s obzirom na vrstu posla, koju radnik mora da poseduje naročito tamo gde se oceni određena opasnost po zdravlje. Utvrditi odgovornost i nadležnost određenog osoblja, koje treba da sprovodi mere higijensko-tehničke zaštite pri radu;
- izvršiti analizu propisa o projektovanju i gradnji, kako bi se ustanovili uslovi za izradu prostora za kretanje, manipulaciju i kontrolu u procesu (prolazi, stepenište, minimalno odstojanje uređaja i mašina itd.);
- uvesti obavezno nošenje zaštitnih šlemova i određene vrste ojačane obuće;
- utvrditi norme, koje moraju biti ispunjene prilikom projektovanja i gradnje, a koje se odnose na jačinu svetla za osvetljavanje radnih prostorija;
- obavezno uvođenje uređaja za otprašivanje i provetravanje radnih prostorija, u kojima dolazi do zagađenosti i zagađivanja hemijskim sredstvima ili drugim izvorima zagađivanja.

U prilog ovakvim predlozima, navodim i mišljenje prof. ing. R. Marušića, izneto u njegovom članku »Sigurnost u separacijama« (časopis »Sigurnost u rudnicima«, vol. III, No. 4, 1968. god.).

Sigurno je, da donošenje određenih propisa nisu jedina akcija i mera, koje u vezi sa zaštitom na radu u pogonima za pripremu mineralnih sirovina treba da budu donete i učinjene. Ovo tim pre, što se ovih propisa i

njihovih primena setimo tek onda, kada je do nesreće ili nevolje došlo. U svemu tome to treba da bude zajednička briga i osoblja koje radi u procesu, stručnjaka koji se bave naučno-istraživačkim radom na planu zaštite na radu, projektanata i izvođača objekata, a posebno stručnjaka koji razrađuju i projektuju tehnološke procese.

SUMMARY

Some Observations Concerning Safety Measures in the Mineral Processing Plants

Dr D. Draškić, min. eng.*)

Questions concerning safety measures in the mineral processing plants are reviewed in the paper. They bear upon both processing taken as a whole as well as upon various process stages. In relation to these unsecure conditions and effects on workers' healths are discussed for such stages as ore storage, crushing, grinding and classification, various aspects of concentration, dewatering, etc. Some of the problems discussed are related to the process as such, while others concern the worker himself whose carelessness increases the number of accidents. Finally, measures are proposed which should be undertaken in order to secure the fullest possible safety at work in this type of industrial plants.

*) Dr ing. Dragiša Draškić, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Določitev pokazatelja „intenzivnost zračenja“ kot osnovnega parametra za rešavanje zadostnega prezračevanja jame Zahod rudnika lignita Velenje

Dipl. ing. Štefan Zagoričnik

Uvod

V predloženih tabelah 1 do 8 so zbrani tehnični podatki zračenja za jamo Vzhod in Zahod Rudnika lignita Velenje z ozirom na analize jamskega zraka in ostale pokazatelje, ki nam morejo služiti kot osnova za projektiranje potrebne količine jamskega zraka v Zahodnem polju jame Preloge.

Za jamo Vzhod so zbrani povprečni podatki za obdobje od leta 1957 do 1. kvartala leta 1967 v tabelah od 1 do 4a. Povprečni zadevni podatki za jamo Zahod pa se nanašajo na obdobje od leta 1960 do 1. kvartala 1967 in so prikazani v tabelah 5 do 8. Te podatke pa je potrebno analizirati z ozirom na dejstvo, da je jama Zahod v razvojni fazi postopnega povečanja proizvodnje in da dolžina odprtih jamskih prostorov ni v sorazmerju z dnevno proizvodnjo.

V tabeli 1 so podane med drugim povprečne količine zraka z ozirom na pokazatelj $\frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$, t. j. količina izstopajočega

jamskega zraka na dnevno proizvedeno tono, ki označuje „intenzivnost zračenja“ in je važen podatek za projektiranje potreb svežega jamskega zraka za jamo Zahod. Skupna količina jamskega zraka mora biti vsklajena z varnostnimi predpisi glede razredčenja jamskih plinov, kakor tudi glede ugodne klimatizacije delovišč.

Tabelarično so tudi prikazane količine jamskega zraka, ki so bile dosežene po posameznih odkopnih etažah v krovinskem in talninskem predelu v posameznih mesecih leta 1966 in do vključno aprila 1967. Iz primer-

jalnih tabel je razvidno, kakšna količina zraka je potrebna preko treh širokih čel, skupne dolžine okrog 180 m.

Aproksimativna določitev pokazatelja „intenzivnost zračenja“

Določitev potrebnih količin je zelo težka in do danes še ni popolnoma rešena; to priznava tudi dr. ing. Skočinski. V naslednjem je podan zadevni izračun na osnovi naših podatkov. V aproksimativnem izračunu pokazatelja „intenzivnost zračenja“ je še upoštevan varnostni koeficient 1,5.

Za obdobje 1966/1967 je znašala količina zraka v jami Vzhod okrog

po tabeli 1 — od 0,467 do 0,523 $\frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{t/dan}}$ in po

tabelah 2 do 6 pa od 0,210 do 0,641 $\frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{t/dan}}$;

pri tem bila dosežena količina ogljikovega dvokisa povprečno 1 %. Kot je razvidno iz tabel, so pa odstopanja od te vrednosti, med 0,4 in 2,0 %.

Prav tako je bila temperatura pri zgoraj podani specifični količini zraka na tono premoga izpod 28°C. Povišanje temperature do 29,5°C je bilo občasno v vročih poletnih mesecih.

Z ozirom na določbo prvega odstavka 216. člena Predpisov o tehničnih ukrepih in o varstvu pri rudarskih jamskih delih (Dodatek Ur. lista SFRJ št. 11/67), sme biti največja hitrost zraka na širokem čelu 4 m/sek.

Ker ima hitrost zraka velik vpliv na klimatske razmere širokega čela v večjih globinah, naj bi znašala hitrost zraka, po mnenju belgijskih in poljskih rudarskih inženirjev in znastvenikov, okrog 2 m/sek. Z ozirom na gornjo obrazložitev privzamemo v izračun hitrost zraka $v_c = 3$ m/s in po sedanjih izkušnjah znaša povprečni profil širokega čela $p = 3,8$ m².

Na osnovi gornjih podatkov znaša dopustna količina jamskega zraka preko treh širokih čel

$$Q_d = 60 \text{ s} \cdot 3 \text{ m/s} \cdot 3,8 \text{ m}^2 = 684 \text{ m}^3/\text{min}.$$

V primeru, da je potrebno občasno povečati količino zraka preko odkopne fronte treh širokih čel in če znaša največja dopustna hitrost zraka $v_{c\max} = 4$ m/s, tedaj je količina zraka

$$Q_{\max} = 60 \cdot 4 \cdot 3,8 = 912 \text{ m}^3/\text{min}.$$

Pri dnevnem triizmenskem cikličnem delu na treh širokih čelih bo znašala dnevna proizvodnja okrog 1.500 ton in dobimo pokazatelj „intenzivnost zračenja delovišč“ v jami Zahod

$$I_d = \frac{684 \text{ m}^3/\text{min}}{1.500 \text{ t/d}} = 0,456 \cong 0,50 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$$

ali v drugem primeru

$$I_{\max} = \frac{912}{1.500} \cong 0,61 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$$

V letu 1966 je znašal pokazatelj „intenzivnost zračenja“ celotne jame Vzhod

$$I_v = 0,467 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$$

medtem, ko je bil dosežen za prvi kvartal leta 1967 v isti jami

$$I_j = 0,523 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{t/dan}}$$

Torej je izračun zgornjega pokazatelja za delovišča jame Zahod, na osnovi izkustev jame Vzhod, približno isti kot za celotno „intenzivnost zračenja“ celotne jame Vzhod, t. j.

$$I_d \cong I_j$$

Za izračun pokazatelja „intenzivnost zračenja“ jame Zahod upoštevamo še varnostni koeficijent 1,5 z ozirom na povečano količino jamskih plinov in za potrebe klimatizacije delovišč, ter dobimo tako količino zraka kot osnovo za projektiranje potrebne količine jamskega zraka in to:

$$I_{jz} = 0,50 \cdot 1,5 = 0,75 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$$

ali v slučaju potrebe maksimalno

$$I_{jz} = 0,61 \cdot 1,5 \cong 0,90 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$$

Potrebna količina jamskega zraka

Pri potrebni letni proizvodnji

$Q = 2.500.000$ ton/leto in pri 265 delovnih dneh znaša dnevna proizvodnja

$$Q = 9450 \text{ ton/dan}.$$

Torej znaša potrebna količina zraka

$$Q_{po} = 9450 \text{ t/dan} \cdot 0,75 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}} =$$

$$= 7100 \text{ m}^3/\text{min}.$$

V primerih, da znaša maksimalna dopustna hitrost zraka preko odkopne fronte $v_{c\max} = 4$ m/s, je potrebna količina zraka

$$Q = 9450 \text{ t/dan} \cdot 0,9 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$$

$$= 8505 \text{ m}^3/\text{min}$$

Po določbi 225. člena Predpisov o tehničnih ukrepih in o varstvu pri rudarskih jam-

skih delih je potrebno imeti rezervo v ventilatorski kapaciteti za 25% in znaša tako potrebna projektirana kapaciteta ventilatorskih postaj

$$Q_{pr} = 7100 \cdot 1,25 = 8875 \text{ m}^3/\text{min.}$$

V „Študiji o zračenju podzemeljskih prostorov v rudniku lignita Velenje“, ki ga je izdelal Rudarski inštitut Ljubljana pa so podani naslednji izračuni za potrebno količino zraka za razredčenje jamskih plinov po enačbi

$$Q_r = Q_p \cdot \frac{100}{p} \text{ m}^3/\text{min.}$$

Za razredčenje CO₂ na 0,5% (člen 212, 5. odst. predpisov) znaša potrebna količina po „Študiji o zračenju podzemeljskih prostorov v rudniku lignita Velenje“ z dne 13. 4. 1967, v tabeli 9, stran 22 in stran 36:

$$Q_r = \frac{40,6 \text{ CO}_2}{0,5} \cdot 100 \text{ m}^3/\text{min} =$$

$$= 8100 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Za projektiranje velja torej prostornina zraka, izračunana za razredčenje CO₂.

Če se držimo načela, da naj vsota jamskih plinov CO₂ + CH₄ ne preseže 0,75%, kar bi sicer na utemeljene razmere mogli privzeti, bi znašala potrebna količina zraka za razredčenje

$$Q_r = \frac{(40,6 \text{ CO}_2 + 8,1 \text{ CH}_4) \text{ m}^3/\text{min}}{0,75} \cdot 100 \cong$$

$$\cong 6500 \text{ m}^3/\text{min}$$

Kapaciteta ventilatorske postaje „Preloge“ in „Glinšek“

Ta maksimalna količina jamskega zraka pa je zagotovljena z glavno ventilatorsko postajo „Preloge“ in „Glinšek“. Kapaciteta novega glavnega ventilatorja „AEREX“ na zračilnem šahtu Preloge bo znašala

$$Q_p = 5000 \text{ m}^3/\text{min} \text{ in}$$

na „Glinšek“ zračilnem šahtu z rekonstrukcijo ventilatorske postaje z ventilatorjema, tipe „Zagreb“,

$$Q_G = 4000 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Skupna kapaciteta ventilatorskih postaj znaša za jamo Zahod po končanju odkopavanja v jami Vzhod

$$Q_{sv} = 9000 \text{ m}^3/\text{min.}$$

V slučaju potrebe pa je občasno predvideno vzporedno obratovanje glavnih in rezervnih ventilatorjev na posameznih zračilnih šahtih ali pa po potrebi istočasno na zračilnem šahtu „Preloge“ in „Glinšek“. S tem se poveča količina jamskega zraka po dosedanjih izkušnjah za okrog

$$Q_{pov} \text{ za okrog } 20 \text{ do } 30\%.$$

Tako bi znašala količina zraka pri vzporednem obratovanju glavnega in rezervnega osnega ventilatorja na zračilnem šahtu „Preloge“, pri ekvivalentni odprtini jame

$$A_j = 2,3 \text{ m}^2,$$

$$Q_p = 5000 \cdot (1,2 \text{ do } 1,3) =$$

$$= 6000 \text{ do } 6500 \text{ m}^3/\text{min}$$

in na ventilatorski postaji „Glinšek“, pri ekvivalentni odprtini jame

$$A_j = 2,5 \text{ m}^2,$$

$$Q_G = 4000 \cdot (1,2 \text{ do } 1,3) =$$

$$= 4800 \text{ do } 5200 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Tako znaša skupna kapaciteta ventilatorskih postaj pri isti kapaciteti glavnega in rezervnega ventilatorja

$$Q = 10\,800 \text{ do } 11\,700 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Ohlajevanje svežega zračnega toka

Ker se nedopustno visoke temperature pojavljajo samo ob vročih dneh ali mesecih, je za znižanje temperature vstopnega zračnega

nja, za okrog 10° C, učinkovit ukrep izgradnje dveh do treh jaškov, globine okrog 25 do 30 m. Ohlajevalni jaški so simetrično razporejeni okrog glavnega zračilnega jaška.

S tem ukrepom je možno znižati temperaturo vstopnega zraka od n. pr. 30°C na 20°C.

Potrebno je z vrtnanjem ugotoviti globino konstantne letne temperature in so t. z. ohlajevalni jaški priključeni v tem območju na zračilni jašek.

Osnovni pogoji za normalno izkoriščenje ventilatorskih kapacitet

Razumljivo je, da je potrebno skrbeti za čim manjše zračilne upore, da je tako ekvivalentna odprtina jame čim večja in obratnovalna točka ventilatorja čim bolj ugodna. Znano je, da se občutno poveča ekvivalentna odprtina jame z vzporedno delitvijo zračilnih vej. Z ozirom na dosedanja izkustva v jami Velenje pri obstoječem načinu eksploatacije

debelega sloja lignita, je potrebno imeti pri širši odkopni etaži dve vstopni in dve izstopni zračilni veji. Stremeti je za tem, da se združujejo le zračilne veje 1. reda ali zračilne veje 2. ali 3. reda, le tako je zračilni jamski režim tudi v vročih poletnih mesecih stabilen.

Torej je dana možnost normalnega izkoriščanja kapacitete ventilatorske postaje „Preloge“ in „Glinšek“ v primeru, da je jamska ekvivalentna odprtina

$$A_j = 2,3 \text{ od } 2,5 \text{ m}^2.$$

Da se temu pogoju zadosti pa so potrebni čim manjši zračilni upore in zadostna ter pravilna delitev ter združitve zračilnih vej.

Zaključek

Na osnovi izkustvenih podatkov je določen pokazatelj „intenzivnost zračenja“ odkopne fronte treh širokih čel in jame, kot je to razvidno iz naslednje tabele:

Jama	Pokazatelj »intenzivnost zračenja« m ³ /min		OPOMBA
	ton/dan		
	Širka čela, skupno jama		
Vzhod — sedaj	0,30 do 0,40	0,52	—
Vzhod — povpr.	0,35		
Zahod — projekt.	0,50	0,75	vč = 3 m/s
	0,60	0,91	vč max = 4 m/s
Razlika	+ 0,15 (+ 0,25)	+ 0,23 (+ 0,39)	

Dosežena količina jamskih plinov in pokazatelj »intenzivnosti zračenja« v jami Vzhod

Tabela 1

Leto	Izstopni zrač. tok m ³ /min	Dosežena proizv. t/dan	CO ₂			CH ₄			Zraka CH ₄ : CO ₂ m ³ /min ton/dan	
			%	m ³ /min	m ³ /t	%	m ³ /min	m ³ /t		
1957	3211	5382	1,00	32,1	9,6	0,23	7,4	1,98	1 : 4,4	0,600
1958	3149	5601	1,21	38,1	9,8	0,32	10,1	2,60	1 : 3,8	0,562
1959	2498	6259	1,24	31,0	7,2	0,30	7,5	1,73	1 : 4,1	0,400
1960	2528	6284	1,36	34,4	7,9	0,31	7,8	1,79	1 : 4,4	0,403
1961	2776	6529	1,22	33,9	7,5	0,22	6,1	1,34	1 : 5,6	0,425
1962	2914	7249	1,05	30,6	6,1	0,20	5,8	1,13	1 : 5,2	0,403
1963	3356	8303	0,99	33,2	5,8	0,16	5,4	0,93	1 : 6,2	0,405
1964	3413	8872	0,91	31,1	5,0	0,20	6,8	1,10	1 : 4,6	0,385
1965	4380	9912	0,94	42,3	6,2	0,18	9,2	1,34	1 : 4,5	0,443
1966	4660	9712	0,83	38,8	5,7	0,20	7,0	1,20	1 : 5,3	0,467
1967/	4625	8850	0,67	30,9	5,2	0,11	5,1	0,83	1 : 6,0	0,523

1. — 4. meseca

Tabela 2

Podatki za klimatizacijo in »intenzivnost zračenja« krovinskega predela k + 93,0

Leto	Krovinski predel odkopne etaže k + 93,0 m										CH ₄ : CO ₂	
	Zračenje Vst. m ³ /min.	Izst. m ³ /min.	t/dan	m ³ /min. t/dan	t ^o C	%	m ³ /min	m ³ /t	%	CH ₄ m ³ /min.		m ³ /t
1966	Krovinski predel odkopne etaže k + 93,0 m											
Julij	720 ¹⁾	347	1277	0,272 ²⁾	22,5 + 3,5 ³⁾	1,00	3,47	4,07	0,10	0,35	0,41	1 : 10
Avgust	747	367	1203	0,305	22 + 5	1,10	4,04	4,84	0,15	0,55	0,66	1 : 7,3
Septemb.	725	472	1225	0,385	23 + 4	0,90	4,25	4,99	0,10	0,47	0,55	1 : 9
Oktober	737	409	1378	0,297	20 + 7	1,10	4,50	4,70	0,10	0,40	0,42	1 : 11
November	789	450	1461	0,308	15 + 11	0,70	3,15	3,11	0,10	0,45	0,44	1 : 7
December	756	423	1538	0,275	14,5 + 7,5	0,90	3,81	3,57	0,05	0,21	0,19	1 : 18
1967	Krovinski predel odkopne etaže k + 93,0 m											
Januar	605	387	1491	0,260	12,5 + 11,5	1,50	5,81	5,61	0,20	0,77	0,74	1 : 7,5
Februar	347	401	1449	0,277	12,5 + 8,5	0,70	2,81	2,79	0,08	0,32	0,32	1 : 8,8
Marec	337	418	1394	0,300	15 + 9	0,90	3,76	3,88	0,05	0,21	0,22	1 : 18
April	303	356	1020	0,349	16,5 + 7,5	1,10	3,92	5,54	0,15	0,53	0,75	1 : 7,3

Opomba: 1. Količina zraka za krovinski in talinski predel odkopne etaže

2. Pokazatelj »intenzivnosti zračenja«

3. Povišanje temperature jamskega zraka

Tabela 2a

Podatki zračenja talninskega predela k. + 93,0 v letu 1966.

Leto	Talinski predel odkopne etaže k. + 93,0 m											
	Zračenje		t/dan	m ³ /min. t/dan	t° C	CO ₂		CH ₄		CH ₄ : CO ₂		
	Vst. m ³ /min.	Izst. m ³ /min.				%	m ³ /min	m ³ /t	%		m ³ /min.	m ³ /t
Julij	720 ¹⁾	455	1341	0,339 ²⁾	22,5 + 4,5 ³⁾	0,80	3,64	3,89	0,10	0,45	0,48	1 : 8
					27							
Avgust	747	443	1263	0,351	11 + 5	1,80	7,97	9,09	0,22	0,97	1,11	1 : 8,2
					27							
September	725	397	1206	0,329	23 + 3,5	0,62	2,46	2,94	0,05	0,20	0,24	1 : 12,4
					26,5							
Oktober	737	468	991	0,472	20 + 6	0,85	3,98	5,78	0,12	0,56	0,81	1 : 7
					26							
November	789	480	930	0,516	15 + 10	0,40	1,92	2,97	0,08	0,38	0,59	1 : 5
					25							
December	756	451	767	0,588	14,5 + 2,5	0,50	2,26	4,24	0,03	0,14	0,26	1 : 16,7
					17							

Opomba : 1. Količina zraka za krovinski in talinski predel odkopne etaže
 2. Pokazatelj »intenzivnosti zračenja«
 3. Povišenje temperature jamskega zraka

Tabela 3

Podatki zračenja za krovinski predel k. + 86,0 za leto 1966 in 1967

Leto	Krovinski predel odkopne etaže k. + 86,0 m											
	Zračenje m ³ /min.	Izst. m ³ /min.	t/dan	m ³ /min. t/dan	t° C	%	CO ₂ m ³ /min	m ³ /t	%	CH ₄ m ³ /min.	m ³ /t	CH ₄ : CO ₂
1966												
Julij	702 ¹⁾	474	1003	0,193 ²⁾	22,5 + 7 ³⁾ 29,5	1,00	1,94	2,79	0,10	0,19	0,27	1 : 10
Avgust	766	341	926	0,368	22,5 + 6,5 29	1,10	3,75	5,83	0,15	0,51	0,79	1 : 7,3
September	730	492	979	0,502	23 + 6,5 29,5	0,87	4,28	6,29	0,10	0,49	0,72	1 : 8,7
Oktober	849	492	963	0,511	21,5 + 7,5 29	1,10	5,41	8,08	0,10	0,49	0,73	1 : 11
November	864	461	1048	0,440	17 + 11 28	0,70	3,23	4,44	0,10	0,46	0,63	1 : 7
December	924	456	1055	0,432	16,5 + 9,5 26	0,90	4,10	5,59	0,05	0,23	0,31	1 : 18
1967												
Januar	859	411	1045	0,393	12,5 + 13,5 26	1,60	6,58	9,06	0,40	1,64	2,26	1 : 4
Februar	809	337	526	0,641	13 + 8 21	0,70	2,36	6,46	0,15	0,51	1,40	1 : 4,7
Marec	761	261	482	0,541	14 + 10 24	0,85	2,22	6,63	0,10	0,26	0,78	1 : 8,5
April	700	251	580	0,433	16 + 7 26	0,90	2,26	5,61	0,08	0,20	0,49	1 : 11,3

Opomba : 1. Količina zraka za krovinski in talinski predel odkopne etaže

2. Pokazatelj »intenzivnosti zračenja«

3. Povišanje temperature jamskega zraka

Tabela 3a

Podatki zračenja za talninski predel k. + 86,0 za obdobje 1966/1967

I.eto	Talninski predel odkopne etaže k. + 86,0 m											
	Zračenje		t/dan	m ³ /min. t/dan	t° C	CO ₂		CH ₄		CH ₄ : CO ₂		
	Vst. m ³ /min.	Izst. m ³ /min.				%	m ³ /min	m ³ /t	%		m ³ /min.	m ³ /t
1966												
Julij	702 ¹⁾	474	1722	0,275 ²⁾	22,5 + 7,5 ³⁾	1,35	6,40	5,35	0,25	1,18	0,98	1 : 5,4
Avgust	766	447	1891	0,246	22,5 + 6,5	1,40	6,26	4,96	0,30	1,34	1,06	1 : 4,7
September	730	385	1835	0,210	23 + 5,5	1,35	5,20	4,08	0,20	1,48	1,16	1 : 6,8
Oktober	849	454	1775	0,256	21,5 + 7,5	2,00	9,08	7,36	0,30	1,36	1,10	1 : 6,7
November	864	502	1792	0,280	17 + 11	0,60	3,01	2,42	0,12	0,60	0,48	1 : 5
December	924	539	1801	0,299	16,5 + 7,5	0,90	4,85	3,87	0,12	0,64	0,51	1 : 7,5
1967												
Januar	859	532	1984	0,268	12,5 + 12,5	1,15	6,12	4,44	0,15	0,80	0,58	1 : 7,7
Februar	809	508	2024	0,251	13 + 10	1,80	9,14	6,50	0,20	1,02	0,72	1 : 9
Marec	761	616	1686	0,365	14 + 9	0,50	3,08	2,63	0,03	0,18	0,15	1 : 16,7
April	700	546	1734	0,315	16 + 10	1,40	7,64	6,35	0,20	1,09	0,91	1 : 7

