



SIGURNOST U RUDNICIMA

VIII · 1973 · 1

VIII GODIŠTE
1. B R O J
1973. GODINA

SIGURNOST U RUDNICIMA

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

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

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

Stampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

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

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

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

CURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

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

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

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

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

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

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

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

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

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

Električne mašine, transformatori i aparati u metanskim rudnicima

(sa 6 slika)

Prof. dipl. ing. Petar Jović

Ovaj članak objavljujem na mnogobrojne sugestije mojih bivših đaka, sadašnjih rudarskih inženjera, koji smatraju, da u interesu veće sigurnosti i bezbednosti u rudnicima treba izneti dosadašnje rezultate i dostignuća u izgradnji električnih mašina, transformatora i aparata, koji se upotrebljavaju u rudnicima sa metanom, a za koje nema potrebne literature. U ovom članku su izneti brojni rezultati dobiveni eksperimentalno ili merenjem u laboratorijama i naučnim institutima u Engleskoj, Belgiji, Francuskoj Nemačkoj i SSSR za električne mašine i aparate, a za savremene transformatore sa silikonskom izolacijom u Americi.

Uslovi za primenu elektriciteta u rudnicima mnogo su teži i komplikovaniji nego za mnoge druge grane privrede. Pored vlage, vode, teskobe i pokretnosti električnih mašina i kablova radi praćenja radova, pojavljuje se u nekim jamama rudnika uglja i soli, zapaljiv gas metan, koji u odgovarajućoj smeši sa vazduhom može da se zapali i eksploplodira. Isto tako u rudnicima ugljena prašina pomešana sa vazduhom može da predstavlja eksplozivnu smešu. Ove smeše kad se zapale eksploplodiraju i mogu izazvati čitave katastrofe u rudnicima. One se pale i eksploplodiraju pod uticajem visokih temperatura, koje se mogu razviti usled različitih uzroka. Ti uzroci mogu poticati i od električnih mašina, transformatora, aparata i drugih električnih uređaja i postrojenja. Eksploziju mogu da izazovu električne varnice koje neotklonjivo prate rad nekih električnih mašina i aparata, a pojavljuju se na mestima prekida, na kliznim prstenovima, na kolektoru, na kontroloru i tako dalje. Takođe, eksploziju mogu da izazovu Voltin luk ili suviše zagrejeni električni provodnici.

Da bi se otklonila opasnost od eksplozije rudničkih zapaljivih gasova i ugljene prašine pomešanih sa vazduhom, ranije se verovalo da je dovoljno postaviti dobro izrađeno po-

strojenje za provetravanje rudnika, čime bi se postiglo smanjenje procenta metana i ugljene prašine u rudničkim prostorijama. Međutim, pokazalo se, da u slučaju ma kakvog nedostatka u provetranju, koji je uvek moguć, lako se obrazuje lokalna eksplozivna smeša, koja ugrožava bezbednost rudnika. Prema tome, da bi se u rudnicima sa eksplozivnom atmosferom smele upotrebiti električne mašine, transformatori, aparati, kao i drugi uređaji, svi oni moraju imati specijalnu konstrukciju. Izrada ovih specijalnih konstrukcija je u većini slučajeva delikatna i nije jednostavna, jer se neki delovi moraju vrlo precizno da obrade, a sem toga, te mašine i uređaji su veći i teži nego normalno izrađeni iste snage, zbog čega su i znatno skuplji.

Pre nego što se pristupi izlaganju principa po kojima se konstruišu i izrađuju specijalne električne mašine, transformatori i aparati čija se primena dozvoljava u eksplozivnim atmosferama rudnika, potrebno je osvrnuti se i na normalne konstrukcije električnih mašina i aparata. Električne mašine i aparati normalne konstrukcije su podešene tako, da su zaštićene od nepovoljnog dejstva sredine u kojoj rade. Na primer, njihovi provodni delovi koji su pod naponom, kao i po-

kretni unutarnji delovi, zaštićuju se od slučajnog i namernog dodira; neke normalne električne mašine zaštićuju se od upadanja stranih čvrstih predmeta ili grube prašine; ili se zaštićuju od ulaženja vode, koja kaplje, prska ili se pojavljuje kao bujica. Električne mašine, koje imaju jednu ili više vrsta ovih zaštita, primenjuju se za razne uslove rada u raznim granama privrede, kao i u rudnicima u kojima nema eksplozivnih atmosfera. Ali se one ne smeju upotrebiti samo sa tim zaštitama u rudničkim eksplozivnim atmosferama.

Kad su u pitanju konstrukcije električnih mašina i aparata koji se upotrebljavaju u metanskim rudnicima, u celom svetu se polazi od sledećih najnepovoljnijih pretpostavki:

— Da sve električne mašine, transformatori i aparati mogu biti uzrok upaljenja eksplozivnih smeša.

— Da eksplozivna smeša može uvek ući u unutrašnjost električnih mašina i aparata iz njihove spoljne okoline. Čak i kod takozvanih oklopa »potpuno zatvorenih« nemoćuje je sprečiti razmenu vazduha i gasova između spoljne okoline i unutrašnjosti mašine i aparata. Uvek postoji to neizbežno »disanje mašina i aparata«, koje prouzrokuje promenljive temperature i pritisci usled zagrevanja i hlađenja mašina i aparata, u zavisnosti od njihovog režima rada. Sem toga, oko vratila i osovina koji se obrću, uvek postoji mogućnost ulaza eksplozivnih smeša u unutrašnjost mašina.

Eksplozivna atmosfera u rudnicima

Da bi se mogle bolje razumeti sve vrste konstrukcija električnih mašina i aparata, koje se primenjuju u rudničkim eksplozivnim atmosferama, potrebno je malo bliže upoznati neke osobine eksplozivnih atmosfera u rudnicima, kao što su: hemijski sastav, uslovi pri kojima se dešava eksplozija, uslovi pod kojima se vrši paljenje električnim putem, temperatura paljenja, pritisci koji se razvijaju pri eksploziji.

Hemijski sastav rudničkih atmosfera

U rudnicima se pored vazduha mogu pojaviti sledeći gasovi: azot, ugljen-dioksid, ugljenmonoksid, sumporvodoničnik, azotni oksidi,

vodonik i metan. Gasovi - metan i ugljen-dioksid, azot i vodonik izbijaju iz pora i prslina stena uglja i soli ravnomerno ili naglo provaljuju. Međutim, praktično se može smatrati da je eksplozivna atmosfera u rudnicima uglavnom smeša zapaljivog gasa metana sa vazduhom, mada se katkad mogu pojaviti gasovi etan i vodonik, koji su takođe zapaljivi, ali je njihov procenat tako mali, da oni ni na koji način ne menjaju svojstva metana u smeši sa vazduhom. To su potvrdili i rezultati detaljnih ispitivanja koja je vršio Nacionalni rudarski institut u Patiražu u Belgiji sa više stotina rudničkih eksplozivnih gasova belgijskog i inostranog porekla.

Uslovi pri kojima se dešava eksplozija

Eksplozija neke smeše je njeno trenutno sagorevanje, upravo njeno sagorevanje za vrlo kratko vreme. Ona se može desiti pri upaljenju smeše nekih zapaljivih gasova ili para sa vazduhom, ili zapaljivih prašina čvrstih tela pomešanih sa vazduhom. Prema količini zapaljivog gasa koji se nalazi u zapreminskim procentima u smeši sa vazduhom, postoji donja i gornja granica eksplozivnosti. Ako se zapaljivi gas nalazi u smeši sa vazduhom u količini koja leži između donje i gornje granice eksplozivnosti, tada je smeša eksplozivna. Te granice su za metan 5,3 i 14,9, a za vodonik 4,0 i 75,0. Kao što se vidi, granice eksplozivnosti su za metan mnogo uže nego za vodonik, zbog čega je metan manje opasan od vodonika. Sem toga, metan ima još jednu povoljniju osobinu od vodonika, koja se sastoji u većem zadocnjenju paljenja metana nego vodonika. Tako, na primer, dok smeša od 10% vodonika i 90% vazduha na temperaturi od 445°C naglo zapali za vreme od 1 sekunde, dotle se smeša od 6% metana sa vazduhom na temperaturi od 685°C zapali sa zadocnjenjem od 10 sekundi. Istina, zadocnjenje paljenja brzo se smanjuje sa porastom temperature. Međutim, nepovoljna okolnost u rudnicima je što se metan može iznenada da pojavi iz prslina stena uglja ili soli, dok se pojava vodonika u hemijskim industrijama može planski da predvidi u zavisnosti od vrste procesa, te se blagovremeno mogu preduzeti odgovarajuće mere. Isto tako sitna prašina zapaljivih čvrstih tela, koja lebdi u vazduhu i sa njim je dobro izmešana, može predstavljati eksplozivnu smešu. Opasnost od eksplo-

zije utoliko je veća ukoliko je sitnija prašina. Kod ugljeva najopasnija prašina potiče od kamenog uglja. Granice eksplozivnosti nisu stalne veličine, one zavise od početne temperature smeše i od veličine prostora u kome se eksplozija dešava.

Temperatura upaljenja gasnih smeša

Temperatura upaljenja gasnih smeša različita je za razne gasove. Ali ona takođe zavisi i od okolnosti pod kojima se vrši paljenje, kao i od načina paljenja. Ipak se smeše zapaljivih gasova i para sa vazduhom mogu praktično, podeliti u četiri grupe s obzirom na temperaturu paljenja (4):

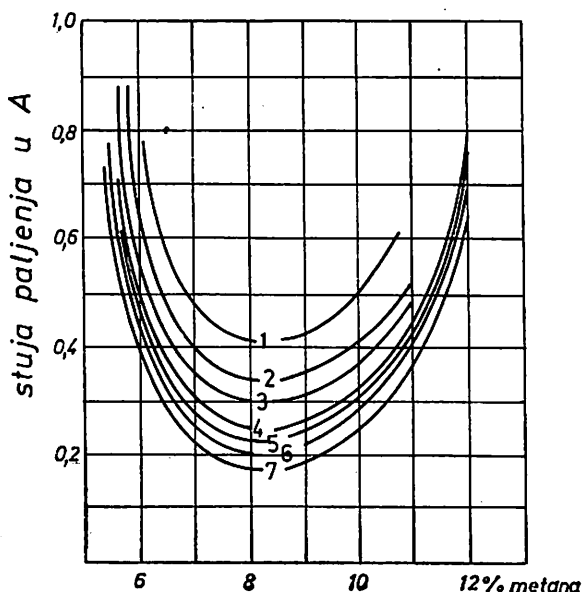
- I grupa sa temperaturom upaljenja preko 450°C
- II grupa sa temperaturom upaljenja preko 300°C
- III grupa sa temperaturom upaljenja preko 175°C
- IV grupa sa temperaturom upaljenja preko 120°C

Zapaljiva smeša metana sa vazduhom u rudnicima spada u prvu grupu sa temperaturom upaljenja preko 450°C, jer se smeša metana sa vazduhom pali na oko 650°C. Strogo uzev, temperatura upaljenja smeše metana sa vazduhom nešto varira sa procentualnom sadržinom metana.

Paljenje električnom varnicom i Voltinim lukom

Eksperimentalno se može lako ustanoviti da električne varnice mogu, pod izvesnim uslovima, da izazovu paljenje eksplozivne smeše. Takođe je eksperimentalno utvrđeno da su za paljenje eksplozivnih smeša potrebne relativno male električne energije i da se snižavanjem napona smanjuje mogućnost paljenja smeša. Sposobnost varnice da upali rudničku eksplozivnu atmosferu, pri jednom određenom naponu, je funkcija jačine struje pri njenom prekidu. Jačina struje zavisi takođe od karaktera strujnog kola, to jest od koeficijenta induktivnosti i kapacitivnosti strujnog kola, kao i od prirode metala na mestu prekida struje. Uticaj induktivnosti prikazan je na dijagramu (sl. 1), koji je sni-

mila Organizacija za ispitivanja na polju bezbednosti rudnika u Engleskoj. Krive linije su snimljene za razne vrednosti induktivneta i napona za smešu od 8,3% metana, pri čemu se struja prekidala prekidačem sa elektrodama od platine (3). Uslovi paljenja smeše vazduha i metana prikazani su u tablici 1 i sl. 1.



Sl. 1 — Krive snimljene za razne vrednosti induktivneta i napona.

Fig. 1 — Measured curves for various values of inductivity and voltage.

Tablica 1

Uslovi paljenja smeše vazduha sa 8,3% metana

| Br. krive sa slike 1 | Induktivitet strujnog kola u mH | Upotrebljen napon u V | Potrebna minimalna jačina struje upaljenja u mA |
|----------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
| Kriva 1 | 31 mH | 90 V | 420 mA |
| Kriva 2 | 63 mH | 30 V | 340 mA |
| Kriva 3 | 63 mH | 60 V | 305 mA |
| Kriva 4 | 63 mH | 90 V | 260 mA |
| Kriva 5 | 95 mH | 30 V | 240 mA |
| Kriva 6 | 95 mH | 60 V | 210 mA |
| Kriva 7 | 95 mH | 90 V | 180 mA |

Iz tablice 1 se vidi, da ukoliko su niži napon i koeficijent induktivnosti, utoliko je potrebna veća jačina struje, čijim se prekidom upaljuje eksplozivna smeša. Znači da se može positići, pri nižem naponu i manjoj induktivnosti kola, manja jačina struje pri prekidanju i time otežano upaljenje eksplozivne smeše. Drugim rečima, ako je induktivnost kola jednaka nuli, to jest kolo ima samo čisti omski otpor, tada će biti još više otežano upaljenje eksplozivne smeše. Međutim, u strujnim kolima sa znatnim induktivitetom ili kapacitetom ne вреди mnogo snižavanje napona. Na primer, u Engleskoj se u takvim strujnim kolima snižavao napon na 15V, ali se ipak dešavala eksplozija izazvana prekidom tih strujnih kola. Paljenje eksplozivnih smeša električnom varnicom zavisi takođe od vrste metala od kojeg su načinjeni kontakti kojima se struja prekida, kao i od oblika, veličine i površine kontakta i od brzine njihovog prekidanja.

Uticao vrste metala, od kojeg su načinjene elektrode, na paljenje eksplozivnih smeša električnom varnicom vidi se iz tablice 2. Podaci u ovoj tablici su objavljeni od strane Organizacije za ispitivanje na polju bezbednosti rudnika u Engleskoj, a potvrđeni su i eksperimentima Nacionalnog rudarskog instituta u Belgiji (5).

Tablica 2

Uticao vrste metala elektrode na paljenje eksplozivnih smeša električnom varnicom

| Metal elektrode | Minimalna struja u amperima koja izaziva paljenje smeše | | | Tačka topljenja metala °C |
|-----------------|---|-------|-------|---------------------------|
| | Napon u voltima | | | |
| | 80V | 100V | 120V | |
| Cink | 0,34A | 0,26A | 0,25A | 918 |
| Aluminijum | — | — | 0,30A | 1800 |
| Bakar | 0,44A | 0,41A | 0,38A | 1955 |
| Gvožđe | 0,58A | 0,52A | 0,49A | 2450 |

Kao što se vidi u tablici 2, u poslednjoj koloni date su tačke topljenja metala od kojeg su načinjene elektrode, da bi se uočila zavisnost jačine struje paljenja smeše od visine tačke topljenja.

Paljenje usijanim električnim provodnikom

Pored električne varnice i Voltinog luka, paljenje eksplozivnih smeša mogu izazvati usijani električni provodnici. U podzemnim rudnicima upotrebljavaju se svetiljke sa sijalicom čije se vlakno usijava. U slučaju razbijanja sijalice, njeno usijano vlakno dolazi u dodir sa rudničkom eksplozivnom atmosferom, koja može lako da se upali i eksplodira. Međutim, u poslednje vreme u rudnicima se sve više primenjuje fluorescentno osvetljenje. Naročito se preporučuju fluorescentne svetiljke sa hladnom katodom, koje daju skoro potpunu sigurnost da se pri njihovom razbijanju neće desiti eksplozija.

Pritisak koji se razvija pri eksploziji

Pri eksploziji smeše nekog zapaljivog gasa sa vazduhom u zatvorenom sudu ili oklopu električnih mašina i aparata razvija se izvestan pritisak koji se naziva pritisak eksplozije. Ovaj pritisak zavisi od sledećih faktora:

— Od koncentracije smeše. Pritisak je najviši pri stehiometrijskoj smeši, a opada ukoliko se približava gornjoj i donjoj granici eksplozivnosti. Stehiometrijska smeša vazduha i metana je ona smeša u kojoj ima 9,5% metana. Pri upaljenju te smeše nastaje maksimalna eksplozivnost, jer se u smeši nalazi toliko metana i kiseonika da nastupa potpuno sagorevanje.

— Od početnog pritiska smeše (upravno srazmerno).

— Od početne temperature smeše (obrnuto srazmerno).

— Od zaptivenosti suda u kome se vrši eksplozija.

— Od aktivnosti hlađenja zidova suda.

— Od oblika suda.

Engleska organizacija za ispitivanja na polju bezbednosti rudnika vršila je merenje pritiska eksplozije u sferičnoj bombi od 4 litra u kojoj je bila smeša od 10% metana, koja se palila u središtu bombe pomoću električne varnice i našla da je maksimalni pritisak eksplozije 7,17 kg/cm². Internacionalna elektrotehnička komisija je u svojim propisima usvojila ovu maksimalnu vrednost pritiska od 7,17 kg/cm² (3).

Utvrđeno je da veličina pritiska eksplozije zavisi, pored ostalih faktora, od zaptiv-

nosti suda u kome se dešava eksplozija. Pošto oklopi električnih mašina i aparata nisu nikad potpuno zaptiveni, to u unutrašnjost njihovu može prodreti rudnička eksplozivna smeša, koja se može upaliti, na primer, od električne varnice i eksplodirati. Pritisak koji se tom prilikom razvije, zavisi od odnosa između ukupne veličine preseka tih malih otvora i unutarnje zapremine električne mašine ili aparata. Propisi VDE 0170—0171 pokazuju u tablici 3 kako pritisak eksplozije opada sa povećanjem preseka tih malih otvora po litru unutarnje zapremine.

Tablica 3

Opadanje pritiska eksplozije smeša metana sa vazduhom u zavisnosti od povećanja preseka malih otvora (4)

| Presek otvora po litru zapremine | Smeša vazduha sa rudničkim zapaljivim gasom |
|---|---|
| | Pritisak u kg/cm ² |
| do 10 mm ² po litru | 7,0 |
| Preko 10 do 20 mm ² po litru | 4,5 |
| Preko 20 do 30 mm ² po litru | 3,5 |
| Preko 30 do 40 mm ² po litru | 2,5 |
| Preko 40 do 50 mm ² po litru | 2,0 |
| Preko 50 do 60 mm ² po litru | 1,5 |
| Preko 60 do 70 mm ² po litru | 1,0 |
| Preko 70 do 80 mm ² po litru | 0,8 |

Pritisak eksplozije zavisi, takođe, od aktivnosti hlađenja unutarnjih zidova oklopa električnih mašina i aparata, odnosno suda u kome se eksplozija dešava. Loazan, direktor opitne stanice za ugaj u Francuskoj, prikazuje ovu zavisnost u svojoj interesantnoj studiji »Principi konstrukcija električnih aparata za rudnike sa eksplozivnim gasovima«. Njegovi osnovni zaključci su sledeći:

— Zapremina oklopa ima malo uticaja na vrednost unutarnjeg pritiska. To se potvrđuje eksperimentom sa dva geometrijski slična motora unutarnje zapremine 9 i 33 litra. Pritisci pri eksploziji u oba motora nisu se mnogo razlikovali.

— Naprotiv, oblik oklopa ima velikog uticaja. Ako je oblik oklopa u kome se vrši eksplozija sferičan, postiže se maksimalan

pritisak. U oklopu iste zapremine oblika kocke pritisak će biti manji, a u oklopu iste zapremine oblika paralelopipeda pritisak će biti još manji. Ovo se objašnjava time što je odstojanje od središta lopte do njenog unutarnjeg zida najveće, dok je kod kocke manje, a kod paralelopipeda najmanje. Usled toga talas vrelih gasova najbrže stiže od središta do unutarnjeg zida paralelopipednog oklopa gde se hlađenjem smanjuje pritisak.

Veličine otvora pri kojima se ne može preneti eksplozija iz unutrašnjosti električnih mašina na spoljnu eksplozivnu atmosferu

U jednoj lopti od 8 litara, načinjenoj od dve kalote koje su sastavljene gvozdеноm karikom od 25 mm širine i koje se drže pomoću dodatih komada na jednakoj udaljenosti od 1,17 mm, može se električnom varnicom proizvesti eksplozija smeše vazduha i metana, pa da se ipak plamen ne proširi na okolnu atmosferu (5), koja je takođe eksplozivna (kod iste smeše vazduha i metana). Pomoću istog pribora može se, takođe, eksperimentalno odrediti i za ostale gasove maksimalni međuprostor koji je u stanju da spreči prenos unutarnje eksplozije u lopti na spoljnu eksplozivnu sredinu. Na primer, za vodonik ovaj međuprostor iznosi 0,102 mm. Ako bi se za smešu vazduha sa metanom ovaj međuprostor povećao iznad 1,17 mm, eksplozija bi se prenela iz unutrašnjosti lopte na spoljnu eksplozivnu atmosferu, a za međuprostor ispod 1,17 mm neće se preneti eksplozija. Ova pojava se objašnjava time, da se vrela produkti eksplozije ohlade pri prolazu kroz uzane međuprostore između metalnih površina, te ne mogu da zapale spoljnu eksplozivnu atmosferu.

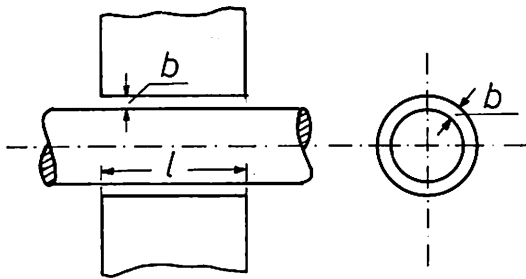
Vrste konstrukcija električnih mašina i aparata u rudnicima sa metanom

Opšti principi za konstruisanje električnih mašina i aparata koje se upotrebljavaju u rudničkim eksplozivnim atmosferama nisu se znatno izmenili za poslednjih nekoliko decenija. Jedino, blagodareći eksperimentima i znanju stečenom iskustvom učinjen je izvestan napredak u projektovanju i izradi ovih specijalnih električnih mašina i aparata. Ti principi mogu da se formulišu na sledeći način:

Svako strujno kolo ili električni organ koji su namenjeni da rade na mestu gde ima bojazni od provala rudničkog zapaljivog gasa, treba da su tako načinjeni da ne mogu ni na koji način biti uzrok eksplozije rudničke atmosfere.

Konstrukcija oklopa sa neprodornom zaštitom (t)

Princip konstrukcije oklopa električnih mašina i aparata sa neprodornom zaštitom, koji se upotrebljavaju u rudnicima sa metanom, sastoji se u tome što se u njegovoj unutrašnjosti može desiti eksplozija smeše vazduha i metana, koja ulazi kroz njegove neizbežne male otvore, ali se eksplozija ne može preneti na jamsku eksplozivnu atmosferu.



Sl. 2 — Dimenzije malih otvora oko vratila elektromotora.
Fig. 2 — Sizes of small holes around electromotor shafts.

Na slici 2 prikazani su mali otvori oko vratila elektromotora. Širina otvora obeležena je sa b , a dužina sa l . Konstrukcija oklopa sa neprodornom zaštitom treba da ispunjava sledeća dva osnovna uslova:

a — Da je otporna prema pritisku koji se izaziva eksplozijom u unutrašnjosti oklopa.

b — Da sprečava prenos eksplozije iz unutrašnjosti oklopa na rudničku eksplozivnu atmosferu van njega.

Da bi se ispunio uslov pod a), treba dimenzionisati oklope električnih mašina i aparata tako da izdrže pritisak eksplozije smeše vazduha sa 10% metana, koji iznosi $7,17 \text{ kg/cm}^2$, odnosno uzimajući koeficijent

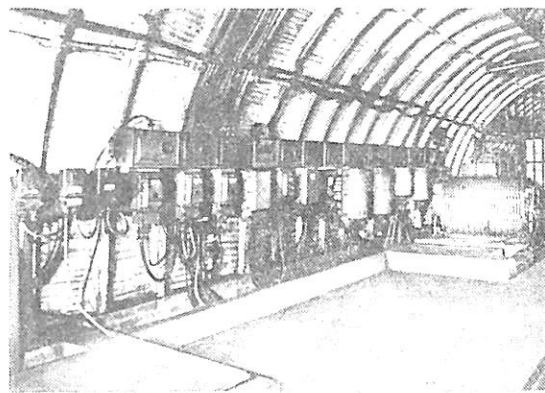
sigurnosti 1,5, treba računati otpornost oklopa na pritisak oko $10,5 \text{ kg/cm}^2$. Da bi se ispunio uslov pod b), treba se postarati da mali otvori na oklopu električnih mašina i aparata imaju takve dimenzije da usled tesnog kontakta gasova i metala oklopa, oklop preuzme deo toplote gasova, tako da je temperatura gasova koji eventualno izlaze iz oklopa niža od temperature paljenja metana, i na taj način spreči, da se unutarnja eksplozija probije i prenese na okolnu eksplozivnu atmosferu. Stoga se radi sigurnosti uzima da širina (b) ovih otvora sme iznositi 0,25 do 0,5 mm, a dužina (l) 25 do 50 mm, mada smo iz ranije navedenih eksperimenata videli da širina (b) u krajnjem kritičnom slučaju iznosi 1,17 mm. Prema radovima Delmasa, u »Analima francuskih rudnika«, vidi se da povećanje dužine (l) ovih malih otvora preko 25 mm nije više efikasno. Uslov pod a) lako je ispuniti, to jest načini se deblji oklop električnih mašina i aparata nego što je normalni oklop. Ali uslov pod b) znatno je teže ispuniti. Postoje velike teškoće pri izradi oklopa električnih mašina i aparata sa neprodornom zaštitom zbog toga što treba postići tako male i jednolike dimenzije otvora, čija širina iznosi svega 0,25 do 0,5 mm. Znači, površine na tim mestima moraju biti vrlo brižljivo i precizno obrađene. Osim toga, u toku livenja i obrade tih delova treba vršiti stalno mnogobrojne kontrole. Ne treba zaboraviti da se prilikom primene električnih mašina i aparata sa konstrukcijom oklopa sa neprodornom zaštitom na mestima na kojima pored metana ima i ugljene prašine moraju otvori sastava zaštititi i od prašine. Dokazano je da je vrlo teško naći efikasno sredstvo za zaštitu od prašine, naročito na onim mestima gde je ima u izobilju. Zbog toga se električne mašine i aparati izrađuju sa sve više zatvorenim oklopom (lavirintsko zatvaranje) za upotrebu na mestima sa mnogo ugljene prašine.

Konstrukcija oklopa sa neprodornom zaštitom je najsigurnija od svih drugih vrsta, te se zato jedino sme upotrebiti na najugroženijim mestima u rudnicima sa metanom, kao što su mesta gde se vrše pripremani i otkopni radovi. Ona se primenjuje kao zaštita kod električnih mašina, aparata, prekidača, priključnica, telefonskih aparata itd. (slike 3 i 4).

Konstrukcija oklopa sa zaštitnim pločama (p)

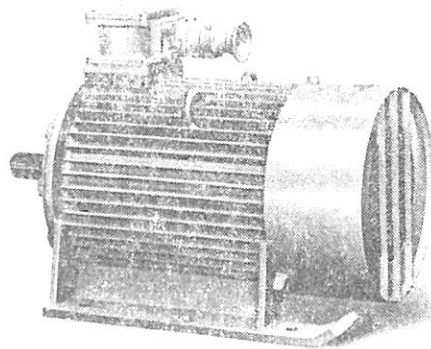
I kod ove vrste konstrukcije oklopa, kao i kod prethodne, smeša metana sa vazduhom može da uđe i eksplođira u unutrašnjosti električnih mašina i aparata, ali ne sme da se prenese na spoljnu eksplozivnu atmosferu. Ovaj oklop se razlikuje od prethodnog u tome što ima na sebi povećane otvore u kojima su smešteni paketi sa metalnim pločicama. Ove metalne pločice se drže na određenom, vrlo malom odstojanju, jedna od druge pomoću podmetača, tako da je kroz njihove vazdušne međuprostore unutrašnjost oklopa u vezi sa spoljnom atmosferom. Prema tome, kad smeša metana i vazduha uđe kroz ove međuprostore u unutrašnjost električnih mašina i aparata i eksplođira, tada oklop sa zaštitnim pločicama mora da izdrži pritisak koji se razvija pri eksploziji, a eksplozija se ne sme preneti van njega na okolnu rudničku eksplozivnu atmosferu. Na istom principu osniva se u rudarstvu poznata Devijeva lampa, čije je metalno platno od čelika, koji ne oksidiše i na kome se nalaze 144 rupice po cm^2 . Ali pri postavljanju ovog metalnog platna na električne aparate pokazalo se da oni ne pružaju dovoljnu bezbednost. Stoga su raniji pokušaji da se ovim metalnim platnom zaštite telefoni u metalnim rudnicima, danas sasvim potisnuti konstrukcijom neprodorne zaštite.

Po VDE propisima odstojanja između metalnih pločica, koje su složene u pakete, ne smeju iznositi više od 0,50 mm, a dužina pločica, to jest radijalni put kojim izlaze sagoreli produkti iz unutrašnjosti oklopa ka spoljnoj površini ne sme biti manji od 50 mm. Isto tako, pločice ne smeju imati manju debljinu od 0,50 mm, niti smeju biti načinjene od metala koji oksidišu, ili koji se lako tope da se ne bi krivile i menjale međusobno odstojanje. Konstrukcija oklopa sa zaštitnim pločicama nije sigurna kao prethodna konstrukcija, jer se teško održava stalno odstojanje između pločica, usled mehaničkih, hemijskih i toplotnih dejstava na pločice. Zbog toga se primena ove vrste konstrukcije izbegava na opasnim mestima u rudnicima. Međutim, paketi pločica se povoljno primenjuju na metalnim sanducima u kojima su smeštene akumulatorske baterije na električnim lokomotivama za vuču u podzemnim rudnicima sa metanom. Kroz otvore



Sl. 3 — Niskonaponski razvodni aparati i suvi transformator sa neprodornom zaštitom, izrada firme AEG.

Fig. 3 — Low-voltage distribution apparatus and dry transformers with unpenetrable protection, manufactured by AEG



Sl. 4 — Trofazni asinhroni motor 50 kW, do 500 V, 1500 obr./min. sa neprodornom zaštitom, fabrikat firme Siemens.