Opomba : 1. Količina zraka za krovniški in talninski predel odkopne etaže

2. Pokazatelj »intenzivnosti zračenja«

3. Povišanje temperature jamskega zraka

Tabela 4 in 4a

Podatki zračenja za odkopno etažo k. + 79,0 za prvi kvartal 1967

Leto 1967.	Krovninski predel odkopne etaže k. + 79,0 m											
	Zračenje		t/dan	m ³ /min. t/dan	t° C	CO ₂		CH ₄		CH ₄ : CO ₂		
	Vst. m ³ /min.	Izst. m ³ /min.				%	m ³ /min	m ³ /t	%		m ³ /min.	m ³ /t
Januar	783 ¹⁾	285	1098	0,259 ²⁾	13 + 13 ³⁾	0,60	1,71	2,24	0,12	0,34	0,45	1 : 5
Februar	798	300	1123	0,267	13 + 9	1,15	3,45	4,43	0,25	0,75	0,96	1 : 4,6
Marec	816	304	943	0,322	15 + 9,5	0,99	3,01	4,59	0,20	0,61	0,93	1 : 4,9
April	843	244	1033	0,236	16 + 10	1,20	2,93	4,07	0,15	0,37	0,52	1 : 8

Talinski predel odkopne etaže k. + 79,0 m

Januar	783 ¹⁾	538	1495	0,360 ²⁾	13 + 11	1,60	8,61	8,29	0,55	2,96	2,85	1 : 2,9
Februar	798	540	1545	0,349	13 + 8,5	0,70	3,78	3,52	0,15	0,81	0,75	1 : 4,7
Marec	816	535	1408	0,380	15 + 8	1,45	7,76	7,93	0,42	2,25	2,30	1 : 3,4
April	843	625	1384	0,452	16 + 9	0,30	1,87	1,94	0,00	—	—	—

Opomba : 1. Količina zraka za krovninski in talinski predel odkopne etaže

2. Pokazatelj »intenzivnosti zračenja«

3. Povišenje temperature jamskega zraka

»Intenzivnost zračenja« je računana pri hitrosti zraka $v_z = 3 \text{ m/s}$ preko širokih čel. V kolikor v slučaju potrebe upoštevamo maksimalno dopustno hitrost $v_{z \text{ max}} = 4 \text{ m/s}$, se ta pokazatelj poveča na

$$I_{\text{max}} = 0,6 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{t}/\text{dan}}$$

Tako se poveča »intenzivnost zračenja« preko odkopne fronte od sedaj povprečno dosežene v jami Vzhod za 43% odnosno za 71% na širokih čelih v jami Zahod. Količina zraka preko treh širokih čel dolžine po 60 m, je normalno predvidena količina jamskega zraka okrog 685 m³/min pri hitrosti zraka $v = 3 \text{ m/s}$.

Pokazatelj »intenzitete zračenja« je sedaj v jami Zahod večji kot je to razvidno za določena obdobja v tabeli 5, 6, 7 in 8, zaradi tega, ker je jamsko polje v razvoju in je sorazmerno odprta večja dolžina jamskih prostorov napram dolžini odkopne fronte. Poleg tega so se nahajala v navedenih obdobjih, od leta 1960 do 1967, odkopne etaže popolnoma ali pa se večji del nahajajo pod svežo krovino, odnosno se še vedno vrši postopno odplinjevanje zarušenih krovnih plasti. Občasno pa je bil temu odstopanju pokazatelja »intenziteta zračenja« vzrok tudi nezadostno prezračevanje odkopov zaradi rudarsko-tehnič-

nih težav pri vzdrževanju jamskih prostorov, predvsem odkopnih prog. Ko bo jama Zahod v polnem razvoju in ustrezno urejeno jamsko zračenje, bo pokazatelj »intenzitete zračenja« zadosten t. j. v mejah okrog 0,50 do

0,60 $\frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton}/\text{dan}}$ za široka čela, a za jamo skup-

no od okrog 0,75 do 0,90 $\frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton}/\text{dan}}$, kjer zna-

ša, kot je navedeno pod točko 2, povečanje izračunanega pokazatelja, na osnovi izkustev v jami Vzhod, za 50%.

Nadalje, kot je iz podatkov razvidno, ki so primerjalno prikazani v naslednji tabeli se izračunana vrednost potrebne količine zraka približno sklada z izračunano od Rudarskega inštituta Ljubljana po tozadevni študiji, ki je že spredaj omenjena.

Izračun	količina zraka (m ³ /min)	
RI Ljubljana	8100	7000
RL Velenje	8505	7100

Pri izračunu Rudarskega inštituta Ljubljana je upoštevano razredčenje plina CO₂ na 0,5% odnosno vsota plinov CO₂ in CH₄ je 0,7%. Pri izračunu RL Velenje pa je upošte-

Podatki zračenja za jamo Zahod od leta 1960 do 1967 (1. kvartal)

Tabela 5

JAMA — ZAHOD

Leto	Izstopni zrač. tok		CO ₂			CH ₄			CH ₄ : CO ₂	Zraka m ³ /min ton/dan
	m ³ /min dn.	Popreč. proizv. t/dan	%	m ³ /min	m ³ /t	%	m ³ /min	m ³ /t		
1960	1320	744	1,25	16,5	18,00	0,30	5,0	5,47	1 : 3,29	1,77
1961	1526	1258	0,98	15,0	14,20	0,31	4,7	4,42	1 : 3,16	1,22
1962	1482	990	0,64	9,5	9,25	0,16	2,4	2,33	1 : 4,00	1,50
1963	1621	1389	0,76	12,3	12,80	0,13	2,1	2,17	1 : 5,84	1,16
1964	2020	1685	0,87	17,6	15,00	0,18	3,6	3,05	1 : 4,83	1,20
1965	1481	1423	0,71	20,3	22,0	0,21	6,0	6,30	1 : 3,40	1,04
		(2830)								(1,98)
				14,6						
1966	1818	1569	0,81	18,2	15,9	0,23	5,2	4,50	1 : 3,53	1,07
	(2240)						4,1			
1967	2285	2061	0,64	18,76	13,1	0,18	5,3	3,7	1 : 3,5	1,11
1. do 4.	(2931)									(1,42)

Opomba: podatki v oklepaju se nanašajo na količino zraka skupno z zračenjem črpališča na koti — 62,5 m.

Podatki zračanja za šir. čelo A, k. + 48/53 v severnem predelu jame Zahod Tabela 6

Leto	Zračanje		t/dan	m ³ /min. t/dan	t ^o C	CO ₂		CH ₄		CH ₄ : CO ₂		
	Vst. m ³ /min.	Izst. m ³ /min.				%	m ³ /min	m ³ /t	%		m ³ /min.	m ³ /t
1967												
April	489	480	127	3,779	26 + 3,5 29.5	0,90	4,32	49,09	0,20	0,96	10,91	1 : 4,5
Maj	370	480	302	1,589	26.5 + 5,3 31.8	1,40	6,72	32,15	0,35	1,68	8,04	1 : 4
Junij	289	303	313	0,968	27.5 + 1,0 28.5	1,10	3,33	15,35	0,30	0,91	4,19	1 : 3,7
Julij	355	378	269	1,405	26.5 — 26.5	0,45	1,70	9,09	0,18	0,68	3,64	1 : 2,5
Avgust	286	276	314	0,879	26.8 + 1,7 28.5	1,00	1,00	2,76	0,30	0,83	3,81	1 : 3,3

Tabela 7

Podatki zračenja za široka čela A in B, k. + 39 v sev. predetu jame Zahod

Leto	Izstopno zračenje iz šir. čela AB k. + 39										CH ₄ : CO ₂		
	Zračenje		Izst. m ³ /min.	t/dan	m ³ /min. t/dan	t ^o C	CO ₂		CH ₄				
	Vst. m ³ /min.	Izst. m ³ /min.					%	m ³ /min	m ³ /t	%		m ³ /min.	m ³ /t
1966													
April	285	218	418	0,521	56,2 + 27,5	1,3	2,70	5,87	20,24	1,10	2,40	8,28	1 : 2,5
Maj	605	629	417	1,508	26 + 28,5	2,5	1,30	8,17	28,27	0,42	2,64	9,13	1 : 3,1
Junij	652	638	724	0,881	29,5 - 28,5	1,0	1,40	8,93	17,75	0,65	4,15	8,25	1 : 2,2
Julij	654	650	658	0,988	28,6 + 30	1,5	1,00	6,50	14,22	0,30	1,95	4,26	1 : 3,3
Avgust	640	645	869	0,742	28 + 28,8	0,8	1,00	6,45	10,69	0,40	2,58	4,28	1 : 2,5
September	547	538	930	0,578	27,5 + 28,5	1,0	1,05	5,65	8,75	0,30	1,61	2,49	1 : 3,5
Oktober	680	697	866	0,805	28,2 - 27,5	0,7	1,00	6,97	11,59	0,22	1,53	2,55	1 : 4,5
November	604	620	811	0,764	26	0	1,10	6,28	12,11	0,15	0,93	1,65	1 : 1,2
December	642	653	903	0,723	26	0	0,60	3,92	6,25	0,20	1,31	2,09	1 : 3,0
1967													
Januar	524	442	1013	0,436	21,5 + 23,5	2,0	0,75	3,32	4,72	0,20	0,88	1,25	1 : 3,8
Februar	558	491	819	0,599	19,8 + 23	3,2	0,60	2,95	5,18	0,22	1,08	1,90	1 : 2,7
Marec	468	385	802	0,480	21 + 24	3	0,70	2,69	4,83	0,35	1,35	2,42	1 : 2
April	528	490	567	0,864	20 + 22	2	0,75	3,67	9,31	0,40	1,96	4,97	1 : 1,9

van pokazatelj „intenzivnosti zračenja“ 0,5
 $\frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$ odnosno 0,6 ($\frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{ton/dan}}$) pri hitrosti zraka
 preko odkopne fronte $v_t = 3 \text{ m/s}$ odnosno
 $V_{g\text{max}} = 4 \text{ m/s}$.

Kapacitete glavnih ventilatorskih postaj znašajo:

a) na zračilnem šahtu „Preloge“	$Q_p = 5000 \text{ m}^3/\text{min}$
b) na zračilnem šahtu „Glinšek“	$Q_G = 4000 \text{ m}^3/\text{min}$
Skupno	$Q_s = 9000 \text{ m}^3/\text{min}$

V slučaju potrebe po večji količini zraka kot n. pr. v vroćih poletnih mesecih in ob-

časni večji ekshalaciji jamskih plinova od normalne, je možno povećati kolićino svežega jamskega zraka s pomoćjo začasnega vzporednega obratovanja glavnih ventilatorjav na zračilnem šahtu »Preloge« ali »Glinšek«.

Pri zračilnem sistemu jame je potrebno skrbeti za ćim manjše upore zraka, t. j. vodenje zraka se mora vršiti po vzporednih zračilnih vejah, z dvema vstopnima in dvema izstopnima zračilnima vejama na odkopni etaži ali z dvema vstopnima in tremi izstopnimi zračilnimi vejami, da je tako jamska ekvivalentna odprtina ćim većja. Tako bomo imeli zagotovljeno stabilnost zračilnega režima in klimatizaciju delovišč tudi v poletnih mesecih. Tudi v slučaju većjega plinskoga vdora bo stabilnost zraćenja zagotovljena.

KRATAK IZVOD

Određivanje pokazatelja „intenzitet provetravanja“ kao osnovnog parametra za izraćunavanje potrebne ventilacije jame „Zahod“ rudnika lignita Velenje.

Dipl. ing. Š. Zagorićnik

U predmetnom ćlanku autor ukazuje na mogućnost projektovanja potrebne kolićine vazduha na osnovu rezultata hemijskih analiza jamskog vazduha i ventilacionih parametara na konkretnom primeru zapadnog polja Rudnika lignita Velenje koje je još u razvoju.

Na osnovu iskustvenih podataka o intenzitetu provetravanja otkopa i cele jame u periodu od 1969—1967. god. određuje se sadašnji intenzitet provetravanja tri široka ćela cele jame Istoćnog polja. Sadašnji intenzitet prethodno preraćunat na intenzitet provetravanja za uslov da kroz otkope prolazi vazdušna struja brzinom 3 m/sek, odnosno u skladu s propisima najviše 4 m/sek, koristi za izraćunavanje potrebne kolićine vazduha u Zapadnom polju.

Da bi obezbedio povoljne klimatske uslove i odvođenje izdvojenih gasova u kolićinama koje se mogu očekivati do postizanja punog kapaciteta Zapadnog polja, autor na preraćunati intenzitet provetravanja Istoćnog polja za raćunanje potrebne kolićine vazduha u Zapadnom polju primenjuje sigurnosni koeficijent 1,5. Pomenutim povećanjem brzine na 3 m/sek odnosno 4 m/sek u otkopima Istoćnog polja postiže se, da se intenzitet provetravanja jame poveća za 43% a otkopa za 71%.

Do istih rezultata dolazi Rudarski Inštitut u Ljubljani raćunanjem potrebne kolićine vazduha, s obzirom na razređenje ugljendioksida na 0,5%, odnosno ugljendioksida zajedno sa metanom na 0,7%.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bestimmung der Koeffizienten für die „Bewetterungsintensität“ als Grundparameter für die Berechnung der erforderlichen Wettermengen des Branukohlenbergwerks Velenje Zahod

Dipl. Ing. S. Zagoričnik*)

In diesem Aufsatz weist der Verfasser auf die Möglichkeit der Projektierung der erforderlichen Wettermengen aufgrund der Ergebnisse der chemischen Analysen der Grubenluft und Bewetterungsparameter am konkreten Beispiel des noch in Entwicklung befindlichen Westfeldes des Kohlenbergwerks Velenje, hin.

Aufgrund der Erfahrungsdaten über die Bewetterungsintensität der Abbaubetriebe und der ganzen Grube in der Zeit von 1959—1967 wird die jetzige Bewetterungsintensität der drei Strebbaue der ganzen Grube des Ostfeldes bestimmt. Die augenblickliche Intensität vorläufig berechnet für die Bewetterungsintensität aufgrund der Voraussetzung, dass die Abbaue eine Wetterstrom mit einer Geschwindigkeit von 3 m/sec bzw. gemäss den Vorschriften höchstens 4 m/s bestreicht, wird für die Berechnung der erforderlichen Wettermengen im Westfeld benutzt.

Damit günstige klimatische Bedingungen und die Ableitung der ausgeströmten Gase in den zu erwartenden Mengen bis zur Erreichung voller Förderleistung des Westfeldes sichergestellt werden, setzt der Verfasser die errechneten Wettermengen zur Bewetterung des Westfeldes einen Sicherheitskoeffizienten ein.

Durch oben genannte Geschwindigkeitssteigerung von 3 m/sec auf 4 m/sec in den Abbaubetrieben des Ostfeldes wird eine Bewetterungsintensität der Grube um 43% und der Abbaubetriebe um 71% vergrössert.

Zu gleichen Ergebnissen ist das Bergbauinstitut in Ljubljana durch Bestimmung der erforderlichen Wettermengen mit Rücksicht auf die Verdünnung von Kohlendioxyd auf 0,5% bzw. Kohlendioxyd zusammen mit Methan auf 0,7% gekommen.

Literatura

- Abramov, F. A. 1966: Vpliv povišanja depresije za izboljšanje jamskega zračenja (rusko). Bezop. truda, Moskva 10: (1966) 5, str. 46/48.
- Bende, J. 1959/1960: Raziskave jamske klime v premogovniku Béke pri Kányás (nemško). — Mitteilungen des ungarischen Forschungsinstitutes für Bergbau, 1959/1960, 3/4, stran 28/42. Bányászati kutató intézet, Budapest.
- Bodgin, N. N. 1961: Jamsko zračenje (rusko) Gosgortehizdat Moskva, str. 216 — 218.
- Frycz, 1965: Vpliv hitrosti zraka na klimatske razmere širokega čela v globokih premogovnikih (nemško). V. Wettertechnisches Kolloquium. Kammer der Technik, Leipzig, str. 64/75.
- Karpov, A. M. 1966: Ovrednotenje posebnosti težavnega prezračevanja jamskih prostorov v doneckem premogovnem bazenu (rusko). — Ugol' 41 (1966) 3, str. 59/61.
- Linsel, E. 1965: Stanje razvoja na področju jamskega zračenja (nemško). — Grückauf 101 (1965) zvez. 26, str. 1517.
- Skočinski, — Komarov, 1956: Jamsko zračenje (nemško). VEB Verlag Technik, Berlin, str. 169, 466/473.
- Študija o zračenju podzemeljskih prostorov v rudniku lignita Velenje. Rudarski inštitut Ljubljana 1967.
- Dr. Koch, Leipzig, »Technische Mittel zur borbun gegen feuer«.
- »Technische Mittel zu der Staubbekämpfung«
- »Bergbau und Hütte« Sicherheit — Heft 2, Leipzig 1967.

*) Dipl. ing. Štefan Zagoričnik, Rudnik lignita Velenje

Granice za učinke ciklonskih izdvajача prašine

(sa 6 slika)

Dr dipl. ing. V. Quitter — dipl. matem. J. Petroll

Opšti deo

Tokom poslednjih decenija vršeni su značajni radovi na naučnom istraživanju ciklonskih otprašivača u cilju povećanja efikasnosti izdvajanja [1]. U tome se uspelo, ali odnos povećanja izdvajanja prema utrošenoj pogonskoj energiji nije povoljan. Veoma komplikovana ispitivanja turbulencije u ciklonima nisu doprinela daljem razvoju i povećanju efikasnosti izdvajanja.

S obzirom da skoro pri svakoj promeni stepena izdvajanja prašine dolazi do promene pritiska i da karakteristična svojstva prašine vrše odlučujući uticaj u tom pogledu, na bazi ovih parametara nije moguće ustanoviti koji je ciklonski izdvajač od dva raspoloživa bolji, odnosno tehnički i ekonomski efikasniji.

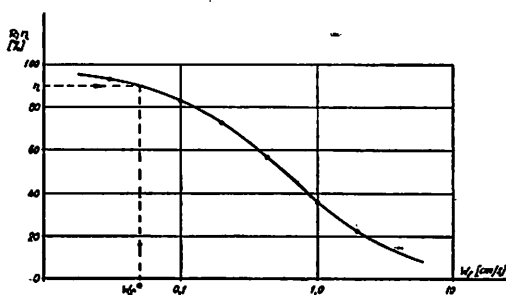
Teoretske osnove

Od poznatih teorija o ciklonima van Tongerena, Ter Lindena, Fiefela i Bartha, smatramo poslednju kao najbolju.

Barth po svojoj metodi proračunavanja [2] međusobno povezuje gubitak pritiska, brzinu izdvajanja i tonjenja (padanja) i geometrijske razmere izdvajача.

Brzina izdvajanja i padanja w_f^* jednog ciklonskog izdvajача teoretski je ona brzina padanja, pri kojoj je na česticu prašine radijalno dejstvujuća centrifugalna sila prema obodu ciklona jednaka radijalno dejstvujućoj povlačnoj sili koja je usmerena u suprotnom pravcu. Zbog toga će sve čestice sa brzinom pada $W_f > W_f^*$ biti potpuno izdvojene,

a sve čestice sa brzinom pada $W_f < W_f^*$ biće u celini propuštane. Polazeći od ove postavke, zbirni stepen izdvajanja dobija se iz karakteristične krive zaostatka prašine. Na isti način (samo u obrnutom smislu) brzina izdvajanja i padanja zrnaca u ciklonskom izdvajачu može se utvrditi iz karakteristične krive zaostatka [3].



Sl. 1 — Grafičkon za određivanje brzine izdvajanja i pada.
Abb. 1 — Diagramm zur Ermittlung der Trennsinkgeschwindigkeit.

Prema metodi proračunavanja ciklonskih izdvajача, brzina izdvajanja i pada, kao i gubitak pritiska, određuju se iz protoka i gustine gasa i iz geometrijskih dimenzija aparatura na sledeći način:

$$W_f^* = \frac{\pi}{16} g \frac{d_a^3}{q \frac{h}{r_i} \left(\frac{r_a}{r_i}\right)^3} \left(\gamma \frac{h}{r_i} + \frac{\alpha}{\frac{r_a}{r_i} \frac{r_e}{r_a}} \frac{f_e}{f_i} \right)^2 \quad (1)$$

$$\Delta p = \frac{8\rho}{\tau^2} \cdot \frac{q^2}{d_a^5} \cdot \left(\frac{r_a}{r_i}\right)^4 \cdot \left(\lambda \frac{h}{r_i} + \nu \frac{\alpha}{\frac{r_a}{r_i} \frac{r_e}{r_a}} \frac{f_e}{f_i} \right)^{-2} \quad (2)$$

$$X \left\{ K \left(\lambda \frac{h}{r_i} + \frac{\alpha \frac{f_e}{f_i}}{\frac{r_a}{r_i} \cdot \frac{r_e}{r_a}} \right)^2 - 1 + \right. \\ \left. + \frac{r_i}{r_a} \left[\left(\lambda \frac{h}{r_i} + \frac{\alpha \frac{f_e}{f_i}}{\frac{r_a}{r_i} \cdot \frac{r_e}{r_a}} \right)^2 \cdot \left(\frac{r_a}{r_i} \cdot \frac{r_e}{r_a} \right)^2 \right] - 1 \right\}$$

Ovi proračuni Bartha zasnivaju se na mnogobrojnim pretpostavkama, zbog čega formula nije opštevažeća. Međutim, na osnovu izvršenih ispitivanja ciklona [4], može se područje primene proveriti u zavisnosti od konstrukcionih dimenzija.