Fig. 4 — Three phase asynchronous motor 50 kW, up to 500 V, 1500 r. p. m. with unpenetrable protection, manufactured by Siemens.

između pločica izlazi praskavi gas koji se razvija u akumulatoru i time izbegava njegova koncentracija u sanduku. S druge strane, paketi pločica sprečavaju da se eksplozija prenese iz sanduka na spoljnu eksplozivnu atmosferu. Belgijski i francuski propisi razlikuju se od nemačkih jedino u tome, što minimalna debljina pločice sme biti 2 mm.

Konstrukcija oklopa sa uljnom zaštitom (o)

Kod ove konstrukcije svi aktivni delovi električnih aparata u kojima se mogu pojaviti varničenja, plamen ili opasne tempera-

ture smeštaju se u zatvoren oklop napunjen uljem. Ulje treba da bude naročitog kvaliteta, koji se predviđa po propisima za prekidače i transformatore. Jedan bitan uslov je da bude odstojanje nivoa ulja od delova u kojima se stvara varnica ili plamen tako određeno, da se ne može nikako pojaviti varnica ili plamen izvan ulja. Međutim, upotreba ulja može da bude, pod izvesnim okolnostima, opasna. Na primer, pri znatnije povišenoj temperaturi rastavlja se ulje na sastavne delove koji u smeši sa vazduhom kod određene koncentracije mogu eksplodirati. Osim toga, usled curenja i prljanja uljem, aparati predstavljaju izvesnu opasnost. Iz tih razloga se upotreba konstrukcije oklopa sa uljnom zaštitom ograničava nizom specijalnih uslova, predviđenih u propisima pojedinih država. Zbog toga se poslednjih decenija izbacuju iz upotrebe transformatori i aparati sa uljem u podzemnim rudnicima.

Konstrukcija sa prinudnom ventilacijom (v)

Ova konstrukcija se sastoji u tome što vazduh ili neki neutralni, nezapaljiv gas, npr. azot, CO₂, prolazi pod pritiskom kroz električne mašine i aparate, koji su načinjeni u zatvorenoj izradi, a nalaze su u rudničkoj eksplozivnoj atmosferi. Zbog toga rudnička eksplozivna smeša ne može da uđe u električnu mašinu ili aparat, te se eksplozija ne može desiti ni u njima ni van njih. Mada ova vrsta konstrukcije izgleda prilično povoljna, ipak se ona teško primenjuje u rudnicima, jer se u slučaju makakvog kvara na postrojenju za provetravanje pojavljuje mogućnost eksplozije u električnim mašinama i aparatima, koja se lako prenosi na rudničku atmosferu. Osim toga, komplikovano je u rudnik sa eksplozivnom atmosferom dovesti čist vazduh ili neki neutralan gas.

Konstrukcija sa povećanom sigurnošću (s)

Električne mašine i aparati sa konstrukcijom povećane sigurnosti ne mogu se sa potpunom sigurnošću primeniti na najopasnijim mestima u rudničkim eksplozivnim atmosferama, jer je u njima samo smanjena verovatnoća eksplozije, koja se takođe može

preneti i na rudničku eksplozivnu atmosferu. Mišljenja sam da je nepravilan naziv »zaštita sa povećanom sigurnošću« koji je doslovan prevod odgovarajućeg izraza u nemačkim propisima. Do toga je došlo zbog toga što se mislilo na »povećanu sigurnost« u odnosu na normalne mašine, koje se ne smeju primeniti u rudnicima sa metanom. Međutim, mnogi pogrešno razumeju da »povećana sigurnost« predstavlja najsigurniju zaštitu u odnosu na sve druge vrste zaštita koje smo opisali. Stoga, za ovaj pojam, predlažem sledeći novi naziv: »zaštita sa delimičnom sigurnošću«.

Konstrukcija sa povećanom sigurnošću sastoji se u tome, što se izrađuju sa povećanom sigurnošću oni delovi električnih mašina i aparata na kojima se mogu, u izvanrednim slučajevima, pojaviti opasne varnice, plamen, ili opasno zagrevanje, a te mašine i aparati nisu osigurani ni sa jednom od četiri prethodno izložene konstrukcije. Na primer, opasne varnice, plamen ili više temperature mogu se pojaviti samo u izvanrednim slučajevima u: asinhronom kratkospojenom motoru, instrumentima za merenje, raznim nepromenljivim otpornicima, razvodnim kutijama bez osigurača i prekidača itd. Takve električne mašine i aparati mogu se konstruisati sa povećanom sigurnošću, naročito ako nema mogućnosti da se zaštite sa nekom drugom vrstom konstrukcije.

Zaštita sa sopstvenom sigurnošću (i)

Električni uređaji sa ovom vrstom zaštite izrađeni su da rade sa tako malom jačinom struje, čije varnice i druga dejstva nisu u stanju, za vreme normalnog pogona, da zapale smešu eksplozivnog gasa i vazduha ili ugljene prašine, koji se nalaze u uređajima ili van njih.

Konstrukcije kombinovanih zaštita

Od iznetih konstrukcija mogu se neke kombinovano primeniti. Na primer, za jedan veliki trofazni motor sa kliznim prstenovima mogu se samo klizni prstenovi, na kojima se neizbežno pojavljuju varnice, osigurati konstrukcijom oklopa sa neprodornom zaštitom, a ostali deo motora konstruiše se sa zaštitom povećane sigurnosti.

Kontrola izrade i ispitivanje električnih mašina i aparata za upotrebu u rudnicima sa metanom

Pri proizvodnji električnih mašina i aparata koji se primenjuju u eksplozivnim atmosferama, potrebna je velika specijalizacija i vršenje mnogobrojnih kontrola. U svim stadijumima fabrikacije preduzimaju se specijalne kontrolne mere kako samog materijala, tako i dimenzija pri njegovoj obradi. U livnici treba paziti da se dobiju zdravi delovi, bez mehurića u metalu. Pri obradi treba se strogo pridržavati dimenzija za širinu sastava, krivinu površina itd. Međuprostori i odstojanja se proveravaju pomoću naročitih naprava za merenje.

Kad se fabrikacija i kontrola izrade izvrše, tada se električne mašine i aparati, koji su predviđeni za upotrebu u eksplozivnim atmosferama, ispituju u jednoj stručnoj državnoj ustanovi. U našoj zemlji ova ustanova je Komisija za ispitivanje S-uređaja, čija se stanica za ispitivanje nalazi u Zagrebu, pri fabrici »Rade Končar«. Oznaka »S« znači siguran od eksplozije. U Nemačkoj postoji za ovu vrstu mašina oznaka Sch. U našoj S-stanici ispituju se svi S-predmeti, bilo da su izrađeni kod nas ili u inostranstvu, kao i oni koji su prepravljani ili sumnjive konstrukcije. Posle ispitivanja manji predmeti dobijaju oznaku vrste zaštite, a veći predmeti pored toga i propratni atest (pismeni izveštaj sa rezultatima u toku ispitivanja). Ispitivanje se vrši na razne načine u zavisnosti od vrste konstruktivne zaštite. Prema Tehničkim propisima za električna postrojenja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom označavaju se eksplozivno zaštićeni električni uređaji za upotrebu u metanskim jamama znakom »Sb« i oznakom za vrstu eksplozivne zaštite i to: t (neprodorna oklopna zaštita), p (zaštita pločama), s (povećana sigurnost), o (uljna zaštita), v (prinudna ventilacija), i (sopstvena sigurnost), n (posebna zaštita).

Transformatori u rudnicima

U poslednje vreme u rudarstvu i industriji pokreće se sve češće pitanje izrade specijalnih transformatora za podzemne rudnike. Inostrani i naši rudnici imaju loša iskustva sa takozvanim klasičnim transforma-

torima sa uljem. Zbog toga oni zahtevaju potpuno sigurne transformatore, kako za metanske, tako i za nemetanske rudnike. Zahtevaju se transformatori koji ne mogu da se zapale, da eksplodiraju, niti da razvijaju na višim temperaturama dim i otrovne gasove kao što je bio slučaj prilikom katastrofe u Podvisu 1958. godine. Pored toga, transformatori treba da budu što lakši, kako bi mogli bez teškoća da prate napredovanje rudarskih radova.

Transformatori sa uljem

Primena ovih transformatora pokazala se kao nepodesna, naročito u podzemnim rudnicima. Prvo, ulje se pod uticajem viših temperatura rastavlja na sastavne delove, koji sa vazduhom obrazuju eksplozivnu smesu, koja kad se upali izaziva eksploziju transformatora i može da se prenese u rudnicima sa metanom na jamsku eksplozivnu atmosferu. Sa druge strane, dim od zapaljenog ulja jednog transformatora predstavlja znatnu opasnost u rudničkim jamama, jer se ne može brzo odstraniti.

Transformatori sa nezapaljivim tečnostima

Posle drugog svetskog rata, tražena je pogodna tečnost koja bi zamenila ulje u transformatorima. U Nemačkoj je patentirana tečnost pod nazivom »klofen«, u Americi »piranol«, u Francuskoj »piralen«. Sve ove tečnosti su u suštini produkti benzola i hlora. Međutim, transformatori sa tim »nezapaljivim tečnostima« nisu se pokazali pogodni za upotrebu u rudnicima, jer se pri višim temperaturama razvijaju iz njih gasovi štetni po zdravlje osoblja u rudnicima. Sem toga, ove tečnosti su nepovoljne jer se u njima rastvaraju neki materijali koji se upotrebljavaju pri fabrikaciji transformatora.

Transformatori sa kvarcnim peskom

Pošto se u rudnicima nije uspelo ni sa transformatorima sa nezapaljivim tečnostima, koji su trebali da zamene transformatore sa uljem, to se pokušalo da se ulje zameni čvrstom materijom. Razume se, i ta čvrsta materija treba da je neupaljiva, da je dobar izolator u električnom pogledu, da ima veliku toplotnu provodljivost i mali ko-

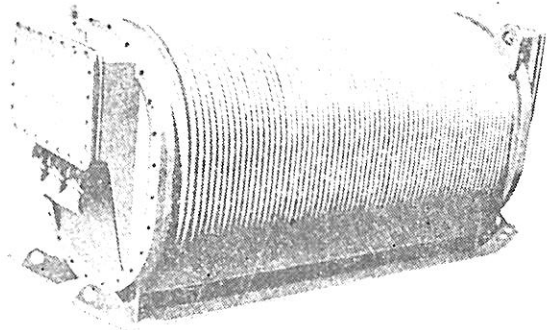
eficijent toplotnog širenja. Od prirodnih izolacionih materijala kristali imaju najveću toplotnu provodljivost, koja je 100 do 1000 puta veća od industrijskih čvrstih izolacionih materijala. Na primer, koeficijent toplotne provodljivosti kvarca je 0,03, dok industrijski izolacioni materijali imaju taj koeficijent oko 0,00023. Stoga su počeli da se izrađuju transformatori sa kvarcnim peskom. Ali, ovi transformatori, napunjeni sitnim kvarcnim peskom, razlikuju se konstruktivno od transformatora sa uljem. Radi boljeg učvršćenja i odvođenja toplote ka spoljnoj površini transformatora, u njima su predviđene specijalne metalne pregrade, da bi magnetna jezgra ležala horizontalno, ali u jednoj vertikalnoj ravni. Time se postiže da aktivni deo transformatora nije mnogo zagrejaniji od spoljnog oklopa transformatora. Posle podrobnih ispitivanja transformatora sa kvarcnim peskom, Komitet francuskih rudarskih postrojenja odobrio je da se oni mogu upotrebljavati u rudnicima. U francuskim i sarskim rudnicima postavljen je, naročito posle drugog svetskog rata, priličan broj transformatora sa kvarcnim peskom, koji se bolje hlade nego transformatori sa uljem, i pesak ne mora da se povremeno menja kao ulje. Međutim, znatna mana transformatora sa kvarcnim peskom je njihova velika težina, jer kvarcni pesak ima dva puta veću specifičnu težinu od ulja. Ova mana dolazi do izražaja za transformatore većih snaga preko 250kVA i one pokretljive transformatore koji treba da se pomeraju sa napredovanjem rudarskih radova.

Transformatori sa silikonskom izolacijom

Poslednjih godina velike svetske elektrotehničke firme izrađuju transformatore sa vazдушnim hlađenjem i silikonskom izolacijom, takozvane suve transformatore, čija se primena u rudnicima pokazala vrlo pogodnom. U ovim transformatorima nema ni ulja, ni nezapaljivih tečnosti, ni kvarcnog peska, zbog čega su oni u svakom pogledu bezopasni i lako pokretljivi. Sem toga, njihovo održavanje je mnogo prostije nego drugih vrsta transformatora. Pošto se oni izrađuju sa neprodornom zaštitom, to se mogu upotrebiti u rudnicima sa metanom i bez metana. Njihov spoljni izgled prikazan je na slici 5.

Transformatori sa silikonskom izolacijom imaju znatno manju težinu nego transfor-

matori iste snage sa uljem ili kvarcnim peskom. Oni, takođe, imaju manje dimenzije nego sve druge vrste transformatora iste snage, jer provodnici njihovih namotaja imaju silikonsku izolaciju, koja izdržava znatno više temperature, nego izolacija klase A i B prema VDE propisima, provodnika namotaja drugih vrsta transformatora. Ta nova silikonska izolacija svrstava se u klasu H u koju spadaju neorganske materije: porcelan, liskun, azbest, staklena svila itd.



Sl. 5 — Transformator sa silikonskom izolacijom, fabrikat firme Siemens

Fig. 5 — Transformer with silicon insulation, manufactured by Siemens.

Sve te materije izdržavaju visoke temperature, pri čemu zadržavaju i dalje dobre dielektrične osobine. Ali nepovoljna je okolnost što su ti materijali u čvrstom stanju, te je umnogome ograničeno polje njihove primene. Upravo njihova primena je moguća tek pasle aglomeracije i impregniranja sa neorganskim lepkom zvanim »silikon«. Silikon se proizvodi u vidu smole, lepka i gume i ima visoku termičku stabilnost i moć da povišava dielektrične osobine i mehaničku otpornost.

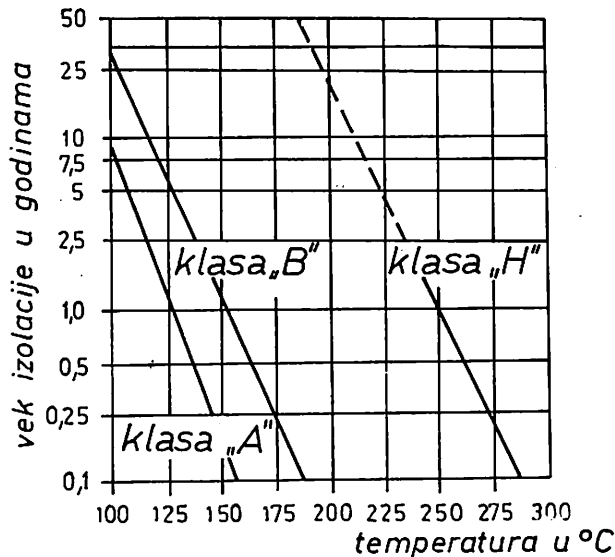
Posle mnogobrojnih laboratorijskih eksperimenata, koji su izvršeni od strane Američkog instituta za električnu energiju, na transformatorima i motorima, utvrđeno je da izolacioni materijali mogu izdržati sledeće maksimalne temperature:

Klasa izolacije A maksimalna temperatura 105°C

Klasa izolacije B maksimalna temperatura 130°C

Klasa izolacije H maksimalna temperatura 220°C.

Ovi su eksperimenti vršeni pod uslovom da pri tim visinama temperature dužina života transformatora i motora bude sedam godina. Na slici 6 data je zavisnost trajanja izolacije od visine temperature.



Sl. 6 — Zavisnost trajanja izolacije od visine temperature
Fig. 6 — Dependence of insulation life on temperature.

Bakarni provodnici namotaja visokog i niskog napona u transformatorima su izolovani staklenom svilom impregniranom silikonskim lepkom. Ostali izolacioni materijali, koji služe za pregrađivanje, centriranje itd. izrađuju se od stakla, silikona i naročite mešavine porcelana. Konstrukcijom transformatora sa silikonskom izolacijom klase H postignut je znatan napredak, jer ova izolacija izdržava višu temperaturu, te im je i snaga veća, nego transformatora istih di-

menzija sa izolacijom klase A i B. Napretku ovih transformatora doprinela je i primena specijalnih trafo-limova sa orijentisanim kristalima, čime se smanjuju gubici u gvožđu približno na polovinu. Oklop ovih transformatora je cilindričnog ili nešto malo ovalnog oblika i izrađen je od debelog lima vrlo dobrog kvaliteta, da bi mogao izdržati, bez deformacija, visoke pritiske koji se pojavljuju u njemu, pri eksploziji smeše metana sa vazduhom. Cilindričan oblik oklopa pogodan je za rukovanje u teskobnim prostorijama rudnika. Radi povećanja površine hlađenja oklop je opremljen rebrićima i cevima za hlađenje. Na bočnim stranama oklopa transformatora nalaze se poklopci, koji su takođe proračunati na pritisak eventualne eksplozije smeše metana i vazduha u oklopu transformatora. Mali vazdušni prostor između oklopa i poklopca transformatora dimenzionisan je prema najstrožijim evropskim propisima, tako da se kroz njih ne može probiti eksplozija iz unutrašnjosti oklopa u spoljnu eksplozivnu rudničku atmosferu (neprodorna zaštita). Priključne kutije su takođe izrađene od jakog čeličnog lima.

Prilikom primene transformatora sa silikonskom izolacijom u rudnicima, oni su ispoljili sledeće dobre osobine:

- Potpuna sigurnost, bez ikakvog rizika od požara, eksplozije, otrovnih gasova i dima.
- Znatnu ekonomičnost usled njihove pokretljivosti, čime je omogućeno dovođenje visokog napona do samih rudarskih radova.
- Održavanje je svedeno na najmanju meru.
- Nepotreban magacin za čuvanje ulja.
- Lak pristup svim delovima transformatora.

SUMMARY

Electric Machines, Transformers and Apparatus in Methane Bearing Mines

P. Jović, prof. eng*)

In the article, the author outlines to date results and achievements in the construction of electric machines, apparatus, conventional transformers and modern transformers with silicon insulation being used in methane-bearing mines. The author lists nu-

*) Prof. ing. Petar Jović, Rudarsko-geološki fakultet — Beograd

merous results obtained experimentally or by measurement in laboratories and scientific research institutes in England, Belgium, France, Germany and USSR for electric machines and apparatus, and in the United States of America for transformers with silicon insulation. Above results can be profitably used for further improvement of our mining and guiding production and its accompanying industry, as well as the advancement of protection at work and safety in mines.

Literatura

1. Bihl, C.: Elektrification du fond des Mines, — Paris
2. Ozernoi, M.: Kurs gornoj elektrotehniki, — Moskva
3. Safety in Mines Research Board
4. VDE propisi 0170-0171
5. Saopštenja iz: ACEC-Charleroi, Siemens-Zeitschrift, AEG-Mitteilungen
6. Tehnički propisi za električna postrojenja u podzemnim rudnicima

Prilog proučavanju stabilnosti kosina površinskog kopa „Smreka”

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Kazimir Kauzlarić— dipl. tehn. Ivo Čingel

Stabilnost kosina etaža i kopa predstavlja ključni problem površinskog kopa, od koga zavisi ne samo sigurnost ljudi i mehanizacije već i ekonomičnost proizvodnje. Dugogodišnja opažanja i proučavanja etaža površinskog kopa »Smreka» pokazuju da je stabilnost kosina etaža i kopa kompleksni problem, koji zahtjeva stalna i sistematska istraživanja, kao i povremenu verifikaciju proračuna stabilnosti istovremeno sa razvojem kopa.

Uvod

Eksploatacija vareškog ležišta željezne rude usko je povezana sa razvojem površinskog kopa »Smreka«, gdje se nalaze glavne rezerve željezne rude. Intenzivni razvoj ovog površinskog kopa zahtijeva skidanje velike količine otkrivke, odnosno formiranje velikog broja etaža na jalovinskim naslagama iznad sloja željezne rude (sl. 1). Ovakav razvoj površinskog kopa praćen je velikim brojem klizanja i odronjavanja masiva većih i manjih razmjera, koja su dovodila do nesretnih slučajeva i oštećenja objekata i sredstava za rad. U tom pogledu možemo izdvojiti dva vremenska perioda: period do 1969. godine i period od 1969. godine.

Analiza povreda u periodu do 1969. godine pokazuje da je u tom periodu 32% povreda otpadalo na povrede povezane sa manjim ili većim odronima etaža, odnosno klizanjima masiva. Zahvaljujući mjerama tehničke zaštite, od kojih najvažnije mjesto zauzima eliminisanje komornog miniranja početkom 1969. godine, broj povreda se je naglo smanjio, tako da u periodu od 1969. godine otpada svega 8% na povrede povezane sa odronjavanjem i klizanjem etaža i masiva. Isto tako, sa smanjenjem broja povreda došlo je istovremeno i do smanjenja oštećenja objekata i sredstava za rad.

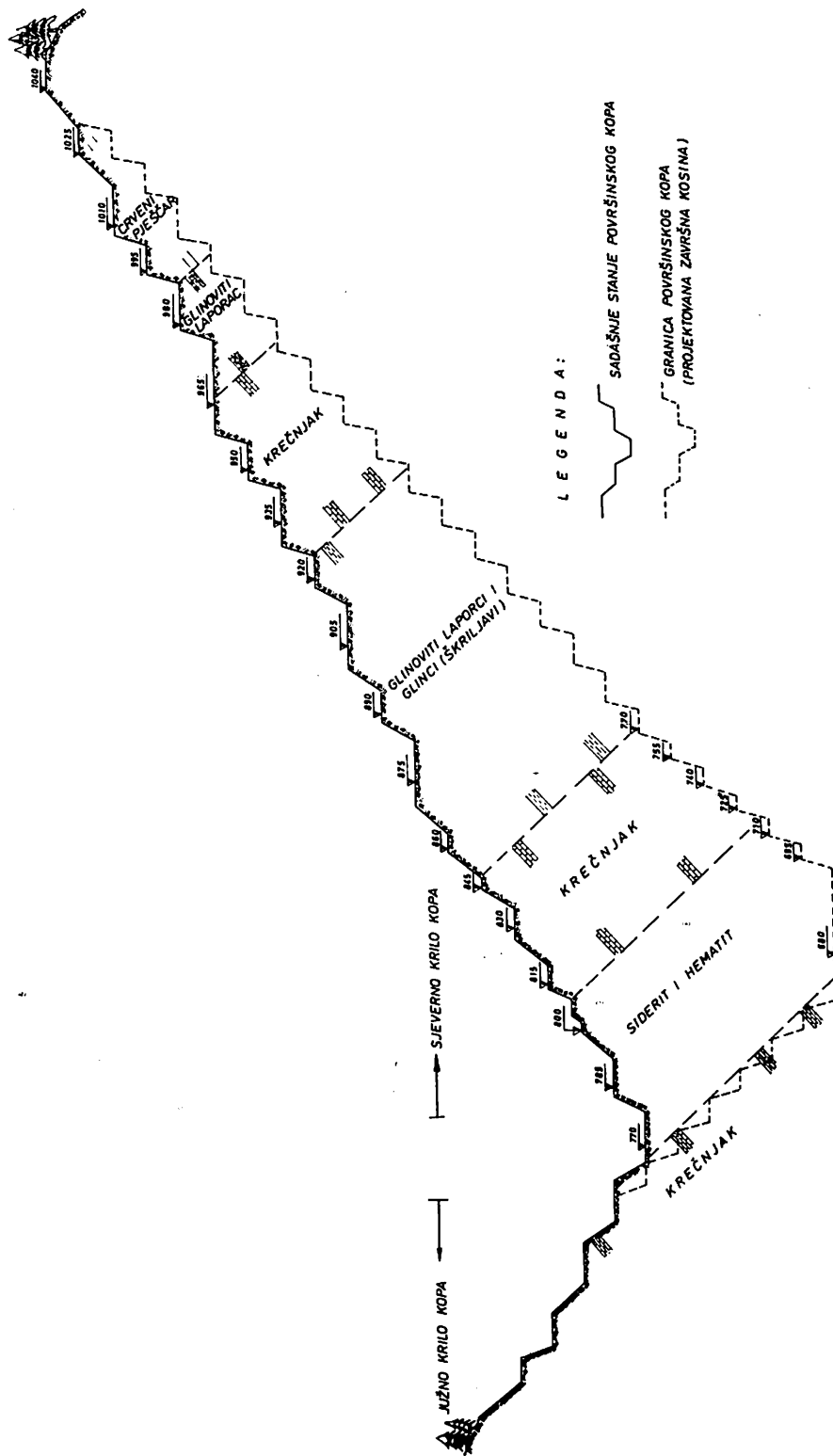
Prelaskom na otvaranje i eksploataciju dubinskog dijela površinskog kopa (ispod kote 800) sve više se nameće potreba usvajanja optimalnog nagiba kosina površinskog kopa, kod kojeg postizemo sigurnost ljudi i mehanizacije uz istovremenu ekonomičnost proizvodnje. Naime, uvođenje u tehnološki proces sredstava za rad sve veće zapremine i kapaciteta omogućuje sve veće zahvatanje površinskim kopom dubljih dijelova rudnog tijela.

Smatramo da će rezultati opažanja i proučavanja stabilnosti površinskog kopa »Smreka« iznijeti u ovom članku, predstavljati doprinos kompleksnom sagledavanju problematike razvoja površinskih kopova.

Geološki sastav ležišta

Rudno tijelo koje se eksploatiše na površinskom kopu (PK) »Smreka«, zastupljeno je sideritom, sideritičnim krečnjakom, a manje hematitom. Krovinu ležišta čine vergenski škrljci i krečnjaci, a podinu krečnjaci sa rožnacom. Rudno tijelo se pruža uglavnom u pravcu SZ—JI sa padom od oko 45° prema SI.

U stratigrafskom smislu smatra se da su to sedimenti jurske starosti, dok je manje zastupljeno mišljenje da su to sedimenti trijasa.



Sl. 1 — Poprečni profil kroz površinski kop »Smreka«.
 Abb. 1 — Querschnitt durch den Tagebau »Smreka«.

Podinski šupljikavi krečnjaci su zdrobljeni sa slabo izraženim pukotinama i slabom slojevitosti. Ovi krečnjaci su mjestično stabilni, dok se rjeđe pojavljuju odronjavanja, koja su prouzrokovana većim koncentracijama ilovače u zdrobljenim krečnjacima i na kontaktima slojeva.

Siderit i hematit se javljaju kao masivni, slojeviti i bankoviti, stabilni su i otporni.

Krovinski laporci i glinci su jako ispućali i škrljav. Nestabilni su i neotporni.

Srednjozrni i krupnozrni pješčari su ispućali, nestabilni i neotporni. Krečnjaci su raspucali u manjim i većim blokovima. Predstavljaju najstabilniji dio krovinskih naslaga, ali su relativno malo zastupljeni.

Poprečni profil kroz PK »Smreka« je prikazan na sl. 1. Punim linijama je prikazano sadašnje stanje PK, dok je crtkanim linijama prikazano stanje nakon završetka II faze razvoja PK »Smreka«. Pretpostavlja se da kota 680 predstavlja granicu površinskog kopa, kod koje odnos između otkrivke i korisne supstance još omogućava rentabilnu eksploataciju željezne rude putem površinskog kopa. U toku je izrada studije za određivanje optimalne dubine PK.

Stabilnost kosina površinskog kopa »Smreka«

Uslov za stabilnost kosina PK je da postoji ravnoteža između vanjskih sila i unutrašnjeg otpora naslaga. Vanjske sile su na prvom mjestu vlastita težina naslaga, a zatim svako drugo vanjsko opterećenje (bageri, buldozeri, kamioni i sl.). Unutrašnji otpor sastoji se kod vezanog tla iz kohezije i trenja, a kod nevezanog samo od trenja. Unutrašnji otpor vezanog tla povećan je kohezijom, koja kod nevezanog tla ne postoji.

Kod pojedinih vrsti naslaga, kao što su kompaktni siderit i hematit, kohezija može povećati unutrašnji otpor u toj mjeri, da se nagib etaže može približiti vertikali. Međutim, ako povećavamo visinu etaža u vezanom tlu, nagib kosine mora se smanjiti da bi se kosina održala u stabilnosti. Ako za određeni nagib kosine prekoračimo kritičnu visinu, nastaje klizanje tla kao posljedica poremećaja ravnoteže između vanjske sile, vlastite težine stijenske mase sa mehanizacijom na etažama s jedne strane, i unutraš-

njeg otpora, s druge strane, koji više nije bio dovoljan da se suprotstavi povećanim vanjskim silama.

Poremećaj ravnoteže može nastati i bez povećanja visine etaža, ako dođe do smanjenja unutrašnjeg otpora tla. Elementi unutrašnjeg otpora vezanog tla, kohezija i trenje, vrlo su promjenjivi i zavisni od količine vode u tlu. Zbog toga je u mnogim slučajevima uzrok klizanja prezasićenost vodom vezanog tla, koja može biti tako velika, da tlo nije više u stanju samo sebe da nosi pod nekim nagibom, već klizi uslijed vlastite težine.

Karakterističan je primjer obrazovanja kliznih površina kod škrljastih naslaga na PK »Smreka«, zbog čega je u 1962. godini došlo do klizanja oko 800.000 m³ masiva u području etaža. Ispod površinskog sloja propustljivog tla nalazio se nepropusni sloj, sa proslojcima gline na kontaktu. Ulaskom izvorske i površinske vode na kontaktnu površinu, došlo je do smanjenja unutrašnjeg otpora i do klizanja masiva, koji je nakon klizanja zauzeo nagib od 37°. Ovaj pokret masiva je bio tako snažan, da je prouzrokovao rušenje puta i pogonske radionice sa mehanizacijom.

Naročito je nepovoljna situacija na južnom krilu PK »Smreka« (sl. 1), gdje se pravci slojevitosti poklapaju više ili manje sa nagibom kosine PK, i gdje zbog toga dolazi do formiranja kliznih površina. Ove klizne površine pojavljuju se na kontaktima slojeva i u pukotinama po pravcima slojevitosti, u vidu tankih umetaka gline, laporaca ili gline sa pijeskom. Ulaženjem atmosferske vode u ove klizne površine, smanjuje se unutrašnji otpor, te naslage imaju tendenciju klizanja naniže. Naime, hidrodinamički pritisak filtrirajućeg toka vode djeluje u pravcu smanjenja koeficijenta trenja i kohezije. Dosađnja promatranja nekoliko manjih klizanja su pokazala da do klizanja dolazi kod svih slučajeva gdje postoje klizne površine sa nagibom jednakim ili većim od 35° i pod uslovom da se iste rudarskim radovima podsijeku, tako da naslage sa kliznim površinama ostaju bez uporišta.