Mogućnosti upoređivanja ciklonskih izdvajča

Prilikom naših ispitivanja utvrdili smo da je korišćenje W — P dijagrama [5] najpovoljnija mogućnost za upoređivanje. Jednačine (1) i (2) mogu se postaviti na sledeći način:

$$W_i^* = \frac{g}{9,81} \frac{d_a}{\left(\frac{q}{d_a^2} \right)} \cdot W \quad (3)$$

$$\Delta p = \left(\frac{g}{d_a^2} \right)^2 \cdot P \quad (4)$$

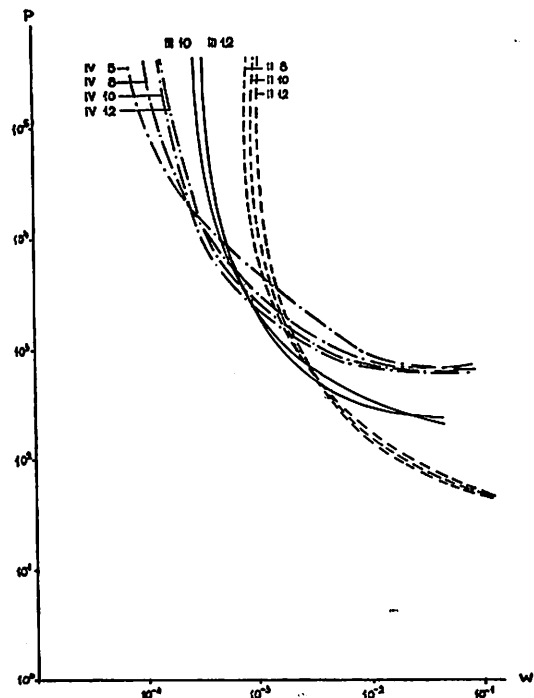
W i P su dve veličine koje zavise isključivo od geometrijskih proporcija ciklona. One su karakteristične za učinak izdvajanja, odnosno za gubitak pritiska na određenom tipu izdvajča prečnika = 1 m, sa protokom gasa od 1 m³/s pri gustini gasa 1 kg/m³. U dijagramu, u kome se P prikazuje kao ordinata, a W kao apscisa, svakom tipu ciklonskog izdvajča pripada određena tačka.

Na sl. 2 prikazan je grafikon W—P na koji je nanet snop krivih pod pretpostavkom da je:

$$\lambda = +0,02; \quad K = 4,4; \quad \frac{r_a}{r_i} = 2; 3; \text{ i } 4, \text{ a}$$

$$\frac{h}{r_i} = 5; 8; 10 \text{ i } 12.$$

Prema tome, svakom pravilno izvedenom ciklonskom izdvajču sa određenim gubitkom pritiska pripada odgovarajući učinak izdvajanja. Kvalitet i podesnost jednog novog ciklonskog izdvajča može se oceniti iz njegovog položaja u W—P—dijagramu, a naročito iz položaja u odnosu na gornju krivu snopa krivih, koje su prikazane na sl. 2.



Sl. 2 — wP — dijagram.
Abb. 2 — WP — Diagramm.

Pitanje, koji je od dva navedena ciklonska izdvajča bolje izveden može se sa sigurnošću odrediti, ako se na dijagramu W—P sa logaritamskom podelom apscise i ordinate, kroz tačku W, P svakog ciklonskog izdvajča postavi prava linija sa ravnomernim usponom.

Izdvajč, čija tačka W—P leži na levoj strani prave linije, svakako je bolji.

Uspon gornje pokrivne krive W—P iznad

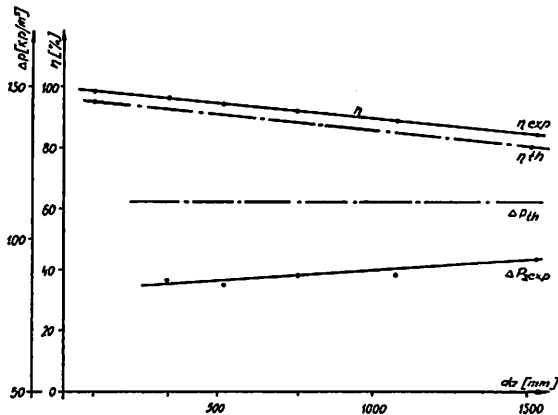
$$\text{snopa krivih na sl. 2 iznosi } \frac{5}{4}.$$

Jednačina ispitne prave u tom slučaju glasi:

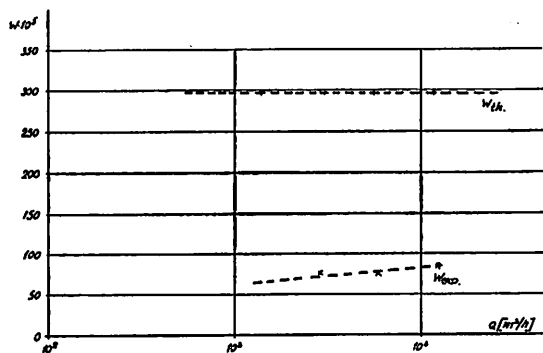
$$P = K_1 W^{5/4}; K_1 > 0$$

Jednačina (3) i (4) prikazuje količine protoka gasa $\frac{q}{d_a^2}$, s obzirom na potrebu osnovne površine ciklonskog izdvajača. Ukoliko se potrebno mesto za ciklonski izdvajač smatra kao potreba prostora, onda specifični protok gasa q_s [6] iznosi:

$$q_s = \frac{q}{(d_a^2 \cdot H)^{2/3}}$$



Sl. 3 — Zavisnost stepena izdvajanja i gubitka pritiska od dužine prečnika ciklonskog izdvajača
Ab. 3 — Abhängigkeit des Abscheidegrades und Druckverlustes vom Zyklonabscheiderdurchmesser



Sl. 4 — W — vrednosti kao funkcija protoka na geometrijski sličnim ciklonima
Abb. 4 — W — Werte als Funktion des Durchsatzes bei geometrisch ähnlichen Zyklonen.

umesto vrednosti $\frac{q}{d_a^2}$, koja označava potrebnu površinu osnove [7].

Veličine W^* i P^* prelaze tada u veličine W^{-x} u P^x . Barth i Leineweber [7] upotrebljavaju umesto W^* i P^* veličine B^* i ζ^* , koje su vezane sa W^* i P^* sledećim odnosima:

$$B^* = \frac{2}{9,81} \cdot W^* \quad (6)$$

$$\zeta^* = \left(\frac{\pi}{2} \right)^2 \cdot \sqrt{2 \cdot P^*} \quad (7)$$

Brzina izdvajanja i padanja prašine W_p^* , koja se izračunava pomoću jednačine (1), omogućuje utvrđivanje zbirnog stepena izdvajanja prašine, ukoliko je poznata karakteristična linija prašine sirovog gasa.

Uticaj konstruktivne veličine jednog ciklonskog izdvajača prašine na granične vrednosti učinaka

Iz podataka postojeće obimne literature o ciklonima za izdvajanje prašine može se utvrditi, kako konstrukciono dimenzioniranje geometrijski sličnih izdvajača utiče na stepen izdvajanja i na gubitak u pritisku.

Prema Barth-ovoj teoriji izdvajanja u geometrijski sličnim ciklonima [2] povećanjem prečnika prisilno se povećava brzina izdvajanja i pada, što dovodi do smanjenja stepena izdvajanja. Nekoliko autora [8] zastupa mišljenje, da veliki cikloni imaju bolji stepen izdvajanja, nego mali. Pritom oni se ne pridržavaju zakona o geometrijskim sličnostima.

Literaturna saznanja, kao i različiti stavovi proizvođača o uticaju konstruktivne veličine izdvajača na stepen izdvajanja, doprinele su da preduzeće VEB PKIM — Kohlenverarbeitung, Leipzig ovo pitanje eksperimentalno ispita. Pri ispitivanju preduzeće je koristilo sledeće geometrijski slične ciklone: je-

dan stakleni ciklonski izdvajač prečnika 100 mm, sa protokom od 52 m³ gasa/č, kao najmanju konstrukcionu veličinu (na kojem je bilo izvesnih manjih odstupanja u geometrijskoj sličnosti). Ostali slični cikloni imali su nominalno opterećenje od 600, 1400, 3000, 6000 i 12000 m³/h.

Koncentracija prašine u sirovom gasu iznosila je oko 5,0 g/m³. Rezultati ovih ispitivanja prikazani su na sl. 3 i 4.

Barth [9] zahteva, da se pri opitima na modelima geometrijske sličnosti slažu, da vrednost Reynold-ovog i Froude-ovog broja budu iste i da gustina mešavine nekoliko materijala bude slična. U konkretnom slučaju nije postojala mogućnost da Reynoldov i Froude-ov broj imaju istu vrednost. To je ujedno i obrazloženje odstupanja od linearne zavisnosti između brzine izdvajanja — pada i prečnika izdvajača, ukoliko se radi o malim konstrukcionim veličinama.

Opadanje stepena izdvajanja od 96% za ciklon protoka gasa 3000 m³/h na 84% za ciklon od 12.00 m³/h protoka, zavisno je od vrste upotrebene prašine; odgovara jednom povećanju brzine izdvajanja i pada od 0,0003 m/s na 0,0022 m/s. Na slici 4 izvršena je uporedna analiza teoretskih i eksperimentalno utvrđenih vrednosti za W.

Prema Barthovoj teoriji [2] brzina W mora ostati konstantna za geometrijski slične ciklone, a isto tako i gubitak pritiska $\Delta p = f(d_a)$ ostaje konstantna. Kao što se na sl. 3 i 4 vidi, teoretske postavke nisu potvrđene eksperimentalnim rezultatima. Izmereni gubitak pritiska blago se povećava sa povećanjem konstrukcione veličine ciklona, a eksperimentalna vrednost W_{exp} nije konstantna za izdvajače različitih dimenzija. Ucrtane teoretske vrednosti za stepen izdvajanja na sl. 3, dobijene iz izračunatih brzina izdvajanja i pada, izračunavaju se pomoću eksperimentalno utvrđene krive raspodele zrnaca.

Mogućnosti povećavanja učinaka pomoću konstruktivnih mera

Ciklonski izdvajači obično su opremljeni dopunskim uređajima, čiji uticaj se negativno odražava na stepen izdvajanja i na gubitak pritiska.

Uticaj prelaznih delova i izlazne spirale

Poznati su slučajevi da se, po završetku izgradnje postrojenja za otprašivanje, ustanovi kako nisu ostvareni predviđeni količinski efekti usisavanja. U jednom slučaju je ustanovljeno, da je prelazni priključak između dovodne cevi i ulaza u ciklonski izdvajač proizrokovao gubitak (pad) pritiska do 66%.

Odnosi na izlazu izdvajača još su najpovoljniji. Zbog toga nije preporučljiv neposredni priključak prirubnice cevnog voda na zagnjurenju cev, a naročito ako je u pitanju smanjenje prečnika cevnog voda ili priključak kolenaste cevi na krivini. Usled dejstva krivine, pre svega kod izdvajača sa visokim efektima, gubici mogu biti po veličini isti kao i gubici pritiska u ciklonskom izdvajaču. Vrlo povoljna iskustva stečena su sa izlaznim spiralama, jer su utvrđeni minimalni gubici pritiska, a energija se može delimično pretvarati u pritisak.

Uticaj napreznja

Često, iz građevinsko-tehničkih razloga, ne postoji mogućnost postavljanja komada prave cevi za ulaz gasa u ciklon. Zbog toga se na eksperimentalnoj stanici ispituju uslovi napreznja kolenaste cevi 90° postavljene odozgo, odozdo, bočno u pravcu ili u suprotnom pravcu uvijanja. Kolenasta cev postavljena je neposredno ispred ciklona. Pri dispoziciji „koleno odozdo ili suprotno pravcu uvijanja“ dolazi do očekivanih povećanih gubitaka pritiska, čak do 15 kp/m² i do smanjenja stepena izdvajanja. Ostala naponska stanja mogu se u praksi koristiti, jer ne pokazuju nikakve nedostatke u odnosu na pravolinijska uvijanja. Međutim, mora se voditi računa, da u ulaznom delu ciklona raspodela gasova bude što ravnomernija i da ne dođe do pojave područja »mrtve vode«. Kod zamenе prave cevi sa kolenom od 15° prema dole došlo je, pri istom gubitku pritiska, do povećanja stepena izdvajanja od 93,5% na 94,5%. Ova razlika je mala, ali se ne sme zanemariti, jer je do povećanja stepena izdvajanja došlo bez povećanja utroška energije.

Direktno povezivanje cevnog voda u ciklonskom izdvajaču

Iz prethodnog poglavlja vidi se da pri usporavanju brzine gasne struje pred ulazom u ciklon nastaju značajni gubici pritiska. Zbog toga je na jednom ciklonskom izdvajanju sa predviđenom ulaznom brzinom od 16 m/s uklonjena kratka ulazna cev i dovodna cev za gas direktno navarena, bez prelaznog komada. Brzina u ciklonu je ista, kao i u cevnom vodu V_s (20 m/s). Međutim, istraživanja su dala negativne rezultate. Gubitak pritiska bio je posle promene ulaza, pri istom protoku gasa, za 17 kp/m² veći, a stepen izdvajanja smanjen je za 0,5%. Ova ispitivanja potvrdila su ranije dobijene rezultate, da optimalna brzina pri ulasku u ciklon leži između 10 i 15 m/s.

Uticao vrtloženja na iznošenje (ispust) prašine

Na donjem delu konusa izdvajača primećuje se uticaj vrtloženja na količine izdvojene prašine. S jedne strane, već izdvojena prašina se ponovo uskovitlava, a sa druge strane, vrtložna rotirajuća prašina prouzrokuje jače abanje radnih organa na izlaznom delu izdvajača. Postoje dva različita načina za smanjenje abanja. Vrtloženje se može ugradnjom ukrštenih rešetki prigušiti ili pomoću konusnih pokrivača prostorno ograničiti.

Prva mera nije preporučljiva, jer se pokrivanjem limenim konusnim poklopcima postižu daleko bolji rezultati. Ugradnjom ovih građevinskih elemenata povećava se stepen izdvajanja za nekoliko procenata bez ikakvih promena pritiska. Istraživanja su vršena na jednom staklenom izdvajaču. Ugradnjom konusnih poklopaca povećan je stepen izdvajanja od 91,6% na 93,0%, a specijalnom kombinacijom cilindra u konusu stepen izdvajanja je povećan čak i do 95,0%, bez gubitka pritiska, ili uz minimalno i beznačajno povećanje Δp .

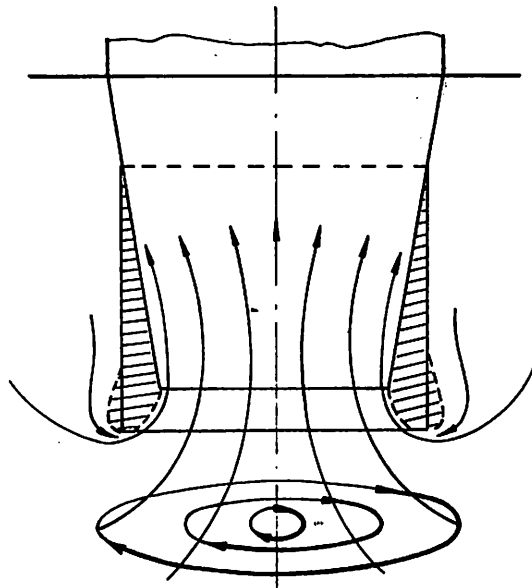
Uticao cevne šipke za prašinu i postavljanje međubunkera na efekat izdvajanja

Svrha oba organa je da se prašina, u slučaju potrebe deponovanja, ukloni iz uticajne zone vrtloženja. Opiti su nedvosmisleno po-

tvrdili da su i cev za pad prašine i međubunker korisni. Pri skladištenju prašine direktno ispod konusa, stepen izdvajanja je manji za 1,9% nego pri deponovanju prašine u međubunker.

Uticao specijalne izvedbe sa zagnjurenim cevi na gubitak pritiska i na efekat izdvajanja

U okviru istraživanja neposredni uticaj prečnika zagnjurene cevi nije računski obrađivan. Radovi su ograničeni samo na dopunski uređaj zagnjurene cevi (sl. 5).

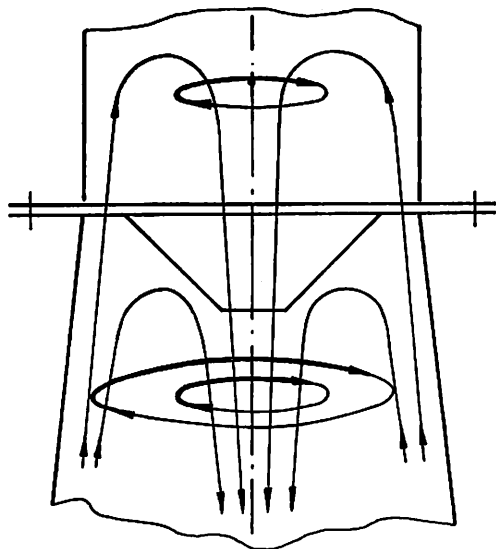


Sl. 5 — Poklopac zagnjurene cevi
Abb. 5 — Tauchrohraufsatz

Posle postavljanja cilindrične cevi na konusnu zagnjurenim cev, smanjen je gubitak pritiska od 130 na 100 kp/m². Svakako da je i u ovom slučaju veoma važno pridržavanje utvrđenih geometrijskih dimenzija. Efekat se može objasniti stvaranjem strujnog tela, koje je na sl. 5 šrafirano. Bez ovog uređaja na oštrim ivicama zagnjurene cevi dolazi do većih gubitaka. Potrebno je da se posebno ukaže kako smanjenje gubitaka pritiska pokazuje različite vrednosti za različite veličine ciklonskih izdvajača. Do smanjenja stepena izdvajanja nije dolazilo pri ovim ispitivanjima.

Unutrašnje povratno usisavanje

Pri unutrašnjem usisavanju, izdvojena prašina pokrivena je limom konusnog oblika. Vrh poklopca je otvoren (sl. 6). Način rada vrtložnika može se uporediti sa radijalnim ventilatorom. Kroz otvor konusa usisava se vazduh iz prostora ispod konusa. Radi izjednačenja nastalog potpritiska, vazduh iznad konusnog pregradnog zida mora pridolaziti. Pomoću ovog strujanja vazduha, povećava se količina prašine.



Sl. 6 — Unutrašnje povratno usisavanje
Abb. 6 — Innere Rücksaugung

Ispitivanja su potvrdila da je stepen izdvajanja kod zatvorenog otvora za 10% veći, nego što je bio pri otvorenom otvoru za povratno usisavanje. Izvesno je, da vrtlog iz prostora ispod konusnog poklopca povuče sa sobom veće količine prašine u čisti gas. Ova ispitivanja vršena su na istim ciklonima i pod jednakim pogonskim uslovima.

Zaključak

Za uobičajene karakteristike i parametre ciklonskih izdvajaa prašine kao što su gubitak pritiska, stepen izdvajanja, granična zrna odnosno brzina izdvajanja i pada, utvrđen je pomoću formula jedan određeni odnos. Iz ve-

ličine i položaja pokazatelja u $W - P$ dijagramu može se oceniti efikasnost rada ciklonskih izdvajaa. Smišljenim i celishodnim konstruktivnim rešenjima može se u manjoj meri doprineti poboljšanju efekata ciklonskih izdvajaa prašine, ali ove mogućnosti ne treba precenjivati.

Dalji razvoj klasičnih ciklonskih izdvajaa može se smatrati uglavnom završenim, i jedino ostaje, da se pronađu izvesna poboljšanja učinaka izdvajanja na bazi daljih istraživanja u ovoj oblasti.

Upotrebljavani znaci i formule

- r_a = poluprečnik obloge ciklonskog izdvajaa u m
 - r_i = poluprečnik ulaza zagnjurenene cevi u m
 - h = rastojanje zagnjurenene cevi od donjeg dela ciklonskog izdvajaa, izmereno na jednoj cilindričnoj površini veličine prečnika zagnjurenene cevi u m
 - r_e = rastojanje sredine ulaza u ciklonski izdvajač prašine od osovine ciklona u m
 - f_e = profil na ulazu u ciklonski izdvajač u m^2
 - f_i = presek ulaza u zagnjurenenu cev u m^2
 - w_f = brzina pada čestice prašine u mirujućem gasu u m/s
 - w^*_f = brzina izdvajanja i pada u m/s
 - q = protok gasa u m^3/s
 - ρ = gustina gasa u kg/m^3
 - g = zemljišno ubrzanje u m/s^2
 - v_e = srednja brzina gasa na preseku ulaza u ciklon u m/s
 - v_i = srednja aksijalna brzina na preseku ulaza u zagnjurenenu cev u m/s
 - u_i = srednja obodna brzina na površini cilindra prečnika = $2 r_i$ u m/s
 - α = korekcionni faktor uvijanja
 - Δp = ukupan gubitak pritiska u ciklonskom izdvajaču u kp/m^2
 - ϵ = $p(\rho) 2u_i^2$ = koeficijent gubitka
 - λ = koeficijent trenja na zidovima
 - K = koeficijent gubitka zbog uvojnog (torzionog) strujanja
 - d_a = $2 r_a$
 - H = ukupna konstrukciona visina ciklonskog izdvajaa u m
- $$W = \frac{9,81}{g} \cdot \frac{W^*_f \cdot q}{d^3_a} = \text{koeficijent izdvajanja}$$
- $$P = \frac{\Delta p \cdot d^4_a}{\rho \cdot q^2} = \text{koeficijent gubitka pritiska}$$

ZUSAMMENFASSUNG

Leistungsgrenzen von Zyklonabscheidern

Dr Ing. V. Quitter — Dipl. Math. J. Petroll*)

Für die allgemein üblichen Zyklonabscheiderkenngrößen Druckverlust, Abscheidegrad, Grenzkorn bzw. Trennsinkgeschwindigkeit wurde ein formelmässiger Zusammenhang gegeben. Aus der Grösse und Lage von Beiwerten im W, P-Diagramm kann die Leistungsfähigkeit von Zyklonabscheidern eingeschätzt werden. Durch konstruktive Spitzfindigkeiten lassen sich im geringen Masse Verbesserungen an Zyklonabscheidern erzielen, die aber nicht überschätzt werden sollten. Es kann gesagt werden, dass die Entwicklung des klassischen Zyklonabscheiders für abgeschlossen gilt und nur noch durch grossen Forschungsaufwand geringe Steigerungen der Leistungsfähigkeit möglich sind.

*) Dipl. ing. V. Quitter i dipl. matem. J. Petroll, saradnici VEB PKM Kohleverarbeitung, Leipzig.

Tehnička i bioenergetska svojstva samospasioca M-67-MZ pri određenim telesnim naprezanjima

(sa 1 slikom i 3 dijagrama)

Dr Živko Stojiljković — dipl. ing. Borivoje Mitić — san. tehn. Hranislav Mandić

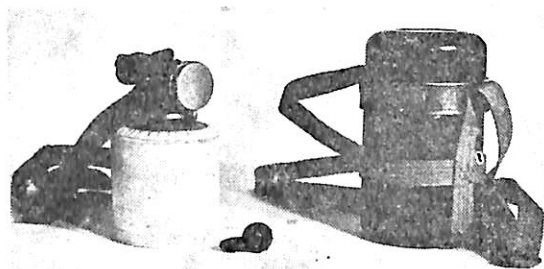
Poznato je da se u rudnicima za zaštitu disajnih organa pri iznenadnom delovanju opasnih koncentracija ugljen monoksida i to najčešće za vreme jamskih požara, eksplozija i sl. mora upotrebiti samospasilac. Od posebnog je značaja upotreba ovog zaštitnog sredstva za vreme većih nesreća u rudnicima, gde su izloženi opasnosti od trovanja mnogi radnici. Iz tih razloga preduzeće »Miloje Zakić« — Kruševac je nastojalo da primenjuje najnovija dostignuća tehnike kao i ljudskog faktora u inženjeriji i konstrukciji (Human engineering) obezbedi samospasilac, koji će poslužiti u ovakvim i sličnim situacijama kao zaštitno sredstvo.