Pri proračunu stabilnosti kosina PK važno značenje ima pravilna ocjena utjecaja miniranja. Na 15 m etažama PK »Smreka« miniranje se vrši putem minskih buš-

tina, koje se pune eksplozivom u količini od 25—45 kg, već prema tome da li se miniranje vrši u škriljcima ili kompaktnom sideritu. Bušotine su promjera 89 mm. Da bi se ocjenio utjecaj miniranja, izvršili smo za 5 godina veliki broj opažanja sa snimanjem pukotina na gornjem dijelu i kosini etaža. Ovim opažanjima je bilo utvrđeno da se nakon miniranja u masivu stijena mogu izdvojiti dvije zone i to:

- zona intenzivnog poremećaja površine i
- zona potresa.

Prva zona počinje od ruba etaže i karakteristična je intenzivnom poremećenošću stijena sa nastalim otvorenim pukotinama.

Na prvu zonu nadovezuje se druga zona, tj. zona potresa, u kojoj su također poremećene stijene zbog formiranja mikropukotina, što dovodi do smanjenja čvrstoće masiva.

Zona intenzivnog poremećaja površine može se izraziti formulom N. V. Meljnikova i M. M. Česnokova:

$$R = k \sqrt[3]{Q}$$

gdje je:

- R — zona intenzivnog poremećaja površine, mjerena od posljednjeg reda bušotina, m
- Q — količina eksploziva, kg
- k — koeficijent, koji karakterizira sredinu i utvrđuje se eksperimentalnim putem. Za bušotine promjera 89 mm, u uslovima varenog ležišta željezne rude, on iznosi:

- 0,6 — za siderit i hematit
- 1,0 — za krečnjak
- 1,3 — za ostale krovinske i podinske naslage.

Zona potresa sa nastalim mikropukotinama kreće se od 8—10 m. Prema tome, ukupna rasprostranjenost obje zone poremećaja masiva kreće se od 10—14 m.

Razaranje i potresanje masiva negativno djeluje na stabilnost kosina etaža, tako da se miniranjem smanjuje ugao nagiba kosine etaže visine 15 m za 10°.

Naročito je bilo nepovoljno miniranje na PK »Smreka« putem komornih punjenja sa dva odvojena punjenja (600 kg eksploziva), gdje su se poslije miniranja od ruba etaže formirale vidljive pukotine na udaljenosti od 5—11 m, što je stalno dovodilo do lokalnih odronjavanja masiva. Zbog tih razloga se je prije nekoliko godina odustalo od komornih miniranja.

Radi proračuna stabilnosti kosina, uzeti su sa etaža i bušotina neporemećeni uzorci, te su nakon izvršenih laboratorijskih ispitivanja dobijeni neophodni parametri za geomehaničku identifikaciju materijala i za analizu stabilnosti radnih i završnih kosina kopa. Laboratorijska ispitivanja uzoraka stijena su pokazala slijedeće vrijednosti kuta unutrašnjeg trenja.

Tablica 1
Veličina kuta unutrašnjeg trenja

| Vrsta stijene | Pravac slojevitosti | Okomito na slojevitost |
|---------------------------|---------------------|------------------------|
| Glineni laporac | 17° — 21° | 27° — 30° |
| Šupljikavi krečnjak | 34° — 36° | — |
| Pjeskoviti krečnjak | 34° | — |
| Glinci i glineni pješćari | 10° — 22° | 27° — 28° |
| Zeleni pjeskoviti laporac | 22° | 31° — 32° |
| Crveni pješćar | 28° | 36° |

Kutevi unutrašnjeg trenja u ravni okomitoj na slojevitost su u prosjeku za 45% veći od kuta unutar trenja u ravni slojevitosti. Uzorci na kojima slojevitost nije bila izrazita, odnosno vidljiva, nisu se mogli ispitivati u dva pravca.

Najvažniji parametar za analizu stabilnosti kosina kopa je nesumnjivo kohezija, najvažniji otpor protiv odvajanja i pomjeranja, osnovan na djelovanju čvrstih vezivnih sredstava i na utjecaju površinskih napona. Međutim, dugogodišnja proučavanja stabilnosti kosina površinskih kopova varenog ležišta željezne rude pokazuju da podaci dobijeni laboratorijskim ispitivanjima predstavljaju samo jednu etapu geomehaničke identifikacije stijena. Naime, uzeti uzorci iz etaža i bušotina po pravilu predstavljaju samo djelimičan odraz stvarne situacije, te operativnom rukovodstvu rudnika i pro-

jektantima ne daje pravu podlogu za projektiranje kopa. U praksi, po pravilu, veoma često dolazi do promjene parametara za analizu stabilnosti, kao što su:

- dubina kopa (ukupna visina etaža)
- raspucalost naslaga
- nagib slojeva
- način i režim miniranja i sl.

Zbog toga je neophodno poslije otvaranja projektovanih etaža površinskog kopa provjeriti geomehaničke proračune stabilnosti kosine na osnovu fizičko-mehaničkih karakteristika stijena dobijenih na novootvorenim etažama i vršiti verifikaciju.

Opažanja na sjevernom krilu površinskog kopa »Smreka«, gdje pravci slojevitosti i škriljavosti padaju suprotno od nagiba kosine (sl. 1), pokazuju da kohezija u masivu po ovim pravcima zavisi od stepena i karaktera raspucanosti masiva, te se dubina kopa i može izraziti formulom G. L. Fisenka:

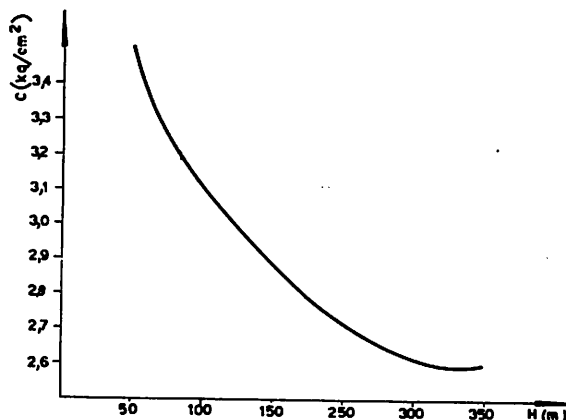
$$C = \frac{C_m}{1 + a \ln \frac{H}{l_{sr}}} \text{ kg/cm}^2$$

gdje je:

- C — reducirana kohezija, kg/cm²
- C_m — kohezija monolitne stijene (neporemećeni uzorci), kg/cm²
- H — dubina kopa (ukupna visina etaža), m
- l_{sr} — srednja veličina blokova (komada) omeđenih pukotinama, m
- a — koeficijent, ovisan od karaktera raspucalosti i kohezije monolitne stijene (tablica 2)

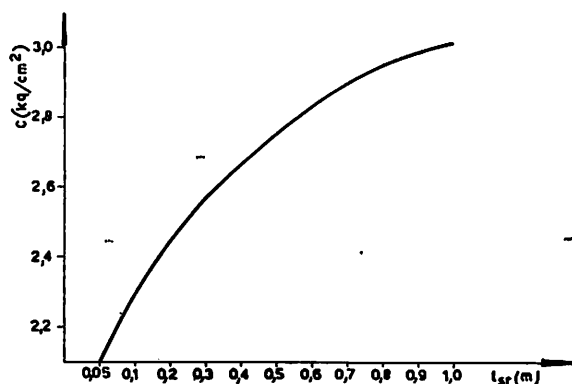
Reducirana kohezija po ovoj formuli, kao osnova za proračun stabilnosti, zavisi od dubine kopa. Uz prosječnu vrijednost kohezije monolitnih stijena od 57 kg/cm² i prosječnu

veličinu blokova od 0,3 m na sjevernom krilu PK »Smreka«, reducirana kohezija »C« naglo pada sa porastom dubine kopa, što se vidi na dijagramu (sl. 2).



Sl. 2 — Zavisnost kohezije od dubine površinskog kopa C — kohezija, kg/cm²; H — dubina kopa (ukupna visina etaža), m.

Abb. 2 — Kohäsionsabhängigkeit von der Tagebautiefe



Sl. 3 — Zavisnost kohezije »C« od srednje veličine blokova omeđenih pukotinama »l_{sr}« za dubinu od 360 m.

Abb. 3 — Kohäsionsabhängigkeit »C« von der Blockmittelgröße, die durch Risse »l_{sr}« umgrenzt sind, für die Tagebautiefe von 360 m.

Veličina koeficijenta raspucanosti »a«

Tablica 2

| Vrsta stijene i karakter raspucanosti | Kohezija monolitne stijene (kg/cm ²) | a |
|---|--|-----|
| Nezbijeni pješćani glinoviti sedimenti | 0—4 | 0 |
| Slabo zbijeni i slabo raspucani pješćani-glinoviti sedimenti | 4—9 | 0,5 |
| Zbijeni pješćani-glinoviti sedimenti sa okomitom raspucanošću | 10—50 | 2 |
| Zbijeni pješćano-glinoviti sedimenti s razvijeno m kosom raspucanošću | 50—80 | 3 |
| Čvrste slojevite stijene u osnovi sa okomitom raspucanošću | 80—200 | 4 |

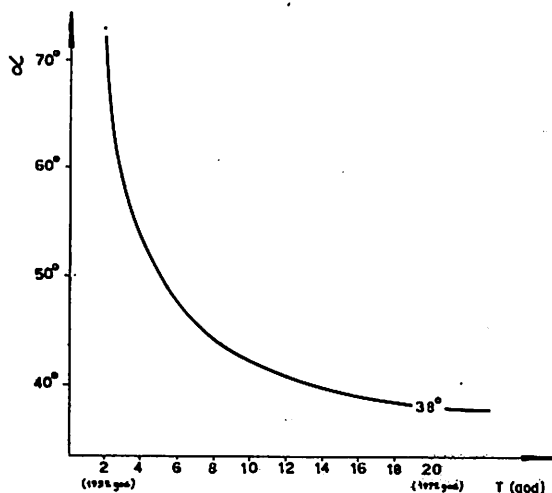
Isto tako, reducirana kohezija »C« naglo raste ako su etaže sastavljene od krupnijih blokova, kao što je to prikazano na dijagramu (sl. 3), uz prosječnu vrijednost kohezije monolita od 57 kg/cm².

Na južnom krilu PK »Smreka« (sl. 1), stabilnost kosina ovisi, prije svega, od kuta unutrašnjeg trenja zbog formiranja kliznih površina. Opažanjima je ustanovljeno da na kontaktima slojeva i po pukotinama slojevitosti može doći do klizanja masiva ako se potkopaju stijene koje padaju za 4°—6° više od kuta unutrašnjeg trenja po pravcima slojevitosti (tablica 1).

Poseban značaj za proračun stabilnosti kosina PK ima faktor vrijeme. Poznato je da je većina problema u vezi sa stabilnošću stijena pod uticajem vremena. Iskustvo pokazuje da se bržim odvijanjem radova može održati površinski kop sa većim nagibom etaža. Da bi se utvrdio ovaj parametar stabilnosti kopa, vršena su opažanja kosina 15 m etaža između kota 785 i 1040, tj. etaža koje su se formirale u vremenskom periodu od 1952—1972. godine. Uticaj faktora »vrijeme« na nagib etaža je prikazan na dijagramu (sl. 4). Iz dijagrama se vidi da se ugao nagiba etaža sastavljenih od glinovitih škriljavih sedimenata, koji su pretežno zastupljeni, naglo smanjuje nakon otvaranja etaže od 70° na 38° poslije 20 godina izloženosti atmosferijama i drugim štetnim uticajima kao što su mraz, ulaženje vode u pukotine i sl.

Pod djelovanjem mraza vrši se nagomilavanje vode u površinskom sloju u obliku leđenih sočiva. Prilikom otkravljanja, ledena sočiva se pretvaraju u vodu koja prezasićuje masiv do dubine djelovanja mraza, uslijed čega masiv postaje tečna masa i gubi svoju stabilnost. Slično se dešava kada u pukotine nastale miniranjem ulazi voda u većim količinama, raskvašuje masiv i smanjuje njegov unutrašnji otpor, što također može dovesti do klizanja masiva. Drugi aspekt ove pojave, posebno na kosinama kopa, je progresivni poremećaj. Pukotine, koje se pojave na vrhu kosine, odmah smanje vrijednost otpornosti masiva na rušenje. Širenje pukotina dalje smanjuje otpornost sve dok ona postane nedovoljna da održi nagib.

U cilju stabilnosti radnih i završnih etaža, potrebno je naročitu pažnju posvetiti širini radnih i završnih etaža. U većini zemalja, a isti je slučaj kod PK »Smreka«, kod



Sl. 4 — Uticaj faktora »vrijeme« na nagib »α« 15 m etaže površinskog kopa »Smreka«.

Abb. 4 — Einfluss des Faktors »Zeit« auf die Böschung »α« der 15 m — Strosse des Tagebaues »Smreka«

projektiranja kopa usvaja se kod jednokolsječne pruge i kamionskog puta na etaži širina od 7,5 m, a kod dvokolsječnih pruga i mimoilaznica 12 m — 14 m. Minimalno rastojanje između ruba etaže i puta (pruge), odnosno reda bušotina, uzima se 4 m. Naročito je važno pravilno određivanje sigurnosne širine zbog osipanja sa kosine etaže. Do kotrljanja materijala niz kosinu dolazi u slučajevima kada je nagib kosine manji od kuta prirodnog nagiba usitnjene stijene.

U uslovima vareškog ležišta željezne rude opažanjima je ustanovljeno da sigurnosna širina ovisi od visine etaže i veličine usitnjenih komada (blokova), te se može izraziti formulom:

$$L = 0,3 \cdot H \cdot \sqrt[3]{l_{sr}} \quad ,m$$

gdje je:

L — sigurnosna širina, m

H — visina etaže, m

l_{sr} — srednja veličina blokova, m.

Kod 15 m etaža i veličine blokova od 0,1 m do 1,0 m, sigurnosna širina se kreće između 2,5 m i 4,5 m. Ovu širinu je također nužno predvidjeti kod formiranja završnih etaža.

Zaključak

Rušenje i deformacija etaža površinskih kopova su česte pojave kod radova na površinskom otkopavanju. Postoji više uzroka za ove pojave, ali one nastaju najčešće kao posljedica geoloških i hidrogeoloških prilika terena, nepovoljnog sastava, fizičko-mehaničkih osobina tla i nepravilno izabrane metode eksploatacije. Ako želimo kod otkopavanja površinskim kopom i sigurnost i ekonomiku istovremeno, nameće se potreba usvajanja optimalnog nagiba kopa za datu dubinu kopa i za druge parametre stabilnosti kopa.

Višegodišnja opažanja rušenja i deformacija etaža u uslovima vareškog površinskog kopa, koja su vršili autori ovog članka, dovede do zaključka da laboratorijska ispitivanja neporemećenih uzoraka rudnih i jalovinskih naslaga ne predstavljaju dovoljnu osnovu za proračun stabilnosti radnih i završnih kosina površinskog kopa. Potrebno je u toku otvaranja i eksploatacije stalno i sistematski pratiti i proučavati sve faktore koji utiču na stabilnost etaža. Izvršena opažanja omogućuju da se sačini sljedeći izvod:

— Na stabilnost rubova i kosinu etaža, uporedo sa prirodnim uslovima ležišta, čvrstoćom i kompaktnošću stijena, veliki uticaj imaju minerski radovi. Djelovanje miniranja izraženo je formiranjem dvije zone, od kojih se prva odlikuje jakom poremećenošću masiva, dok druga zona predstavlja znatno oslabljenje čvrstoće i kompaktnosti masiva. Pri proračunu radnih nagiba etaža i završnih nagiba površinskog kopa, treba predvidjeti faktor sigurnosti koji uzima u obzir štetno djelovanje miniranja na masiv.

Osnovni način smanjenja uticaja miniranja na stabilnost masiva predstavlja paljenje sa kratkim usporanjima. Na ovaj se način u kratkim intervalima postiže uzajamno djelovanje eksplozivnih valova odjeljenih punjenja (minskih bušotina), tako da oni proizvo-

de zajednički rad. Pri eksploziji u prvi moment nastali plinovi sa velikom snagom proizvode jaki udar na stijene bušotina i stvaraju zonu drobljenja stijena, čime nastaje mreža tankih pukotina koje se postepeno proširuju u pravcu linije najmanjeg otpora. Karakteristika ponašanja stijena pri kratko usporavajućim eksplozijama prikazana je u tablici 3.

Brojevi u tablici (prvi dio) daju mogućnost da se odredi najbolji interval usporavanja eksplozije. Pri intervalu koji je manji od 10 m/sek, ne uspije se obrazovati mreža pukotina u punoj mjeri i rezultati eksplozija su slični kao kod trenutne eksplozije. U drugom dijelu tablice se vidi da se optimalni rezultati mogu dobiti sa intervalima usporavanja od oko 30 m/sek. Za to vrijeme stijena se uspije razrušiti sa stvaranjem dovoljne količine slobodnih površina, neophodnih da bi eksplozija sljedećeg punjenja (susjedne bušotine) proizvela dopunski rad na rušenju tog masiva. Istovremeno, eksplozija susjedne minske bušotine proizvodi sekundarno drobljenje stijene, koja se nije uspjela odvojiti od masiva pri eksploziji punjenja u susjednoj bušotini.

Prednost miniranja sa milisekundnim usporivačima u odnosu na trenutne očituje se u sljedećem:

- smanjuju se pukotine u pozadinskom dijelu etaže (iza reda bušotina),
- manje je oštećenje rubova etaža i
- dobivaju se komadi ravnomjerne veličine.

Kod djelova površinskog kopa gdje se pravci slojevitosti poklapaju više ili manje sa nagibom etaže odnosno kopa, postoji stalna opasnost od klizanja masiva. Eliminisanje kliznih površina postiže se površinskim odvodnjavanjem kopa, odnosno skretanjem oborinske vode, kao i vode sa izvora u masivu izvan kopa.

Tablica 3

Ponašanje stijena kod kratko usporavajućih eksplozija

| Proces u stijeni | Vrijeme (m/sek) | Srednja vrijednost (m/sek) |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Proširenje pukotina | 4—12 | 8 |
| Obrazovanje mreža pukotina | 8—50 | 30 |
| Prvo pomicanje stijena | 50—100 | 80 |

Potkopavanje stijena čije površine slojevitosti padaju za 4° — 6° više od kuta unutrašnjeg trenja, dovodi prije ili kasnije do klizanja masiva, što nalaže eliminisanje ovakvog postupka.

Na djelovima površinskog kopa, gdje pravci slojevitosti i škrljavosti padaju suprotno od nagiba kosine etaže i kopa, koheziju treba reducirati, već prema dubini kopa i veličini blokova omeđenim pukotinama.

Isto tako su ispitivanja čvrstoće stijena (unutrašnjeg otpora) pokazala da na kontaktima slojeva sedimentne i škrljave sre-

dine kohezija ne prelazi $0,2$ — $1,8$ kg/cm², tj. ne više od $0,1$ — $1,0\%$ kohezije monolitnih stijena.

Kod etaža površinskih kopova, koje su duže vremena otvorene i izložene atmosferilijama (etaže na otkrivci), treba uzeti kod proračuna stabilnosti kosine kopa u obzir tzv. faktor »vrijeme«, koji sjedinjava niz štetnih utjecaja na stabilnost kopa kao što su: mraz, voda i sl. U uslovima vareških površinskih kopova utvrđeno je opažanjima, da se pod utjecajem ovog faktora prosječno godišnje smanjuje nagib kosine 15 m etaže za $1,6^{\circ}$.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zum Studium der Böschungsstandfestigkeit des Tagebaues »Smreka«

Dipl. Ing. K. Kauzlarić — Dipl. tehn. I. Čingel*)

Die Böschungsstandfestigkeit der Strossen und der Grube stellt das Hauptproblem im Tagebau dar, wovon nicht bloss die Sicherheit der Arbeiter und der Mechanisierung sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Produktion abhängig ist. Langjährige Beobachtungen und Studien der Tagebaustrossen »Smreka« haben gezeigt, dass die Böschungs und die Grubenstandfestigkeit ein komplexes Problem darstellen, welches ständige und systematische Untersuchungen verlangt sowie eine zeitweilige Nachprüfung der Standfestigkeitsrechnung gleichzeitig mit der Grubenentwicklung.

L i t e r a t u r a

1. Fisenko, G. L. 1961: O kutevima nagiba kosina kod kopova u stjenovitom materijalu — VNIMI, Lenjingrad.
2. Pevzner, M. E., Kirilenko, V. F., 1961: Uticaj miniranja na stabilnost kosine etaža kopova — Uralska filijala VNIMI, Sverdlovsk.
3. Meljnikov, N. V., Černokov M. M., 1963: Tehnika sigurnosti na površinskim kopovima, Gosgortehizdat, Moskva.
4. Coates, D. F., 1962: Kako smanjiti rušenje stijena površinskog kopa, Ottawa.
5. Milanović, R., 1968: Stabilnost kosina površinskog kopa, Rudarstvo i metalurgija, br. 6. Beograd.
6. Najdanović, N., i dr. 1966: Geomehanička ispitivanja i proučavanja na površinskim otkopima i odlagalištima — Rudarski glasnik, br. 4, Beograd.

*) Dipl. ing. Kazimir Kauzlarić — dipl. tehn. Ivo Čingel, Rudnik i željezara Vareš.

Prikaz osnovnih principa projektovanja racionalnih i sigurnih centralnih sipki sa osvrtom na konstruktivna rešenja u novim rudnicima RMHK „Trepča“

(sa 12 slika)

Dipl. ing. Radosav Veselinović

Projektovanje centralnih sipki predstavlja veoma složen problem, kako sa tehničko-sigurnosnog, tako i sa ekonomskog aspekta. Imajući u vidu tehničko-sigurnosne i ekonomske zahteve, u ovom radu prikazani su osnovni principi projektovanja centralnih sipki. Pored toga, dat je osvrt na konstruktivna rešenja u četiri nova rudnika RMHK »Trepča«.

U v o d

Kose ili vertikalne jamske prostorije koje služe za dopremu — spuštanje iskopine — rude ili zasipa pod uticajem sopstvene težine, nazivaju se sipke.

U širem smislu sipke se dele na: otkopne i centralne.

Otkopne sipke služe za spuštanje rude, pod uticajem sopstvene težine, od otkopa do mesta utovara ili do nivoa izvoznog horizonta. One, takođe, služe i za dopremu zasipnog materijala u otkop.

Centralnim sipkama rude se doprema, takođe, pod uticajem sile gravitacije sa viših horizonata ili sa površinskog otkopa, do nivoa izvoznog horizonta. Isto tako, centralnim sipkama doprema se — spušta se zasipni materijal sa površine ili sa viših na niže horizonte.

Ovaj rad odnosi se samo na konstrukcije centralnih sipki.

Opšti osvrt na konstrukcije centralnih sipki

Svaka sipka sastoji se iz tri dela i to: vrha, stabla i dna.

Pravilno izabrana konstruktivna rešenja za sva tri dela sipke direktno utiču na sigurnost pri korišćenju iste. Naime, sigurnim

konstruktivnim rešenjem sipke smatra se ono koje omogućuje:

- da se zaglavljivanje iskopine svede na najmanje moguću meru, jer odglavljivanje sipke skopčano je sa najvećim opasnostima,
- lake i sigurne intervencije u slučaju zaglavljivanja iskopine,
- lako i sigurno punjenje sipke,
- lako i sigurno pražnjenje sipke,
- lako i sigurno pretakanje iskopine (za slučaj ako se isto vrši) i
- lake i sigurne popravke.

Da bi se napred navedeni uslovi što više obezbedili, pri projektovanju sipke najveća pažnja treba da se obrati na sledeće:

- da se pravilno odaberu konstruktivna rešenja za vrh sipke uključujući i zaštitnu rešetku,
- da se pravilno izaberu svi konstruktivni elementi stabla sipke, odnosno: broj odeljenja, oblik i veličina profila, tip — vrsta podgrade, pad, maksimalna dužina — visina jednog segmenta,
- da se, ako je to potrebno zbog specifičnih karakteristika iskopine, predvidi izrada odgovarajućih pomoćnih

prostorija iz kojih bi se vršilo odglavlivanje sipke i

- da se pravilno izaberu svi konstruktivni elementi dna sipke i to: način završetka dna sipke, način pražnjenja sipke, tip zatvarača ako se isti predviđa, tip — vrsta podgrade i dimenzije otvora za pražnjenje.

Karakteristične konstrukcije centralnih sipki

Vrh sipke

Pravilan izbor konstrukcije vrha sipke predstavlja najlakši problem u odnosu na druga dva dela sipke. Prednje se odnosi kako na tehničku stranu, tako i na sigurnost. Izbor konstrukcije vrha sipke zavisi od:

- načina dopreme iskopine u sipku,
- dimenzija transportnih sredstava za dopremu iskopine,
- broja mesta za dopremu iskopine u sipku (slučaj kada se u jednu istu sipku doprema iskopina na više horizonata),
- položaja sipke u odnosu na transportni put — hodnik,
- oblika i veličine profila stabla sipke,
- fizičko-mehaničkih karakteristika prateće stene u kojoj se izrađuje vrh sipke, kao i od abrazivnosti iskopine,
- maksimalne krupnoće iskopine i
- prirodnog ugla nagiba iskopine.

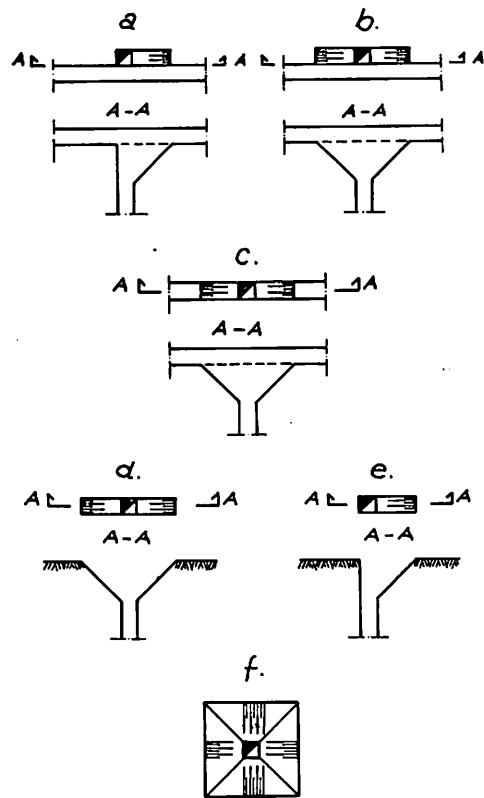
Tipske konstrukcije vrha sipke prikazane su na sl. 1. Naime, vrh sipke može da bude: neproširen i proširen u odnosu na profil stabla sipke.

Vrh sipke se ne proširuje u slučaju kada su dimenzije profila stabla sipke prilagođene gabaritima i vrsti, kao i tipu opreme za dopremu iskopine u sipku.

Prošireni vrh sipke može da se izvede sa jednom ili dve kosine ili u vidu levka.

Pojedina rešenja data na sl. 1 praktikuju se u narednim slučajevima:

- detalji (a) i (b), ako se iskopina doprema u sipku vagonetima veće nosivosti tipa »Gramby«,
- detalj (c) kada se iskopina doprema u sipku vagonetima koji se prazne otvaranjem dna istih ili sa viperskim vagonetima i



Sl. 1 — Tipske konstrukcije proširenog vrha sipke.

Рис. 1 — Типовые конструкции расширенного устья рудоспуска.

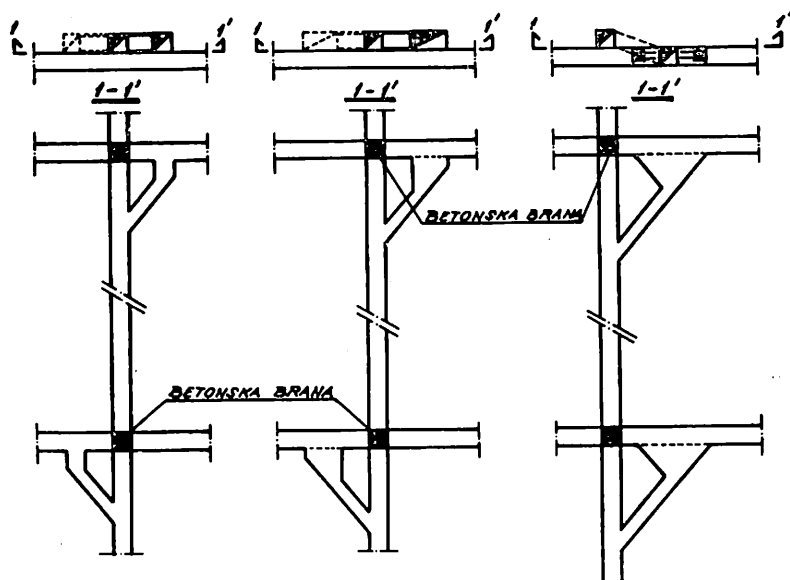
- detalj (a) ako se ne vrši proširenje nalazi na površini, pri čemu se iskopina doprema u sipku transportnim sredstvima većih gabarita.

Tipske konstrukcije vrha sipke za slučaj kada se iskopina doprema u sipku na više horizonata prikazane su na sl. 2, a pojedina rešenja praktikuju se u sledećim slučajevima:

- detalj (a) ako se ne vrši proširenje vrha sipke, odnosno mesta za dopremu iskopine u sipku,
- detalj (b) kada se vrši proširenje mesta za dopremu iskopine u sipku i pri tome se transport iskopine obavlja vagonetima veće nosivosti tipa »Gramby« i
- detalj (c) ako se takođe vrši proširenje mesta za dopremu iskopine u sipku, pri čemu se primenjuju vagoneti koji se prazne otvaranjem dna istih ili viperski vagoneti.

Sl. 2 — Tipske konstrukcije vrha sipke za slučaj kada se iskopina doprema u sipku na više horizontala.

Рис. 2 — Типовые конструкции устья родоспуска для случая когда торная масса поступает в родоспуск с нескольких горизонтов.



Sastavni deo vrha sipke je zaštitna rešetka čiji se otvori prilagođavaju krupnoći rude i poprečnom preseku stabla sipke.