Pored ovoga, ugljen monoksid se pojavljuje i u nizu industrijskih grana gde su zaposleni mnogi ljudi, koji su izloženi uticaju ovog štetnog gasa. Opasnost od ugljen monoksida se pojavljuje i na takvim radnim mestima, za koja se na prvi pogled misli da su sasvim bezopasna. Tako, na primer, u dimu parne lokomotive nalazi se 2—3,6% ugljen monoksida, u dimu uličnih požara 0,1—0,5%, a u duvanskom dimu 0,5 do 1%.

U kabinama motornih vozila, koncentracija ugljen monoksida može da dostigne 0,05 mg/l pa i više, što zavisi od dužine pređenog puta.

U garažama gde nema dovoljno provetranja, opasnost od ugljen monoksida je veoma velika. Dvadeset jakih motora mogu da proizvedu u vremenu od jedne minute 28 l ugljen monoksida, a to je dovoljno da se u garaži pri zatvorenim vratima, za pet minuta stvori smrtna koncentracija.

Samospasilac M-67-MZ izrađen je posle dugogodišnjeg tehničkog i fiziološkog proveravanja i još uvek se ispituje, kako bi se njegova svojstva još više poboljšala u odnosu na izvanredna psiho-fizička naprezanja kojima je radnik izložen zahvaljujući specifičnim uslovima rada u rudarstvu.



Sl. 1 — Samospasilac M-67-MZ
Abb. 1 — Selbstretter M-67-MZ.

Tehnička ispitivanja

Tehnička ispitivanja samospasioca M-67-MZ obuhvatala su uglavnom:

- ispitivanje otpora,
- ispitivanje zagrevanja udahnutog vazduha i
- zaštitnu moć.

Svako od ovih ispitivanja daje samospasiocu određenu karakteristiku, koja omogućuje davanje ocene o njegovoj podobnosti. S obzirom da je sredstvo namenjeno za upotrebu u slučajevima kada se treba povlačiti iz zatrovane sredine, o svim ovim karakteristikama se moralo voditi računa, jer će ljud-

stvo, i pored toga što mora da se spasava, biti prinuđeno u velikom broju slučajeva, da obavlja i radove uz znatna fizička naprezanja. U tim slučajevima ove karakteristike samospasioca imaju direktan uticaj na ograničenje radnog kapaciteta kod radnika u rudnicima.

Ispitivanje otpora

Ovo ispitivanje se vrši pri udisanju i pri izdisanju. Karakterističnu veličinu pri udisanju određuje otpor cedila samospasioca, a pri izdisanju ventil izdisanja. Do sada su vršena ispitivanja pri konstantnom protoku od 30 l/min. Ovakva ispitivanja nam daju karakteristiku sredstva samo u jednoj tački područja upotrebe, što je nedovoljno za potpunu ocenu kretanja otpora. U novije vreme fabrička ispitivanja se obavljaju pri protoku od 90 l/min. Otpor udisanja se ispituje na taj način, što se kontinualna struja vazduha protoka 30 l/min. provodi kroz cedilo samospasioca u pravcu disanja. Izmereni otpor pri ovakvim ispitivanjima je 16 mm VS. Otpor ventila izdisanja se meri na isti način i iznosi 6—8 mm VS. S obzirom da je odnos brzine struje vazduha pri kontinualnom i diskontinualnom ispitivanju 3 do 3,5:1, to se i ovi rezultati ne nalaze u istom redu veličina sa rezultatima zaštitne moći, koja se ispituje diskontinualno.

Porast temperature udahnutog vazduha

Posledica porasta temperature udahnutog vazduha je reakcija, koja se odvija na hopkalitu. Ova reakcija se odvija već na sobnoj temperaturi uz intenzivno oslobađanje toplote. Ta se reakcija odvija po sledećoj jednačini

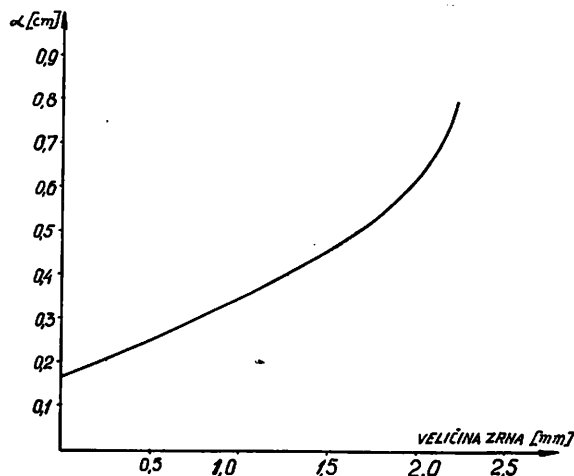


Na aktivitet hopkalita utiče i veličina zrna. Na dijagramu br. 1 je naznačen aktivitet u odnosu na veličinu zrna. Zapravo, daje se visina sloja hopkalita, pri kojoj se koncentracija ugljen monoksida smanjuje na oko 1/3, a dovoljno je 1/e (e=2,73).

Kriva pokazuje smanjenje sloja hopkalita kod malih veličina zrna. Međutim, mala ve-

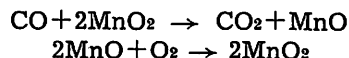
ličina zrna će kao rezultat imati veliki aktivitet, ali i veliki otpor udisanja, pa se mora naći optimalna veličina zrna, da bi zadovoljili aktivitet tj. zaštitnu moć i otpor udisanja (dijagram br. 1).

Slično kao kod hemijskog vezivanja otrovnih materija na filter mase, teče i oksidacija ugljen monoksida na hopkalitu, u dve faze. Prvo se ugljen monoksid apsorbuje na poroznim površinama hopkalita (prva faza), zatim ugljen monoksid reaguje sa kiseonikom



Dijagram 1 — Aktivitet hopkalita u odnosu na veličinu zrna.
Diagramm 1 — Hopkalitaktivität bezogen auf die Korngröße.

sadržanim u hopkalitu u CO₂ (druga faza), pri čemu se hopkalit ponovo regenerira kiseonikom iz udahnutog vazduha. Proces se može pojednostavljeno predstaviti sledećim jednačinama:



Za vreme pretvaranja ugljen monoksida u ugljen dioksid reakcija je vrlo egzotermna. Kod sagorevanja 1% Vol ugljen monoksida na hopkalitu, nastalo zagrevanje se računa prema sledećoj formuli:

$$\Delta t = \frac{(1-\beta) : a : q}{6,96-1,24 : a}$$

Pod pretpostavkom da nema gubitaka toplota tj. da je $\beta=0$, kada je koncentracija $CO=1\%$ Vol a= $0,01$ i $q=67.648$ Kcal/Mol, dobija se temperatura

$$\Delta t = \frac{0,01 : 67.648}{6,96 - 1,24 : 0,01} = 97^{\circ}C$$

$$\Delta t = 97^{\circ}C$$

Ovako visoka temperatura izaziva znatno povećanje temperature udisajnog vazduha. Ova pojava, tj. povećanje temperature pri oksidaciji ugljen monoksida u ugljen dioksid, ograničava primenu samospasioca do maksimalne koncentracije od 2% , inače bi temperatura udisajnog vazduha bila previsoka. Režim rada pri ispitivanju bio je sledeći:

- frekvencija disanja $f=20$ na minut
- dubina disanja $TV=1,5$ l
- minutni volumen disanja $DMV=30$ l/min.

Temperatura udahnutog vazduha merena je neposredno na izlasku iz cedila. Merenje je vršeno živinim termometrom, sa tačnošću očitavanja od $0,1^{\circ}C$. Na grafičkom prikazu 2, dati su uporedni rezultati ispitivanja samospasioca domaće proizvodnje M-67-MZ, sa samospasiocima »Dräger« SR Nemačka, »MSA« SAD i SP-55-MP iz SSSR. Ispitivanje je izvedeno sa ranije datim podacima, pri koncentraciji CO od 1% Vol. Na osnovu uporednih ispitivanja dolazi se do zaključka, da je samospasilac M-67-MZ — Kruševac, u pogledu povećanja temperature udahnutog vazduha, na nivou inostranih samospasilaca.

Zaštitna moć

Vreme zaštite zavisi od vlažnosti udahnutog vazduha i koncentracije drugih štetnih materija koje upija hopkalit.

Kod sadržaja vode od 2% aktivitet hopkalita jako opada. Zbog toga je od velikog značaja, za vreme zaštite, kvalitet sredstva za sušenje udahnutog vazduha. Za vreme reakcije na hopkalitu, on se praktično ne troši. Njegovo vreme upotrebe bi bilo praktično neograničeno, kad ne bi bio navlažen ili zagađen drugim gasovima iz disajnog vazduha.

Zaštitna moć je ispitivana laboratorijskim putem sa veštačkim plućima. Režim ispitivanja je bio sledeći:

- frekvencija disanja $f=20$ na minut
- dubina disanja $TV=1,5$ l
- Minutni volumen disanja $DMV=30$ l/min.
- koncentracija CO je varirana od $0,3$ do 1% Vol
- relativna vlažnost smeše vazduh—CO $50-100\%$

Ispitivanje se vrši sve dotle, dok se ne konstatuje propuštanje CO u vazduhu koji je prošao kroz cedilo samospasioca u koncentraciji od $0,01\%$, što predstavlja MDK (maksimalno dozvoljena koncentracija) za ugljen monoksid.

Koncentracija ugljen monoksida u udahnutom vazduhu, koji je prošao kroz cedilo samospasioca, utvrđuje se termoindikatorom.

Vreme zaštite iznosilo je preko 45 minuta, pa se kao garantovano vreme zaštite daje 45 minuta.

Iz uslova za ispitivanje zaštitne moći pada u oči, da se ispitivanje vršilo i sa koncentracijama manjim od 1% Vol. Obično se kod utvrđivanja vremena zaštitne moći, vreme zaštite smanjuje sa porastom koncentracije, što ovde nije slučaj. Kod ispitivanja reakcije ugljen monoksida na hopkalitu, nepovoljnije su niže koncentracije, jer je ova reakcija praćena jakom termičkom reakcijom koja omogućuje njen dalji tok. Porast temperature je vezan za procenat ugljen monoksida u vazduhu, te je manja koncentracija i manje egzotermna, pa samim tim i mogućnost reakcije smanjena.

Bioenergetska ispitivanja

Ispitivanja ove vrste imala su za cilj da pod istim uslovima opterećenja radom na bicikl-ergometru (ergociklu), izvrše ocenu energetske potrošnje i mehaničke efikasnosti pri radu, kako pri slobodnom disanju tako isto i pri disanju kroz samospasilac M-67-MZ.

Eksperimentalni uslovi

Ova ispitivanja su vršena u fiziološkoj laboratoriji JZFK-a u toku marta, juna i jula 1968. godine, na 10 zdravih mladih ljudi, prosečne starosti $22,5$ godina, visine $177,4$ cm, težine $70,5$ kg, koji su prethodno bili odabrani zdravstvenim pregledom iz grupe od 30 osoba.

Režim života i rada van ogleđa kod naših ispitanika bio je različit, te nismo mogli da isti evidentiramo i kontrolišemo.

Ispitivanja su sprovedena u dve varijante, u svakoj od njih učestvovao je svaki ispitanik i to bez upotrebe i sa upotrebom samospasioca M-67-MZ.

Klimatski uslovi su u toku izvođenja ogleđa odgovarali STPD-u (Standard Temperature Presser Drei) prema konvenciji za standardizaciju klime koja je predviđena za izvođenje eksperimenata i ona se kretala u fiziološkoj laboratoriji od 17,8°C do 23,7°C (Atlantic City Convention 1959).

Za procenu utroška energije primenjen je »test maksimalne fiziološke izdržljivosti« na bicikl-ergometru »Godart« (ergociklu) sa kontinuelnim opterećenjem radom od 50 Watti do 230 Watti odnosno od 306 do 1408 mkg/min, gde se opterećenje automatski povećavalo svaki drugi minut za 30 Watti uz stalni obrtaj pedala od 60 u min. u ukupnom trajanju od 12—14 minuta.

Za jedinicu opterećenja u našim ogledima uzeti su paralelno faktor vreme i faktor opterećenje radom u Wattima na bicikl-ergometru. Radi bolje ocene jedinice opterećenja izvršena je kategorizacija rada, pošto su prethodno izvršena izračunavanja opterećenja radom na ergociklu na osnovu kalorijskog opterećenja organizma ispitanika^(2,3,7,9,11) za vreme kontinuelnog telesnog naprezanja.

Iz podataka koje pruža analiza O₂ i CO₂ u izdahnutom vazduhu po Haldaneo-voj me-

todi i pomoću metabograma dobijenih na metabografu po Fleisch-u gde su direktno registrovani potrošnja O₂ i eliminacija CO₂ za vreme opterećenja radom, a prema standardima po Benedict-u i Williams-u⁽¹⁾ izračunata je energetska potrošnja u svakom pojedinom vremenu trajanja ispitivanja — pošto su prethodno standardne vrednosti bazalnog metabolizma odbijene od totalnog energetskog prometa. A količnik korisnog efekta energije ili mehanička efikasnost prema radu bio je izračunat prema obrascu po Đuričić-u⁽¹¹⁾.

Ovi ispitani faktori su pojedinačno i kompletno obrađeni statistički i kod svih su izračunate aritmetičke sredine (\bar{X}), standardne devijacije (SD) i standardne greške (SG) kao i signifikantnost promena energetske potrošnje kod pojedinih oglednih grupa prema Studentovoj raspodeli^(11,12).

Postignuti rezultati su prikazani tablično (tablice 1 i 2) i grafički (dijagram br. 3) u vidu energetske potrošnje u Cal/70 kg/min. pri kontinuelnom opterećenju radom na bicikl-ergometru kako pri slobodnom disanju tako isto i pri disanju kroz samospasilac M-67-MZ.

Iz tabličnog (tablice 1 i 2) i grafičkog (dijagram br. 3) pregleda se vidi, da je energetska potrošnja u mirovanju u okviru normalnih prihvaćenih vrednosti za obe varijante. U toku početnih opterećenja radom (od 50W do 110W) na bicikl-ergometru za vreme prva 2 minuta nemamo značajnih statističkih raz-

Tablica 1

Energetska potrošnja na bicikl-ergometru u Cal/70 kg/min, kod grupe zdravih mladih ljudi (m=10) u mirovanju i za vreme opterećenja radom

Varijanta	Vrsta ispitivanja	Broj ispitanika	Statističke vrednosti	Mirovanje pred rad	Opterećenje radom						
					50W 2'	80W 4'	110W 6'	140W 8'	170W 10'	200W 12'	230W 14'
A	Pri slobodnom disanju	10	\bar{X}	1,36	3,77	5,13	7,28	8,70	10,24	12,49	15,23
			SD	0,53	1,05	1,41	1,05	1,01	1,60	2,24	1,42
			SG	0,06	0,12	0,18	0,12	0,12	0,24	0,28	0,18
B	Pri disanju kroz samos. M-67-MZ	10	\bar{X}	1,29	3,75	6,23	8,24	9,45	10,85	14,37	—
			SD	0,53	0,73	0,97	1,17	1,28	1,90	1,93	—
			SG	0,06	0,12	0,12	0,18	0,18	0,30	0,37	—
Signifikantnost				p>0,05	p>0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	—

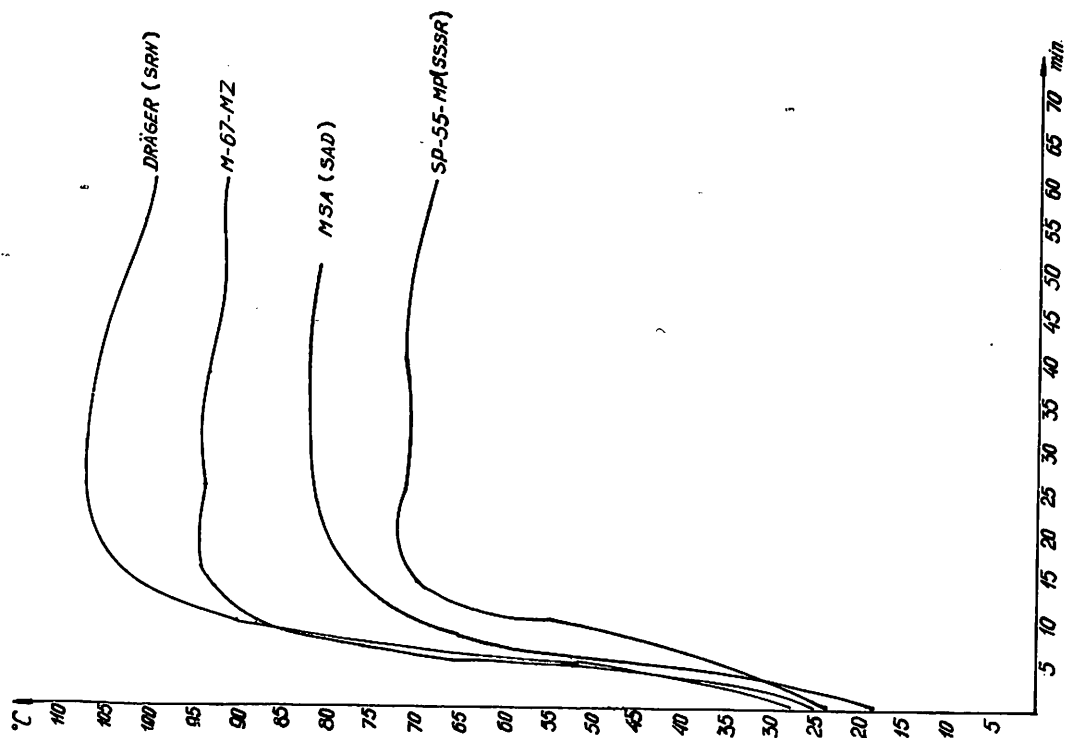


Diagramm 2 — Temperaturanstieg beim Selbstretter

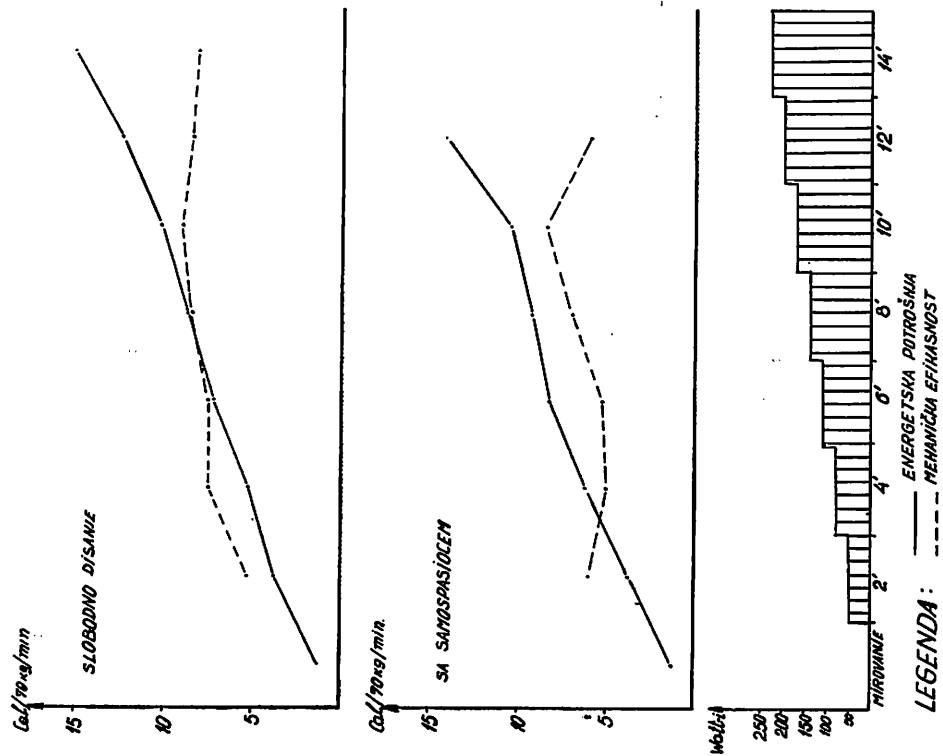


Diagramm 3 — Energetska potrošnja i mehanička efikasnost.
 Diagramm 3 — Kraftverbrauch und mechanische Wirksamkeit

lika ($P > 0,05$) da bi kasnije pokazale visoki značaj ($P < 0,001$) u pogledu energetske potrošnje i mehaničke efikasnosti kako pri slobodnom disanju, tako isto i pri disanju kroz samospasilac. Međutim, za vreme srednje teških i teških opterećenja radom (od 110 W do 200 W) dobijaju se visoko značajne statističke razlike, ($P < 0,001$) kao i pad mehaničke efikasnosti pri radu sa samospasiocem u odnosu na ista opterećenja radom pri slobodnom disanju. Narocito je izražena energetska potrošnja, kao i nagao pad mehaničke efikasnosti, pri radu kod vrlo teških opterećenja radom sa samospasiocem (od 200 W odnosno 230 W), gde kod ispitanika dolazi do naglog prestanka rada već na opterećenju od 200 W, dok isti ispitanici pri slobodnom disanju izdržavaju opterećenje radom sve do 230 W na bicikl-ergometru.

Analiza rezultata

Na osnovu postignutih rezultata pri opterećenju radom na bicikl-ergometru kako pri slobodnom disanju tako isto i pri disanju kroz samospasilac M-67-MZ konstatovali smo, da je za vreme teških i vrlo teških opterećenja radom došlo do znatnijeg povećanja energetske potrošnje i pada mehaničke efikasnosti u varijanti »B« pri disanju kroz samospasilac u odnosu na varijantu »A« pri slobodnom disanju. Nasuprot tome, pri početnim lakšim opterećenjima radom energetska potrošnja i mehanička efikasnost pri radu pokazuju značajni porast vrednosti u varijanti »B« u odnosu na varijantu »A«. Sve ovo možemo tumačiti kao logičnu posledicu

otpora cedila samospasioca za vreme udisanja i izdisanja, a naročito zbog zagrevanja vazduha unutar samospasioca koji pri vrlo teškim telesnim naprezanjima ograničava radni kapacitet ispitanika.

Prema nalazima izvesnih autora^(4,5,10,15,21), ali pri slobodnom disanju, energetska potrošnja pokazuje veće vrednosti za oko 3,0 Cal/70 kg/min, a što je slučaj i pri našim ispitivanjima na »pokretnoj traci«, gde je u proseku za 3,6 Cal/70 kg/min. veća energetska potrošnja u odnosu na rad na bicikl-ergometru.^(10,14,18,19,20) Međutim, prema našim rezultatima i eksperimentalnim uslovima nismo mogli da potvrdimo nalaze drugih autora niti našeg ranijeg ispitivanja na pokretnoj traci. Ovo razmimoilaženje je u potpunosti moguće u odnosu na postignute vrednosti energetske potrošnje za sličnu vrstu opterećenja radom, jer je u direktnoj zavisnosti od intenziteta, vremena trajanja, ritma rada, vrste fizičkog naprezanja i još mnogih drugih faktora.

Uzimajući u obzir data telesna naprezanja kroz samospasilac, koja su u svojoj završnoj fazi na bicikl-ergometru slična naglom povlačenju radnika sa ugroženih radnih mesta, sa pozicija bioenergetike, kalorijsko opterećenje organizma naših ispitanika kretalo bi se na početnim opterećenjima (od 50 W do 110 W) u granicama lakog i srednje teškog rada, a od 110 W do 200 W u granicama teškog opterećenja radom i od 200 W do 230 W u granicama vrlo teškog opterećenja radom^(10,11,14,20,21). Ovo povećanje energetske potrošnje uz pad mehaničke efikasnosti pri radu naročito za vreme teških i vrlo teških

Tablica 2

Mehanička efikasnost za vreme opterećenja radom na bicikl-ergometru kod grupe mladih zdravih ljudi (n=10) izražena u procentima

Varijanta	Vrsta ispitivanja	Broj ispitanika	Procenat	Opterećenje radom						
				50W 2'	80W 4'	110W 6'	140W 8'	170W 10'	200W 12'	230W 14'
A	Pri slobodnom disanju	10	%	15,3	17,4	17,4	18,4	18,9	18,3	18,1
B	Pri disanju kroz samos. M-67-MZ	10	%	15,9	14,9	15,4	17,0	18,5	15,9	—

opterećenja, posledica su samog rada i egzotermnih reakcija koje se dešavaju u filtru sa hopkalitom samospasioca, kao i zbog otpora koji pruža ventil za izdisanje.

Posebno je važno naglasiti, da za vreme intenzivnih telesnih naprezanja dolazi do naglog povećanja temperature u udahnutom vazduhu i do poremećaja samog sastava vazduha, a što sumarno utiče na povećanje energetske potrošnje koja je sama po sebi neekonomična što ukazuje pad mehaničke efikasnosti pri radu i samim tim dolazi do ograničenja radne sposobnosti. Činjenica je, da su osim iznetih objektivnih faktora, na smanjenje radne sposobnosti uticali nedostatak treninga i psiho-somatski faktori, koji se ne mogu nikako isključiti pri ovakvim opterećenjima radom.

Zaključak

Na osnovu tehničkih i bioenergetskih ispitivanja i postignutih rezultata došli smo do zaključaka da se:

— samospasilac M-67-MZ Kruševac nalazi na nivou inostranih tehničkih rešenja samospasilaca, koji su ovde upoređivani, i da zadovoljava sa stanovišta težine, porasta temperature udahnutog vazduha, vremena zaštite i sigurnosti u pogledu eksploatacije;

— kod lakših i srednjeteških opterećenja radom pri disanju kroz samospasilac M-67-MZ, on ne utiče znatno na povećanje energetske potrošnje niti na izrazito smanjenje mehaničke efikasnosti pri radu kod naših ispitanika, pa ga pri ovim radovima radnici u rudniku mogu koristiti i u dužem periodu vremena;

— kod teških i vrlo teških opterećenja radom pri disanju kroz samospasilac M-67-MZ energetska potrošnja se znatno povećava uz nagađ pad mehaničke efikasnosti pri radu zbog relativno brzog prestanka rada, pa ga radnici mogu koristiti u kratkom vremenskom periodu;

— samospasilac M-67-MZ po svojim tehničko-bioenergetskim kvalitetima može se koristiti za brzo izvlačenje radnika u rudnicima sa ugroženih mesta bez ikakvih reperkusija na njihov organizam.

ZUSAMMENFASSUNG

Die technischen und bioenergetischen Eigenschaften des Atmungsgerätes (Typ M-67-MZ) bei bestimmten körperlichen Anstrengungen

Dr Ž. Stojiljković — Dipl. Ing. B. Mitić — Sanit Techn. H. Mandić*)

Die Autoren haben es sich zum Ziel gesetzt, mittels technischer und bioenergetischer Untersuchungen des Atmungsschutzgerätes M-67-MZ, den Widerstand, die Erwärmung der Luft und die Schutzkraft zu untersuchen und mittels Arbeitsbelastung am Bizeyklusometer — Ergozykl, die Beurteilung des Energieverbrauches und der mechanischen Wirksamkeit bei der Arbeit durchzuführen, d. h. seine physiologische Eignung bei verschiedenen körperlichen Anstrengungen.

Auf Grund dieser Untersuchungen und der dabei erzielten Resultate kommt man zu der Feststellung, dass die technischen Eigenschaften des Atmungsschutzgerätes M-67-MZ von hoher Qualität sind und dem Niveau vieler ausländischer Geräte (der Firma »Dräger«, »MSA« und anderer) entsprechen, sowie auch dass die bioenergetischen Eigenschaften dieses Gerätes auch auf seine sehr gute Eignung bei mittelschweren und schweren Arbeitsbelastungen hinweisen — so dass es die Arbeiter in Bergwerken bei diesen Arbeiten eine längere Zeit hindurch benutzen können. Im Gegensatz dazu zeigt das Gerät bei sehr schweren Arbeitsbelastungen keine guten Resultate und die Arbeiter in den Bergwerken können es daher nur eine sehr kurze Zeit benutzen.

*) Dr med. sci. Živko Stojiljković, spec. za med. rada, Beograd.
Dipl. ing. Borivoje Mitić, viši stručni saradnik, Beograd
Hranislav Mandić, sanit. tehn. i apsol. psihologije, Beograd.

Literatura

1. Adams, J. K., 1955: Basic statistical concepts — Student's distributions New York — Toronto — London.
2. Bedford, T., Warner, C. G., 1955: The Energy Expend while Walking in stoping Posture, Brit. Y. Industr. Med. 12.
3. Balke, B., 1954: Arbeitsphysiologie 15; 311—323.
4. Berković, E. M., 1964: Energičeskij obmen v norme i patologii — Izdatel'stvo »Medicina«, Moskva.
5. Barić, I., Barić, O., 1957: Prilog poznavanja energetske potrebe građevinskih radnika — Zbornik radova SAN knj. IV 39—53.
6. Bošnjaković, F., 1950: Nauka o toploti — Teh. knj. — Beograd.
7. Durnin, H., Passmore R., 1967: Energy, work and leisure — Heinemann Educational Books Ltd. London.
8. Drasche, H., 1965: Zentralblatt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz 12. H. 5.
9. Consolazio, C. F., 1963: Physiological measurement of metabolic function in man — Mc Graw — Hill Book Comp. New York.
10. Davies, C. H., 1963: Design and Use of Respirator. — Symposium-publications »Pergamon Press« — Oxford — London — New York — Paris.
11. Đuričić i saradn. 1958: I gl. Fiziologija rada str. 1—304 u knj. Medicina rada — »Med. knj.« — Bgd — Zagreb.
12. Konstantinović, I., 1964: Osnovi opšte i zdravstvene statistike — »Med. knj.« — Beograd — Zagreb.
13. Kloz, J. M., 1950: The adsorption wave — In: Handbook on Aerosol — Washington.
14. Leheman, G., 1936: Arbeitsphysiologie, Nr. 8.
15. Margaria, R., 1964: Basic energy changes in different muscular activities, Univ. of Milan.
16. Popek, L., 1956: Der Schutz der Atmungsorgane — Atemfiltergeräte Kap. II Praha.
17. Ohl, R., 1963: Zu den Kenngrößen für Arbeitsschutzhalbmasken — Atemschutz Information No. 3, 66—67.
18. Stojiljković, Ž., Mandić, H., 1964: Tehnološki uticaj respiratora za zaštitu od prašine na organizam radnika pri radu. — Rudarski glasnik, br. 4, str. 67.
19. Stojiljković, Ž., Mandić, H., 1967: Prilog poznavanja utroška energije pri radu sa respiratorom za zaštitu od prašine tipa FF—M-62, Kruševac. — Sigurnost u rudnicima, br. 3, str. 43.
20. Stojiljković, Ž., Mitić, B., Đurđević, D., Mandić, H., 1968: Prilog poznavanja tehničke i bioenergetske osobnosti respiratora za zaštitu od gasova i aerosola (tip FF—M-62 i tip FA—M-67) pri telesnom naporu — Simpozijum u Boru.
21. Stojiljković, Ž., 1963: Uticaj industrijske gasmaske tipa M-53-MZ Kruševac na organizam ljudi pod datim uslovima. Medicinski fakultet u Beogradu (Doktorska disertacija).
22. Spitzer, H., 1951: Die Energieumsatz bei körperlicher Arbeit — REFA Nachrichten — Zeitschrift für Arbeitsstudien No. 2.
23. Vrednie veščestva, izdatel'stvo »Himija«, Moskva, 1965.

Kako broj zatajenih mina svesti na optimalnu meru?

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Dragutin Milutinović

Uvod

O ležištu lignita »Kreka« dosta je pisano. Ovde bismo se osvrnuli na karakteristike koje su vezane za problem miniranja.

Ležište obuhvata dve sinklinale: severnu i južnu.

Prostor koji zahvata, uključujući obe sinklinale, iznosi oko 200 km², od toga 120 km² severna, a 80 km² južna.

Severna sinklinala je istražena sistemom bušotina i rudarskim radovima, a južna se još istražuje.

Rezerve ugljene supstance se cene na preko 4 milijarde tona.

Kalorična vrednost različita je za pojedine slojeve i kreće se od 3.000 do 3.370 Kcal po komadu: od 2800 do 3060 Kcal za kocku i od 2260 do 2600 Kcal za sitni ugalj.

U severnoj sinklinali, koja je u eksploataciji, postoje 4 ugljena sloja i to:

II krovni

I krovni

glavni i

podinski sloj.

Geološka starost slojeva se menja od podine prema krovini, tako da je II krovni najmlađi.

Cela serija je nastala u oligomiocenu.

Slojevi uglja razdvojeni su slojevima peska ili laporovite gline moćnosti i do nekoliko stotina metara.

Produktivan deo ove serije čine slojevi sastavljeni od više ugljenih ploča prožetih proslojcima gline i peska.

Moćnost ugljenih slojeva se kreće od 7 do 18 m. Ugljene ploče imaju različitu debljinu koja se kreće od 0,30 do 2,0 m. Proslojci su takođe različite moćnosti, tako da dostižu i 0,80 m (II krovni sloj).

Podina je, po pravilu, vodonosan pesak (sa izuzetkom II krovnog sloja gde je glina), dok se kod svih slojeva u povlati nalazi laporovita glina.

Svi ugljeni slojevi bez izuzetka bogati su pukotinama, koje se prostiru po pružanju i padu, a često i dijagonalno. Pored ovih pukotina, koje su primarnog postanka, javljaju se i pukotine kao posledica miniranja — načina dobijanja uglja.

Geomehaničke osobine slojeva su različite, tako da ploče u sloju nisu istih karakteristika.

Jame II krovnog sloja su metanske, jer su prateće naslage (laporovita glina u podini i povlati) onemogućile prirodno otplinjavanje.

U rudniku »Kreka« postoji pet pogona sa ukupno 11 jama i to:

rudnik Moluhe — jedna jama — I krovni sloj,

rudnik Bukinje — dve jame — I krovni i glavni sloj,

rudnik Lukavac — jedna jama — glavni sloj,

rudnik Dobrnja — tri jame II krovni i I krovni »Sjever« i II krovni »Jug« i

rudnik Lipnica — četiri jame — II krovni, I krovni, glavni i podinski sloj.

Dobivanje uglja

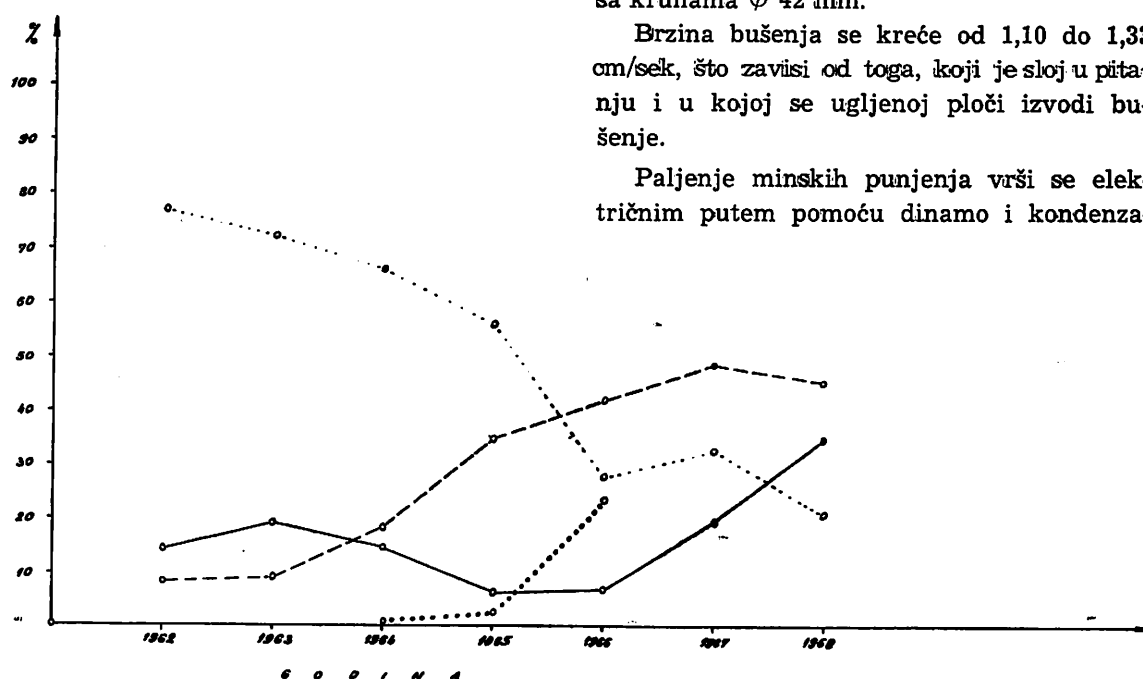
U svim jamama rudnika lignika »Kreka« dobivanje uglja se vrši isključivo miniranjem. Zanemarljive su količine uglja koje se pri izradi hodnika dobivaju kombajnom.

Za proizvodnju od preko 4.700.000 tona uglja utroši se preko 5.500.000 komada inicijatora i oko 1.800 tona eksploziva.

Dnevno se otpuca oko 16.000 mina, što iznosi preko 11 mina na jedan minut.

U svim jamama miniranje se izvodi po metodi kratkih minskih bušotina. Raspored minskih bušotina na aktivnoj površini uglavnom zavisi od lokacije prostorije u sloju, njene veličine i oblika, dok se manje uzimaju u obzir prirodni uslovi ležišta (raspucalost, uslojenost, pravac pružanja pukotina, žilavost, čvrstoća i dr.).

Bušotine se obično postavljaju u obliku šah polja sa međusobnim rastojanjem od 0,50 do 0,70 m po vertikali i od 0,70 do 1,0 m po horizontali.



Sl. 1 Vrste inicijatora eksplozije po učešću u potrošnji na rudniku Kreka

Fig. 1 — Share of various types of detonators used in Kreka Mines.

Dubine bušotina se kreću od 0,9 do 1,30 m pri čemu dužina glinenih čepova iznosi od 27 do 40 cm.

Broj mina u jednom miniranju se kreće od 9 do 30 komada, što zavisi od toga gde se vrši dobijanje uglja (priprema prostorija ili otkop).

Specifično punjenje se kreće od 0,200 do 0,700 kg po bušotini, zavisno od mesta gde se vrši miniranje (otkop ili priprema).

Specifični utrošak takođe je različit, tako da se kod priprema kreće od 3,8 kg/m' do 10,800 kg/m', a kod otkopa od 0,220 kg/t do

0,560 kg/t što zavisi od metode otkopavanja i od toga da li je jama metanska ili ne.

Efekat eksplozije jedne mine je različit od sloja do sloja i od jame do jame. Tako se u glavnom sloju rudnika Lukavac dobija 1,120 t/mina, a u rudniku Lipnica samo 0,560 t/mina.

Na ove prosečne vrednosti veliki uticaj imaju: učešće proizvodnje sa priprema i vrsta eksploziva koji se upotrebljava (kamniktit II, vitezit 5c ili kamniktit I).

Bušenje se vrši električnom bušilicom „Viktor“, snage 1,1 kW. Svrkla su spiralna sa krunama ϕ 42 mm.

Brzina bušenja se kreće od 1,10 do 1,33 cm/sek, što zavisi od toga, koji je sloj u pitanju i u kojoj se ugljenoj ploči izvodi bušenje.

Paljenje minskih punjenja vrši se električnim putem pomoću dinamo i kondenza-

torskih mašina i duplim sporogorećim štapinom.

U jamama sa metanskim režimom za iniciranje minskih punjenja primenjuju se trenutni metanski električni detonatori (TMED-Cu), a u ostalim polusekundni električni detonatori (PSED-Cu) i detonatorske kapsle (DK-8-Cu) koje proizvodi fabrika »Pobeda« iz Goražda.

Od ukupno jedanaest jama rudnika, u četiri se paljenje još uvek vrši duplim sporogorećim štapinom.

Poslednje dve godine osetno je porasla primena električnih detonatora u odnosu na detonatorske kapsle, što se vidi iz dijagrama na sl. 1.

Ovde se može videti kako se naglo povećala upotreba polusekundnih električnih detonatora, dok se milisekundni električni detonatori uopšte ne upotrebljavaju.

U metanskim jamama paljenje minskih punjenja se izvodi pomoću dinamo električnih mašina proizvodnje »Schaffler« napona 350 V, 730 V i 750 V.

Pored dinamo električnih mašina za paljenje minskih punjenja upotrebljava se kondenzatorska mašina tip TKU-750 proizvedena u fabrici »Pobeda« iz Goražda, koja se primenjuje samo u nemetanskim jamama.

Kontrola ispravnosti električnih detonatora povezanih u lanac vrši se pomoću ometra »Dreomin« proizvodnje »Schaffler«.

Za ispitivanje mašina za paljenje minskih punjenja upotrebljava se aparat »Ohmex«.

Kako se iz dijagrama na sl. 1 vidi, tendencija rudnika je da uglavnom pređe na električno paljenje minskih punjenja.

Statistike o povredama pri miniranju dokazuju da je kako kod nas tako i u svetu paljenje minskih punjenja električnim putem sigurnije od štapinskog.

U rudniku lignita »Kreka«, u periodu od 1957. godine do maja 1969. sve registrovane povrede na miniranju su se dogodile kod rada sa sporogorećim štapinom odnosno detonatorskim kapslama.

Od 75 povreda u navedenom periodu bilo je:

lakih	62
teških	11
smrtnih	2

ukupno: 75

Ali se zna da jedna smrtna povreda staje preduzeću 46,800,000 st. dinara, a teška sa trajnim invaliditetom 21,372,000 to je rudnik u navedenom periodu oštećen za oko 328,692,000 st. dinara.

Ovde nisu uračunate dalekosežne i namerljive posledice, koje snose porodice unesrećenih.

Uzroci zatajivanja minskih punjenja

I pored svih preduzetih mera sigurnosti, nisu retke pojave zatajivanja minskih punjenja pri radu na miniranju.

Zatajivanje minskih punjenja ne samo što smanjuje efektivno radno vreme radnika na radilištu, već sa sobom nosi niz neugodnosti koje su spojene sa izvesnim opasnostima. Zbog toga je nužno nastojanje da se broj zatajenih (neeksplodiranih) mina svede na najmanju moguću meru.

Za svođenje zatajivanja na optimalan broj nije samo dovoljno promeniti metodu paljenja minskih punjenja nego je potrebno imati u vidu čitav niz elemenata kao što su:

— permanentno obrazovanje palilaca mina i kopača čime se podiže tehnička kultura radnika;

— poznavanje vrsti grešaka, koje se mogu pojaviti pri proizvodnji inicijatora eksplozije i eksploziva;

— poznavanje grešaka, koje se mogu pojaviti pri radu na miniranju i

— tesna saradnja odgovarajućih stručnjaka između proizvođača eksplozivnih sredstava i potrošača.

Uzroci zatajivanja minskih punjenja mogu da nastanu zbog:

grešaka u fabrici gde se proizvode inicijatori eksplozije ili eksploziv, a takođe i zbog grešaka pri izvođenju miniranja.

Zajedničkim istraživanjem stručnjaka rudnika lignita »Kreka« i »Velenje« sa stručnjacima fabrike »Pobeda« iz Goražda kao i fabrike »Kamnik« iz Kamnika, došlo se do definisanja većeg broja grešaka koje mogu učiniti miniranje opasnim i neekonomičnim. Evo rezultata tog zajedničkog rada.

I. Kod štapinskog paljenja minskih punjenja uzroci zatajivanja mogu biti:

A. Pri proizvodnji:

a) detonatorskih kapsli:

- nedovoljno brizantno punjenje
- nedovoljno inicijalno punjenje
- prepresovano (umtrvljeno) inicijalno punjenje i
- defektan materijal čaurice.

b) duplog sporogorećeg štapina:

- nehomogen raspored štapinskog baruta i
- ovlažen štapinski barut.

B. Pri opremanju mina:

- nepravilno spajanje duplog sporogorećeg štapina sa detonatorskom kapslom (neistresena drvena strugotina, neravno odrezan štapin ili kad se štapin izvuče iz kapsle za vreme punjenja minske bušotine);
- oštećenje štapina pri zatvaranju minske bušotine,
- paljenje štapina običnom šibicom ili cigerom zbog čega često ne dođe do upale;
- prisustvo vode u bušotini;
- nepravilna konstrukcija mreže bušotina pri čemu eksplozija jedne mine prekine štapin susedne bušotine;
- užurbanost pri paljenju minskih punjenja može usloviti previd, pa se jedna ili više bušotina uopšte ne aktiviraju;
- neispravan eksploziv i dr.

		BROJ ZATAJENIH MINA
		BROJ PRONAĐENIH MINA
		POTPIS PALIOCA MINA

Sl. 2 — Isečak iz »Kontrolne minerske knjižice« u kojoj se evidentiraju neeksplozivane mine.

Fig. 2 — Specimen from the »Blasters control book« in which misfired charges are recorded.

II. Uzroci zatajivanja kod električnog paljenja su:

A. pri proizvodnji električnih detonatora:

- oštećena glavica
- kratki spoj
- glavica bez otpora
- začepljeni usporač
- zatajivanje usporača

- slepa pokrivka
- detonator bez jednog punjenja
- osigurač bez rupice (kod MMED-Cu).
- osigurač ne promosi vatru pored kuglice (kod metan-milisekundnih električnih detonatora oznaka MMED-Cu)
- defektan materijal čaurice i
- nepredviđeno.

B. Pri opremanju mina:

- loš spoj električnih detonatora sa glavnim kablom
- loš spoj glavnog kabla sa mašinom za paljenje mina
- neispravan glavni kabl
- spojevi električnih detonatora u lancu nisu izolovani (izolacione cevčice nisu stavljene), pa dolazi do kratkog spoja među provodnicima susednih mina

		PRONAĐENO KOM	ZATAJENE MINE
		PONIŠTENO U JAMI KOM	
		PREDANO MAGAZINERU KOM.	
		POTPIS PALIOCA MINA	

Sl. 3 — Isečak iz »Smenske izveštajne knjige« u kojoj se evidentiraju neeksplozivane mine.

Fig. 3 — Specimen from the »Shift report« book« in which misfired charges are registered

- mesto spajanja glavnog kabla sa provodnicima lanca električnih detonatora nije izolovano (izolaciona traka)
- loši spojevi između provodnika električnih detonatora u lancu
- neispravna mašina za paljenje mina
- neispravan ommetar za ispitivanje otpora u lancu (uključujući i glavni kabl)
- snaga mašine za paljenje mina suviše mala da izazove opaljenje minskih punjenja povezanih u lanac
- neispravan eksploziv i dr.