Stablo sipke

Presudni uticaj na izbor konstruktivnih rešenja za stablo sipke imaju sledeći faktori:

- krupnoća, odnosno granulometrijski sastav iskopine,
- vlažnost iskopine,
- abrazivnost iskopine,
- prirodni ugao nagiba iskopine,
- visina spuštanja iskopine,
- dispozicija pristupnih puteva na pojedinim horizontima i njihov položaj u odnosu na sipku,
- fizičko-mehanička svojstva prateće stene u kojoj se izrađuje sipka i
- količina iskopine koja treba da se propusti svakodnevno i za čitav period korišćenja sipke.

U zavisnosti od pomenutih faktora pri projektovanju stabla sipke, treba da se pravilno odaberu sledeći konstruktivni elementi:

- a — broj odeljenja stabla sipke,
- b — oblik i dimenzije stabla sipke,
- c — nagibni ugao stabla sipke,
- d — visina — dužina jednog segmenta stabla sipke (gledano po vertikali),
- e — način podgrađivanja stabla sipke.

a. Broj odeljenja stabla sipke određuje se na osnovu »sklonosti« iskopine za zaglavljivanje iste. Ove »sklonosti« za zaglavljivanje iskopine u direktnoj su zavisnosti od vlažnosti, odnosno lepljivosti iskopine, bez obzira na dužinu — visinu stabla sipke kao i na oblik i veličinu profila istog (stabla sipke).

Radi prednjeg, stablo sipke može da bude: jednodelno ili dvodelno.

Stablo sipke je jednodelno u slučaju da iskopina nije »sklona« zaglavljivanju, a što se mora da utvrdi odgovarajućim laboratorijskim ispitivanjima u simuliranim uslovima ili industrijskim ispitivanjima. Nažalost, kod nas, odnosno u SFRJ, tim ispitivanjima ne poklanja se dovoljna pažnja.

U slučaju da je iskopina »sklona« zaglavljivanju, a što se utvrđuje na osnovu odgovarajućih ispitivanja ili realne pretpostavke, stablo sipke ima dva odeljenja. U ovom slučaju, jedno odeljenje služi za iskopinu, a preko drugog, tj. prolaznog odeljenja, na siguran i efikasan način vrši se odglavlivanje iskopine.

b. Oblik i dimenzije stabla sipke mogu da budu raznovrsni. — Na oblik stabla sipke utiče: broj odeljenja i vrsta podgrade.

Dvodelna stabla sipke mogu da imaju sledeće oblike:

- oba odeljenja su kvadratna,
- oba odeljenja su pravougaona,
- odeljenje za iskopinu ima okrugli oblik, a prolazno je kvadratnog preseka i
- odeljenje za iskopinu ima kružni profil, a prolazno pravougaoni.

Jednodelna stabla sipke mogu da imaju sledeće oblike:

- kvadratni
- pravougaoni i
- kružni.

Dimenzije prolaznih odeljenja kod dvodelnih sipki saobražavaju se važećim propisima.

Odeljenja za iskopinu dimenzionišu se na osnovu maksimalne krupnoće komada iste (iskopine).

Kod kružnog oblika odeljenja za iskopinu, pri određivanju prečnika istoga, uzima se u obzir i koeficijent granulometrijskog sastava iskopine, a što potvrđuje obrazac (1).

$$D = \sqrt{\frac{0,85 \times (5 d)^2 \times K}{0,785}} \quad (1)$$

gde je:

- D — prečnik stabla sipke (odeljenje za iskopinu) u m'
- d — prečnik najvećeg komada iskopine u m'
- K — koeficijent granulometrijskog sastava iskopine, koji zavisi od učešća pojedinih komada u masi iskopine i isti se kreće u granicama od 0,4 — 1,4.

Proračun prečnika stabla sipke (odeljenje za iskopinu) može da se vrši i pomoću obrasca (2) koji glasi:

$$D = 4,21 \times d \quad (2)$$

Pojedine oznake date su u obrascu (1).

c. Nagibni ugao stabla sipke određuje se u zavisnosti od prirodnog ugla nagiba iskopine kao i dispozicije pristupnih puteva na pojedinim horizontima. Pored toga, na veličinu istoga utiče visina — dubina sipke.

U zavisnosti od prednjih faktora, stablo sipke može da bude vertikalno ili koso.

Minimalni nagib stabla sipke, u prvom redu, zavisi od prirodnog ugla nagiba iskopine i visine — dužine jednog segmenta sipke. U praksi minimalni nagib stabla sipke iznosi 50°.

d. Visina — dužina jednog segmenta stabla sipke (gledano po vertikali) određuje se u zavisnosti od veličine kinetičke energije iskopine, koja je osnovni uzročnik habanja stabla sipke.

Veličina kinetičke energije iskopine direktno je proporcionalna brzini njenog kretanja. Naime, ista se povećava sa krupnoćom iskopine i visinom, tj dubinom spuštavanja. Radi toga, pri određivanju visine — dužine jednog segmenta sipke, mora da se da takvo konstruktivno rešenje koje će da omogući smanjenje rezerve kinetičke energije.

Najefikasniji način za smanjenje kinetičke energije, kod vertikalnih sipki, je da se sipka drži stalno puna. Međutim, ovo je dopustivo samo kada se iskopina ne sabija i ne zaglavljuje u stanju mirovanja. Da bi se omogućio ovakav režim rada sipke (da sipka bude akumulaciona) i obezbedila potrebna sigurnost, praktikuju se sledeća konstruktivna rešenja:

- izrađuje se stablo sipke sa dva odeljenja, od kojih jedno služi za iskopinu, a iz drugog se vrši odglavljanje iskopine,
- na odgovarajućim vertikalnim rastojanjima vrši se pretakanje iskopine,
- paralelno sa sipkom i po čitavoj visini iste izrađuju se kontrolni uskopi sa spojnim hodnicima na odgovarajućim vertikalnim rastojanjima iz kojih se vrši odglavljanje iskopine,
- samo na izvesnoj visini, paralelno sa dnom sipke, izrađuje se kontrolni uskop i jedan ili dva spojna hodnika iz kojih se interveniše u slučaju zaglavljivanja iskopine i
- dno sipke se proširuje u vidu bunkera.

Prednja konstruktivna rešenja efikasna su i kod protočnih sipki, kako za vertikalne, tako i za kose.

Kod protočnih sipki, vertikalnih i kosih, kinetička energija iskopine može da se umanjati smanjenjem krupnoće iste. Međutim, mogućnosti za ovo nisu neograničene, jer sit-

nija iskopina, i to naročito ako je ista vlažna, sklona je zaglavljivanju.

Kod kosih sipki kinetička energija iskopine najefikasnije se smanjuje: određivanjem optimalnog nagibnog ugla sipke i izradom pregiba uzduž stabla sipke.

Optimalni nagibni ugao sipke najpouzdanije se određuje metodom modeliranja habanja zidova sipki od ekvivalentnih materijala. Presudni uticaj na veličinu nagibnog ugla ima vlažnost iskopine. Naime, ukoliko je ruda manje vlažna, nagibni ugao se povećava pri istom granulometrijskom sastavu iskopine.

Prema podacima datim u Spravočniku po gornorudnomu delu, tom II, strana 642, pregibi uzduž sipke umanjuju brzinu padanja iskopine tim više, čim je veći ugao između prethodnog i novog smera segmenta sipke, a što se vidi iz tablice 1.

Tablica 1

Smanjenje brzine kretanja iskopine u zavisnosti od ugla pregiba

| Ugao pregiba u stepenima | 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 i 90 |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Umanjenje brzine u % | 3, 7, 13, 25, 37, 55, 75, 90 i 100 |

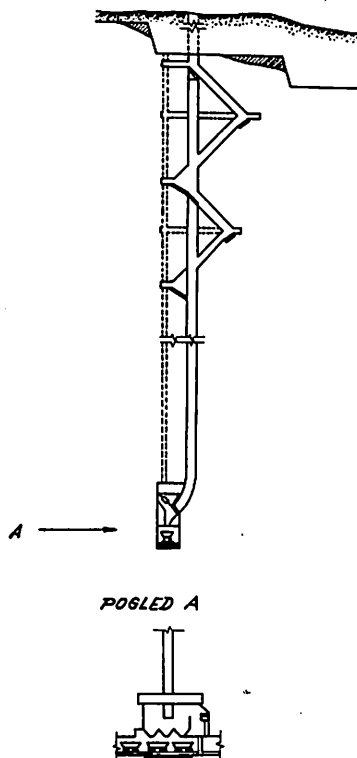
Na osnovu prednjeg, proizilazi zaključak da se visina — dužina jednog segmenta kod vertikalnih sipki povećava u slučaju da se sipka drži stalno puna.

Kod protočnih vertikalnih sipki visina — dužina jednog segmenta povećava se smanjenjem krupnoće iskopine.

Kod kosih sipki visina — dužina jednog segmenta povećava se srazmerno povećanju ugla pregiba susednih segmenata. I u ovom slučaju značajan uticaj ima krupnoća iskopine. U prilog ove konstatacije ide rešenje prikazano na sl. 3. Naime, na pomenutoj slici dat je opšti izgled sipke za rudu za spuštanje iste u uslovima zapolarne klime, odnosno sa površinskog otkopa »Rasvumčor-cirk« kombinata »Apatit« na Kolskom poluostrvu.

Tehničko rešenje prikazano na sl. 3 karakteristično je u sledećem:

- prečnik stabla sipke iznosi 5,0 m, odnosno isti je veći 4,2 puta od max. komada rude,



Sl. 3 — Vertikalni presek rudne sipke u rudniku »Rasvumčor-Cirk« kombinata »Apatit«.

Рис. 3 — Вертикальное сечение рудоспуска в руднике „Расвумчор-Цирк“ комбината „Апатит“.

- ukupna dubina sipke (vrh, stablo i dno) je 140,0 m,
- dno sipke završava se ispusnim zupčastim zatvaračem preko koga se ruda ispušta u pretovarni bunker iz koga se ista pretače u velike vagonete,
- u gornjem delu sipke izraduju se četiri kolena u cik-cak položaju, koja se u dnu oblažu manganskim pločama, što omogućuje autogeno drobljenje rude pod uticajem sopstvene težine. Cik-cak pregibi omogućuju smanjenje kinetičke energije usled umanjenja brzine, a i zbog smanjenja krupnoće rude sa dubinom padanja iste. Prednje omogućuje da se donji deo stabla sipke drži pun,
- da bi se obezbedila funkcionalnost sipke i omogućila potrebna sigurnost kao i remont iste, paralelno sa stablom sipke i po čitavoj visini istoga izrađen je kontrolni uskop sa liftom,

kao i spojni hodnici do sva četiri kolena.

e. Način podgrađivanja stabla sipke utvrđuje se u projektu i isti se prilagođava:

- fizičko-mehaničkim svojstvima prateće stene u kojoj se sipka izrađuje,
- količini iskopine koju treba propustiti za vreme upotrebe sipke,
- broju odeljenja (jednodelna ili dvodelna),
- abrazivnosti rude i
- režimu rada sipke (protočna ili akumulaciona).

Stablo sipke može da bude nepodgrađeno ili podgrađeno.

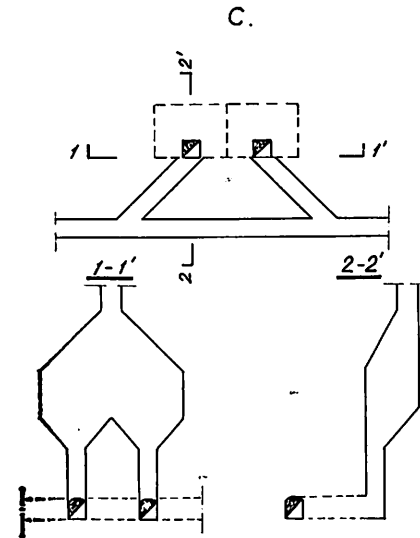
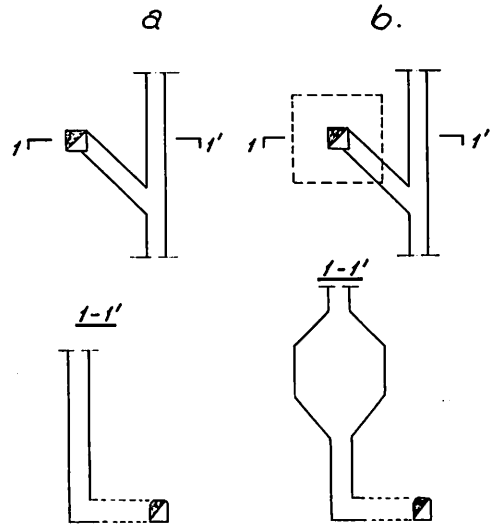
Podgrada, odnosno obloga stabla sipke, najčešće se izrađuje:

- od oble, tesane ili rezane građe sa gusto postavljenim okvirima ili sa okvirima postavljenim na izvesnom vertikalnom rastojanju koji se između sebe spajaju vertikalnim podmetačima, a zatim oblažu daskama ili se umeću izmenljivi tibinzi,
- od nabijenog betona MB-300 i više MB, spravljenog od granulisanog agregata,
- od nabijenog betona MB-160 do MB-220, kao zapune, obloženog izmenljivim tibinzima i
- od nabijenog betona MB-110 do MB-160, kao zapune, i obloženog kvadrira od žilavih i malo abrazivnih stena (bazalti, andeziti, graniti i sl.).

Dno sipke

Prvorazredni uticaj na izbor konstrukcije dna sipke imaju sledeći faktori:

- krupnoća, vlažnost i abrazivnost iskopine,
- visina spuštanja iskopine, odnosno visina — dužina jednog segmenta sipke,
- traženi smenski kapacitet sipke,
- način odvoza iskopine iz sipke kao i gabariti opreme za transport iskopi-ne i
- količina rude koju treba propustiti za čitav period korišćenja sipke.



Sl. 4 — Tipske konstrukcije dna sipke bez usta sipke.

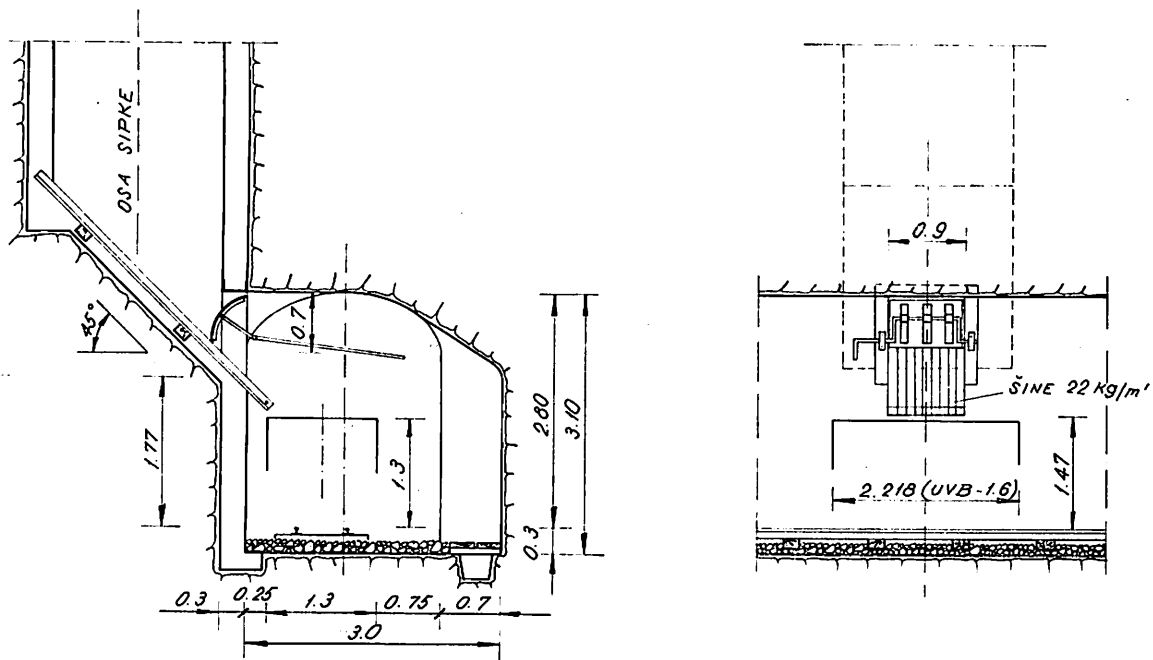
Рис. 4 — Типовая конструкция дна рудоспуска без устья выпускного отверстия

Dno sipke konstruktivno može da se reši na tri načina i to: bez usta sipke, sa ustima sipke i kombinovano.

Takođe dno sipke može da bude neprošireno ili prošireno u vidu bunkera.

a. Tipske konstrukcije dna sipke bez usta sipke — vidi primer na sl. 4.

U sva tri slučaja u dnu sipke utovar iskopine vrši se mehaničkim utovarnim lopatama, što je jedina loša strana ovakvog rešenja (troši se pogonska energija). Međutim,



Sl. 5 — Detalj segmentnog zatvarača sa ručnim rukovanjem.
Рис. 5 — Деталь сегментного затвора с ручным управлением.

olakšano je i sigurnije se vrši odglavljivanje iskopine u dnu sipke. Pored toga, ako su učestale zaglave iskopine u dnu sipke, zbog čestog miniranja troškovi za usta sipke, kao i njeno održavanje, mogu da budu veći nego što su izdaci za nabavku i održavanje mehaničke utovarne lopate. U ovom slučaju (pri učestalim zaglavama sipke) rešenja data na sl. 4 omogućuju veći kapacitet sipke jer su manji zastoji u radu.

Pojedina rešenja prikazana na sl. 4 primenjuju se u sledećim slučajevima:

- detalj (a) ako iskopina nije sklona čestom zaglavljivanju i u slučaju da je smenski kapacitet sipke mali,
- detalj (b) kada je iskopina sklona češćem zaglavljivanju i za manji kapacitet sipke i
- detalj (c) takodje se praktikuje kada je iskopina sklona zaglavljivanju i kada se zahteva veći kapacitet sipke.

b. Tipske konstrukcije dna sipke sa ustima sipke — vidi sl. 5, 6 i 7.

Usta sipke služe za periodično gravitaciono ispuštanje iskopine u transportna sredstva.

Postoje više konstrukcija usta sipki i svaka od njih treba da odgovori sledećim potrebama:

- da bude jaka i što jednostavnija
- da može lako i brzo da se popravlja
- da bude laka za rukovanje i
- da obezbedi siguran rad.

Na izbor konstrukcije usta sipke utiču već navedeni faktori na početku poglavlja dno sipke.

Osnovne konstrukcije usta sipke su: sa zatvaračem i sa vibrododačem.

Usta sipke sa zatvaračem mogu da budu sa ručnim ili mehanizovanim rukovanjem.

Postoje više tipova zatvarača, a osnovni su:

- segmentni zatvarači
- zupčasti zatvarači
- lančani zatvarači

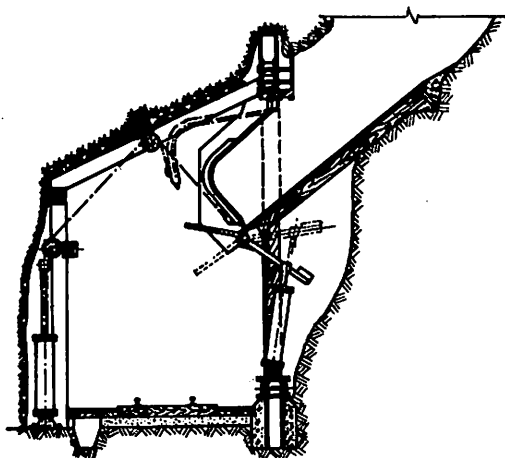
Na sl. 5 prikazan je izgled segmentnog zatvarača sa ručnim rukovanjem. Ovakvi zatvarači primenjuju se kada je iskopina sa dosta sitne frakcije, pri čemu je maksimalna krupnoća komada 400 mm i kod malih kapaciteta. Kod većih kapaciteta i za veću maksimalnu krupnoću iskopine, primenjuju se isti

zatvarači s tim što je rukovanje mehanizovano, odnosno pomoću pneumatskih cilindara.

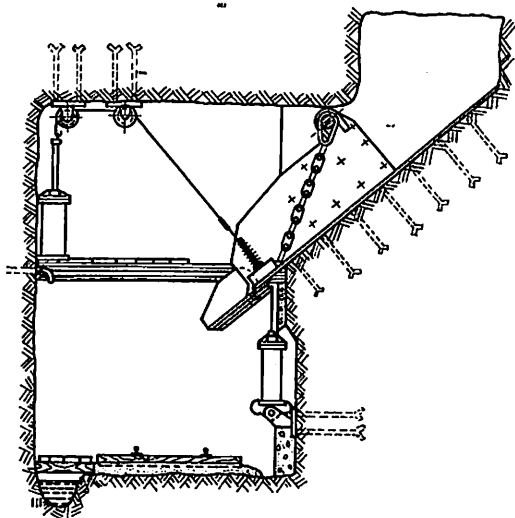
Sila, potrebna za zatvaranje segmentnog zatvarača, proračunava se na osnovu narednih obrazaca.

Deo horizontalnog pritiska

$$p = y \times K \times \gamma, \text{ kg/m}^2 \quad (3)$$



Sl. 6 — Detalj zupčastog zatvarača.
Рис. 6 — Деталь зубчатого затвора



Sl. 7 — Detalja lančanog zatvarača.
Рис. 7 — Деталь цепного затвора

Puno horizontalno naprezanje koje djeluje na segmentni zatvarač

$$p = p \times F, \text{ kg} \quad (4)$$

gde je:

y — visina ispusnog otvora od površine nasipa (m')

K — koeficijent bočnog pritiska = $\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$

φ — ugao prirodnog nagiba rude ($^{\circ}$)

γ — zapreminska težina rude (kg/m^3)

F — vertikalna projekcija segmentnog zatvarača (m')

Normalna sila na segmentni zatvarač

$$P_1 = x \cos \alpha, \text{ kg} \quad (5)$$

gde je:

α — ugao nagiba pada usta sipke ($^{\circ}$)

Naprezanje u površini segmentnog zatvarača

$$P_2 = P x \sin \alpha, \text{ kg} \quad (6)$$

Maksimalni momenat, potreban za povratak segmentnog zatvarača

$$M = P_1 + R \times f + (P_1 + G) \times f_1 \times 1,27 r - P_2 \times R, \text{ kgm} \quad (7)$$

gde je:

R — radijus okretanja segmentnog zatvarača (m)

f — koeficijent trenja segmentnog zatvarača po iskopini (za rudu $f = 0,58$)

G — težina segmentnog zatvarača (kg)

f_1 — koeficijent trenja u rukavcu valjka segmentnog zatvarača (za čelik po gvožđu $f = 0,18$)

r — radijus rukavca segmentnog zatvarača (m)

Naprezanje na polugu segmentnog zatvarača

$$Q = \frac{M}{l} \quad (8)$$

gde je:

l — dužina poluge segmentnog zatvarača (m')

Izgled zupčastog zatvarača prikazan je na sl. 6. Ovakvi zatvarači primenjuju se za iskopinu veće krupnoće, sa vrlo malo sitneži i kod većeg kapaciteta sipke. Ovi zatvarači, obično imaju 5—7 zubaca izrađenih od šina i navučenih na jednu osovinu. Najčešće, ovakvim zatvaračima se rukuje mehaničkovano, tj. sa pneumatskim cilindrima.

Na sl. 7 prikazan je izgled lančanog zatvarača. Oni se odlikuju prostom konstrukcijom i primenjuju se za krupniju iskopinu i kod većih kapaciteta sipki. Oni funkcionišu na istom principu kao i zupčasti i od njih se razlikuju samo po tome što se na jednu osovinu umesto zubaca okačinju lanci.

Dimenzionisanje lančanog zatvarača vrši se u zavisnosti od zapreminske težine iskopine i veličine komada iste i to po narednim obrascima.

$$d_1 = \frac{d_{\max}}{K}, \text{ mm} \quad (9)$$

gde je:

- d_1 — prečnik čelika od koga su izrađeni lanci (mm)
- d_{\max} — max. prečnik komada iskopine (mm)
- K — opitni koeficijent (za rudu veće zapreminske težine $K = 8$, za krečnjak, peščare i slične stene $K = 10$)

Korak karike lanca

$$K_1 = 4 \times d_1 \text{ (mm)} \quad (10)$$

Unutrašnja širina karike

$$b_k = 1,625 \times d_1 \text{ (mm)} \quad (11)$$

Proračun osnovnih parametara za sva tri tipa zatvarača vrši se na osnovu narednih obrazaca.

Ugao nagiba patosa usta sipke ima vrlo veliki značaj. Naime, sa povećanjem istoga, povećava se propusna moć sipke. Nasuprot tome, ako se isti ne prilagodi prirodnom uglu nagiba iskopine, povećava se brzina isticanja iskopine, usled čega je otežano, i skopčano sa opasnostima, zatvaranje usta sipke.

Optimalni ugao nagiba patosa usta sipke određuje se po obrascu:

$$\alpha_{\text{opt}} = \alpha_{\min} + \Delta \quad (12)$$

gde je:

α_{\min} — min. ugao nagiba patosa usta sipke koji zavisi od krupnoće i vlažnosti rude, kao i od vrste materijala od koga je izgrađen patos usta sipke (isti merenjem treba da se utvrdi)

Δ — za drveni patos = 5°

Δ — za limeni patos = -10°

Širina otvora za točenje iskopine može da se obračuna po narednim obrascima:

N. G. Dubinin i G. P. Šabeljnikov

$$A \geq (2,5 \div 3,0) \times d_{\max}, \text{ mm} \quad (13)$$

M. A. Agaškov i M. E. Muhin.

$$A \geq (2,7 \div 3,0) \times d_{\max}, \text{ mm} \quad (14)$$

gde je:

d_{\max} — max. prečnik komada iskopine

Širina otvora za točenje iskopina mora da se prilagodi i gabaritima opreme za transport iste.

Visina otvora za točenje iskopine određuje se po obrascu:

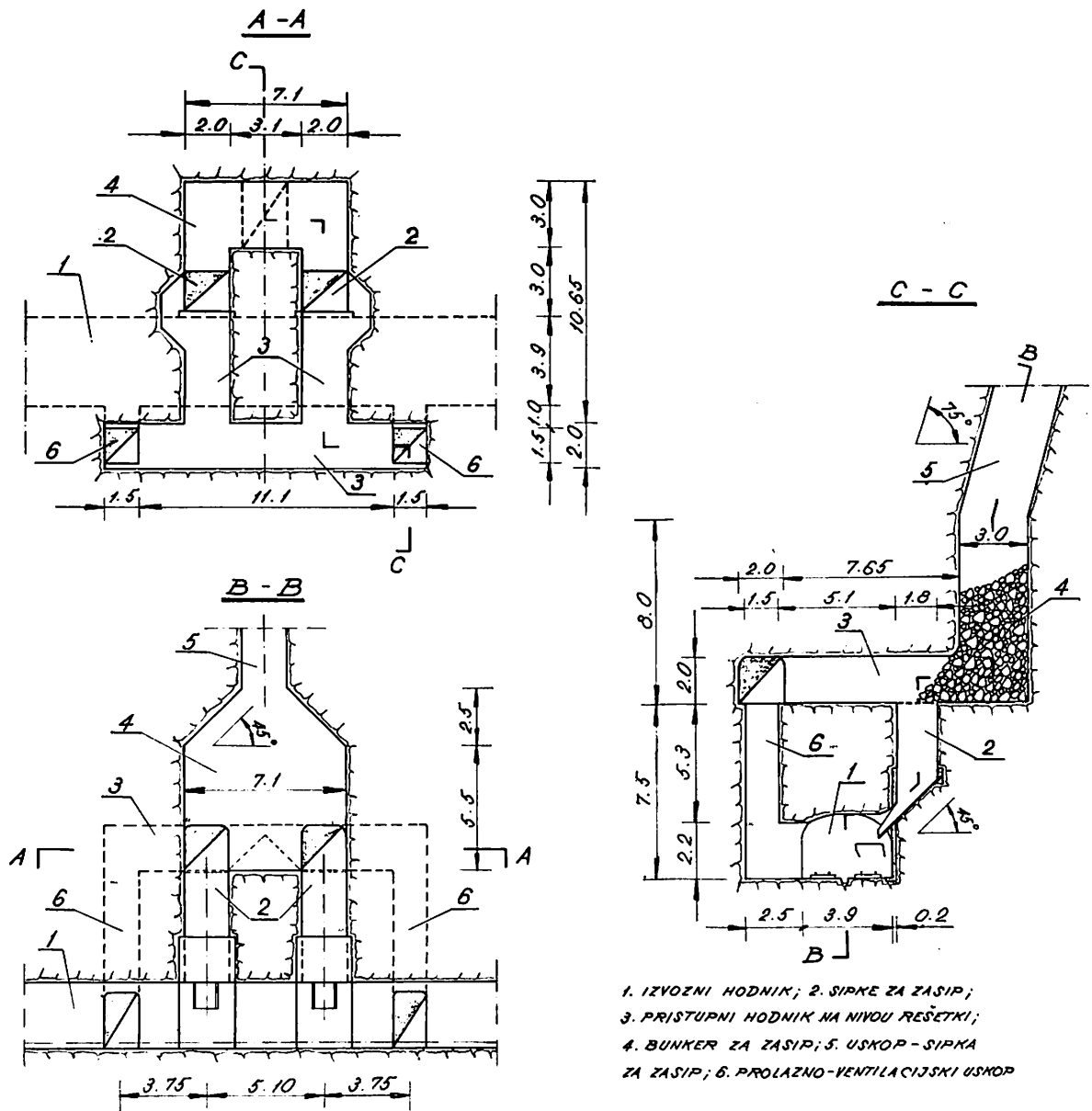
$$B \geq (0,7 \div 0,8) \times A$$

Usta sipke sa vibrododavačem, u poslednje vreme sve se više primenjuju i to za iskopinu razne krupnoće, pri čemu je povoljnije ako je ista manje krupnoće. Ovakvo tehničko rešenje najcelishodnije je za slučaj ako je iskopina vlažna i pri većim kapacitetima sipke.

c. Tipske kombinovane konstrukcije dna sipke — vidi sl. 8 i 9.

Kod kombinovanih konstrukcija dna sipke izrađuje se u dva nivoa. Pri tome na višem nivou vrši se pretakanje iskopine, a na nižem, preko usta sipke, iskopina se toči u transportna sredstva. U ovom slučaju, gornji nivo naziva se »horizont rešetki« ili »horizont usitnjavanja«. Na »horizontu rešetki« pretakanje iskopine vrši se ručno ili, najčešće, skreperom.

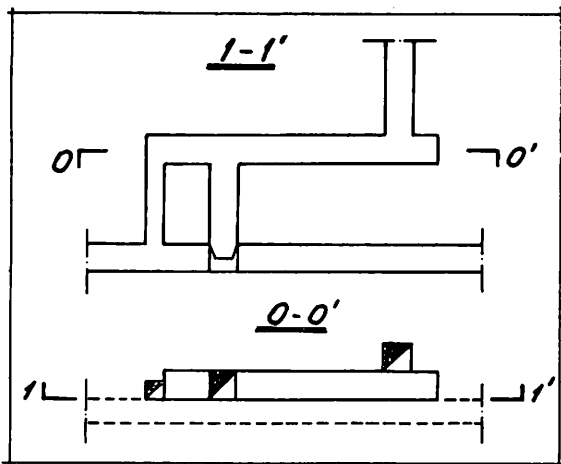
Osnovna prednost ovakvih konstrukcija je u tome što se odglavlivanje rude u dnu sipke lakše i sigurnije obavlja. Pored toga,



Sl. 8 — Detalj dna sipke na sipke za zasip u rudniku »Novo Brdo«.
 Рис. 8 — Деталь дна породоспуска для закладочного материала в руднике „Ново Брдо“.

lakše i sigurnije odvija se i proces točenja iskopine u transportna sredstva, jer u ovom slučaju donji deo dna sipke predstavlja dozer. Takođe se lakše i sigurnije vrše popravke usta sipke čija je izdržljivost, u ovom slučaju, veća.

Na sl. 8 prikazano je projektovano dno sipke na sipci za zasip u rudniku »Novo Brdo«. U ovom slučaju gornji deo dna sipke proširuje se u vidu jednog bunkera, a donji deo završuje se dvema utovarnim sipkama. U dnu obe utovarne sipke postaviće se segmentni zatvarač sa kojim će se rukovati ručno.



Sl. 9 — Detalj kombinovanog dna sipke pri čemu se pretakanje iskopine vrši uz primenu skrepera.

Рис. 9 — Деталь комбинированного днища рудоспуска со скреперной доставкой руды.

Pretakanje zasipnog materijala vršice se ručno.

Ovakvo rešenje omogućuje da se istovremeno pune dva vagoneta.

Kod rešenja prikazanog na sl. 9, gornji deo dna sipke ne proširuje se, a donji deo iste završava se jednom utovarnom sipkom. U dnu utovarne sipke postavlja se odgovarajući zatvarač. Pretakanje iskopine, na »horizontu rešetki«, vrši se skreperom.

Oba ova rešenja praktikuju se kada je iskopina sklona zaglavlivanju. Pretakanje iskopine sa skreperom je sigurnije, ali su u tom slučaju troškovi veći.

Osvrt na konstrukcije centralnih sipki u novim rudnicima RMHK »Trepča«

Uzimajući u obzir sve napred navedene principe, izrađeni su projekti za centralne

sipke u naredna četiri rudnika RMHK »Trepča«: »Žuta Prlina«, »Koporić«, »Blagodat« i »Novo Brdo« (rudno ležište »Farbani potok«). Nažalost, pre izrade projekata, za centralne sipke u pomenutim rudnicima, nisu vršena odgovarajuća ispitivanja. Naime, sva konstruktivna rešenja određena su na osnovu literaturnih podataka, koji su prilagođeni procenjenim karakteristikama iskopine i drugih uticajnih faktora. Radi toga, mora da se računa na izvesna odstupanja od projektom predviđenih rešenja. Prednje se, naročito, odnosi na: dno sipke, oblogu stabla sipke i vertikalno rastojanje horizonata za »pretakanje« iskopine.

Izgled centralne sipke u rudniku »Žuta Prlina« prikazan je na sl. 10.

Ova sipka već se nalazi u eksploataciji i služi za gravitacijsko spuštanje rude sa tri viša horizonta (hor. 1220 m, 1180 m i 1130 m) na nivo izvoznog horizonta (hor. 1080 m).

Pri projektovanju ove sipke, imalo se u vidu, naročito, sledeće:

- kroz sipku treba da se propusti svega 711.000 t rude i to sa hor. 1220 m 138.000 t, sa hor. 1180 m 476.000 t i sa hor. 1130 m 711.000 t,
- maksimalna krupnoća rude, što se reguliše odgovarajućim rešetkama, je 300 mm,
- istovremeno ruda treba, u sipku, da se isipava na 2—3 horizonta,
- visinska razlika između horizonata iznosi 50,0 m,
- sipka se izrađuje kroz stene srednje čvrstoće,
- smenski kapacitet sipke je mali, tj. maksimalan 150 t/smena,
- ruda nije sklona zaglavlivanju,
- na višim horizontima, u sipku, ruda se doprema vagonetima tipa »Raduša«, nosivosti 0,8 m³, i
- na izvoznom horizontu 1080 m ruda se toči u vagonete tipa »Gremby«, nosivosti 1,6 m³.

Zbog svih napred navedenih razloga, centralna rudna sipka u rudniku »Žuta Prlina« ima sledeće konstruktivne osobenosti:

- jednodelna je i okruglog je profila sa prečnikom od 2,0 m,
- podgrađena je, po čitavoj dužini, nabijenim betonom debljine 30 cm MB-300,

- na svakih 50,0 m visine, odnosno na horizontima 1180 m i 1130 m, vrši se pretakanje rude i to preko ručnog segmentnog zatvarača čiji je detalj prikazan na sl. 5,
- pražnjenje sipke vrši se takođe preko ručnog segmentnog zatvarača prikazanog na sl. 5,
- vrh sipke, na sva tri viša horizonta, nije proširen, odnosno isti je okrugao sa prečnikom istim kao i stablo sipke, tj. 2,0 m,
- kao što se vidi na sl. 10 u dnu svih segmenata sipke, gledano po vertikali, predviđena je izrada kontrolnih prolaznih uskopa (2) i odgovarajućih kontrolnih hodnika (3). Međutim, pomenuti objekti nisu izgrađeni jer, na osnovu dosadašnjih iskustava, izrada istih nije potrebna.

Već je rečeno, da pre izrade projekta za ovu sipku, nisu vršena odgovarajuća ispitivanja. Radi toga, a i ako se ukaže potreba, predviđa se rekonstrukcija ove sipke. Obim rekonstrukcije zavisice od stečenih iskustava i ista bi se sastojala u sledećem:

- ako učestaju »zaglave« rude naknadno, u dnu sva tri segmenta sipke, izradili bi se kontrolni uskopi i odgovarajući kontrolni hodnici, čiji je položaj i izgled prikazan na sl. 10,
- ako se betonska obloga intenzivno bude habala uzduž stabla sipke, pravovremeno, postaviće se tibing, čiji se segmenti između sebe da spoje zavarivanjem. Spajanje tibinga za oblogu sipke izvršice se ankerima,
- ako se u praksi pokaže da ugao nagiba dna sipke od 45° nije optimalan, isti će se promeniti. Pored toga, u slučaju potrebe, ručni segmentni zatvarač, i to u prvom redu na hor. 1080 m, zamenio bi se mehanizovanim segmentnim zatvaračem.

Izgled centralne sipke u rudniku »Koporić« vidi se na sl. 11.

Ova sipka nedavno je izgrađena i ista uskoro treba da se pusti u rad. Ona ima višestruku namenu, odnosno ista služi: za spuštanje rude, pod uticajem sopstvene težine, od površinskog otkopa do nivoa izvoznog

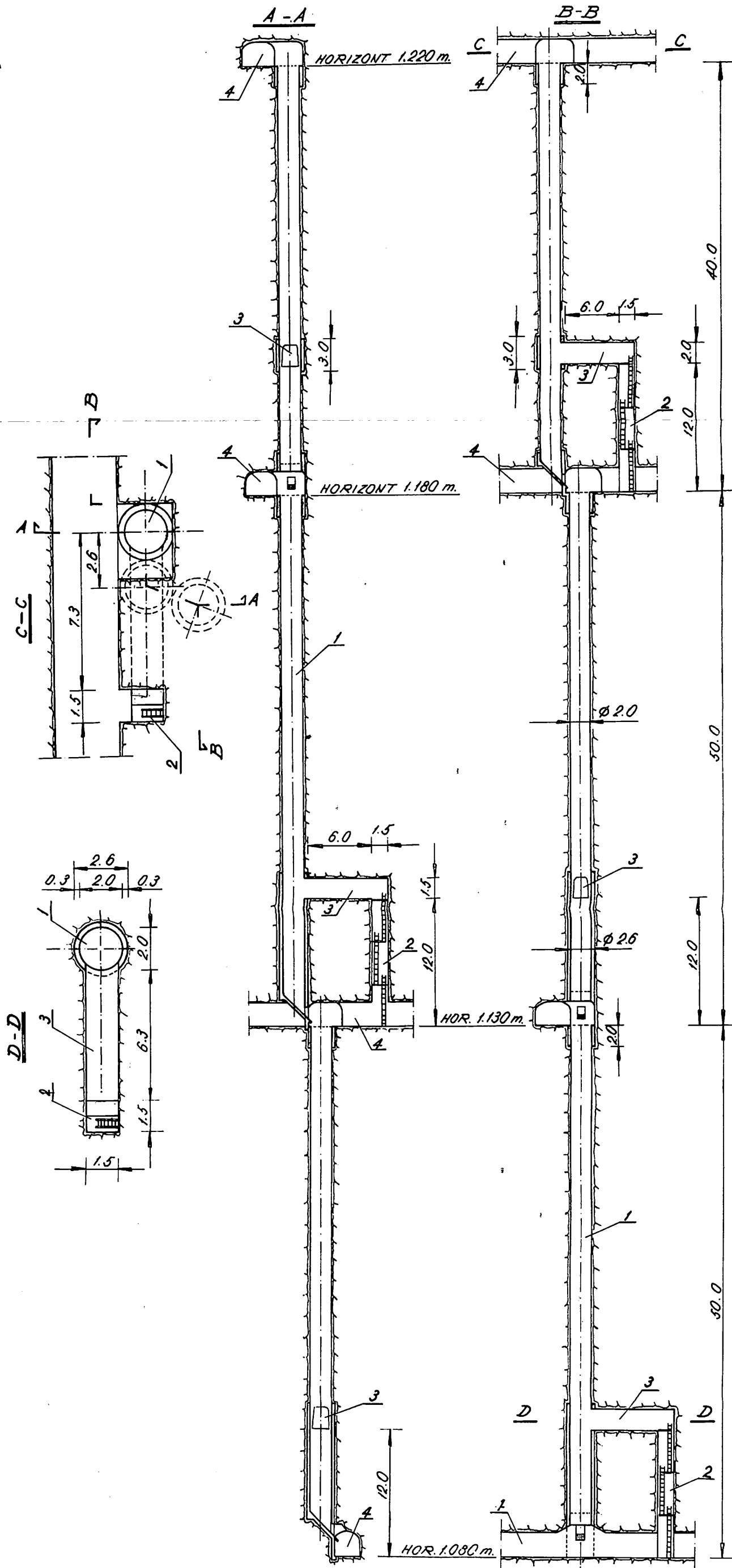
potkopa, za odvodnjavanje dubinskih etaža površinskog otkopa i za ventilaciju izvoznog potkopa.

Presudni uticaj na konstruktivno rešenje ove sipke imale su sledeće činjenice:

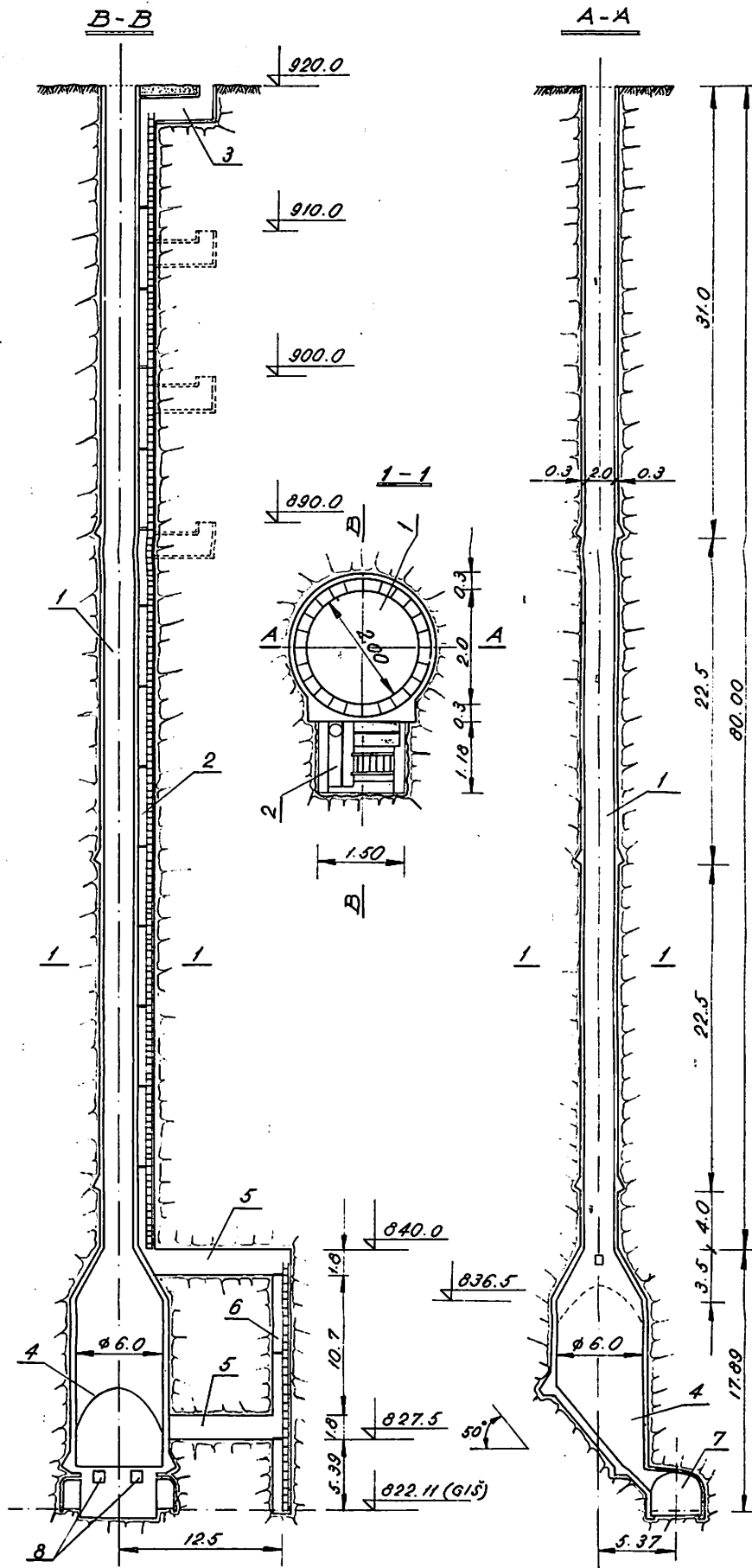
- sipka, kao što je rečeno, ima višestruku namenu,
- u vreme topljenja snega, kao i prolećnih i jesenjih padavina, ruda će da bude izuzetno vlažna, odnosno ista će sezonski da bude sklona zaglavljivanju,
- za vreme životnog doba sipke, treba preko iste da se propusti 2,858.358 t rude,
- po čitavoj svojoj visini sipka se izrađuje u stenama male čvrstoće,
- vrh sipke, u pravo vreme biće na etaži 920 m, a zatim, vremenom, spustiće se na etažu 890 m,
- između najniže etaže površinskog otkopa i nivoa izvoznog potkopa nije otvoren nijedan horizont, pa je maksimalna visina spuštanja rude 95,0 m, a minimalna je 65,0 m,
- maksimalna krupnoća rude, što se reguliše odgovarajućom rešetkom u vrhu sipke, biće 400 mm,
- smenski kapacitet sipke relativno je veliki i isti, u zavisnosti od broja radnih dana u godini, varira u granicama od 300—400 t/smerna,
- na površinskom otkopu ruda se doprema damperima s tim što u vrhu sipke radi buldozer i
- na nivou izvoznog potkopa ruda se toči u vagonete tipa »Gremby« nosivosti 1,6 m³.

Uzimajući u obzir sve napred navedene činjenice i uvažavajući osnovne principe pri projektovanju ovakvih objekata, centralna rudno-prolazna sipka u rudniku »Koporić« ima sledeće specifičnosti:

- dvodelna je i pri tome prolazno odeljenje, koje ima trostruku namenu, ima pravougaoni profil, dok je odeljenje za rudu kružnog preseka sa prečnikom od 2,0 m,
- odeljenje za rudu podgrađeno je nabijenim betonom, debljinē 10 cm MB-220, kao zapunom, i isto je obloženo

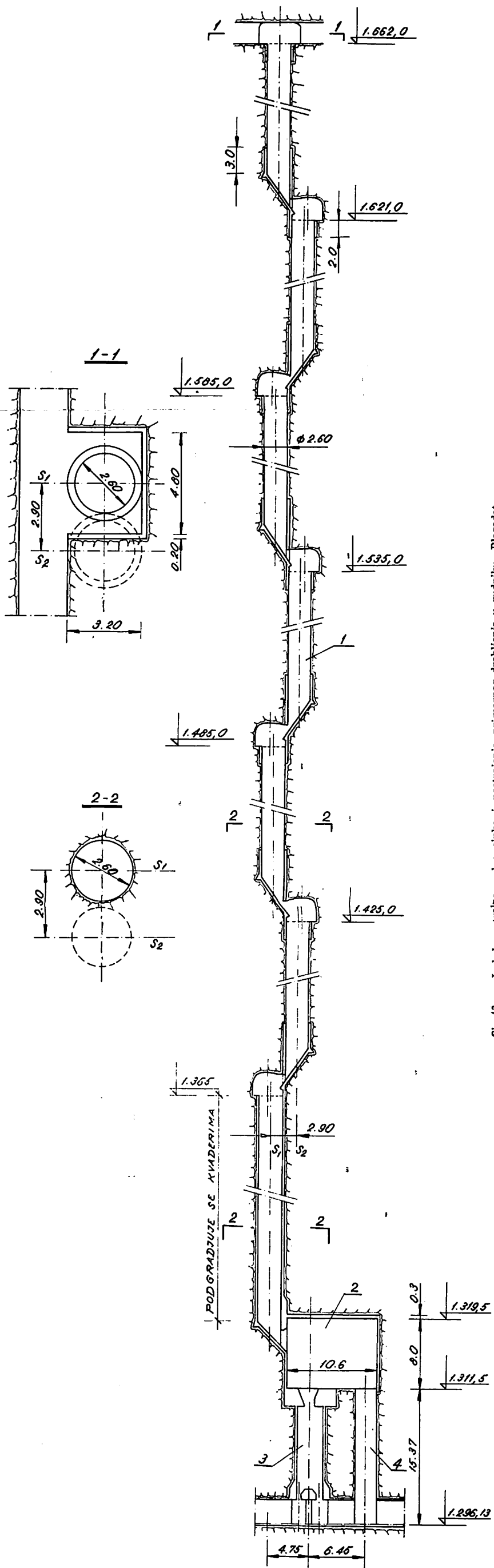


Sl. 10 — Izgled centralne rudne sipke u rudniku «Zuta Prlina»
 1 — centralna rudna sipka; 2 — kontrolni prolazni uskop; 3 — kontrolni hodnik; 4 — izvozni hodnik.
 Рис. 10 — Общий вид капитального рудоспуска в руднике «Жута Прлина».



Sl. 11 — Izgled rudno-prolazne sipke u rudniku „Koporič“: 1 — rudno odeljenje; 2 — prolazno odeljenje; 3 — prilaz ni hodnik; 4 — prihvatni bunker; 5 — kontrolni hodnik; 6 — pomoćni prolazni uskop; 7 — različna stanica; 8 — ručni segmentni zatvarači.

Рис. 11 — Общй вид проходного рудосипска в руднике „Копорич“.



Sl. 12 — Izgled centralne rudne sipke i postrojenja primarnog drobljenja u rudniku „Blagodat“
 1 — stablo sipke; 2 — postrojenje primarnog drobljenja; 3 — bunker primarno izdobljene rude; 4 — prolazni uskor.
 Рис. 12 — Общий вид капитального рудопуска и установки для первичного дробления в руднике „Благодат“.

kvadrima od granita debljine 20 cm sa kamenoloma »Ostrvica« — Rudnik kod Gornjeg Milanovca,

- odeljenje za prolaz, sa tri strane, podgrađeno je okvirima od rezane građe (okviri su između sebe povezani vertikalnim podmetačima) koji su obloženi daskama, debljine 5,0 cm, a rešenje na strani prema odeljenju za rudu vidi se na sl. 11 u preseku 1—1,
- na svakih 5,52 m visinskog rastojanja postavljena su odmarališta iznad kojih se na visini od oko 1,0 m postavljaju otvori u zidu rudnog odeljenja sipke. Ovi otvori služe za odglavljanje rude i zatvaraju se betonskim kvaderom dimenzija $20,2 \times 25,4 \times 30,0$ cm. U svaki kvader sa spoljne strane, tj. prema prolaznom odeljenju, ubetonirana je klanfa koja omogućuje, u slučaju potrebe, uklanjanje pomenu-tog kvadera kako bi se vršilo, na siguran način, »odglavljanje« rude,
- vrh sipke na svim etažama (etaže na kotama 920 m, 910 m, 900 m i 890 m) ne proširuju se, jer zbog trostruke namene ove sipke prolazno odeljenje mora da bude pokriveno što isključuje izradu odgovarajućeg levka i nameće angažovanje buldozera. Radi toga, kao što se vidi na sl. 11, na svakoj pomenutoj etaži izrađivače se prilazni hodnik (3),
- dno sipke završava se, kao što se vidi na sl. 11 prihvatnim bunkerom (4), na kome će da se postave dva ručna segmentna zatvarača (8). Da bi se omogućilo odglavljanje dna sipke i obezbedio prolaz u prolazno odeljenje sipke, izgrađen je pomoćni prolazni uskop (6), kao i gornji kontrolni hodnik (5).

Ovakvo konstruktivno rešenje ove sipke, i pored relativno velike visine u potpunosti obezbeđuje njenu funkcionalnost kako na protočnom, tako i na akumulacionom principu, a što će zavisi od vremenskih prilika, odnosno od momentalne vlažnosti rude. Radi toga, nakon stečenih iskustava pri eksploataciji ove sipke neće doći do neke veće rekonstrukcije.

Prednje će biti ostvareno uz pravilan režim rada ove sipke, kao i redovnim održavanjem.

Konstruktivno rešenje centralne rudne sipke u rudniku »Blagodat« prikazano je na sl. 12.

Ova sipka nalazi se u izgradnji i u 1973. god. treba da se pusti u rad. Preko ove sipke, pod uticajem sopstvene težine rude, ista će da se spušta sa hor. 1662 m, 1621 m, 1535 m i eventualno sa hor. 1485 m do kote 1315,6 m. Na koti 1315,6 m postaviće se usta sipke, sa lančanim dodavačem, preko koga će da se hrani primarna drobilica.

Prvorazredni uticaj na konstruktivno rešenje ove sipke imale su sledeće činjenice:

- kroz sipku treba da se propusti ukupno oko 4,290.000 t rude, a od toga sa hor. 1662 m 1,235.000 t, sa hor. 1621 m 1,045.000 t, sa hor. 1585 m 1,215.000 t i sa hor. 1535 m 795.000 t,
- maksimalna krupnoća rude, što se reguliše odgovarajućom rešetkom u vrhu svih segmenata sipke, biće 300 mm,
- istovremeno ruda treba u sipku da se isipava na 2—3 horizonata,
- ukupna visina sipke iznosi 1662,0—1315,6 = 346,4 m,
- paralelno sa sipkom, na horizontalnom rastojanju od oko 35 m, izradiće se servis okno koje se sa sipkom spaja na sledećim nivoima: 1662 m, 1621 m, 1585 m, 1485 m, 1425 m i 1365 m,
- sipka se izrađuje kroz stene koje su pretežno dosta čvrste,
- smenski kapacitet sipke je 575—650 t/smena, što zavisi od broja radnih dana u godini,
- ruda nije sklona zaglavlivanju,
- na višim horizontima ruda se doprema u sipku vagonetima tipa »Raduša«, nosivosti 0,9 m³ i
- u dnu sipke, kao što je već rečeno, izgradiće se postrojenje primarnog drobljenja.

Svi napred navedeni razlozi, kao i osnovni principi projektovanja ovakvih objekata, uticali su da centralna rudna sipka u rudniku »Blagodat« ima sledeće specifičnosti:

- jednodelna je i okruglog je profila pri čemu u šest gornjih segmenata ima

prečnik 2,0 m, a u najnižem segmentu (od kote 1365,0 m do kote 1315,6 m) prečnika je 2,6 m,

- u gornjim segmentima, gde to bude potrebno, podgradiće se nabijenim betonom debljine 30 cm MB-300, a u najnižem segmentu biće podgrađena na isti način kao i rudno odeljenje rudno-prolazne sipke u rudniku »Koporić«,
- zbog velike visine vršiće se pretakanje rude na šest mesta, odnosno na nivoima: 1621 m, 1585 m, 1535 m, 1485 m, 1425 m i 1365 m. Pretakanje rude vršiće se preko segmentnog zatvarača čiji je detalj prikazan na sl. 5,
- zbog malih gabarita vagoneta vrh sipke, na svim horizontima, se ne proširuje,
- pražnjenje sipke vrši se preko lančanog dodavača.

Pre izrade projekta za ovu sipku takođe nisu vršena odgovarajuća ispitivanja. Radi toga, računa se na eventualnu rekonstrukciju ove sipke. Pomenuta rekonstrukcija obavila bi se na isti način kao što je već reče-

no za centralnu rudnu sipku u rudniku »Žuta Prlina«, sem što se ne bi menjao lančani dodavač u dnu sipke.

Centralna sipka za zasip u rudniku »Novo Brdo« predstavlja sistem uskopa od površinskog otkopa za zasip do hor. 680 m sa prelomima na horizontima 846 m i 760 m. Ovaj sistem već funkcioniše. Međutim, tokom korišćenja ovog sistema, došlo se do zaključka da treba da se rekonstruišu dna uskopa, iznad hor. 760 m i 680 m.

Ovom rekonstrukcijom treba da se povećava propusna moć čitavog sistema za zasip, a i smanje zaglave zasipa, što će pozitivno da se odrazi na sigurnost pri radu.

Prednje zahteve omogućuje rešenje prikazano na sl. 8. Naime, dno uskopa-sipke za zasip iznad hor. 760 m i 680 m proširuje se u vidu bunkera (4) iz koga će na »horizontu rešetki« da se vrši pretakanje zasipa u dve sipke za zasip (2). Preko ručnih segmentnih zatvarača, na nivou izvoznog hodnika (1), zasip se toči u vagonete tipa »Gremby«, nosivosti 1,6 m³. Da bi se obezbedio prolaz sa izvoznog horizonta na »horizont rešetki«, kao i ventilacija izradiće se dva prolazno-ventilacijska uskopa (6).

РЕЗЮМЕ

Обзор основных принципов проектирования рациональных и надёжных центральных рудоспусков и разбор конструктивных решений для новых рудников РМХК „Трепча“

Дипл. инж. Р. Веселинович *)

В начале статьи дано беглое описание конструкций центральных рудоспусков. Затем подробнее описаны характерные конструкции центральных рудоспусков и принципы их конструирования. В конце статьи дано описание конструкций капитальных рудоспусков в новых рудниках: „Жута Прлина“, „Копорич“, „Благodat“, и „Ново Брдо“, которые находятся в составе РМХК „Трепча“.

Literatura

- | | |
|--|---|
| Spravočnik po gornorudnom delu, Moskva, 1961. god. | Investiciono-tehnička dokumentacija za rudnu sipku u rudniku »Žuta Prlina« — Leposavić. Rudarski institut — Beograd, 1967. god. |
| Ševjakov, L. D., 1963: Razработка месторождений полезных ископаемых, Moskva. | Dopunski rudarski projekat centralne rudne sipke u rudniku »Blagodat«. Rudarski institut, Beograd, 1969. god. |
| Akademija nauk SSSR Kol'skij filial im. S. M. Kirova: Tehnologija razrobotki rudnyh mestoroždenij zapoljar'ja Moskva, 1964. god. | Idejni projekat za dobijanje i transport zasipa u rudniku »Novo Brdo«, Beograd, 1972. god. |
| Dopunski rudarski projekat rudno-prolazne sipke za površinski kop i ranžirne stanice izvoznog potkopa u rudniku »Koporić«. Rudarski institut — Beograd, 1970. god. | |

*) Dipl. ing. Radoslav Veelinović, stručni savetnik u Rudarskom institutu — Beograd.

Banka informacija o povredama

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Radomir Severin

Dosadašnji tradicionalan način obrađivanja registrovanog ne velikog broja faktora uzročnika povreda ne daje odgovor na pitanje da li ti faktori zaista utiču na nastajanje povreda. Naučno-itsraživački institut za uglj u Radvanicama razradio je novu metodu analize povreda, koja omogućuje da se ispituju stvarni uzroci nastajanja povreda. Autor nas u predmetnom članku upozna je sa osnovnim principima proučavanja povreda ovom metodom pomoću elektronskog računara i sa dokumentacijom koja je za to potrebna.

Statistika o povredama kao osnova za primenu mera koje treba da spreče ponavljanje povreda, u ostravsko-karvinskom reviru sastoji se u registrovanju odabranog, ne velikog, broja faktora koji se obrađuju na tradicionalan način.

Do sada nije dat odgovor na pitanje, da li odabrani statistički praćeni faktori zaista utiču na nastajanje povreda i da li je posmatrani broj pojedinih faktora dovoljan za zadovoljavajuće ocenjivanje uzroka nastajanja povreda.

Prema dosadašnjim iskustvima iz prakse to nije slučaj.

Savremena statistika nastajanja povreda

Statistika povreda u industriji uglja do sada nije prevazišla stadijum opisne statistike. Za analizu uzroka, kako to zahteva praksa, ovo stanje više ne odgovara. Sistem pokazatelja nastajanja povreda i njihova pravila koja ograničavaju njihovu uzajamnu povezanost, ima logičke nedostatke. Pojmovi sa kojima operiše statistika nisu definisani na odgovarajući način za praktično korišćenje u proizvodnim preduzećima. U današnjem stanju, statistička obrada nastajanja povreda ne omogućava da se iskoriste kvalitetno bolje matematičke metode niti mo-

derna tehnička sredstva, kao što su elektronski računari.