3. KNJIGA ZATAJENIH (NEEKSPLODIRANIH) MINA

1. ZATAJENE (NEEKSPLODIRANE) MINE										2. UKLANJANJE ZATAJENIH MINA								
DATUM	VRSTA	KOLIČINA	BRZINA	BRZINA	POLOŽAJ	VRSTA ZATAJE	MESECI	BRZINA	PANOVANJE	IME	DATUM	VRSTA	VRSTENJE	NAČIN	POSREDOVANJE	BRZINA	BRZINA	
UKUPNO										UKUPNO								

Sl. 4 — Formular za knjigu neeksplodiranih mina.

Fig. 4 — Form for the book of misfired charges.

4. KNJIGA DELABORACIJE ZATAJENIH ELEKTRIČNIH DETONATORA

RUDNIK..... JAMA POVRŠ. KOD..... DATUM.....

REDNI	BRZINA	BRZINA	MESECI	VRSTA	VRSTENJE	BRZINA	POLOŽAJ	VRSTA ZATAJE	MESECI	BRZINA	PANOVANJE	IME	DATUM	VRSTA	VRSTENJE	NAČIN	POSREDOVANJE	BRZINA	BRZINA	
UKUPNO															DELABORACIJU IZVRŠILI:					
SVEUKUPNO															a. PREDSTAVNICI POTROJAČA:					
PERIOD POTROŠNJE															1.					
VRŠENA KOLIČINA:															2.					
UKUPNO ZATAJNO															b. PREDSTAVNICI PROIZVOĐAČA:					
ZATAJILO TVORNIČKOM GREŠKOM															1.					
ZATAJILO GREŠKOM PRI UPOTREBI															2.					
NAPOMENE:																				

Sl. 5 — Formular za knjigu o delaboraciji električnih detonatora.

Fig. 5 — Form for the book of delaborated electric detonators.

Evidencija zatajenih minskih punjenja

Iz datog pregleda uzroka zatajivanja može se zaključiti da ih je skoro sve moguće veoma lako otkloniti.

Međutim, da bi se otkrile sve vrste grešaka koje se pojavljuju kako pri proizvodnji eksplozivnih sredstava, tako i pri radu na miniranju mora se posebna pažnja posvetiti evidentiranju zatajenih minskih punjenja.

Neeksplodirana (zatajena) mina mora proći kroz sledeću evidenciju:

1. Kontrolna minerska knjižica — karton (sl. 2),
2. Smenska izveštajna knjiga (sl. 3),

O KNJIGA ZAPISNIKA O UNIŠTENJU ELEKTRIČNIH DETONATORA POSLE DELABORACIJE

Z A P I S N I K O UNIŠTENJU ZATAJENIH (NEEKSPLODIRANIH) ELEKTRIČNIH DETONATORA, KOJI SU BILI NA DELABORACIJI

ELEKTRIČNI DETONATORI		UNIŠTENJE ELEKTRIČNIH DETONATORA				RUKOVAČ NAČI- NA. POMOĆNOG SPLAČIŠTA	POTPIS
VRSTA	KOLIČINA	RAZLOG	NAČIN	VREME h	POLISON		

PRIMEČE:

UČESNICI PRI UNIŠTENJU

1.
2.
3.

DANA 19... GODINE

Sl. 6 — Formular za knjigu zapisnika o uništenju električnih detonatora koji su bili na delaboraciji.

Fig. 6 — Form for the minute-book on destroying of delaborated electric detonators

3. Knjiga zatajenih (neeksplodiranih) mina (sl. 4),
4. Knjiga delaboracije zatajenih električnih detonatora (sl. 5),
5. Knjiga zapisnika o uništenju električnih detonatora posle delaboracije (sl. 6).

Pored ovih knjiga uvedena je »Knjiga kontrole miniranja« (sl. 7), koja služi za uno-

šenje podataka nađenih prilikom kontrole eksplozivnih sredstava, mernih instrumenata i rada palilaca mina.

Ovom, na izgled komplikovanom evidencijom, postiže se veća odgovornost palilaca mina i odgovarajućih tehničkih rukovodilaca u smislu povećane kontrole kod registrovanja zatajenih minskih punjenja.

Jedna od preduzetih akcija za dovođenje broja zatajenih mina na optimalnu meru jeste i delaboracija neeksplodiranih električnih detonatora na mestu potrošnje. Mesto potrošnje inicijatora eksplozije su neka vrsta poligona za ispitivanje kvaliteta proizvoda, pa bi bila velika šteta da se pedantno ne prate ne-

dostaci eksplozivnih sredstava. Ovi nedostaci, zajedno sa nedostacima miniranja, moraju biti analizirani radi iznalaženja uzroka zatajivanja kako bi se odredila akcija za otklanjanje grešaka.

Stalnom delaboracijom neispravnih električnih detonatora kod proizvođača eksplozivnih sredstava i usavršavanjem miniranja

kroz dopunsko obrazovanje palilaca mina kod potrošača otklanjaju se propusti koji se pojavljuju prilikom miniranja.

Savesnim i pedantnim vođenjem podataka o zatajenoj mini otklonile bi se greške još na samom izvoru, a ovaj problem, iako kompleksan, sveo bi se na zanemarljivu meru.

U tablici 1 izneti su podaci koji govore o prednosti uvođenja nove evidencije i delaboracije električnih detonatora na mestu potrošnje.

Iz tablice 1 može se primetiti da se u 1968. osetno smanjio broj evidentiranih zatajenih mina što je rezultat novog načina registrovanja podataka. Dalje se vidi, da je u 1968. god. broj evidentiranih električnih detonatora u glavnom sloju mnogo manji nego u 1967. godini kada su se upotrebljavale detonatorske kapsle.

Saradnja između proizvođača i potrošača eksplozivnih sredstava doprinela je ne samo

da se smanji broj zatajenih mina, čiji je uzrok nepravilan rad na miniranju, nego su otkrivene i greške koje su postojale u proizvodnji eksplozivnih sredstava. Proučavanjem uzroka grešaka, koje su uslovile zatajivanje minskih punjenja, nađen je način otklanjanja nedostataka kako kod proizvođača tako i kod potrošača.

Rezultati delaboracije zatajenih električnih detonatora u 1968. godini (tablica 2) i u periodu od januara do maja 1969. godine (tablica 3) govore o naglom smanjenju broja neeksploziviranih minskih punjenja izazvanih bilo fabričkom greškom ili nepravilnim rukovanjem pri miniranju.

Broj zatajenih detonatora na količinu od 100.000 kom. utrošenih električnih detonatora prikazan je u tablici 2a.

Odnos broja zatajenih na 100.000 upaljača dat je u tablici 3a.

Tablica 1

Rudnik	Jama	1967.			1968.		
		Vrsta inicijatora	Priprema	Kopanje	Vrsta inicijatora	Priprema	Kopanje
Lipnica	II krovni sloj	Trenutni metanski TMED-Cu	30	226	Trenutni metanski TMED-Cu	11	42
	I krovni sloj	Detonatorska kapsla DK-8-Cu	1004	5020	Detonatorska kapsla DK-8-Cu	264	900
	Glavni sloj	Detonatorske kapsle DK-8-Cu	402	1948	Polusekundni elektr. deton. PSED-Cu	47	92

Tablica 2

Rudnik	Jama	Vrsta el. detonatora	Fabr. greška	Greška rukov.	Ukup. zataj.	Utrošena količina	
						TMED-Cu kom.	PSED-Cu kom.
Lipnica	Glavni sloj	PSED-Cu	14	15	29	—	382.326
	II kr.	PSED-Cu	7	9	16	384.753	—
Dobrnja	II kr.	TMED-Cu	47	175	222	1,553.463	—
Bukinje	I kr.	TMED-Cu	19	64	83	—	369.911
Ukupno:			87	263	350	1,938.216	752.237

Upoređenjem tablica 2a i 3a vidi se da je broj zatajenih osetno smanjen u periodu januar—maj 1969. u odnosu na 1968. godinu.

Dalje se vidi da je broj zatajenih greškom rukovanja kod PSED-Cu sveden na veoma povoljan odnos, a da je kod TMED-Cu

odnos grešaka pri proizvodnji nepovoljniji što je nelogično s obzirom da je konstrukcija TMED-Cu veoma jednostavna.

Greške na mestu potrošnje TMED-Cu bi se još više smanjile uvođenjem tranzistor-skih mašina za paljenje mina.

Tablica 2a

Vrsta elektro detonatora	Izvori grešaka		
	Fabrika	Mesto potrošnje	Ukupno
TMED-Cu	2,8 : 100.000	9,8 : 100.000	12,6 : 100.000
PSED-Cu	4,7 : 100.000	11,3 : 100.000	16 : 100.000

Tablica 3

Rudnik	Jama	Vrsta el. detonatora	Fabr. greška	Greška rukov.	Ukup. zataj.	Utrošena količina	
						TMED-Cu	PSED-Cu
Lipnica	Glavni sloj II kr.	PSED-Cu	14	4	18	—	257.679
		TMED-Cu	—	—	—	205.100	—
Dobrnja	II kr.	TMED-Cu	26	64	90	703.475	—
Bukinje	I kr.	PSED-Cu	2	2	4	—	332.400
Ukupno:			42	70	112	908.575	590.079

Tablica 3a

Vrsta elektro detonatora	Izvori grešaka		Ukupno
	Fabrika	Mesto potrošnje	
TMED-Cu	3,7 : 100.000	6,3 : 100.000	10 : 100.000
PSED-Cu	2,6 : 100.000	1,0 : 100.000	3,6 : 100.000

Tablica 4

Pregled fabričkih grešaka po vrstama i broju

Godina	Vrsta elektr. detonatora	Oštećena glavica	Kratki spoj	Glavica bez otpora	Zatepljenje usporača	Zatajivanje usporača	Defektni materijal čaure	Detonator bez jednog punjenja	Nepredviđene greške	Ukupno
PSED-Cu	3	—	12	7	6	4	—	1	33	
Ukupno:	18	1	45	7	6	5	1	4	87	
Januar—maj 1969.	TMED-Cu	16	—	6	—	—	—	2	2	26
	PSED-Cu	4	—	8	2	2	—	—	—	16
	Ukupno:	20	—	14	2	2	—	2	2	42

Smanjenju grešaka na mestu upotrebe PSED-Cu upravo je dobrim delom doprinela primena tranzistorskih mašina tipa TKU-750V proizvodnja fabrike »Pobeda« iz Goražda.

Iz pregleda grešaka (tablica 4), koje se mogu pojaviti pri proizvodnji električnih detonatora, zapaža se da je u periodu januar—maj 1969. godine povećano oštećenje glavica, a smanjen broj glavica bez otpora.

Kako su vrste grešaka »oštećena glavica« i »glavica bez otpora« najčešće, potrebno je pri proizvodnji obratiti posebnu pažnju na obradu glavice i mostića kod električnog detonatora.

Na kraju može se zaključiti da ovaj način saradnje proizvođača i potrošača eksplozivnih sredstava rešava problem nastajanja grešaka pri miniranju racionalno i ekonomično.

Zajedničkim radom smo utvrdili da statistička metoda pruža izvanredne mogućnosti da se umanje negativne posledice fenomena zatajivanja električnih detonatora.

Osim toga, ovaj način proučavanja grešaka pri miniranju omogućava, s jedne strane, proizvođačima da kontrolišu svoju proizvodnju i proučavaju uzroke zatajivanja, a s druge strane, da utvrde uslove pod kojima potrošači mogu najefikasnije upotrebiti detonatore.

SUMMARY

How to Reduce the Number of Misfires to an Optimum Measure?

D. Milutinović, min. eng.*)

Winning of mineral materials by blasting is accompanied by misfired charges. Misfires may be conditioned by manufacturing faults in explosive materials, as well as by faults during their usage.

There is a series of faults which can occur during match-cord, as well as electrical ignition.

Knowledge of causes which lead to the mentioned faults is the principle step towards the improvement of the quality of explosive materials and blasting work.

Cooperation between competent experts of manufacturers and consumers classified the fault which lead to misfires, so the dispute about the fault origine was settled. Intolerans and discord were substituted by hard investigation works.

Joint analysis of various occurances of faults lead to the determination of steps to be taken in order to reduce the imperfections to the minimum.

Results of joint investigations on the removal of imperfections originated from the following:

— Introduction of adequate evidence and accurate recording of data on misfires offer a defined level of blasting work quality;

— Delaboration of misfired detonators »in situ« enables direct blasting workers to get acquainted with the kinds of faults and imperfections which may occur during production and application of ignition devices.

Data given in the tables show a considerable reduction of faults and imperfections, which are the result of joint work of experts of producers and mines.

It is important to note here that the manufacturer's work does not end by the delivery of explosive material and devices; his work goes on also in the mines if he wishes to rise the quality of his product to a high level.

*) Dipl. ing. Dragutin Milutinović, »Titovi rudnici« Banovići — Kreka

Imobilizacija povređenih u rudarstvu

(sa 8 slika)

Dr Živko Stojiljković — dr Boris Piroškov

U uslovima površinske a naročito podzemne eksploatacije mineralnih sirovina nesrećni slučajevi se najčešće dešavaju kod zarušavanja otpadnih komada jalovine, zatim pada ljudi pri transportu, mehaničkih udara raznih mašina ili mehanizacije uopšte, dejstva električne struje, rukovanja eksplozivom i dr.

Prema raspoloživim statističkim podacima od celokupnog broja povređenih u rudarstvu oko 47% (2) otpada na one povrede kod kojih je potrebna primena imobilizacije. Tu spadaju prelomi kostiju ekstremiteta, povrede zglobova, prelomi karlica i kičme, povrede sa većim krvavljenjima, povrede većih nerava, velike rane, traumatske povrede u vidu amputacije i Kraš-povrede. Ovaj broj povreda i domen primene imobilizacije ukazuje na važnost poznavanja osnovnih principa i tehnike imobilizacije; kada se imaju u vidu dva osnovna principa u urgentnoj medicini: »da od prve pomoći zavisi dalji tok i ishod lečenja« i »da hitnu pomoć treba pružiti na licu mesta i za vreme transporta« — vidi se jasno, od kolike je važnosti imobilizacija koju bi izvršila spasilačka ekipa u rudniku, kao i lekarska ekipa u transportu do konačnog smeštaja u bolnicu.

Cilj autora je da prikažu kako i na koji najprikladniji način mogu primeniti imobilizaciju u slučaju povreda na radu ljudi, koji su se našli na mestu udesa sve dok ne prenesu povređenog do mesta gde će mu se ukazati stručna medicinska pomoć.

Prema svojoj nameni postoje dve vrste imobilizacije: transportna tj. privremena i definitivna odnosno terapijska imobilizacija. U našem izlaganju govorićemo o transportnoj imobilizaciji tj. onoj, koja se postavlja na licu mesta (mestu udesa), donekle koriguje ili

dopunjuje u ambulanti rudnika i služi za zaštitu povređenog za vreme transporta do bolnice.

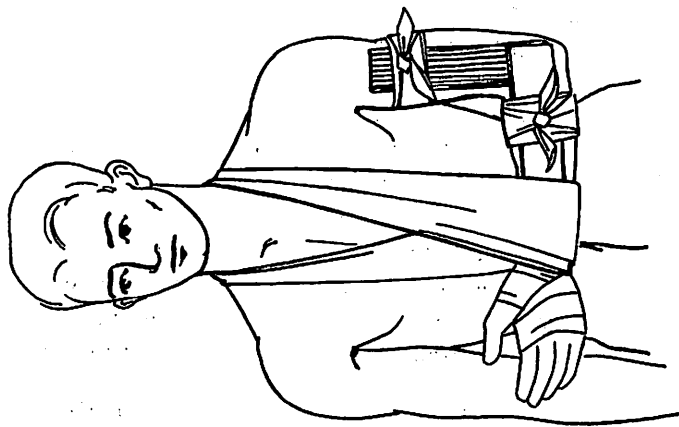
Princip imobilizacije je sprečavanje pokreta povređenog dela tela, a samim tim i zaštita od ponovne traumatizacije (pretvaranje zatvorenog u otvoreni prelom, ruptura krvnih sudova, povreda drugih organa, masna embolija, šok i širenje infekcije). Osnovno je imobilisati dva susedna zgloba i postaviti ih u fiziološki položaj uz zaštitu isturenih delova kostiju (čukalj, petu, prste itd.) mekim tkaninama tj. zavojem i sprečiti pokrete prelomljenih okrajaka.

Sredstva transportne imobilizacije su: improvizovana ili primućna sredstva (kaput, bluze, štap, daske, debeli karton i sl.), standardne šine i gipsane longete.

U uslovima masovnih nesreća često nije moguća brza primena standardnih sredstava, naročito onda, kad su povređeni upućeni na samopomoć i uzajamnu pomoć (o čemu će biti reči u drugim člancima). U takvim prilikama neobično je važno poznavati mogućnosti primene priručnih sredstava i vršenje improvizacione imobilizacije pomoću njih (sl. 1, 2 i 3).

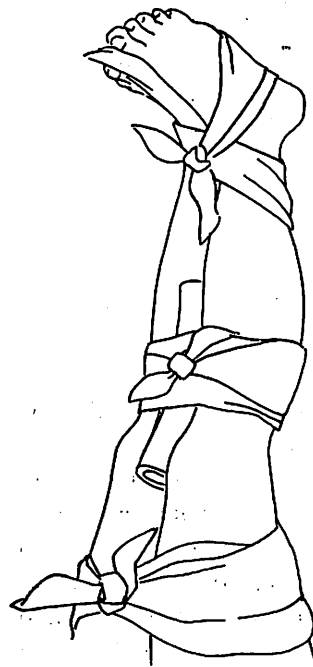
Standardne šine su predstavljene u vidu: Kramerovih, Tomasovih, Ditriksovih i pneumatičnih.

Kramerova šina je napravljena od lako savitljive žice i raznih je dimenzija odnosno dužine i širine. Može se skratiti, produžiti i udvostručiti. Primenjuje se najčešće kod preloma nadlaktice, podlaktice, stopala i potkolenice, ali se zato ne može uspešno primeniti kod preloma natkolenice. Pre upotrebe obloži se mekim materijalom i previje



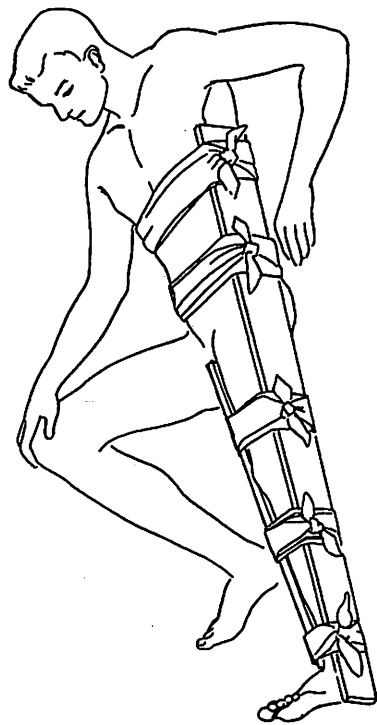
Sl. 1 — Pribubna sredstva

Fig. 1 — Воспомогательное оборудование



Sl. 3 — Pribubna sredstva

Fig. 3 — Воспомогательное оборудование



Sl. 2 — Pribubna sredstva

Fig. 2 — Воспомогательное оборудование

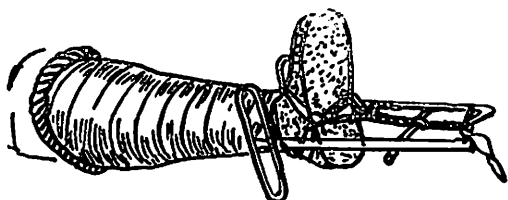


Sl. 4 — Kramerova šina

Fig. 4 — Лубок Крамера

zavojem, a onda fiksira za povređeni deo tela pomoću zavoja (sl. 4).

Tomasova šina je napravljena od metalne šipke u vidu izduženog latinskog slova »V« sa mogućnošću fiksiranja stopala uz istežanje na donjem kraju. Upotrebljava se za imobilizaciju potkolenice, kolena i donjeg dela natkolenice. Na svom gornjem delu ima prstenasti obruč kroz koji se provlači noga. Kod nas je izrađena Tomasova šina (može se naručiti preko »Jugoleka«) sa prstenom, izrađenim od kože sa metalnim pojačanjem, tako da se može adaptirati na svaku nogu i zakopčati prema potrebi (sl. 5).



Sl. 5 — Tomasova šina
Рис. 5 — Лубок Томаса

Ditriksova šina je drvena šina sastavljena od dve dugačke drvene površine (za unutrašnju i spoljašnju stranu noge) i poprečne drščiце koja služi za fiksaciju i ekstenziju stopala. Daje dobru imobilizaciju natkolenice i kuka. Negativne osobine su: dosta komplikovana tehnika nameštanja i lako lomljenje šine (sl. 6).

Pneumatične šine su novijeg datuma; kod nas se mogu nabaviti američke »Ralke-Devis« i austrijske »W. Schöngen — Sanitaria — Wien«.

Sastoje se od plastičnih vrećica koje se lako mogu naduvati. Krajevi vrećica spajaju se patentom za zakopčavanje. Plastična nenaduvana vrećica navuče se na povređeni deo tela, zatim se zakopča i naduva. Prilikom duvanja potrebno je imati na umu da se postigne nepokretnost zglobova, a da se ne prekinе doвод krvi. Ovo se može postići uz kontrolu pulsa u donjim delovima ekstremiteta (slika 7a, b, c, d, e i f)

Prednost pneumatičnih šina je u sledećem:

- jednostavno i brzo postavljanje,
- dobra imobilizacija povređenog dela tela,
- kompresivno delovanje na eventualnu otvorenu povredu ekstremiteta,
- providnost zida šine omogućava kontrolu eventualnog krvavljenja,
- sigurnija zaštita od infekcija,
- lako održavanje i čišćenje,
- zauzimanje malo prostora pri nošenju,
- lako skidanje sa povređenih delova tela i
- otpornost na delovanje toplote, hladnoće i vlage.