U dosadašnjim postupcima analize uzroka povreda ne vodi se računa o faktičnom stanju, da uvek ima više od jednog uzroka koji utiču na nastajanje povrede. Nezavisno od metodičkih pravila u pogledu broja uzroka, njihove definicije i uzajamnih odnosa, podaci o preventivi protiv ponavljanja povreda proizilaze samo iz rezultata prijavljivanja (Evidencija o povredi) jedne ili malog broja povreda.

Preventiva se zasniva na neproverenoj (i spornoj) pretpostavci da će se okolnosti i tok nesreće u celom obimu verovatno ponoviti. Ovakva pretpostavka nije realna zato jer na nastajanje i tok povrede utiče niz faktora (uticaja), koji se praktično ne mogu obuhvatiti u evidenciji o povredi. Ocenjivanje same činjenice, da je u određenom skupu događaja došlo do povrede, za potrebe preventive je problematično. Tehničar zaštite na radu, koji preporučuje preventivne mere na osnovu evidencije o povredama, donosi važnu odluku na osnovu nepotpunih informacija i sa visokim rizikom u pogledu ispravnosti odluke.

Da bi se navedeni problemi otklonili, pretpostavlja se drugi pristup analizi povreda. Netradicionalno gledište sastoji se ka-

ko u razradi metode koja se bavi uzrocima i njihovim odnosima, tako i u primeni matematičke statistike kao egzaktne računске metode. Ovako obrađena analiza služi kao osnova za izučavanje evidencije o povredama. Zatim mogu slediti obrazložene preventivne mere.

Može se primetiti da ove metode ne iziskuju vanredno velike statističke skupove. Međutim, proučavana oblast povreda na radu karakteriše se ne samo izvanredno malom brojnošću već i slučajnošću nastajanja događaja pod uticajem mnogo raznih faktora. Ako uzmemo u obzir da se uzroci povreda prate i ocenjuju u 16 rudničkih preduzeća sa mnogo različitih prirodnih uslova, s različitom tehnologijom eksploatacije i sa različitim socijalnim uslovima, korisno je stvoriti skup koji dozvoljava traženi izbor.

Naučno-istraživački institut za uglj u Radvanicama je stoga razradio iz osnova nov metodički postupak za analizu povreda, koji pre svega, pruža mogućnost da se ispituju stvarni uzroci nastajanja povreda na radu.

Metoda je razrađena tako da se računski postupci, doduše komplikovaniji, mogu primeniti na način prihvatljiv u proizvodnji, ali sa daleko kvalitetnijim rezultatima. Izvanredno veliki broj raznih uticaja i okolnosti koji utiču na nastajanje povreda, pri brižljivoj analizi skoro sasvim isključuju manuelni rad. Zato metodika omogućuje primenu elektronskog računara.

Statistički praćene informacije

Broj i vrsta statistički praćenih podataka i njihovih kombinacija može biti proizvoljan ne samo sa gledišta principa nove metodike (1) već i sa gledišta statističke obrade, za koju su izrađeni programi za obradu na računaru.

Međutim, ne bi imalo smisla odabirati ili kombinovati pojedine faktore sasvim slučajno. Izbor je podređen ciljevima koje prati analiza nastajanja povreda, vremenu koje stoji na raspolaganju za analizu, kao i izmenjenim okolnostima na radilištima koje dovede do izmena uzroka povreda. Broj analiziranih podataka zavistan je i od koštanja obrade statističkih tablica.

Za potrebe analize nastajanja povreda u rudničkim preduzećima sektorske direkcije OKD obrađuju se sledeće statističke tablice:

- tablica učestalosti,
- tablica kombinacija.

Statističke tablice sadrže faktore za koje se iz dosadašnje prakse zna da utiču na nastajanje povreda, zatim faktore kod kojih se ovaj uticaj ustanovio pri obradi kontrolnih statističkih skupova, i najzad faktore čiji uticaj na nastajanje povreda još nije proveren, ali se pretpostavlja.

Deo ovih tablica se obrađuje na računaru u standardnom neizmenjenom obliku sa čvrsto odabranim faktorima, a služi za redovno dugoročno praćenje nastajanja povreda. Označavamo ih kao standardnu grupu.

Deo obrađenih informacija namenjen je za dublju analizu. U njoj će biti obuhvaćeni faktori i njihove kombinacije, o kojima do sada ne znamo u kolikoj meri utiču na nastajanje povreda. Radi se, pre svega, o faktorima iz grupe sekundarnih uzroka povreda (1). Označavamo ih kao nestandardnu grupu.

Spisak faktora

Spisak svih faktora iz grupe primarnih i sekundarnih uzroka povreda, koji se redovno i dugoročno obrađuju (vidi tab. 1).

Ovi faktori su odabrani kako iz tehničke, tako i iz socijalne oblasti i definisani su u nomenklaturi, koja je sastavni deo nove metodike (1).

Tablica učestalosti

Tablica učestalosti pokazuje broj nastalih povreda u zavisnosti od jednog odabranog faktora. Programi računara dozvoljavaju izbor bilo koji od faktora, koji su evidentirani u Primarnim informacijama o povreda. Možemo npr. ustanoviti broj povreda nastalih u posmatranom periodu u zavisnosti od izvora povrede, pogrešnog postupka, starosti povređenog, kvalifikacije, porodičnog života, vrste povrede i sl.

Za ispitivanje dubljih uzroka nastajanja povreda korisna je univerzalnost izbora faktora što omogućuje i komplikovanije radove (dublje sonde na nivou direkcije sektora, preduzeća, istraživačke radove itd.).

Tablica 1

| | Broj znakova | Broj varijanti |
|--|--------------|----------------|
| 1. Broj organizacija | 3 | 115 |
| 2. Broj evidencije povreda | 4 | |
| 3. Broj markice povređenog | 5 | |
| 4. Datum povrede (čas, dan, mesec, godina) | 8 | |
| 5. Vrsta povrede | 1 | 4 |
| 6. Dijagnoza povrede | 3 | 180 |
| 7. Godine povređenog | 1 | 7 |
| 8. Pol | 1 | 2 |
| 9. Bračno stanje | 1 | 8 |
| 10. Broj dece | 1 | |
| 11. Vrsta radnog odnosa | 1 | 4 |
| 12. Broj godina stručne prakse (ukupno) | 2 | |
| 13. Radni proces | 2 | 92 |
| 14. Kvalifikaciona grupa povređenog | 2 | 6 |
| 15. Stepen školske spreme | 1 | 9 |
| 16. Broj povreda u protekle dve godine | 2 | |
| 17. Broj časova rada od početka smene | 2 | |
| 18. Dan u nedelji kada se odigrala povreda | 1 | 7 |
| 19. Neopravdane smene | 1 | |
| 20. Broj prekovremenih smena | 2 | |
| 21. Mesto povrede | 2 | 17 |
| 22. Delatnost u vreme povrede | 2 | 46 |
| 23. Tehnologija otkopavanja | 2 | 8 |
| 24. Moćnost ili profil dela jame | 1 | 9 |
| 25. Podgrada jame | 2 | 17 |
| 26. Nagib jame | 1 | 4 |
| 27. Primanja povređenoga | 1 | 7 |
| 28. Porodični život povređenog | 1 | 4 |
| 29. Orijentacija povređenog | 1 | 4 |
| 30. Zadovoljavanje na radu sa gledišta rada | 1 | 5 |
| 31. Zadovoljavanje na radu sa gledišta preduz. | 1 | 5 |
| 32. Trajanje puta do radnog mesta | 1 | 4 |
| 33. Prevozno sredstvo | 3 | 17 |
| 34. Temperatura na radilištu | 1 | 4 |
| 35. Broj radnog kolektiva | 2 | |
| 36. Izvor povrede | 4 | 115 |
| 37. Faktori rizika povrede | 3 | 36 |
| 38. Pogrešna postupanja | 3 | 29 |
| 39. Konflikti | 1 | 7 |
| 40. Vreme konflikta | 1 | 5 |

Za praksu je koristan izbor faktora koji se redovno i dugoročno prate. Standardno se prati broj povreda u zavisnosti od sledećih faktora:

- izvor povrede
- činioci rizika povrede
- pogrešan postupak

- vrsta povrede
- starost povređenog
- mesto povrede
- radni proces
- delatnost u vreme povrede
- kvalifikaciona grupa
- podgrada otkopa
- radni časovi od početka smene

- dan povrede
- mesec povrede
- neopravdane smene
- broj godina stručne prakse
- radna smena.

Izmena u izboru standardno praćenih faktora nije isključena, ako se statističkom obradom dokaže važnost drugih faktora.

Tablica kombinacija

Na nastajanje procesa povređivanja i povrede deluje mnogo faktora. Zavisnost broja povreda samo od jednog faktora ne može da obuhvati svu složenost procesa, i zato se trudimo da dobijemo informacije o broju povreda, ako dva faktora deluju istovremeno.

Za razumljivo grafičko predstavljanje dobro odgovara tablica kombinacija za odnos dva moguća (tj. koji imaju više od dve varijante) kvalitativna statistička znaka. Opšti obrazac ove tablice je sledeći:

| Tablica 2 | | | | | | |
|-----------|--------|---------------|---------------|-------|---------------|-----------|
| znak b | znak a | a_1 | a_2 | | a_k | n_b |
| b_1 | " | $n_{a_1} b_1$ | $n_{a_2} b_2$ | | $n_{a_k} b_1$ | n_{b_1} |
| b_2 | | $n_{a_1} b_2$ | $n_{a_2} b_2$ | | $n_{a_k} b_2$ | n_{b_2} |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| b_m | | $n_{a_1} b_m$ | $n_{a_2} b_m$ | | $n_{a_k} b_m$ | n_{b_m} |
| n_a | | n_{a_1} | n_{a_2} | | n_{a_k} | n |

Faktor a dobija k varijanti, gde je u našem slučaju $k = 1, 2 \dots 10$, faktor b dobija m varijanti, gde je $m = 1, 2 \dots, 9; n \dots$ broj povreda.

Standardno se prati učestalost povreda u zavisnosti od kombinacija ovih faktora:

| Faktor a | Faktor b |
|----------------------------|------------------|
| — izvor | — činilac rizika |
| — pogrešan postupak | — činilac rizika |
| — izvor (oburavanje stene) | — podgrada jame |
| — izvor (oburavanje stene) | — mesto povrede. |

Za dublju analizu nastajanja povreda biće obrađeni oni faktori kod kojih je ustanovljen statistički značaj i čija interpretacija ima smisla. Programi računara dozvoljavaju potpuno proizvoljan izbor među faktorima koji su evidentirani u Primarnim informacijama o povredi. Istovremeno je omogućen proizvoljan stepen detaljnosti pojedinih faktora u intervalu brojnog znaka navedenog u nomenklaturi.

Zavisnost od većeg broja faktora

Kod nekih dubljih analiza uzroka povreda nije dovoljno ispitivati učestalost povreda u zavisnosti od samo dva faktora. Zahteva se zavisnost od tri i više faktora. Zato jer grafičko predstavljanje više od tri faktora nije moguće, njihovi odnosi su prikazani u seriji podataka koji izražavaju njihove kombinacije.

Ove serije ne obrađuju se standardno, već samo pri specijalnim istragama.

Metodika i izrada programa za računar omogućuju obrađivanje učestalosti povreda u zavisnosti od deset raznih faktora istovremeno.

Primarna dokumentacija

Statistika povreda sektorske direkcije OKD crpe informacije iz sledeće dokumentacije:

- Opštedržavna evidencija o povredama
- Dopunska evidencija o povredama za sektorsku direkciju OKD.

Iz ovih osnovnih dokumenata, koji su sastavni deo dokumentacije istrage o povredi na radu, informacije se upisuju nomenklaturom sa brojnim kodovima u dokumentat Primarna informacija o povredi (sl. 1).

Opštedržavna evidencija o povredi sadrži podatke koji odgovaraju, pre svega, okvirnim potrebama. Za mašinsku obradu statistike sektorske direkcije OKD iz nje se kodiraju informacije za specifične potrebe raz-

nih industrijskih grana pa nije pogodan zato što bi evidencija bila suviše opširna. Razne industrijske grane koristile bi uvek samo neke delove zabeleženih informacija. Standardna opštedržavna evidencija o povredama takođe ne odgovara, kada treba da se izmene neki praćeni faktori. Iz razloga unifikacije opštedržavne evidencije ne preporučuje se korišćenje sopstvene evidencije o povredama za razne industrijske grane. Uostalom, svaka takva granska evidencija značila bi prepis mnogih zajedničkih informacija.

Zato je u sektorskoj direkciji OKD uveden opisani postupak evidentiranja primarnih informacija.

Obrazac Primarna informacija o povredi (sl. 1) je dokumenat iz koga se podaci buše u kartice. Primarne informacije se beleže pomoću brojnih znakova (kodova) u pojedine stupce ili njihove skupine. Štampan tekst u zaglavlju stubaca ukratko izražava njihovu sadržinu. Stupci ili njihove skupine označene jednim tekstom nazivaju se polja. Polja su numerisana. Isto kao štampani tekst polja označena su i poglavlja (polja) u nomenklaturi, čijom pomoću se ubeležavaju brojni znakovi.

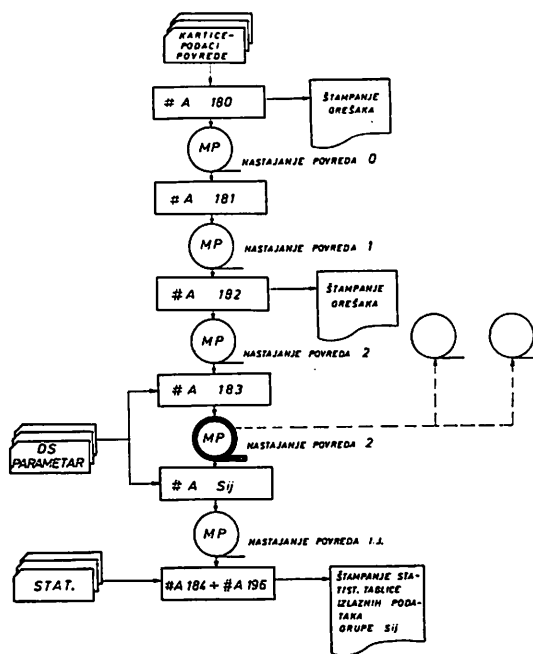
Obrazac je podeljen u dve grupe sa 80 i 53 stubaca sa štampanim zaglavljinama i 15 po rednom broju numerisanih redova.

Primarne informacije jedne povrede se upisuju u jedan red. U jedan obrazac se, prema tome, mogu upisati podaci o 15 povreda. Broj obrazaca nije ograničen.

Popunjene obrasce svako preduzeće sektorske direkcije OKD dostavlja do 5. dana u mesecu Zavodu numeričke tehnike sektorske direkcije OKD i posle četiri dana dobija obrađene na računaru izlazne podatke.

Obrada na elektronskom računaru

Cilj mašinske obrade informacija o povredama na srednjem računaru je, pre svega, dobijanje sređenog, lako i u svako doba pristupačnog opširnog skupa informacija o povredama u rudarskim preduzećima sektorske direkcije OKD, koji će omogućiti rukovodećim radnicima na nivou sektorske direkcije i preduzeća objektivno procenjivanje ne samo opšteg razvoja nastajanja po-



Sl. 2 — Gruba blok šema sistema statistika nastajanja povreda

Abb. 2 — Grobes Schema von Blocksystem, die Statistik des Unfallgeschehens

vreda već, takođe, upravljanje i usmeravanje ispitivanjima uticaja koji deluju na nastajanje povreda.

Proces obrade informacija na računaru pokazan je na blok šemi na sl. 2.

Sadržina podataka o jednoj povredi (Primarna informacija o povredi) se buši u dve kartice DŠ — podaci povrede.

Kartice svih povreda za određen period vremena čita i kontroliše program A 180, da li se u njima nalaze samo brojni znakovi. Povrede, čija beleška sadrži abecedne znakove, ispisuje štamparija računara i one se isključuju iz dalje obrade.

Skupina programa A 181 klasifikuje povrede prema broju evidencije povreda i tipu kartice. Ovako klasifikovana magnetna traka obrađuje se programom A 182, koji stvara celovit blok informacija o svakoj povredi. Opet kontroliše ispravnost evidencio-nih brojeva povreda, i pogrešne podatke isključuje iz daljih operacija i ispisuje ih pomoću štamparije računara.

Sledeće grupe programa A 183 i ASij obrađuju kumulativno mesečnu evidenciju svakog pogona i izrađuju zahtevane analitičke tablice prema dispozicijama datim karticama DS parametar.

Najzad serija programa A 184—196 štampa izračunate tablice za one organizacije, koje su određene karticama stat.

Ceo sistem sadrži 13 programa. Sve, jednom obrađene informacije o svakoj povredi, ostaju dugoročno sačuvane pamćenjem računara i stoje na raspolaganju u svako doba za dalju analizu.

Zaključak

Obrada informacija na srednjem računaru omogućuje da se iznađe učestalost povreda u svako doba, za proizvoljno odabran vremenski interval za određenu proizvodnu organizaciju i u svim slučajevima za bilo koje odabrane faktore, čija su vrsta i podrobnost rasčlanjavanja dati nomenklaturom. Nomenklatura sadrži 53 razna faktora, koji su definisani najmanje sa jednim, a najviše sa pet brojnih znakova. Kod 48 faktora moguće je obuhvatiti 1 do 120 varijanti, prema vrsti faktora.

ZUSAMMENFASSUNG

Datenbank über Unfälle

Dipl. Ing. R. Severin*)

Die bisherige traditionelle Weise der Bearbeitung und durch die Statistik registrierte einer nicht geringen Anzahl von Faktoren, die auf die Verletzung bei der Arbeit von Einfluss sind, gibt keine Antwort auf die Frage, ob diese Faktoren wirklich auf das Zustandekommen von Verletzungen Einfluss ausüben, weil das System der Koeffizienten des Zustandekommens von Verletzungen und die Analysenregeln ihren Zusammenhang einschränken und auch logische Mängel aufweist. Das wissenschaftliche Forschungsintstitut hat ein vollkommen neuartiges Verfahren für die Analyse von Verletzungen ausgearbeitet, welches vor allem die Möglichkeit bietet, dass tatsächliche Ursachen des Zustandekommens von Verletzungen unter den Betriebsbedingungen untersucht werden. Durch die Bearbeitung von Informationen auf einer mittelgrossen Rechenanlage wird die Bestimmung die Unfallhäufigkeit jederzeit möglich gemacht. Für ein beliebiges Zeitintervall wurden für alle Fälle durch Nomenklatur, für irgend wie gewählte Faktoren, deren Art und Details aufgeliebert sind, gegeben. Die Nomenklatur enthält 53 verschiedene Faktoren, die mindestens mit einem und höchstens mit 5 Zahlenzeichen definiert sind. Bei 48 Faktoren ist es möglich 1 bis 120 Varianten in Anhängigkeit von der Faktorenart zu erfassen.

Literatura

1. Severin, R. 1971: Metodika statistike nastajanja povreda. — UHLI — br. 2, str. 59—62.

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

Rešenje poboljšanja ventilacije „Stare jame” RU Kakanj serijskim radom dva ventilatora na VO — III

(sa 5 slika)

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

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

U v o d

Po izvršenoj rekonstrukciji priključka ventilatora V_1 i izlaznih ventilacionih puteva čije rešenje je objavljeno u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 2, 1972. god., količina vazduha u »Staroj jami« se povećala sa $Q = 1.800 \text{ m}^3/\text{min}$. na $2400 \text{ m}^3/\text{min}$, što je uticalo na smanjenje koncentracije metana u izlaznoj vazdušnoj struji jame ispod propisima dozvoljenih granica. Međutim, ovom rekonstrukcijom nije postignuta znatna rezerva vazduha, tako da je aktiviranjem radova na otvaranju IX-og sprata-istok kota — 35 m procenat metana u izlaznoj vazdušnoj struji ovog ventilacionog odeljenja i jame prelazio dozvoljene koncentracije. Na povećanje metana, takođe, je uticalo i povećanje proizvodnje sa 1150 tku/dan na 1.450 tku/dan .

Tehničkim projektom ventilacije »Stare jame« — RI Beograd, 1971. godine za planirani obim proizvodnje predviđena je ugradnja novog ventilatorskog postrojenja proizvod firme »Turmag« tipa ZEL-22 sledećih konstruktivnih karakteristika:

$$\begin{aligned} Q &= 55 - 78 \text{ m}^3/\text{sek} \\ h &= 180 - 250 \text{ kp/m}^2 \\ \eta_{\text{min}} &= 0,82 \end{aligned}$$

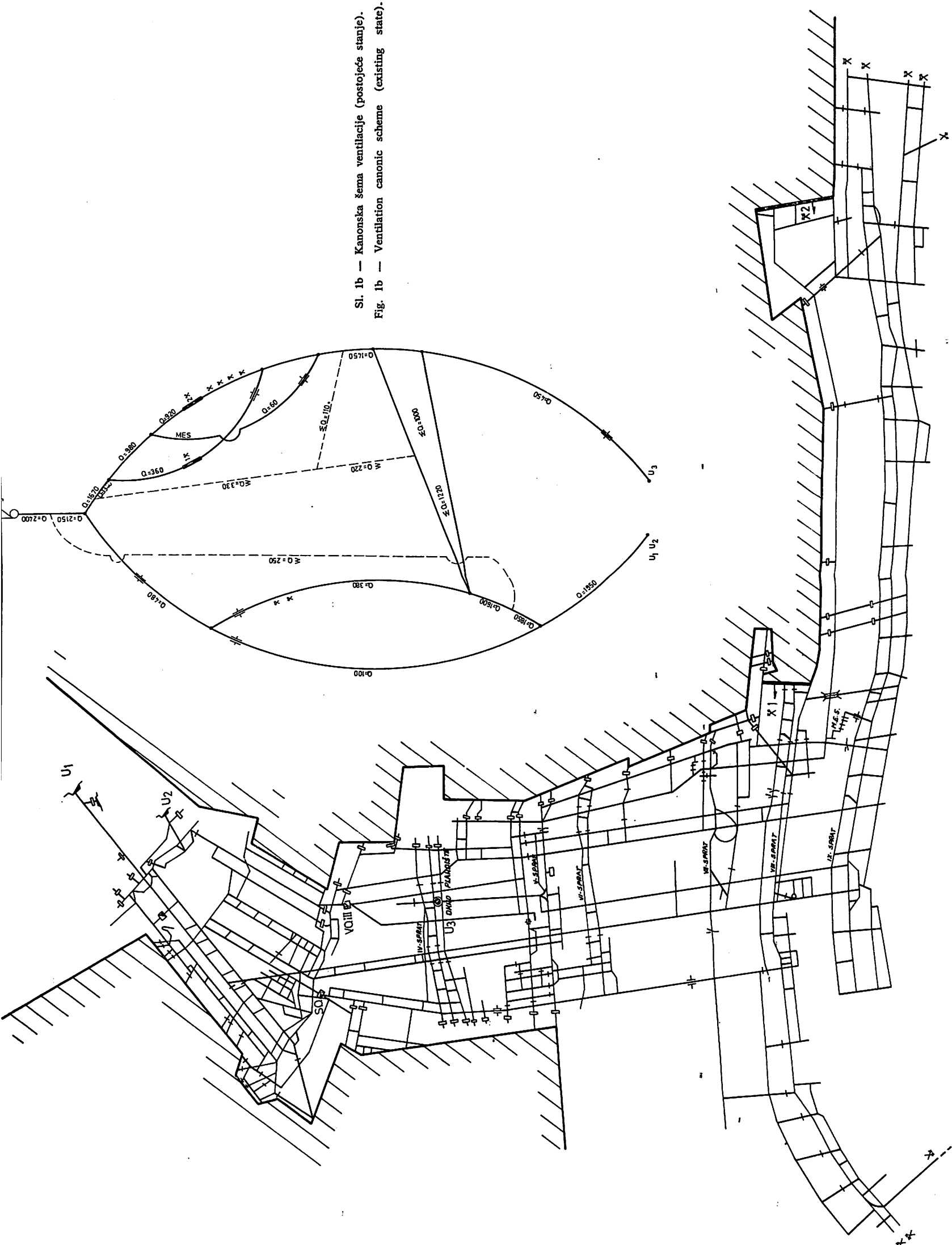
S obzirom na dug vremenski rok isporuke navedenog ventilatorskog postrojenja i nedostatka deviznih sredstava, za isti obim proizvodnje i zadovoljavajuću sigurnost rada u jami trebalo je ovaj problem rešiti jednom od ventilacionih metoda sa raspoloživom opremom.

U ovom članku dato je nekoliko varijanti povećanja količine vazduha, sa detaljnom obradom izabranog tehničkog rešenja.

Prikaz postojećeg stanja ventilacije jame

U postojećoj fazi eksploatacije svež vazduh u jamu se uvodi glavnim izvoznim niskopom, »japijskim« niskopom i oknom »Plan dište«, a istrošeni se izvodi ventilacionim oknom VO — III, kako je šematski prikazano na sl. 1a.

Za ovu jamu je karakteristično vođenje ulazne i izlazne vazdušne struje paralelnim jamskim prostorijama u cilju smanjenja otpora i depresije jame, s obzirom na centralni način provetravanja i duge ventilacione puteve.



Sl. 1b — Kanonska šema ventilacije (postojeće stanje).
 Fig. 1b — Ventilation canonic scheme (existing state).

Sl. 1a — Linearna šema jame.
 Fig. 1a — Linear pit layout.

— X — PREKOP BOSNA GORU

U postojećem ventilacionom sistemu jama je podeljena na tri ventilaciona odeljenja, i to:

- IX sprat-istok, široko čelo br. 2 sa radovima na otvaranju kote — 35 m,
- VIII sprat — istok, široko čelo br. 1 i
- VIII sprat — zapad sa radovima na otvaranju i izradi prekopa »Bosna okna«.

Raspodela vazduha u postojećem ventilacionom sistemu, sa procentualnim sadržajem i bilansom metana, data je u tablici 1, a kanonska šema ventilacije — postojećeg stanja data je na slici 1b.

$$Q = 2.400 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$h = 130 \text{ kp/m}^2$$

$$n = 490 \text{ o/min}$$

$$\eta = 0,55$$

od kojih je jedan u radu, a drugi u rezervi.

— Centrifugalni ventilator, proizvod fabrike »Ventilator«, Zagreb, sledećih karakteristika:

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$h = 150 \text{ kp/m}^2$$

$$n = 750 \text{ o/min}$$

$$\eta = 0,70$$

Tablica 1

| Mesto merenja | Q m ³ /min | CH ₄ ‰ | q m ³ CH ₄ /min |
|---|--------------------------|----------------------|--|
| Izlazna vazd. struja radova otvaranja IX sprata | 400 | 1,00 | 4,0 |
| Ulazna vazdušna struja širokog čela br. 2 | 800 | 0,60 | 4,8 |
| Izlazna vazdušna struja širokog čela br. 2 | 800 | 1,80 | 14,4 |
| Ukupna izlazna vazdušna struja IX sprata | 920 | 1,66 | 15,4 |
| Izlazna vazdušna struja širokog čela br. 1 | 360 | 0,52 | 1,9 |
| Izlazna vazdušna struja zapadnog krila jame | 480 | 0,30 | 1,4 |
| Ukupna izlazna vazdušna struja jame | 2.400 | 1,00 | 24,0 |

Iz tablice 1 se vidi da je najveće prekoračenje dozvoljenih koncentracija metana u izlazu ventilacionog odeljenja IX sprata i ukupno jame. Prekoračenje koncentracija metana u odeljenju IX sprata je uslovljeno velikim dotokom metana sa radova na otvaranju kote — 35 m i otkopavanja širokog čela br. 2, intenzivnim otkopavanjem i otvaranjem i nedovoljnim količinama vazduha. Na povećanje metana u izlaznoj vazdušnoj struji jame utiče stalni priliv metana iz starih radova istočnog krila usled slabe izolacije.

Količina vazduha sa kojom se jama proventrava pri radu ventilatora V₁ iznosi Q = 2400 m³/min, sa depresijom h = 130 kp/m².

Tehnička rešenja za povećanje količine vazduha

Za rešavanje postojećeg stanja ventilacije »Stare jame«, rudnik je raspolagao sledećom ventilacionom opremom:

— dva montirana ventilatora V₁ i V₂, proizvod fabrike »Kovinsko«, Celje, sledećih karakteristika:

— Aksijalni ventilator, proizvod fabrike »Turmag«, tip ZEL 12, sledećih karakteristika:

$$Q = 1500 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$h = 70 \text{ kp/m}^2$$

$$\eta = 0,72$$

pri uglu lopatica 0°.

Pri rešavanju i izboru najpovoljnijeg rešenja uzeto je u obzir da će se dotok metana iz starih radova izolacijom pomoću muljnih čepova smanjiti za 50%, odnosno opasti sa 4 m³/min na 2 m³/min, te će apsolutna metanoobilnost jame iznositi q_a = 22 m³ CH₄/min.

Da bi se ova količina metana razredila na 0,75‰ u glavnoj izlaznoj vazdušnoj struji jame, potrebno je 2900 m³/min vazduha. Prema ovoj minimalnoj količini vazduha, izvršiće se izbor najpovoljnije varijante rada ventilatora.

Na osnovu navedene opreme, daju se analize sledećih varijanti rada ventilatora:

- paralelan rad postojećih ventilatora V_1 i V_2
- serijski rad postojećeg ventilatora V_1 sa dopunskim ventilatorom »Turmag« postavljenog na IX spratu i
- serijski rad postojećeg ventilatora V_1 i ventilatora proizvod fabrike »Ventilator«, Zagreb — V_3 .

Paralelan rad postojećih ventilatora V_1 i V_2

Da bi se što pre rešio problem ventilacije jame, s obzirom na hitnost i sigurnost rada u jami, kao prva moguća varijanta je paralelan rad postojećih ventilatora V_1 i V_2 . Pri ovom radu ventilatora V_1 i V_2 , iako su istih konstruktivnih karakteristika, nije došlo do povećanja količine vazduha, usled različitih otpora priključaka na ventilaciono okno VO-III, što je merenjima konstatovano.