Sl. 6 — Ditriksova šina
Рис. 6 — Лубок Дитрикса

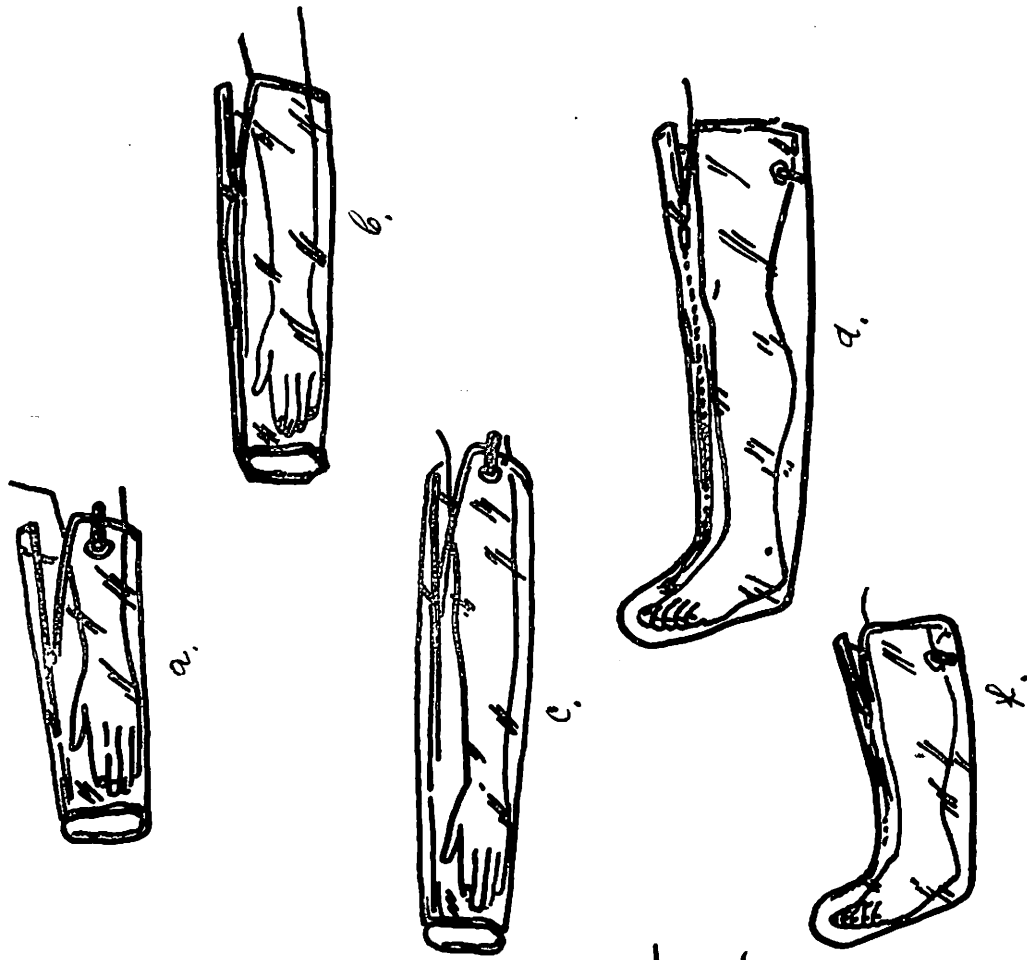
Međutim, ne mogu se smatrati pogodnim tela i

Gipsane longete mogu se primeniti u ambulanti rudnika, za korekciju i pojačanje ranije stavljenih šina. Imobilizacija je dobra, ali duže traje postavljanje i gubi se vreme za sušenje naročito u hladnim mesecima.

Imobilizacija pojedinih delova tela

Kod imobilizacije pojedinih delova tela poseban značaj ima to, da se za povređeni deo tela pravovremeno upotrebi adekvatno sredstvo transportne imobilizacije. Ona iziskuje, uglavnom, stručnu pomoć, ali je u datom momentu mogu primenjivati i priučena lica iz čete za spasavanje u rudniku, a po potrebi i osobe koje se nalaze na mestu udesa.

Glava. — Povrede kostiju lobanje ne zahtevaju posebne mere imobilizacije, te su

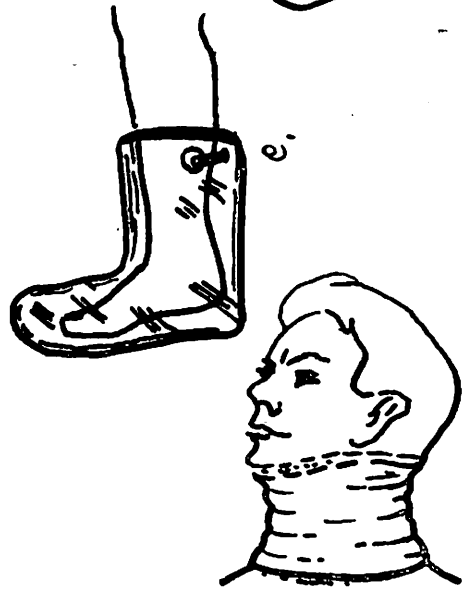


Sl. 7 — Pneumatične šine
(a, b, c, d, e i f)

Рис. 7 — Пневматические лубки (а, б, в, г, д и е)

dovoljne samo pravilno postavljene poveske (zavoji).

Vrat. — Imobilizacija se vrši »Šancovom kraonom“ tj. višestrukim cirkularnim slojem vate i kružnim zavojem. Može se primeniti i jednostavno izrezani karton u širini visoke kragne, koji se stavlja između vrata i zavoja (sl. 8).



Sl. 8 — Šancova kragna

Рис. 8 — Воротник Шанца

Ključna kost. — Otvorene prelome najbolje je imobilisati zavojem po Dezolu, a zatvorene pomoću zavoja »stela dorzi«.

Rameni zglob i nadlaktica. — Imobilišu se pomoću Dezolovog zavoja ili samo »mitelom«. Najbolja je Kramerova šina koja ide od zdravog ramena, iza vrata, duž celog povređenog ekstremiteta do prstiju. Lakat je savijen pod pravim uglom, a predlaktica u neutralnom položaju. Fiksacija se vrši zavojem.

Lakat i podlaktica. — Imobilizacija se vrši pomoću Kramerovih i pneumatičnih šina koje se u zadnje vreme posebno preporučuju.

Šaka. — Imobilizacija se vrši pomoću Kramerovih i pneumatičnih šina.

Kuk i butina. — Imobilizacija se u nuždi može vršiti improvizacijom tj. vezivanjem noge za nogu ili upotrebom neke daske i slično duž spoljne i unutrašnje strane noge. Međutim, najbolja imobilizacija je pomoću Ditriksovih šina i donekle Tomasovom.

Koleno i potkolenica. — Imobilizacija se vrši pomoću pneumatičnih, zatim Kramerovih i Tomasovih šina.

Kičmeni stub i karlica. — Imobilizacija se vrši pomoću daske dužine i širine celog tela.

Zaključak

U uslovima koji postoje kod povreda i nesreća na radu u rudnicima, mišljenja smo, da spasilačke čete treba da primene sledeće vrste imobilizacije: prvenstveno pneumatične, zatim Kramerove i Tomasove šine i na kraju improvizacionu imobilizaciju. Pneumatične šine su naročito povoljne zbog lake transportabilnosti, jednostavne primene, lalkog nošenja i čuvanja. Obuka spasilačkih četa u primeni pneumatičnih šina ne zahteva neke posebne pripreme i traje veoma kratko, što u znatnoj meri pogoduje njihovoj primeni u uslovima rada u rudarstvu.

РЕЗЮМЕ

Имобилизация тяжелых повреждений в горном деле

Др Ж. Стојиљковић — Др Б. Пирошков*)

В работе подчеркивается значение временной (транспортной) иммобилизации тяжелых повреждений в горном деле.

Описаны все виды импровизированных и стандартных лубков. Особенно подчеркнута применение пневматических лубков, в виду их легкой портативности и быстрой постановки. Эта форма иммобилизации может быть применена в условиях медицинской помощи ротой спасителей и не требует продолжительного инструктажа.

В работе приводятся конкретные формы иммобилизации при разных повреждениях в горном деле, разграниченные на этапы помощи.

Literatura

1. Сеперковић М. 1967: Приручник о заштити при подzemном rudarenju, »Prosveta«, Beograd.
2. Јокановић В., 1968: Основа за техничке анализе о повредama на раду и изналаженju могућности njihovog smanjenja. — Saveтованje о заштити на раду, Бор.
3. Паркеџ, Дејвис, 1966: Проспекти пневматичних шина (USA).
4. Ratna hirurgija (I i II deo). — Izdanje SUJNA, Beograd, 1953.
5. Savićević M. i dr., 1961: Zaštita zdravlja на раду (Poglavlje »Prva pomoć povredeni-ma« — E. Kremzir). — Institut za zdravstveno prosvetivanje, Beograd.
6. Schöngen W., 1967: Prospekti pneumatičnih šina, Beč.

*) Dr Živko Stojiljković, spec. za medicinu rada, Beograd
Dr Boris Piroškov, šef lekar SHP, Beograd

Organizovanje službe zaštite na radu u rudarskom preduzeću

Vojin Stojanović

Kod pravilnog sprovođenja zaštite na radu u preduzeću, jedno od osnovnih, a i naj-složenijih pitanja predstavlja problem organizovanja tih poslova, odnosno postavljanje ove delatnosti tako da se ona može obavljati kvalitetno i celishodno.

Da bi služba zaštite na radu mogla uspešno da obavlja svoj rad, naročito je potrebno:

- što preciznije sagledati delokrug poslova koje služba treba da obavlja;
- odrediti njenu organizacionu šemu i položaj;
- ustanoviti broj lica koja će obavljati ove poslove, kao i njihove stručne kvalifikacije;
- odrediti ovlašćenja službe.

Što se tiče delokruga poslova koje služba obuhvata, oni su, uglavnom, određeni zakonom (čl. 94. OZR), ali to su samo osnovni i najvažniji, a ne i svi poslovi koji treba da uđu u delokrug rada službe. Da to nisu svi poslovi vidi se jasno i iz odredbe tog člana (st. 1, tač. 7), da u kompetenciju službe spadaju i poslovi koji se određuju pravilnikom preduzeća. Pri utvrđivanju ovih poslova naj-pogodniji je metod eliminacije; prvo se sagledaju svi zadaci koje preduzeće u vezi sa zaštitom treba da obavlja, a iz njih se izluče poslovi službe. To, drugim rečima, znači da se izdvoje svi oni poslovi koje treba da obavljaju organi upravljanja (»politika zaštite«), a zatim zadaci koji se podvođe pod pojam odgovornosti rukovodećeg kadra za sprovođenje zaštite na radu, odnosno koji ulaze u okvir dužnosti članova radne zajednice u vezi sa pridržavanjem zaštitnih mera i korišćenjem zaštitnih sredstava. Na taj način dobili bi

se poslovi, koji, po pravilu, predstavljaju zadatke i dužnosti službe zaštite na radu. Pri tom treba napomenuti, da ovako određeni poslovi nisu oni koje služba treba isključivo i sama da obavlja, već oni samo ulaze u njen delokrug. Ovo s razloga, što služba mora otklanjati sve vrste uzroka povređivanja i oboljevanja na radu, a ti uzroci su, kao što je poznato, mnogobrojni i raznoliki; naročito su mnogobrojni oni, koji leže u samom čoveku i imaju svoj koren kako u uslovima rada tako i radnikovog ličnog života. Kada bi služba zaštite na radu sama vršila sve ove poslove, tada bi se ona pretvorila u neku vrstu superslužbe, koja bi apsorbovala većinu zadataka svih ostalih službi, a to nije ni potrebno ni poželjno. Prema tome, određivanje karaktera poslova koje ima da vrši služba zaštite sprovede se na taj način, što će se, prvo, utvrditi koji su to poslovi i zadaci iz domena zaštite koji ne spadaju ni u delokrug organa upravljanja, ni u okvir dužnosti članova radne zajednice odnosno odgovornosti rukovodećeg osoblja. To bi, dakle, bili poslovi koje ne bi niko obavljao, tj. koji ne bi ulazili ni u čiju kompetenciju, kad ne bi postojala služba zaštite na radu. Među ovim poslovima potrebno je, dalje, izdvojiti one koji predstavljaju isključivu dužnost službe zaštite, od poslova koji samo delimično spadaju u njenu nadležnost. Dok će se prvo navedeni tačno pobrojati i uneti u pravilnik o zaštiti na radu kao delokrug službe, ostali poslovi takođe će se odrediti i za njihovo obavljanje predvideti saradnja sa odgovarajućim službama. Tako, na primer, pitanje stručnog, pravilnog raspoređivanja na posao, premeštaja na drugo radno mesto itd. stvar je prvenstveno ka-

drovske službe, ali ukoliko je time ugrožena bezbednost na radu, to ulazi u delokrug službe zaštite, pa će se ova pitanja rešavati sporazumno — saradnjom ovih službi. Analogno će se postupiti u slučaju kada su u pitanju zajednički poslovi sa zdravstvenom stanicom, industrijskim psihologom, socijalnim radnikom i sl.

Kada se ovako preciziraju poslovi službe zaštite, treba odmah odrediti i njenu organizacionu šemu. Nju opredeljuje kako obim i kompleksnost poslova, tako i okolnost u vezi sa njihovim najcelishodnijim i pravilnim obavljanjem. Pitanje organizacione šeme službe zavisiće, prema tome, od konkretne situacije u pojedinom preduzeću i za to nije moguće dati jedan jedinstven model ili recept. Pre opredeljivanja za određenu formu potrebno je svestrano razmotriti kakve su organizacione varijante moguće i pogodne, pa se konačno opredeliti za najpovoljniju. Tu dolaze u obzir različita rešenja. Tako, može da se formira jedna jedinstvena služba za celo preduzeće, koja obuhvata samo navedene „čisto“ zaštitne poslove ili u nju (sa većom ili manjom samostalnošću) uključiti i druge službe odnosno lica, čija delatnost zadire u domen zaštite na radu. Može se, međutim, obrazovati jedna centralna služba, koja će imati svoje ogranke (referate) sa ograničenim kompetencijama ili više osamostaljenih službi, s tim da centralna služba zadrži za sebe samo osnovne, koordinacione i slične poslove. Ukratko, mada postoji veliki broj mogućih varijanti i izrađenih predloga za šemu kako da se ova služba organizuje, sve one mogu da posluže samo kao korisna orijentacija, jer će konačno rešenje opredeliti kako karakter i obim samih zadataka koji se poveravaju službi, tako i stanje, potrebe i uslove rada u dotičnom preduzeću.

Ovde treba reći da su sama preduzeća tražila da im se u pogledu organizacije ne nameću nikakvi modeli i ograničenja, što je došlo do izražaja i u samim ustavnim odredbama: organizacija zaštite na radu predstavlja isključivo samoupravno pravo radne organizacije (čl. 9. Ustava SFRJ). Ipak, dosadašnja iskustva i saznanja do kojih su došli stručnjaci u obradi ovog pitanja neće biti na odmet da se uzmu u obzir pri regulisanju organizacione forme službe u statutu i pravilniku.

U vezi sa organizovanjem službe povezano je i pitanje njenog statusa u organizacionoj strukturi preduzeća. OZR (u čl. 94, st. 4) izričito određuje da je rukovodilac službe »neposredno odgovoran direktoru«, iz čega treba izvesti intenciju zakonodavca da ovu službu potpuno osamostali. Nezavisnost i puna samostalnost službe garancija su za njeno pravilno funkcionisanje, pa stoga, pri bližem regulisanju ovog pitanja internim opštim aktima, ovu zakonsku odredbu treba što doslednije realizovati. Svako ograničavanje i vezanje rada službe sa bilo kojom organizacionom jedinicom — na šta se u praksi nailazi — onemogućuje njeno uspešno delovanje, sputavati njena ovlašćenja i samostalan rad. Nezavisno delovanje službe, međutim, imperativno nameće specifičan karakter poslova koji su joj povereni.

Uporedo sa prethodnim pitanjem treba rešiti i problem lica koja će obavljati poslove zaštite na radu. Istina, za rudarska preduzeća postoji propis o minimalnoj stručnoj spremi lica koja rade u njihovim službama zaštite (čl. 4. Pravilnika o stručnoj osposobljenosti... iz 1963. god.), ali rešavanje kadrovske pitanja ipak nije tako jednostavno. Pre svega, zavisno od stepena, karaktera i obima opasnosti koje prete pri odnosnim radovima, kao i od veličine i organizacione forme službe, određuje se broj lica koja će raditi na tim poslovima i potreban nivo njihove školske spreme i dužine prakse. Stoga je i ovde potrebno prethodno poći analitički od poslova službe i njene organizacione šeme pa se na osnovu toga opredeliti za profile kadrova koji će ih obavljati. Ako bude potreban veći broj lica, tada će se, po pravilu, moći izvršiti i veće stručno diferenciranje, a takođe ukazati će se mogućnost za celishodniju podelu poslova, odnosno za specijalizaciju za određene poslove.

Ovde treba podvući, da pri rešavanju kadrovske problematike službe zaštite na radu ne bi smelo biti nikakvih odstupanja i kompromisa u odnosu na zakonske odredbe i potrebe preduzeća, jer od pripremljenosti ovog kadra zavisi u velikoj meri i bezbednost rada u preduzeću.

Na kraju, ostalo je još pitanje ovlašćenja službe. Zakon naročito podvlači njenu kontrolnu funkciju (u čl. 94. st. 1.), ali iz ostalih odredbi, kao i onog što je već navedeno u vezi sa poslovima službe, vide se i zadaci drugog karaktera. Tako se mogu jasno uočiti i

njeni studijsko-analitički zadaci (proučavanje uzroka nesrećnih slučajeva i profesionalnih oboljenja . . .), evidenciono-statistički (praćenje zdravstvenog stanja radnika . . .), stručno-konsultativni (davanje predloga i stručnih mišljenja za sprovođenje i unapređenje zaštite), čemu treba dodati još instruktivno-vaspitno delovanje u domenu zaštite na radu, poslove u vezi sa planiranjem, organizovanjem i regulisanjem zaštite u preduzeću itd.

Pored svega toga, ova delatnost treba da evidentno obuhvati koliko nadzor, toliko i sve stručne poslove koji obezbeđuju puno pridržavanje zaštitnih mera i efikasno sprovođenje zaštite u život. Ipak, u rudarskom preduzeću potrebno je da služba u vezi sa kontrolnom funkcijom dobije široka ovlašćenja (da može odmah da udalji radnika sa posla, da obustavi rad i sl.), da bude — kratko rečeno — inspekcija u preduzeću. Ovakva njena fizionomija je neophodna, jer organi rudar-

ske inspekcije samo povremeno ulaze u preduzeće, a pri rudarskim radovima često je preko potrebna hitna intervencija radi obezbeđenja, što se može postići jedino davanjem analognih ovlašćenja »internoj inspekciji«. Međutim, kontrolom se ne može potpuno da reši problematika zaštite u celini, pa bi bilo pogrešno stavljati težište na kontrolnu delatnost službe, već je nužno da ona obavlja sve poslove koji su usmereni na otklanjanje svih vrsta uzroka povređivanja i oboljevanja na radu.

Kao što se vidi, kod organizovanja službe zaštite na radu u rudarskom preduzeću ne može se dati jedan uzorak, niti obuhvatiti u detalje sve komponente ove problematike, ali smo želeli da ovim člankom ipak ukažemo na elemente koje pri tom treba uzeti u obzir, na okvire u kojima se treba kretati, kao i na puteve kojima se može doći do optimalnih rešenja.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Organisation des Arbeitsschutzdienstes im Bergwerksbetrieb

V. Stojanović*)

Der Verfasser analysiert im Aufsatz die Durchführungsweise der Gesetzesmassnahmen über die Verpflichtung eines Bergbaubetriebs einen speziellen Arbeitsschutzdienst zu haben. Bei der Behandlung dieses Themas hat der Verfasser vorgesehen, das der Wirkungskreis dieses Dienstes durch das Eliminationsverfahren bestimmt wird, damit es nicht zum »Doppelgleis« bei der Verantwortlichkeitsbestimmung für den Arbeitsschutz kommt. Ausserdem erklärt der Verfasser wie die Aufgaben festgelegt werden sollen, die der Arbeitsschutzdienst gemeinsam mit den anderen Diensten zu lösen hat.

Es wird speziell das Problem der Stellung des Arbeitsschutzdienstes in dem Organisationsschema des Unternehmens und ebenso die Sicherung der vollen Selbstständigkeit dieses Dienstes, behandelt.

*) Vojin Stojanović, profesor Više škole za organizaciju rada, Beograd.

Prikazi iz literature

Koch: Tehnička sredstva za borbu protiv požara (Tehnische Mittel zu der Staubbekämpfung). — Bergbau und Hütte Sicherheit, Heft 2, Leipzig, 1967.

Industrijska meteorologija predstavlja novi smer, koji dolazi do izražaja primenom meteoroloških saznanja i metoda merenja pri rešavanju raznih problema u industriji.

Klima predstavlja osnovni faktor radne okoline. Nažalost, u industriji i u drugim privrednim delatnostima često se dešava, da mnogo manje važni problemi imaju prednost u odnosu na klimatske i ventilacione faktore. Međutim, na ovom području između industrijskih inženjera i tehničara i industrijskih meteorologa postoje mnogobrojni problemi čije rešavanje uslovljava ovakvu saradnju.

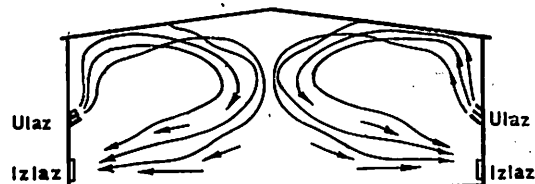
U industriji još uvek nije dovoljno naglašen značaj primene industrijske meteorologije i njenih dostignuća, mada se postepeno dolazi do saznanja, da ista čini nerazdvojni deo unapređivanja tehnoloških procesa, što važi i za mnoge evropske zemlje, pa i za obe Nemačke.

Već 1963. na Geofizikalnom institutu Univerziteta »Karl Marx« u Leipzig-u obrazovana je posebna grupa za industrijsku meteorologiju. Tako je počelo rešavanje problema stvaranja novih mladih stručnih kadrova. Uspeh nije izostao. Broj tema za naučno-istraživačku obradu problematike iz ove oblasti naglo se povećao. Sedam novih izuma je patentirano do kraja 1967., za koje se prijavilo 20 interesenata. Oko 30% apsolutenata prijavilo se na dalje školovanje radi sticanja kvalifikacije industrijskih meteorologa. Dosad postignuti rezultati u industriji i zdravstvu u DR Nemačkoj potvrdili su da neodržavanje ravnoteže i nepravilno razvođenje vazduha u klimatiziranim prostorijama dovodi do otežanih radnih uslova i do ugrožavanja zdravlja zaposlenih lica.

Činjenica da nepravilno usmeravanje vazduha u radnim prostorijama i halama može prouzrokovati teška oštećenja, na prvi pogled izgleda nedovoljno ubedljiva. Međutim, primeri iz prakse potvrđuju suprotno. Ako se npr. nekaj agregat iz određenih razloga neprekidno depresiono provetrava, u prostoriji postoji stalni potpritisak u odnosu na spoljnu atmosferu. Do izjednačenja dolazi na taj način, što kroz pukotine ili nedovoljno hermetična vrata, prozore i dr. stalno i nekontrolisano ulazi vazduh spolja. Sa ovom vazdušnom strujom dovodi se prašina, a pod određenim uslovima bakterije i virusi.

Isključivo gravitaciono provetravanje često se primenjuje u zgradama zdravstvenih ustanova.

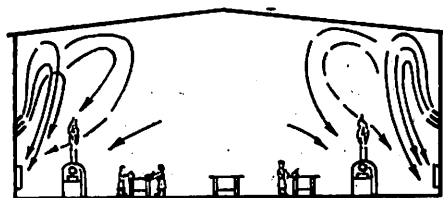
U hali jednog patološkog instituta konstatovano je, da se vazduh neprekidno usisava ($1250 \text{ m}^3/\text{č}$). Došlo je do strujanja vazduha iznad stola za sekciranje odn. iznad samih slušalaca. Prema postojećoj statistici (Koch i Rahne — 1964.) u ovakvim institutima je opasnost infekcije od plućne tuberkuloze tri puta veća nego u lečilištima plućnih oboljenja. Ova činjenica je dovoljna, da se sagleda visok stepen opasnosti i ugrožavanja zdravlja medicinskih radnika zbog nepravilne ventilacije radnih prostorija.



Sl. 1 — Turbulentno uvođenje i izvođenje vazduha

Iz tih razloga u DR Nemačkoj se posvećuje posebna pažnja pravilnom razvođenju vazdušne struje u potpuno klimatizovanim novim prostorijama, jer su istraživanja utvrdila, da i kod ovakvih savremenih uređaja može doći do nepravilnosti u sistemu provetravanja velikih prostorija.

U jednoj hali bez prozora, ustanovljeno je da se turbulentnim uvođenjem i izvođenjem vazduha (sl. 1) postiže razmena vazduha 12 puta, što



Sl. 2 — Nepravilna cirkulacija vazduha

je dovoljno za obnavljanje vazduha, s obzirom na broj lica koja se nalaze u toj prostoriji.

Nedaleko od uzdužnih zidova zgrade — zbog tehnoloških uslova — dolazi do stvaranja vodonika i ohlađeni vazduh ne učestvuje u predviđenoj cirkulaciji, jer je relativno teži i neposredno posle ulaska u halu pada te odmah izlazi sa strujom kroz otvore za istrošeni vazduh (sl. 2). Zbog toga u blizini ovih zidova postoji 20-struka razmena vazduha, a brzina kretanja vazdušne struje dostiže $50 \text{ cm}/\text{sek}$. U isto vreme u srednjem delu praktično ne postoji razmena vazduha.

Zbog ovakvog provetravanja, lica koja rade u blizini duže strane zida, često su oboljevala od gripa i zapaljenja bubrega. Istovremeno, radnici u sredini hale žalili su se na zamor, glavobolju i migrenu.

Posle utvrđivanja ovih činjenica izrađen je novi predlog za rekonstrukciju uređaja klimatizacije. Provetravanje prostorija vršeno je potiskivanjem vazduha. Preporučeno je usmeravanje vazdušne struje odozgo na dole (Koch, Schienbein i Schreiner — 1967).

Dipl. ing. M. Srdanović

Bibliografija

- Osipov, S. N., Žadan, V. M. — Uprošćeni način određivanja stabilnosti ventilacione struje pri požaru u jami. (Uprošćenij sposob opredelenija ustojčivosti ventiljacionnoj strui pri požare v šahte). »Ugol'«, (1969) 7, str. 57—61, 3 sl., 5 tabl.
- Homjanin, N. A. — Poboľjšati sigurnost rada u jamskom transportu. (Povysit' bezopasnost' raboty podzemnogo transporta). »Ugol'«, (1969) 7, str. 63—64.
- Poluhin, V. A., Pogrebnyak, L. K., i dr. — Pokušaj sniženja zapašenosti pomoću pret-hodnog orošavanja stenskog masiva pri izradi pripremnih hodnika. (Opyt sniženija zapylennosti s pomoščju predvaritel'nogo uvlaženija porodnogo massiva pri provedenii podgotovitel'nyh vyrabotok.) »Ugol'«, (1969) 7, str. 65—66, 4 tabl.
- Božko, V. L., Skaljarov, L. A., i dr. — Efikasnost degazacije slojeva koji se dobijaju bušotinama u uslovima rudnika Donbasa. (Effektivnost' degazacii razrabatyvaemyh plastov skvažinami v uslovijah šaht Donbassa). »Ugol' Ukrainy«, (1969) 7, str. 31—33, 1 sl., 1 tabl.
- Baltajtis, V. Ja., Kušmarev, A. M., i dr. — Ispitivanje uslova primene aktivnog načina gašenja podzemnog požara. (Issledovanie uslovij primenenija aktivnogo sposoba tušenija podzemnogo požara). »Ugol' Ukrainy«, (1969) 7, str. 33—34.
- Urazov, A. P. — Novi načini čuvanja, sušenja i otprašivanja radne odeće rudara. (Novye sposoby hranenija, suški i obespylivanija rabočej odeždy gornjakov) »Ugol' Ukrainy«, (1969) 7, str. 34—36, 1 sl.
- Grodell, G. S. — O proceni uslova rada po faktoru zapašenosti. (Ob ocenke uslovij truda po pylevom faktoru). »Ugol' Ukrainy«, (1969) 8, str. 43—44.
- Zavičickij, G. G., Sarančuk, V. I. i dr. — Primena potpunog zapunjavanja otkopanog prostora radi sprečavanja samozapaljenja uglja u strmim slojevima. (Primenenie polnoj zakladki vyrabotannogo prostranstva dlja predupreždenija samovozgoranija uglja na krutyh plastah). »Ugol' Ukrainy«, (1969) 8, str. 45—46, 2 sl., 1 tabl.
- Nekrasov, E. P., Kločko, I. P., i dr. — Bušenje bušotina u slojevima opasnim po izbojima u rudniku im. M. I. Kalinina. (Burenie skvažin v vybrosopasnyh plastah šahty im. M. I. Kalinina). »Ugol' Ukrainy«, (1969) 8, str. 46—48, 3 sl.
- Kovačić, F. — Instrukcije za podgrađivanje širokočelnih otkopnih radilišta. »Jug. i inostrana dokumentacija zaštite na radu«, (1969) 7, str. 117—128, 3 sl.
- Furs, S. — Statistički metod za određivanje garantnog vremena za zaštitno dejstvo apsorbera gasnih maski. (Metoda statystyčna ustalania gwarantovanego czasu dzialania ochronnogo pochlaniaczy do masek). »Prace Centralnego Instytutu Ochrony Pracy«, Varšava (1969) 61, str. 109—117, 2 tabl.
- Fox, D. E. — Problemi bezbednosti pri daljinskoj kontroli električne i mehaničke opreme u rudnicima uglja. (Problemas de seguridad en el control remoto de los equipos eléctricos y mecánicos en el frente de las minas de carbon). »Medicina y Seguridad del Trabajo«, Madrid (1969), 55, str. 70—83.
- Frankiewicz, S. — Merenje sadržaja prašine u vazduhu. (Pomiar steżenia zapylenia powietrza). »Ochrona Pracy«, Varšava, (1969) 5, str. 14—16, 3 sl.
- Spisak osnovnih normi i propisa za zaštitu na radu. (Seznam zakladnich bezpečnostnich predpisu a norem). Izd. »Vyzkumny ustav bezpečnosti prace ROH«, Prag (1963).
- Priručnik o zagađenosti vazduha, deo I i II. (Air pollution manual, Part I i II). Izd. »American Industrial Hygiene Association«, Detroit 1968.
- Affly, F. — Instrument za skupljanje prašine. (Staubsaammelgerät). »Sigurnost u pogonu«, (1969) 6—7, str. 176—177, 3 sl.
- Marinović, N. — Problemi atestiranja eksplozivno zaštićenih električnih uređaja. »Sigurnost u pogonu«, (1969) 8, str. 188—190.

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopise:

„Rudarski glasnik“

(izlazi 4 puta godišnje)

i

„Sigurnost u rudnicima“

(izlazi 4 puta godišnje)

- Saradujte u njima! Odaberite rubriku koja vas najviše interesuje i pošaljite svoj prilog
- Postavite pitanja — na njih će odgovoriti najeminentniji stručnjaci iz rudarstva, srodnih oblasti i službe zaštite na radu!

Redakcija

N A R U D Ź B E N I C A

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 190,00

SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 140,00

Ukupno: 330,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa -----

M P

N A R U D Ź B E N I C A

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujem na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 32,00

SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 24,00

Ukupno: 56,00

Uplatu ću izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

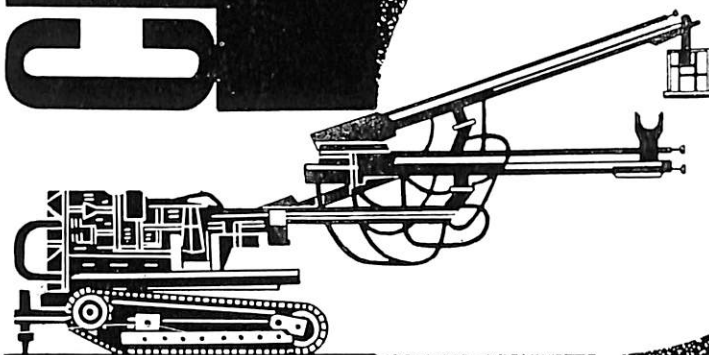
(mesto i datum)

(ime naručioca)

(adresa)

Overava preduzeće — ustanova

SBU-2M



MACHINOEXPORT



SAMOHODNA GARNITURA ZA BUŠENJE SBU—2M

na gusjenicama

za bušenje horizontalnih bušotina različitih namjena

Bušača garnitura sastoji se iz dva bušača stroja, lijevog i desnog obrtnog postolja, upravljačkog postolja i komandne table.

visina bušotine	— 5 m
širina bušotine obradene iz jednog položaja	— 6 m
broj udara u minuti	— 2900
brzina kretanja	— 2 km/sat

Zahvaljujući velikoj brzini bušenja rovova i centraliziranom upravljanju, garnitura SBU—2M povisuje proizvodnost 2—3 puta u usporedbi sa ranijim analognim garniturama i znatno olakšava uvjete rada.

Izvoznik: V/O »Mašinoeksport« Adresa: SSSR, Moskva, V—330 Telex: 207

Mašine za pripremu uglja

CDR — CJM — ZDR REZONANTNA SITA

Ova delimično balansirana, dvorešetna, rezonantna sita se koriste za klasiranje uglja i koksa i snabdevena su krupnoćom do 120 mm. Mogu se takode koristiti i za prosejavanje drugih materijala i proizvode se u nekoliko varijanti. S druge strane, individualne vrste sita se proizvode u nekoliko veličina zavisno od širine rešeta.

WP i WK vibraciona sita

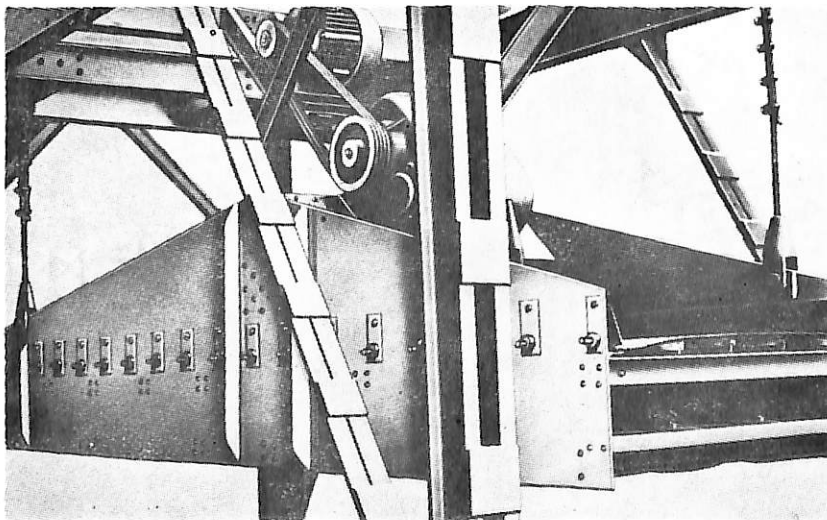
WP sita se proizvode u dve varijante, naime, WP-1 jednostruko i WP-2 dvostruko sito, a svaka od tih varijanti se proizvodi u nekoliko veličina. Zavisno od njihove oznake, ona mogu biti snabdevena ravnim, tanjirastim ili olučastim sitima, ili odgovarajućim kombinacijama ovih sita na oba stepena WP-2 tipa.

WP sita su predviđena za suvo i mokro prosejavanje finih zrnaca, odvodnjavanje sredine i sitnih zrnaca i mulja, kao i za spiranje magnetita sa sitnih zrnaca.

Učink ovih sita se kreće od 60—200 t/h.

DISA suspenzioni koncentratori

Koriste se u perlonici za pripremu uglja i kao nusproizvod pružaju obogaćeni ugalj. Rade na principu težinskih razlika u gustini između tečnih medijuma i zrnastih (zelenih) komponenti uglja.

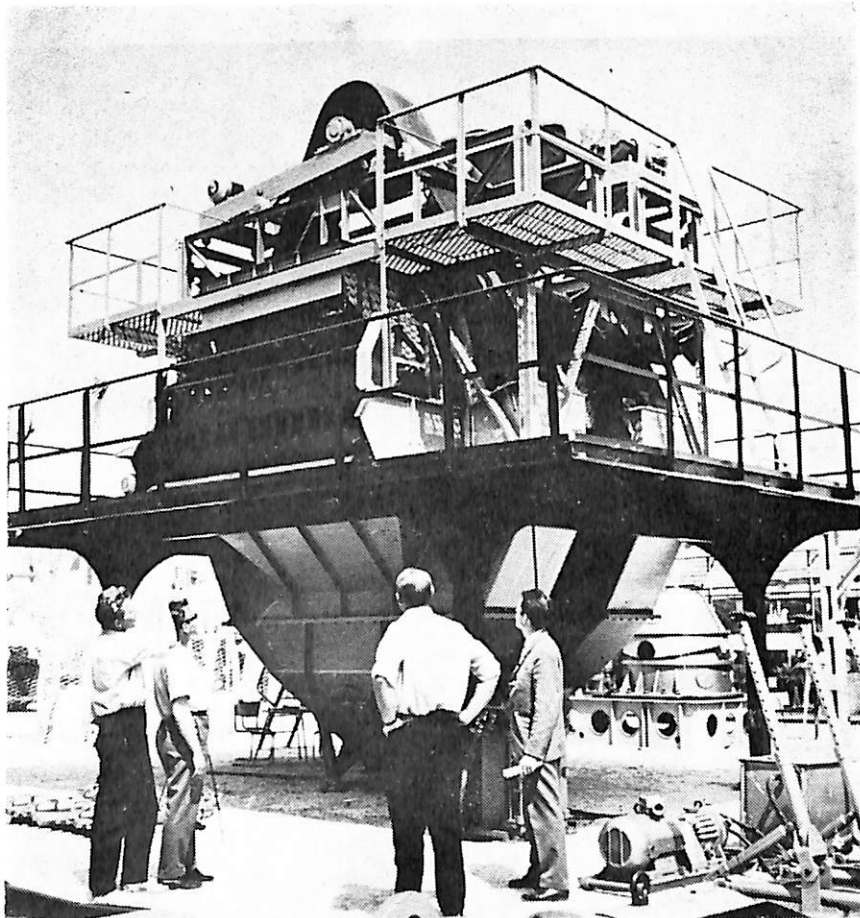


NAEL — 3 proceđivač finog uglja

Ova mašina se koristi za dehidriranje finog uglja i sitnih međuproizvoda. Određena krupnoća dehidriranih zrna je 13—0, a maksimalna krupnoća 16—0.

Sl. 1 — WP-2 dvostruko vibraciono sito

Ovi procedivači sitima zamenjuju kontejnere za okapanje, čime se obezbeđuje niži procenat vode u dehidrisanom proizvodu za oko 4—7% i omogućuje smanjenje sadržaja pepela koncentrata za oko 1—2%, zbog boljeg ocedivanja muljevutih čestica u centrifugiranoj vodi.



Sl. 2 — DISA suspenzioni koncentrador

OSO odvodnjavajuće sito

Ovaj procedivač savremene izrade radi na principu centrifugalne sile i predviđen je bilo za dehidriranje, bilo za klasiranje suspenzija. Proizvodi se u tri veličine.

Drobnice za ugalj sa jednim i dva valjka

Ove mašine su predviđene za drobljenje tvrdih ugljeva, ugljenih međuslojeva, krečnjaka itd., i poznate su po svojoj kompaktnoj i robustnoj konstrukciji, savremenoj izradi, radnoj pouzdanosti i lakom opsluživanju. Nazubljeni prstenovi valjaka i umeci radnih ploča izradeni su od abraziono rezistentnog, visoko manganskog livenog čelika.

UP udarna prstenasta drobnica za ugalj

Kao i one prethodne, i ove drobnice za ugalj se koriste za drobljenje uglja i ugljenih međuslojeva i izradene su od visoko kvalitetnog, abraziono rezistentnog livenog čelika.
Ekskluzivni izvoznik:

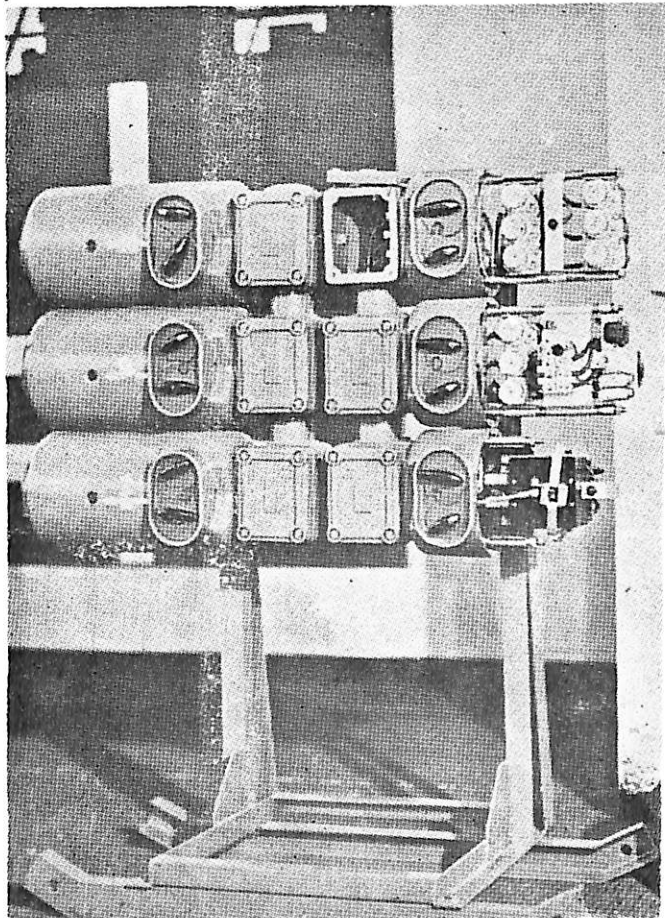
CENTROZAP

Preduzeće za spoljnu trgovinu
Katowice — Ligonja, 7, Poljska
Poštanski fah — 825
Telex — 31416

Zastupnik za SFRJ: Mašinkomerc, Beograd, Knez Mihailova 1--3



„RADE KONČAR“ preduzeće za proizvodnju električne opreme, projektiranje i montažu postrojenja, Z a g r e b



iz oblasti rudarstva vrši slijedeće radove:

Proizvodi: eksploziono zaštićene motore svih snaga, eksploziono zaštićene transformatorske stanice 200 i 315 kVA, eksploziono zaštićene razvodne niskonaponske uređaje, eksploziono zaštićene kontrolne aparate i to:

- mrežni kontrolnik,
- rasvjetni kontrolnik,
- kontrolnik gumenih i orabuljastih transformatora,
- kontrolnik ventilacije visokonaponske razvodne ormara GkV za jamu u izvedbi P 31

Projektira: elektrifikacije svih vrsti rudničkih pogona i to jamskih i površinskih u eksplozionoj zaštiti i normalnoj izvedbi.

Montira: sva električna postrojenja za rudnike.

Veći dio opreme isporučuje odmah sa skladišta.

»RADE KONČAR« – Zagreb, Fallerovo šetalište br. 22

RUDARSKE I INDUSTRIJSKE LOKOMOTIVE

VILJUŠKARI

AUTO-KARE

NUŽNO I REZERVNO SVETLO KAO I DRUGI UREĐAJI – NIKAD VAM
NEĆE OTKAZATI AKO U NJIH UGRADITE

CEVASTE AKUMULATORE „TREPČA“

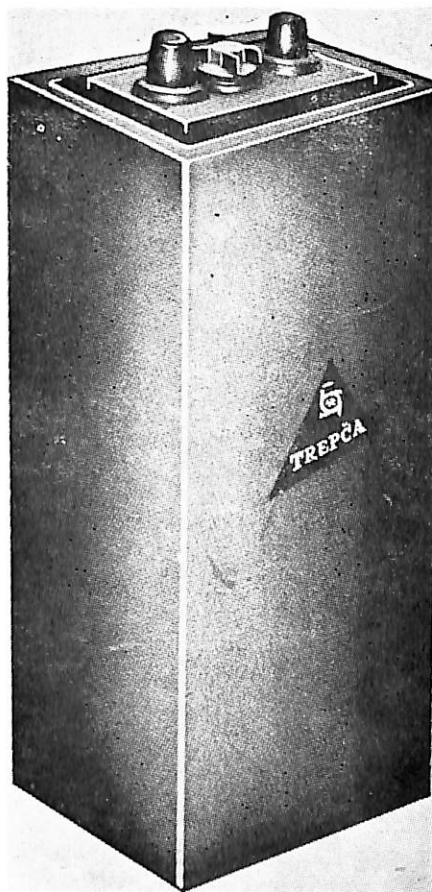
VISOKO UČINSKE OLOVNE

ČELIJE SA POZITIVNIM

CEVASTIM PLOČAMA POSEDUJU

IZUZETNE PREDNOSTI NAD

KLASIČNIM KONSTRUKCIJAMA



ZA SVE TIPOVE CEVASTIH AKUMULATORA ZA TRAKCIONE I
STACIONARNE SVRHE OBRATITE SE NA



FABRIKA AKUMULATORA »TREPČA«

KOS. MITROVICA Telefon 86132

Telex 18126

NOVO!

NOVO!

NOVO!

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

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 15.000 termina

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

Rečnik je u štampi.

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 će imati 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 отвала

O-114

odlagalište, klizanje

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

O-115

odlaganje, mesto

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

O-116

odlagalište, napredovanje

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
подвигание отвала

O-117

odlagalište, odbacivačko

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

O-118

odlagalište, okrenut ka

facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers le dépôt; face (f) vers
le remblai
kippenseitig
со стороны отвала

Cena u pretplati iznosiće 150,00.— din. Pojedinci mogu dobiti rečnik na otplatu u četiri rate — po 35,00.— din. Po izlasku iz štampe cena jednog primerka iznosiće 230,00.— din.

Rečnik se dostavlja posle uplaćenog celog iznosa.

Redakcija

NARUDŽBENICA

Neopozivo se pretplaćujem na petojezični

RUDARSKI REČNIK

u izdanju Rudarskog instituta — Beograd, po ceni od 150 N. dinara, koju ću sumu uplatiti (nepotrebno precrtati):

a) u celosti

b) u 4 dvomesečne rate, po 37,50 N. dinara, do 15. IV 1970. godine kada Rečnik izlazi iz štampe.

Uplatu ću izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: 1. Pravo na kupovinu Rečnika na rate uživaju samo individualni naručioc.
2. Cena Rečniku po izlasku iz štampe će biti 230 N. dinara.

_____	_____
(mesto i datum)	(ime — naziv naručioca)
_____	_____
(Overava preduzeće — ustanova)	(adresa)

Please Send me Quinquelingnal

MINING DICTIONARY

Price of one copy — 12 US\$ (including postage) I will pay in to the credit of your account № 6081620-10-3200 90000-10-173: POLJOBANKA — BEOGRAD (YUGOSLAVIA) — RUDARSKI INSTITUT.

Name _____ Title _____

Company _____

Home _____
Address Office _____

City _____ State _____

NOTE! Publication date: 15. IV. 1970.
After that date the price is 18,40 US \$ (including postage)

Please return this card to the address of the publisher:

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI PUT 2

Veillez m'envoyer le

DICTIONNAIRE DE MINES

en cinq langues, au prix de 70 F. F. que j'assignerai en faveur du compte № 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA — BEOGRAD (YUGOSLAVIE) — RUDARSKI INSTITUT.

Nom et prénom _____ profession _____

Maison _____

particulière _____
Adresse. officielle _____

Ville _____ Etat _____

REMARQUE! Le dictionnaire apparaîtra le 15. IV. 1970. Après ce delai le prix du dictionnaire sera porté à 105 F. F.

Vous êtes prié de renvoyer cette carte à l'éditeur:

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI PUT 2