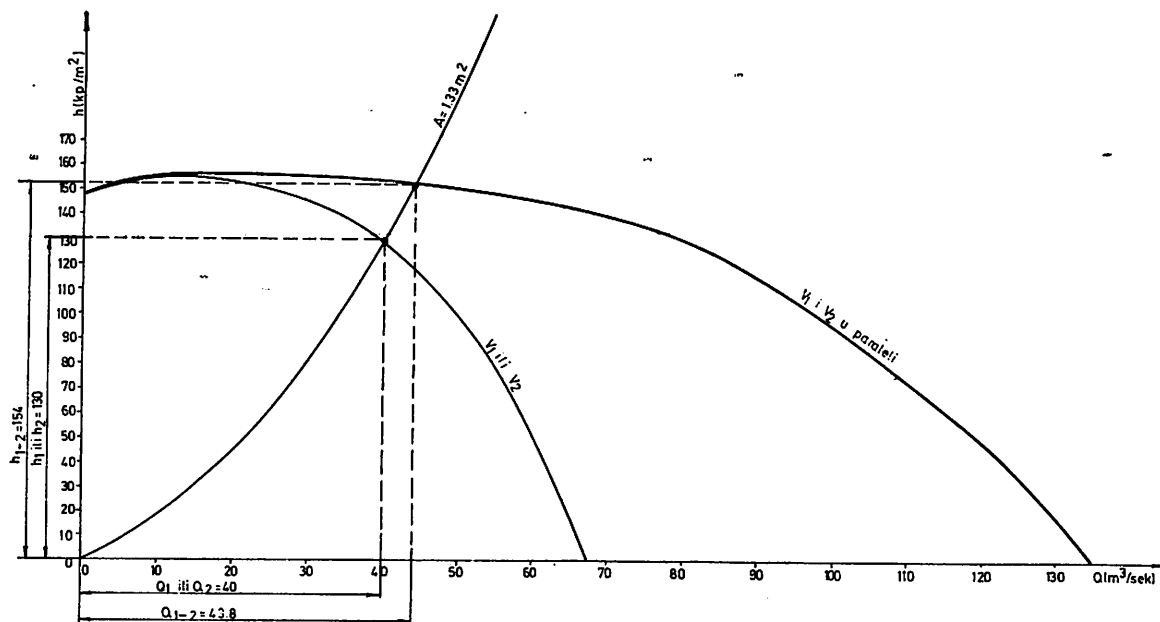
Ekvivalentni otvor jame pri radu ventilatora V_1 iznosi $A = 1,33 \text{ m}^2$, a pri radu V_2 iznosi $A = 1,03 \text{ m}^2$. Veći ekvivalentni otvor jame za vreme rada ventilatora V_1 je uslovljen manjim otporom priključka na VO-III.

Kada bi ventilatori imali iste priključke na VO-III, količina vazduha bi se povećala sa $2400 \text{ m}^3/\text{min}$ na $2620 \text{ m}^3/\text{min}$, što se vidi na Q-h dijagramu, sl. 2. Količina vazduha od $2620 \text{ m}^3/\text{min}$ je manja od minimalno potrebne za razređenje metana ispod, propisima dozvoljenih koncentracija, te je ova varijanta kao tehničko rešenje neprihvatljiva.

Paralelan rad ventilatora kod jama sa ekvivalentnim otvorom manjim od $1,50 \text{ m}^2$ nije preporučljiv i ne daje znatna povećanja količine vazduha, što je i merenjima potvrđeno (3).

Serijski rad postojećeg ventilatora V_1 sa dopunskim ventilatorom »Turmag« postavljenim na IX spratu

S obzirom da su pojave koncentracija metana u postojećem ventilacionom sistemu jame bile najveće u odeljenju IX sprata, to se ovom varijantom serijskog rada postojećeg ventilatora V_1 i dopunskog, htelo da obezbedi povećanje ukupne količine vazduha, prvenstveno za IX sprat, a time i jame.



Sl. 2 — Dijagram paralelnog rada ventilatora V_1 i V_2

Fig. 2 — Diagram of fan V_1 and V_2 parallel operation.

Lokacija ugradnje dopunskog ventilatora »Turmag« je predviđena u osnovnom — mašinskom hodniku IX sprata, iza magacina eksplozivnih sredstava. Potrebna količina vazduha, koju je trebalo da obezbedi ovaj ventilator, prema proračunu je iznosila $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{min}$. Ugao lopatica rotora za količinu vazduha od $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{min}$ je 0° .

Serijski rad ventilatora analiziran je grafički na Q - h dijagramu, slika 3. Sa ovog dijagrama vidi se da ovakav sistem obezbeđuje $Q = 1680 \text{ m}^3/\text{min}$ vazduha za IX sprat. Međutim, pri ovom radu ventilatora jedan deo od $Q = 270 \text{ m}^3/\text{min}$ vazduha bi recirkulisao po ventilacionom odeljenju VIII sprata, što je nepovoljno i tehničkim propisima nedozvoljeno. Do ove pojave dolazi usled visoke depresije dopunskog ventilatora na IX spratu. Depresija sa usisne strane dopunskog ventilatora je veća od depresije glavnog ventilatora V_1 u tački spajanja izlazne vazdušne struje VIII i IX sprata.

Takođe bi se u jami smanjila ukupna količina vazduha sa $Q = 2400 \text{ m}^3/\text{min}$ na $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{min}$.

Ova varijanta je nepovoljna i zbog stvaranja kompresije u zoni starijeg rada širokog čela br. 2, te u slučaju nestanka električne energije ili kvara dopunskog ventilatora dolazilo bi do povećanog priliva metana iz starog rada u radni prostor. Ova pojava bi direktno ugrožavala sigurnost zaposlenih ljudi u jami.

Na osnovu napred navedenog, kao i okolnosti da raspoloživi ventilatori nisu imali odgovarajuće karakteristike, ova varijanta nije mogla biti primenjena.

Serijski rad ventilatora V_1 i V_3

Primena serijskog rada dva ventilatora na glavnom izlazu vazdušne struje je opravdana kod jama sa ekvivalentnim otvorom manjim od $A = 1,5 \text{ m}^2$, kao što je slučaj sa »Starom jamom«.

Na osnovu fabričkih i snimljenih karakteristika ventilatora V_1 i V_3 , kao i činjenice da je ekvivalentni otvor jame $A = 1,33 \text{ m}^2$, pristupilo se rešavanju povećanja količine vazduha pomoću serijskog rada ova dva ventilatora.

Sa grafičkog prikaza, slika 4, vidi se da pri serijskom radu ventilatora V_1 i V_3 i ek-

vivalentnom otvoru jame $A = 1,33 \text{ m}^2$, može se dobiti količina vazduha od $Q = 3170 \text{ m}^3/\text{min}$ sa depresijom sistema od $h = 242 \text{ kp}/\text{m}^2$.

Proračun parametara serijskog rada ventilatora V_1 i V_3

Na postojeću ventilacionu mrežu, čiji je svedeni kanonski oblik sa potrebnim podacima prikazan na sl. 5, karakteristične krive ventilatora date su sledećim jednačinama:

— jednačina krive ventilatora V_1 je

$$h_1 = 0,0154 \times Q^2 - 1,146 \times Q + 202,51 \text{ (kp/m}^2\text{)}$$

— jednačina krive ventilatora V_3 je

$$h_3 = 0,0567 \times Q^2 + 2,72 \times Q + 154,6 \text{ (kp/m}^2\text{)}$$

Na osnovu ovih jednačina i poznatih otpora ogranaka ventilacione mreže, proračunat je ukupan otpor jame, ukupna količina vazduha, raspodela za istočno i zapadno krio lo jame i ukupna depresija jame.

— Ukupan otpor jame iznosi:

$$R_u = R_{1-2} + R_3 = 0,05 - 0,036 = 0,086 \text{ k}\mu$$

— Ukupna količina vazduha iznosi:

$$h_1 + h_3 = R_u Q^2 = (R_{1-2} + R_3) Q^2$$

$$-0,0154 Q^2 - 1,146 Q + 202,51 - 0,0567 Q^2 + 2,72 Q + 154,6 = 0,086 Q^2$$

$$0,1581 Q^2 - 1,574 Q - 357,11 = 0$$

$$Q_u = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} =$$

$$= \frac{1,574 + \sqrt{1,574^2 + 225,83}}{0,316} = 52,78 \text{ m}^3/\text{sek}$$

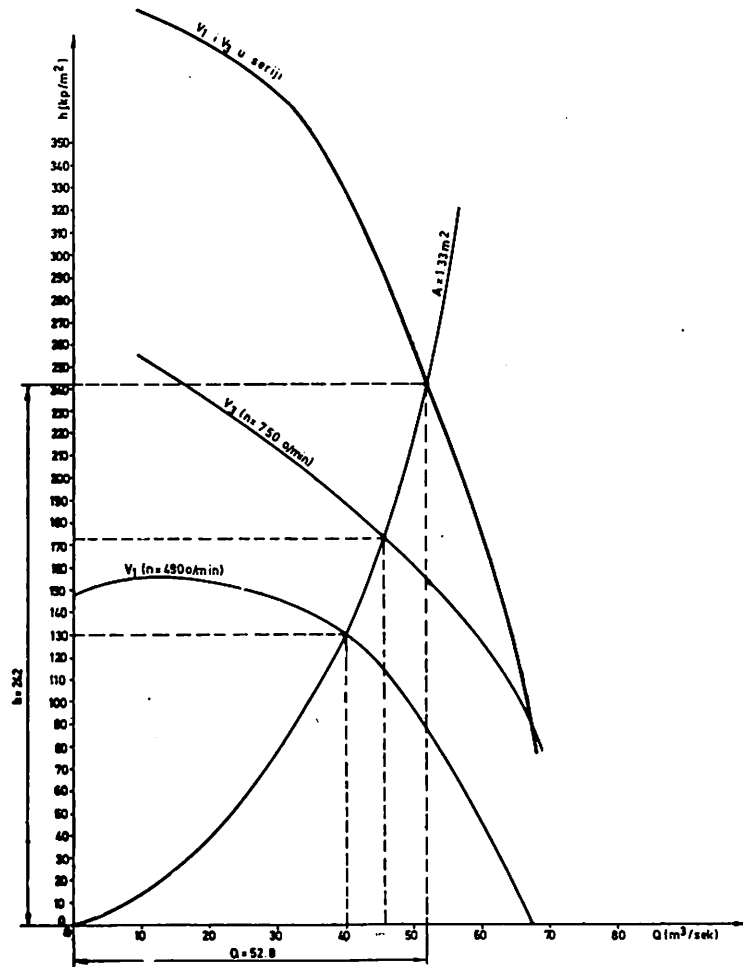
odnosno

$$Q_u = 3166,8 = 3170 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Svedeni oblik kanonske šeme jame sa serijskim radom ventilatora V_1 i V_3 .

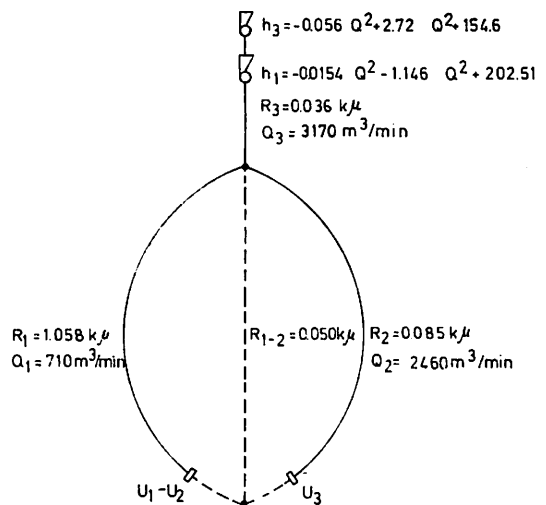
Sl. 4 — Q — h dijagram serijskog rada ventilatora V₁ i V₃.

Fig. 4 — Q — h diagram of fans V₁ and V₃ serial operation.



Sl. 5 — Svedena kanonska šema serijskog rada Ventilatora V₁ i V₃.

Fig. 5 — Reduced canonic scheme of fans V₁ and V₃ serial operation.



— Količina vazduha za zapadno krilo jame

$$Q_1 = \frac{Q_u}{\sqrt{\frac{R_1}{R_2} + 1}} =$$

$$= \frac{52,80}{\sqrt{\frac{1,058}{0,085} + 1}} = 11,68 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$Q_1 = 710 \text{ m}^3/\text{min.}$$

— Količina vazduha za istočno krilo jame

$$Q_2 = \frac{Q_u}{\sqrt{\frac{R_2}{R_1} + 1}} =$$

$$= \frac{52,80}{\sqrt{\frac{0,085}{1,058} + 1}} = 40,93 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$Q_2 = 2460 \text{ m}^3/\text{min.}$$

— Depresija jame

za $Q_u = 52,8 \text{ m}^3/\text{sek}$ i $R_u = 0,086 \text{ kp}$ je

$$h = R_u \cdot Q_u^2 = 0,086 \cdot 52,8^2 = 242 \text{ kp/m}^2$$

Prema datom proračunu i grafičkom rešenju ove varijante, proizilazi da serijski

rad ventilatora V_1 i V_3 pri sadašnjim otporima jame zadovoljava potrebne količine vazduha. Ovo važi uz uslov da obim proizvodnje i otvaranja ostanu na nivou od 1450 tku/dan kako bi se metanoobilnost jame kretala u granicama od $22 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{min}$.

Kao najpovoljnija odabrana je ova varijanta, pri čemu se nije vodilo računa o stepenu iskorištenja postrojenja i kao takva realizovana je na »Staroj jami« RU Kakanj.

Serijski rad ventilatorskih postrojenja na »Staroj jami« kao jedan od načina poboljšanja ventilacionih uslova pri podzemnoj eksploataciji, predstavlja prvi pokušaj koji je primenjen u našoj zemlji. Tehničko rešenje spajanja ventilatora V_1 i V_3 u jedan sistem i dobijeni rezultati nakon puštanja u rad, daće se u drugom delu ovog članka.

Zaključak

Konstantne pojave metana i njihovo povećanje sa dubinom eksploatacije uglja nameću potrebu da se ventilaciji poklanja posebna pažnja i njeno sagledavanje za duži vremenski period. U ovom članku date su tri varijante, od kojih je usvojena treća kao jedina koja omogućuje normalan i siguran rad zaposlenih u jami. Ova varijanta predstavlja privremeno rešenje do ugradnje novog ventilatorskog postrojenja, čime će problem ventilacije jame uz dodatne mere (zamljivanje izolacione linije istočnog krila i velike profile ulaznih i izlaznih puteva jame) biti rešen za duži vremenski period. Ovo rešenje je realizovano u »Staroj jami« i teorijske postavke potvrđene su u praksi.

SUMMARY

Solution of Coalmine Kakanj Pit »Stara Jama« Ventilation Improvement by Serial Operation of Two Fans at VO — III

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

Constant occurrences of methane and their increase with mining depth impose the need to devote particular care to ventilation and its realization for a longer time period. The article outlines three variants, of which the third one was adopted as the only one providing normal and safe work of engaged labour. This variant represents

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

only a temporary solution until the completion of a new ventilation system, by which the pit ventilation problem, together with additional measures (sludging of the insulation line of the north wing and large profiles of inlet and outlet drives), will be solved for a longer time period. This solution was revised in the pit »Stara Jama«, so the theoretical ideas were confirmed in practice.

Literatura

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

Zagađenje atmosfere površinskih kopova

— PRVI DIO —

(sa 6 slika)

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

Primjena savremene visokoproduktivne tehnike omogućava značajno povećanje ekonomski opravdane dubine površinskih kopova. Opaža se, da sa povećanjem dubine površinskih kopova dolazi do naglog pogoršanja atmosferskih uslova, čime je ugroženo zdravlje zaposlenih radnika. U članku su prikazani rezultati dosadašnjeg proučavanja zapašenosti i zaplinjenosti kopova u drugim zemljama i na površinskom kopu željezne rude »Smreka« u Varešu.

Uvod

Intenzivan razvoj rudarske eksploatacije diktira naglo povećanje dobivanja korisnih mineralnih sirovina najproduktivnijim i najsigurnijim sistemom površinskog otkopavanja. U SSSR-u će se u 1980. godini na taj način ostvariti 75% cjelokupne rudarske proizvodnje. Slična je situacija i u našoj zemlji kod najvećih rudarskih bazena, naročito na ležištima željezne rude i lignita, gdje se naglo prelazi sa podzemnog otkopavanja na površinsko. Osnova takvog razvoja je neprekidno usavršavanje opreme i tehnologije, uvođenje kompleksne mehanizacije i automatizacije proizvodnog procesa, kao i primjena naučne organizacije proizvodnje. Primjena savremene visokoproduktivne tehnike omogućila je značajno povećanje ekonomski opravdane dubine površinskih kopova. Tendencija povećanja granične dubine kopova veoma je izražena u projektima razvoja kopova u SSSR-u kao što su: Sarbajski (630 m), Sokolovski (432 m), Kačarski (720 m), Koršunovski (560 m), Korkinski (420 m) i dr. Druga faza razvoja površinskog kopa željezne rude »Smreka« u Varešu također predviđa graničnu dubinu od oko 200 m ispod površine okolnog terena. Primjena vi-

sokoproduktivne rudarske tehnike izazvala je naglo povećanje intenzivnosti izdvajanja prašine i toksičnih plinova u atmosferi kopova. U vezi s tim, opaža se da sa dubinom kopa dolazi do pogoršanja atmosferskih uslova. Zagađenje atmosfere prašinom i štetnim plinovima često dostiže koncentracije koje znatno premašuju maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) u smislu važećih propisa i standarda. Naročito teški atmosferski uslovi stvaraju se u kopovima sa auto transportom u periodima inverzije. Zaplinjenost i zapašenost u tim slučajevima dostiže tako visoke koncentracije da se mora privremeno obustaviti automobilski transport. Tako su na nekim kopovima u SSSR-u, prema podacima Moskovskog instituta za higijenu »Erisman« u toku 1968. i 1969. godine na etažnim putevima, kabina kamiona i utovarnim mjestima, koncentracije oksida dušika kod pojedinih uzoraka dostizale 8,4 mg/m³ (norma do 5 mg/m³). Na različitim dijelovima ovih kopova bilo je odabrano više od 50 uzoraka na aldehid, koji je sastavni dio ispušnih plinova vozila. Koncentracija aldehida je iznosila 0,02-0,05 mg/m³ što je znatno više od MDK.

Masovna miniranja su također značajan izvor aerozagađenja, naročito u slučaju ako se odvijaju u dubokim dijelovima površin-

skog kopa u vrijeme inverzije i zastoja vjetera. Ispitivanja, koja su vršena na Krivoroškom površinskom kopu su pokazala da su koncentracije prašine i plinova poslije masovnih miniranja veoma visoke i daleko iznad MDK, te iznose:

| | |
|-------------------|-----------------------|
| — prašina | 510 mg/m ³ |
| — CO | 0,01-0,15% |
| — CO ₂ | 6-10% |
| — NO ₂ | 0,01-0,03% |

Iako se u našoj zemlji na svim površinskim kopovima još ne vrše sistematska ispitivanja zagađenosti zraka od raznih štetnih sastojaka, niti se organizovano prate zdravstveno-ekonomske posljedice koje izaziva zagađenost zraka, dosadašnja ispitivanja sasvim sigurno ukazuju da postoji ozbiljan problem aerozagađenja i da je nužno na vrijeme poduzeti zaštitne mjere na način koji će biti u skladu sa našim mogućnostima i tehničkim dostignućima u ovoj oblasti.

Atmosfera površinskih kopova

Jedan od osnovnih zahtjeva za siguran rad na površinskim kopovima je osiguranje radnih mjesta dovoljnim količinama svježeg zraka, koji nije zagađen štetnim plinovima i prašinom. Do nedavno je preovladavalo mišljenje da se osiguranje radnih mjesta na površinskom kopu svježim zrakom vrši prirodno i da ne treba poduzimati nikakve mjere, pošto se radi »na svježem zraku«.

Nema sumnje da se u poređenju sa podzemnim radovima, površinski kopovi nalaze u pogledu snabdijevanja svježim zrakom u neuporedivo pogodnijim uslovima. Za razliku od podzemnih rudarskih radova, gdje atmosferski zrak pri kretanju kroz jamu trpi značajne izmjene, atmosferu površinskih kopova karakterizira veća postojanost sadržaja osnovnih sastavnih dijelova. Proučavanje ove atmosfere kod velikog zagađenja sa različitim štetnim plinovima pokazuje da izmjena sastava zraka proizilazi na račun neznatnog smanjenja sadržaja kisika i neznatnog povećanja sadržaja ugljičnog dioksida. Shodno tome, atmosferu površinskih kopova možemo posmatrati sa praktično dovoljnom tačnošću kao atmosferski zrak koji sadrži po obimu 79% dušika, 20,96% kisika

i 0,04% ugljičnog dioksida. Osim tih plinova, u zraku se nalazi oko 1% vodene pare i neznatne količine tanko disperzne prašine. Postojanost osnovnih sastavnih dijelova zraka u atmosferi površinskih kopova uslovljena je velikim apsolutnim i relativnim količinama zraka u zračnom omotaču zemljine kore, velikom pokretnošću zraka i sklonosti štetnih plinova difuziji. Osim ovih osnovnih sastavnih dijelova zraka u atmosferi površinskih kopova, pojavljuju se i štetni plinovi, čija koncentracija ne smije prelaziti (SSSR) sljedeće vrijednosti iznesene u tablici 1.

Tablica 1

Maksimalno dozvoljene koncentracije štetnih plinova u atmosferi površinskih kopova

| Plin | vol% | mg/l |
|---|---------|-------|
| 1. Oksidi dušika preračunati na N ₂ O ₅ | 0,00010 | 0,005 |
| 2. Ugljični monoksid | 0,00160 | 0,020 |
| 3. Sumporvodik | 0,00066 | 0,010 |
| 4. Sumporni dioksid | 0,00070 | 0,020 |
| 5. Akrolein | 0,00008 | 0,002 |
| 6. Formaldehid | 0,00016 | 0,005 |

Očigledno je da se u uslovima površinskih kopova ne stvara koncentracija plinova lakših od zraka. Takođe ne dolazi do nedostatka kisika.

Ugljični dioksid. — Ugljični dioksid ima specifičnu težinu 1,52 i zato se može sakupljati u udubljenjima na nižim etažama površinskih kopova. Poznati su slučajevi sakupljanja ugljičnog dioksida u vodosabirnicima nekih površinskih kopova u koncentracijama iznad dozvoljenih. Takvi se slučajevi ne pojavljuju rijetko, međutim, ta okolnost ne isključuje neophodnost periodične kontrole sadržaja ugljičnog dioksida na najnižim dijelovima površinskih kopova, naročito u periodu zastoja vjetera i inverzije.

Sumporni dioksid. — Sumporni dioksid ima specifičnu težinu 2,2, pa se zato može sakupljati na nižim etažama nekih površinskih kopova, kao što su površinski kopovi bakra. On je veoma otrovan i pretvara se u kontaktu sa sluzokožom disajnih organa u sumpornu kiselinu. Čak neznatna koncentracija sumpornog dioksida u zraku djeluje razorno na organska tkiva i izaziva glavobolju. Izdvajanje sumpornog dioksida je obično lokalno i vezano za određene revire površinskog kopa.

Sumporvodik. — Sumporvodik ima specifičnu težinu 1,19. U najmanjim koncentracijama poznaje se po karakterističnom mirisu po trulim jajima. Pri koncentraciji od 0,02 mg/l nastupa upala očiju, dok kod koncentracije od 0,2-0,3 mg/l počinje nadražaj u nosu, malaksalost, glavobolja i tegoba. Koncentracija od 1,0 mg/l opasna je po život. Poznati su slučajevi izdvajanja sumporvodika na površinskim kopovima sumpora gdje njegova koncentracija povremeno dostiže opasne granice. U atmosferu površinskih kopova sumporvodik dolazi iz međuslojnih voda ili pukotina, a na površinskim kopovima uglja se pojavljuje na požarnim revirima.

Ugljični monoksid. — Ugljični monoksid ima specifičnu težinu 0,97. Mnogobrojne analize atmosfere površinskih kopova pokazuju da sadržaj ugljičnog monoksida povremeno prelazi dozvoljene granice. Poznato je da ugljični monoksid istiskuje kisik iz oksihemoglobina krvi i sam stupa u reakciju sa hemoglobinom stvarajući karboksihemoglobin. Takva krv je nesposobna da prenosi kisik po organizmu i nastupa ugušenje.

Nalazi se u ispušnim (uzduvnim) plinovima motora kamiona — prevrtača na površinskim kopovima. Sa prelaskom od lokomotivskog transporta na kamionski transport, sa naglim povećanjem broja kamiona, dolazi do povećanja koncentracije ispušnih plinova. Kod benzinskih motora nalazimo u ispušnim plinovima 1-11 vol.‰ ugljičnog monoksida i to najviše kod praznog hoda i kočenja. Masna mješavina goriva prouzrokuje veće količine CO u ispušnim plinovima. Nakon izlaska ispušnih plinova u atmosferu, koncentracija CO naglo opada, tako da maksimalna koncentracija može biti 0,01 vol.‰ samo na najnepovoljnijim mjestima površinskih kopova, u periodu zastoja vjetra i inverzije. Kod kamiona — prevrtača »Perlini« koncentracije ugljičnog monoksida u ispušnim plinovima se kreću između 9 i 50 ppm.

Veće količine ugljičnog monoksida se pojavljuju na najnižim dijelovima površinskih kopova za vrijeme masovnog miniranja. Ova pojava ugljičnog monoksida je vezana za primjenu eksplozivnih sredstava kako sa nultim, tako i sa negativnim bilansom kisika. Kao posljedica miniranja javlja se stva-

ranje znatnih količina ugljičnog monoksida koji se izdvaja u atmosferi u oblaku dima i prašine poslije miniranja, a djelimično ostaje u odminiranoj mineralnoj sirovini. Ispitivanje gasova koji se razvijaju prilikom miniranja u uslovima površinskih kopova, vrši se metodom automatskog uzimanja uzoraka neposredno poslije miniranja naročitim aparatima, sinhrono sa fiksiranjem njegovog volumena pomoću foto snimaka, i uzimanjem uzoraka zraka iz odminirane rudne mase na različitim dubinama.

Dušični oksidi. — Oksidi dušika su veoma otrovni i nadražujući plinovi. Njihove pare imaju crvenkasto sivu boju. U površinskim kopovima stvaraju se uglavnom usljed razlaganja eksplozivnih sredstava, a u neznatnim količinama i iz ispušnih plinova dizel mašina.

Formaldehid. — Formaldehid je bezbojni plin koji nastaje prilikom izgaranja dizel goriva. Ima specifičnu težinu 1,04. Nadražuje sluzokožu i djeluje na centralni nervni sistem.

Akrolein. — Akrolein se kao i formaldehid stvara prilikom rada dizel mašina. To je lebdeća tečnost neprijatnog mirisa. U ispušnim plinovima akrolein se nalazi u vidu pare koja je za 1,9 puta teža od zraka, što pogoduje povećanju njegove koncentracije, naročito pri istovremenom radu nekoliko mašina u slabo provjetrenom dijelu površinskog kopa. Akrolein posjeduje toksička svojstva i njegove koncentracije u zraku su opasnije od drugih plinova i para. Koncentracija akroleina u zraku od 0,014‰-je smrtonosna.

U zavisnosti od prostiranja štetnih plinova u kopu, razlikuje se lokalna ili opšta zagađenost. Tako, na primjer, obično pri radu kamiona dolazi do lokalne zagađenosti plinovima, ali kod koncentracije kamiona u zoni bez vjetra može doći do opšte zagađenosti atmosfere površinskog kopa. U većini slučajeva preovladava lokalno zagađenje atmosfere na pojedinim revirima kopa.

Najnepovoljnije atmosferske uslove imaju duboki površinski kopovi, a naročito površinski kopovi čiji je odnos razmjera na nivou površine kopa prema dubini manji od 6. Osnovni uzrok pogoršanja atmosferskih uslova u dubokim dijelovima površinskih kopova je pad brzine vjetra sa dubinom kopa.

Pri opštem zagađenju atmosfere površinskog kopa, djelovanje štetnih sastojaka se nepovoljno odražava na zaposlene radnike, prouzrokujući profesionalna oboljenja.

Izvori zagađenja atmosfere površinskog kopa

Atmosferski zrak koji se nalazi na površinskom kopu, trpi izmjene zbog uticaja štetnih plinova, para, prašine, izmjene temperature i u nizu slučajeva uslijed povećanja vlažnosti.

Izvori zagađenja atmosfere površinskog kopa mogu biti tačkasti (bušaće garniture, bageri i sl.), linijski (unutrašnji i vanjski putevi, izdvajanje plinova iz otkopane rude i materijala i sl.) i ravnomjerno raspoređeni (veća ognjišta požara, provjetravanje površina kosina etaža, erozija zemljišta i sl.).

Unutrašnji izvori kod prosječnih meteoroloških uslova izazivaju kako lokalno, tako i opšte zagađenje atmosfere. Kod smanjene brzine vjetra, a osobito kod potpunog zastoja vjetra, lokalno zagađenje atmosfere može preći u opšte.

Po karakteru porijekla štetnih sastojaka izvore zagađenja atmosfere dijelimo u dvije grupe. U prvu grupu spadaju različita sredstva za rad i minerski radovi. Osnovni sastojci, koje izbacuju u atmosferu ovi izvori, su prašina, plinovi i para. Izdvajanje, odnosno zračenje toplote iz mašina ne pokazuje značajni uticaj na atmosferu kopa u cjelini, već ima uglavnom samo lokalni značaj. Stepent štetnog uticaja različitih izvora izdvajanja plinova, prašine i para na sastav atmosferskog zraka određuje se njihovom toksičnošću i intenzivnošću, tj. količinom plinova, para i prašine izdvojenih u jedinici vremena, a za eksplozive količinom otrov

nih plinova izdvojenih kod eksplozije 1 kg eksploziva.

Intenzivnost i toksičnost izvora prve grupe određena je njihovim tehničkim karakteristikama i svojstvima minirane mase, te ne zavisi od parametara kopa.

Toksičnost izvora druge grupe (požari, uskovitlavanje prašine vjetrom i sl.) neposredno je povezana sa fizičkim i hemijskim osobinama rudnih i jalovinskih naslaga (apsorpcija plinova, oksidacija, samozapaljenje i sl.) a njihova intenzivnost od parametara kopa.

Izdvajanje prašine pod uticajem vjetra igra važnu ulogu samo kod naslaga, koje nisu otporne na djelovanje vjetra i izmjenu temperature i vlažnosti (npr. azbest), već se uslijed istih lako drobe.

Kod izvora druge grupe količina štetnih sastojaka koja ulazi u atmosferu kopa je tim veća što je veća površina kopa. Ovi izvori, kao po pravilu, izazivaju opšte zagrijavanje atmosfere kopa. Naročito intenzivni i opasni izvori te grupe su izdvajanja plinova iz međuslojnih voda, rudnih naslaga i kod požara površinskih kopova uglja.

Zagađenje atmosfere kopa otrovnim plinovima dolazi od minerskih radova, rada parnih lokomotiva i motora sa unutrašnjim sagorijevanjem, samozapaljenja rudnih naslaga i sl. Ovi izvori zagađenja atmosfere karakterišu se pojavom dušičnih oksida, ugljičnog monoksida, sumporvodika, sumpornog dioksida i aldehida (formaldehida i akroleina).

Prema dobijenim podacima (SSSR, SR Njemačka i površinski kop Vareš) u tablici 2 navodimo koncentracije otrovnih plinova kod lokalnog i opšeg zagađenja površinskih kopova kod kojih nisu primjenjena sredstva za njihovu neutralizaciju.

Tablica 2

Koncentracije otrovnih plinova kod lokalnog i opšeg zagađenja

| Red. br. | Izvor izdvajanja plinova | Vrsta otr. pl. | Vrsta zagađ. | Količ. plin. mg/l | |
|----------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-------------|
| | | | | MDK | Po mjer. |
| 1. | Parne lokomotive | CO | lokal. | 0,02 | do 0,09 |
| 2. | Požari od samozapaljenja uglja | CO | " | 0,02 | do 0,26 |
| | " | CO | opće | 0,02 | 0,02-0,06 |
| | " | SO ₂ | lokal. | 0,02 | 0,0025 |
| 3. | Autotransport | aldehidi | " | 0,002 | 0,001-0,002 |
| | " | CO | " | 0,02 | 0,01-0,05 |
| | " | N ₂ O ₅ | " | 0,005 | 0,002-0,01 |

Osnovna profesionalna štetnost kod rudarskih radova na površinskim kopovima je prašina, jer zaprašenost, ako se ne primjenjuju sredstva za neutralizaciju prašine, mnogo prelazi maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK).

Zaprašenosť zavisi od niza faktora, te zbog toga u širokim granicama varira. Bez primjene sredstava za neutralizaciju prašine, zaprašenosť prema inostranim i našim podacima iznosi:

- u kabini kamiona prevrtača 2,5 — 365 mg/m³
- kod bušaćih garnitura (mokro bušenje) 1,5 — 6,3 mg/m³
- kod bušaćih garnitura (suho bušenje) 50 — 1150 mg/m³
- na etažnim putevima pri vožnji kamiona 2,0 — 45 mg/m³

Istraživanja su pokazala da je disperznost lebdeće prašine u kopu veoma visoka. Oko 90% čestica lebdeće prašine imaju veličinu manju od 3 mikrona, što ima nepovoljan uticaj na kretanje profesionalnih oboljenja radnika, naročito u slučaju visokog sadržaja slobodnog SiO₂.

Faktori koji utiču na zagađenost atmosfere

Nivo lokalnog zagađenja atmosfere površinskog kopa zavisi od intenziteta izvora zapljinjenosti i zaprašivosti i aerodinamičkih parametara vjetrove struje.

Intenzitet izdvajanja otrovnih sastojaka automobila zavisi od sadržaja tih sastojaka u ispušnim plinovima, količine ispušnih plinova u jedinici vremena, tipa motora i njegove snage, uslova eksploatacije, tehničkog stanja, režima rada i sastava goriva.

U tablici 3 je prikazana koncentracija otrovnih sastojaka u ispušnim plinovima dizel motora kamiona prevrtača. Kamioni prevrtači su prikazani u tablici 3 redosljedom, kako su upotrebljavani na površinskom kopu u Varešu (sada su u upotrebi kamioni »Perlini«).

Iz tablice 3 proizilazi da četverotaktni dizel motori izdvajaju znatno manje otrovnih plinova nego dvotaktni, da je koncentracija otrovnih plinova manja kod praznog hoda i da noviji tipovi vozila manje zagađuju atmosferu.

Tablica 3

Koncentracija otrovnih sastojaka u ispušnim plinovima dizel motora

| Marka vozila | Koncentracija plinova, vol.‰ | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|------------|
| | CO | | Akrolein | |
| | prazni hod | hod opter. | prazni hod | hod opter. |
| JAAZ — 210 E | 0,092 | 0,091 | 0,0224 | 0,0312 |
| MAZ 525 | 0,050 | 0,100 | 0,0020 | 0,0034 |
| Perlini | 0,001 | 0,005 | 0,0001 | 0,0001 |

Intenzitet izdvajanja otrovnih plinova automobila određuje se po formuli

$$g = \frac{Q \cdot c}{3,6 \cdot t} \text{ mg/sek}$$

gdje je:

- Q — količina ispušnih plinova izdvojenih u jednom automobilu, m³/smjenu
- c — koncentracija otrovnog plina u ispušnom plinu, mg/l
- t — vrijeme rada u smjeni, sati

Količina zraka, potrebna za razređenje otrovnih sastojaka sadržanih u ispušnom plinu vozila do dozvoljene norme, određuje se po formuli

$$Q = \frac{k \cdot Q \cdot C}{3600 \cdot t \cdot d} \text{ m}^3/\text{sek}$$

gdje je:

- k — koeficijent, koji uzima u obzir zajedničko djelovanje svih otrovnih sastojaka sadržanih u ispušnim plinovima (u inostranoj praksi se uzima vrijednost 2)
- C — koncentracija akroleina u ispušnom plinu, vol.‰
- d — maksimalno dozvoljena koncentracija akroleina, vol.‰

Intenzitet izdvajanja otrovnih plinova iz požarnih revira zavisi od svojstva gorljivih materija, površine požara, uslova gorenja, stepena razvoja procesa gorenja, godišnjeg doba i sl.

Intenzitet izvora izdvajanja prašine zavisi od tipa opreme, njenog kapaciteta, efekta sredstava za obaranje prašine, svojstva ruđnih naslaga, stepena njihove drobljivosti, vlažnosti i godišnjeg doba.

Najintenzivniji izvori izdvajanja prašine su etažni putevi pri kretanju kamiona i druge mehanizacije, bušaće garniture i bageri. Na intenzitet izdvajanja prašine sa površine odminirane mase uglavnom utiče vlažnost rude i jalovine, i godišnje doba. Intenzitet zaprašnosti pri utovaru otpucane rude bagerom pri povećanju njene vlažnosti sa 1,4 — 1,5% na 2,8 — 3,0% smanjuje se približno za 4-5 puta, dok je zaprašnost zraka u jesen, zimi i u proljeće 4-5 puta manja nego ljeti. Zaprašnost zraka u kabini vozača kamiona prevrtača pri transportu rude na površinskim kopovima je ljeti 6-20 puta viša nego u drugim godišnjim dobima.

Kod prirodnog provjetravanja najnepovoljniji atmosferski uslovi su na najnižim etažama kopa, pošto brzina vjetrene struje naglo opada idući u dubinu kopa. Naročito je nepovoljna situacija kada vjetar puše od izvora izdvajanja prašine prema radilištu. Male brzine vjetra (ispod 1 m/sek) ne omogućavaju brzo iznošenje čestica prašine iz dubokih dijelova kopa. Ukoliko čestica prašine dođe u zračnu struju, ona je nosi sa sobom. Dužina kretanja čestice sa zračnom strujom ovisi od visinske razlike, veličine čestice, specifične težine i gustoće zraka. Na osnovu podataka iz literature (Staub und Silikosebekämpfung im Bergbau) u tablici 4 je prikazana dužina puta čestice (u m) kremene prašine veličine 1-10 mikrona kod različitih brzina vjetra.

Tablica 4

Vrijeme pada čestica prašine i dužina leta čestica prašine kod raznih brzina vjetra

| Prečnik čestice prašine (μ) | Brzina pada čestice po metru visine (sek/m) | Dužina leta čestice prašine, m | | | |
|-----------------------------|---|--------------------------------|--------|--------|--------|
| | | Brzina vjetra (m/sek) | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10 | 114 | 114 | 228 | 342 | 456 |
| 8 | 177 | 177 | 344 | 531 | 708 |
| 6 | 311 | 311 | 622 | 933 | 1.244 |
| 4 | 685 | 685 | 1.370 | 2.055 | 2.740 |
| 2 | 2.564 | 2.564 | 5.128 | 7.692 | 10.256 |
| 1 | 9.090 | 9.090 | 18.180 | 27.270 | 36.360 |

Pošto u nižim dijelovima površinskog kopa postoje zone sa neznatnom brzinom vjetra i zastoje zone (bez vjetra), to su male mogućnosti iznošenja prašine izvan kopa bez vještačkog provjetravanja.

Prirodno provjetravanje površinskih kopova

Prirodno provjetravanje površinskih kopova ostvaruje se energijom dvije prirodne sile: toplotne — na račun razlike temperature odvojenih slojeva mase zraka koje ispunjavaju kop i dinamičke — na račun vjetra.

Toplinski faktor je promjenljiva veličina, koja se mijenja ne samo u toku godine već i u toku dana i noći. U dane bez vjetra ili dane kada brzina vjetra ne prelazi 1 m/sek, pod djelovanjem sunčanog zračenja nastaje zagrijavanje površine kosine etaže površinskih kopova praćeno stvaranjem izlaznih zračnih tokova koji se kreću na gore sušeći etaže kopa. Pod djelovanjem promjena temperature kosina etaža kopa u toku dana i noći, stvaraju se ulazni i silazni tokovi vjetrene struje.

Kao izvori toplote, koji dovode do formiranja samostalnih ulaznih zračnih tokova u kopu, mogu se javiti požari i intenzivni oksidacijski procesi. Usljed toga, toplinski faktor se javlja kao osnovni uzrok turbulencije atmosfere u kopu.

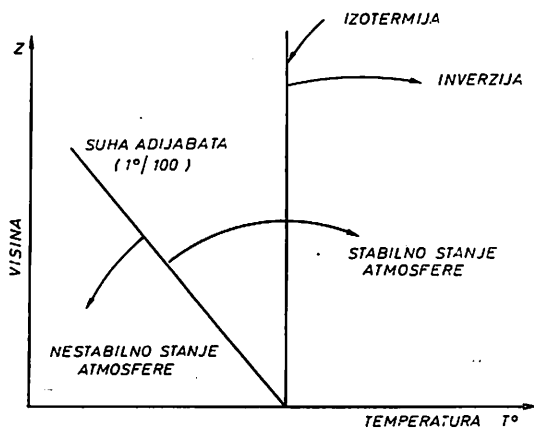
Šemu prirodnog provjetravanja kopa određuju aerodinamički parametri zračnog toka, gibanje sastojaka zraka u kopu, nivo zaprašnosti i zagađenost atmosfere kopa plinovima, i karakter njenog zagađenja.

Na sl. 1 prikazane su mogućnosti stanja temperature zraka, koje određuju stabilnost atmosfere.

Od vertikalnog profila temperature (sl. 1), velikim dijelom zavisi prostiranje štetnih materija u atmosferskom zraku kopa.

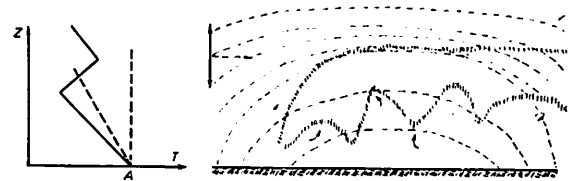
Za slučaj nestabilne atmosfere, kada temperatura zraka idući od dna kopa prema gore opada više od 1° na 100 m visine, oblak dima i prašine se širi u visinu pod uticajem konveksnih (vertikalnih) struja i izgleda haotično. Zagađenost atmosfere kopa je pri takvim slučajevima minimalna (sl. 2).

Za slučaj indiferentne atmosfere (sl. 3) kada se krivulja temperature zraka poklapa sa suhom adijabatom, te opada sa visinom za 1° na 100 m, oblak dima i prašine



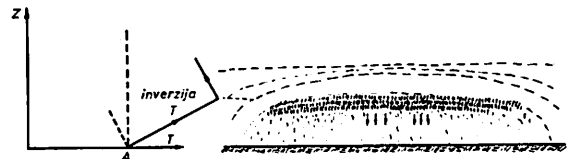
Sl. 1 — Temperaturno stanje atmosfere.

Abb. 1 — Temperaturstand der Luft.



Sl. 5 — Visinska inverzija.

Abb. 5 — Höheninversion.



Sl. 6 — Jaka inverzija.

Abb. 6 — Starke Inversion.



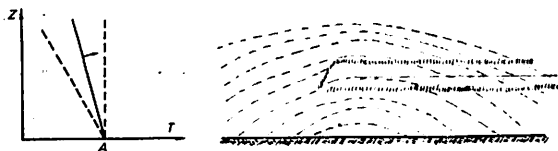
Sl. 2 — Nestabilna atmosfera.

Abb. 2 — Unstabile Atmosphäre.



Sl. 3 — Indiferentna atmosfera.

Abb. 3 — Indifferente Atmosphäre.



Sl. 4 — Stabilna atmosfera.

Abb. 4 — Stabile Atmosphäre.

se jednolično širi, a koncentracija plinova i prašine pravilno opada sa odstojanjem od izvora zagađenosti. Zagađenost atmosfere je nešto veća nego u prvom slučaju.

U slučaju kada temperatura zraka opada manje od 1° na 100 m (sl. 4), što je uslov za stabilnost atmosfere, oblak prašine i plina se prostire u obliku horizontalne i uske pruge, koja sadrži veliku koncentraciju plina i prašine. Kod ovakve situacije, može se računati sa većim zagađenjem atmosfere kopa.

Kada imamo visinsku inverziju (sl. 5), tj. kada krivulja temperature ima naglu promjenu na dijelu profila kopa, plinsko-prašnasta zavjesa se prostire tako da joj je gornji sloj sličan prostiranju kao kod indiferentne atmosfere, a donji haotičan. Koncentracija plina i prašine nepravilno opada od izvora zagađenja.

Za slučaj jake inverzije (sl. 6), kada vrh inverzionog sloja leži u kopu nešto ispod nivoa okolnog terena, oblak prašine i plina se spušta na dno površinskog kopa.

Usljed slabog strujanja zraka i pod djelovanjem zemljine teže, koncentracija plinova i prašine je za 5-10 puta veća od prosječnih vrijednosti. To je uslov za maksimalnu zagađenost kopa, u kome se zavjesa zagađenog zraka ponaša kao voda u jezeru.

U većini slučajeva provjetravanje se vrši na račun sile vjetra, pošto toplinski faktor kod brzine vjetra iznad 1 m/sek ne pokazuje suštinski uticaj na kretanje zraka u kopu. Dosadašnja proučavanja pokazuju da je prirodno provjetravanje na račun razlike u temperaturi relativno rijetko i da ne prelazi 20-25% ukupnog vremena godišnje.

Zaključak

Primjena visokoproduktivne tehnike omogućava značajno povećanje ekonomski opravdane dubine površinskih kopova. Tako se u projektima razvoja kopova u zemlji i inostranstvu predviđaju dubine kopova od nekoliko stotina metara — (u odnosu na okolni teren).

Međutim, razvoj dubinskih dijelova površinskih kopova pretil naglom zagađenju (zapršenost i zaplinjavanje) atmosfere kopa, što dovodi do profesionalnih oboljenja zaposlenih radnika. Do najvećeg aeroxaga-

đenja dolazi na najnižim etažama u periodima inverzije, a naročito u zonama bez vjetra.

Mjerenja brzine vjetra i temperature na etažama površinskog kopa željezne rude »Smreka« u Varešu, već kod dubine kopa od 60 metara pokazuje da se povećava aeroxagađenje sa razvojem dubinskih dijelova kopa zbog opadanja snage vjetra (manje brzine), a naročito u periodu inverzije.

Osnovni izvori zagađenja atmosfere kopa su:

- bušenje i miniranje,
- ispušni plinovi vozila,
- autotransport (uskovtlavanje prašine na etažnim putevima) i
- požar gorivih naslaga.

U drugom dijelu članka biće obrađene šeme provjetravanja površinskih kopova i mjere za stvaranje normalnih atmosferskih uslova u kopu.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Luftverschmutzung in den Tagebaubetrieben

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

Die Anwendung der hochproduktiven Technik hat eine bedeutende Erhöhung der wirtschaftlich berechtigten Teufen von Tagebaubetrieben ermöglicht. So werden in den Entwicklungsprojekten der Tagebaubetriebe im In- und Auslande Tagebauteufen von einigen Hundert Metern — (auf das umliegende Gelände bezogen) vorgesehen.

Die Entwicklung der tiefer liegenden Tagebauteile ist durch Luftverschmutzung plötzlich (Verstaubung und Vegasung) starkbedroht, was zu Berufserkrankungen der beschäftigten Arbeiter führt.

Zur grössten Luftverschmutzung kommt es auf tiefsten Strossen in den Inversionsperioden und insbesondere in den windlosen Zonen.

Die Messung der Windgeschwindigkeit und der Temperatur auf den Tagebaustrossen im Eisenerztagebau »Smreka« in Vareš, zeigt schon bei einer Tiefe von 60 m, dass die Luftverschmutzung sich mit der Teufenzunahme wegen Verringerung der Windkraft (geringere Geschwindigkeit) und insbesondere in der Inversionsperiode sich vergrössert.

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

Die Hauptquellen der Luftverschmutzung im Tagebau sind:

- Bohren und Sprengen
- Auspuffgase der Fahrzeuge
- LKW-Verkehr (die Staubaufwirbelung auf den Strassenwegen) und
- Brände in brennbaren Ablagerungen.

Im zweiten Artikelteil werden Bewetterungsschemen der Tagebaue und der Massnahmen zur Schaffung der normalen Wetterbedingungen im Tagebau bearbeitet.

Literatura

1. Kočnev, K. V. — Sadrin, S. S., 1970: O pitanju kontrole zaprašenosti i zapljinjenosti atmosfere površinskih kopova — Sverdlovsk. Krivoroškog bazena poslije masovnih miniranja — Sverdlovsk.
2. Filatov, S. S., 1970: Izbor šeme vještačkog provjetravanja površinskih kopova — Sverdlovsk.
3. Mihajlov, V. A. — Beresnevič, P. V., 1970: Provjetravanje površinskih kopova
4. Staub und Silikosebekämpfung im Bergbau, 1965 — Akademie Verlag — Berlin.
5. VDI — Richtlinien 2063, 1969 — Düsseldorf.
6. Meteorološke osnove zaštite atmosfere naselja od zagađenja, 1968. — Sarajevo.

Zaštita respiratornih organa od štetnih gasova i para

(sa 8 slika)

Dipl. ing. Dragoslav Golubović

U članku se objašnjavaju osnovni principi rada (adsorpcije, hemosorpcije i apsorpcije) ličnih zaštitnih sredstava za zaštitu respiratornih organa od štetnih gasova i para.

Osnovni principi rada filtera za gas

Analiza štetnih veličina, kojima su rudarski i industrijski radnici izloženi, pokazala je da otrovni, zagušljivi i eksplozivni gasovi dolaze odmah iza agresivne mineralne prašine.

Osnovno je, kod ove vrste zaštite, da vazduh u kome se lično zaštitno sredstvo primenjuje, sadrži najmanje 16 zapreminskih procenata kiseonika, dok koncentracija štetnog gasa ne sme preći 2% zapr., uz uslov da temperatura vazduha bude normalna.

Kod uređaja koji služe za zaštitu organa za disanje pri bežanju (samospasiooci), prekoračenja osnovnih uslova moraju se tolerisati, pošto u momentu spasavanja nema pogodnijeg zaštitnog sredstva.

Principi rada filtera za gas

Da bi se vazduh pročistio od otrovnih gasova ili para, primenjuju se filteri čija punjenja reaguju na tri različita načina.

- a) adsorpcijom
- b) hemosorpcijom (i desorpcijom)
- c) apsorpcijom.

Desorpcija je moguća u sva tri slučaja, ali je kod hemosorpcije od naročitog interesa.

a) Adsorpcija

Klasičan primer adsorpcije je odstranjivanje gasova iz vazduha, na primer, para nekog rastvarača pomoću aktivnog uglja. Mehanizam adsorpcije — »kondenzovanje« molekula gasa na pogodnoj materiji i faktori koji na nju utiču, objasniće se na navedenom primeru.

Kao preduslov za adsorpciju neophodno je da gas dođe u dodir sa aktivnim ugljem ili drugom pogodnom materijom. Ovo se postiže prolaženjem molekula gasa kroz sloj adsorpcionog sredstva — adsorbensa odgovarajuće debljine.

Adsorpcija nastaje privlačnim dejstvom sila na površinu adsorbensa. Na slici 1 prikazano je zasićenje sila atoma ugljenika u jednom komadu aktivnog uglja molekulima benzola.

Atomi ugljenika, koji se nalaze u unutrašnjosti komada aktivnog uglja, zasićuju sve svoje slobodne sile drugim ugljenikovim atomima. Međutim, atomi na površini, kako se iz izabranog primera vidi, poseduju slobodno privlačne sile. One se zamenjuju molekulima gasa koji se nalazi u vazduhu sa kojim aktivni ugalj dolazi u dodir. Veliki broj slobodnih privlačnih sila na površini je razlog što se za adsorpciju primenjuju materije sa što većom površinom, kao što je, na primer, aktivni ugalj, silika gel i sl.

Kondenzacija se odvija sve dok je površina aktivnog uglja u stanju da prima molekule benzola, tj. do uspostavljanja ravnotežnog stanja.

Količina benzola koja će se kondenzovati na aktivnom uglju, zavisi, pored koncentracije para benzola u vazduhu, i od temperature na kojoj se adsorpcija odvija.

Grafička zavisnost ovih faktora daje krivu adsorpcije koja se najčešće prikazuje za određenu temperaturu — adsorpciona izoterma.

Na slici 2 dat je dijagram adsorpcije benzola u funkciji adsorbovane količine benzola i njegove koncentracije u vazduhu.

Iz dijagrama se jasno vidi da je kod niskih koncentracija benzola u vazduhu adsorbovana količina benzola, proporcionalna koncentraciji u vazduhu. Ovaj pravi deo izoterme prostire se sve dok pare benzola zasićuju privlačne sile na površini atoma ugljenika. Po zasićenju svih raspoloživih sila na površini uglja praktično se nailazi na film, obrazovan od kondenzovanih molekula benzola. Kod grubog razmatranja ovaj film se može tretirati kao film tečnosti. Nakon obrazovanja filma, sorpcija benzola se nastavlja (usled efekta kapilarne kondenzacije) i traje sve dok se pritisak para benzola, iznad kapilarne tečnosti, i parcijalni pritisak benzola u gasnoj smeši ne izjednače.

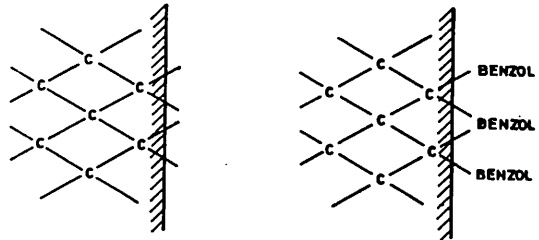
U tom slučaju iznad filma tečnosti nailazi se na izvestan broj kondenzovanih molekula benzola (slika 3).

Zavisnost kondenzacije od temperature prikazana je na sl. 4 izotermama za sistem para — aktivni uglj.

Iz dijagrama sl. 4 se primećuje da sposobnost adsorpcije aktivnog uglja opada sa porastom temperature.

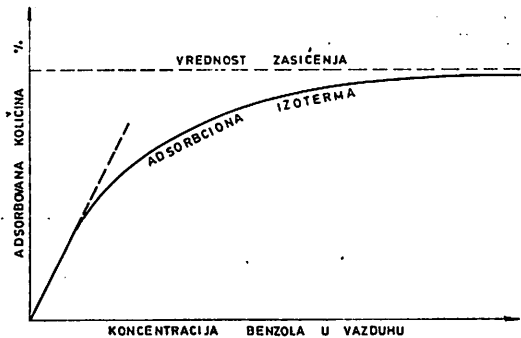
Dejstvo ekstremnih temperatura na adsorpciju našlo je primenu kod:

- Regeneracije aktivnog uglja zagrevanjem sa ciljem da se u idealnom slučaju smanji sposobnost »kondenzovanja» na nulu. Idealni slučaj u praksi se ne može postići, te uvek ostaje izvesna količina adsorbovane materije koja predstavlja karakterističnu veličinu i koja se označava kao kapacitet



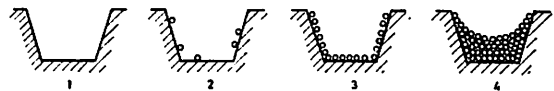
Sl. 1 — Princip adsorpcije benzola na uglj.

Fig. 1 — Principle of benzene adsorption in coal.



Sl. 2 — Dijagram adsorpcije benzola u funkciji adsorbovane količine i koncentracije benzola u vazduhu.

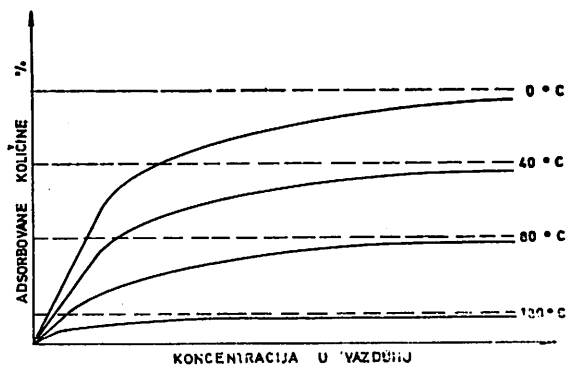
Fig. 2 — Diagram of benzene adsorption as a function of adsorbed amount and benzene concentration in the air.



Sl. 3 — Proces zasićenja površine aktivnog uglja pri adsorpciji.

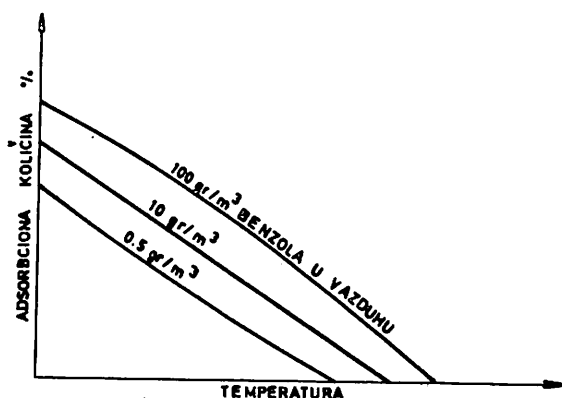
1 — neobložen uglj; 2 — uglj sa delimično pokrivenom površinom; 3 — uglj sa potpuno zasićenim površinskim atomima; 4 — uglj zasićen kapilarnom kondenzacijom.

Fig. 3 — Process of active coal surface saturation during adsorption.



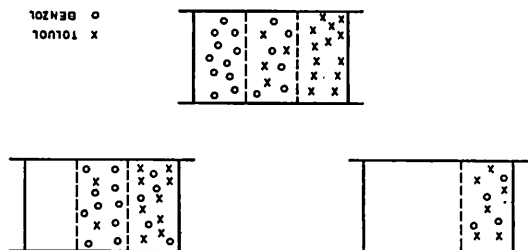
Sl. 4 — Dijagram izoterma za sistem para — uglj posmatran čisto kvalitativno.

Fig. 4 — Diagram of isotherms for vapour system — coal considered purely qualitatively.



Sl. 5 — Dijagram uticaja temperature i koncentracije para na adsorpcije.

Fig. 5 — Diagram of temperature and vapour concentration effect on adsorption.



Sl. 6 — Grubi prikaz postupka adsorpcije smeše benzola i toluola.

Fig. 6 — Rigid view of benzole and toluole mixture adsorption procedure.

zadržavanja — retencija. Ugalj filtera za gas najčešće se odlikuje visokim kapacitetom zadržavanja.

— Određivanje površine aktivnog uglja pomoću azota (primena vrlo niskih temperatura).

Sem temperatura, na adsorpciju utiče i apsolutna koncentracija pare. Ova zavisnost je prikazana na slici 5.

Iz dijagrama sl. 5 se da zaključiti da veće koncentracije pare u vazduhu omogućuju i veću adsorbovanu količinu.

Različiti uticaji temperatura i koncentracija određuju vreme trajanja adsorpcije. Ona se vrši sve dok se pritisak pare adsorbovane supstance ne izjednači sa parcijalnim pritiskom okolne atmosfere.

Prethodna razmatranja odnosila su se za slučaj postojanja pare samo jednog elementa

u vazduhu. U praksi je češći slučaj postojanja smeše gasova ili para od kojih se treba štititi, odnosno koje treba adsorbovati.

Ako se za primer uzme u razmatranje smeša benzola i toluola u vazduhu, adsorpcija bi se odvijala na sledeći način:

U trenutku ulaska smeše u filter, sačinjen od aktivnog uglja, oba gasa se nalaze u istoj zoni filtra, ali sa različitim parcijalnim pritiscima. (Benzol 70 tora, a toluol 25 tora pri 20°C).

Pošto deo aktivnog uglja, koji najpre dolazi u dodir sa smešom, može da primi znatno više toluola nego benzola, benzol biva potiskivan u manje zasićene slojeve aktivnog uglja, to jest, sloj koji adsorbuje benzol, nalazi se iza sloja koji adsorbuje toluol. Na taj način dolazi do obrazovanja zona po principu adsorpcione hromatografije.

Na slici 6 grubo je prikazan postupak adsorpcije benzola i toluola.

Na osnovu ponašanja smeše od dva gasa, može se sagledati proces adsorpcije smeše većeg broja gasova pri kome se može postići razdvajanje mešavine u različite pojedinačne frakcije koje se mogu posle, uz podesnu desorpciju, pojedinačno izdvojiti i dokazati.

Navedeni postupak predstavlja osnovu za adsorpcione filtre za hromatografiju gasa, za laboratorijska ispitivanja, kao i za tehničke postupke većih razmera.

b) Hemosorpcija (i desorpcija)

Kod ličnih zaštitnih sredstava koja dejstvuju na principu hemosorpcije, najpre dolazi do adsorpcije, koja onda omogućuje neku drugu reakciju, odnosno hemosorpciju praćenu desorpcijom. Karakteristični primeri za filtre koji rade na principu hemosorpcije, a važni su za rudarstvo i prateću industriju, bili bi CO — filteri.

Osnovni princip rada CO — filtera sastoji se u pretvaranju ugljen-monoksida, koji se sadrži u vazduhu, posredstvom odgovarajućeg katalizatora, u ugljen-dioksid.

Kao aktivna supstanca-katalizator, najčešće se upotrebljava mešavina metalnih oksida, poznata pod nazivom »Hopcalit«. To su pretežno bakrovi i manganovi oksidi izrađeni i pripremljeni na specijalan način. Špoljašnji oblik ove smeše može biti veoma različit (duguljaste pilule, zrnca, izlomljene ta-

blete i dr.), ali je sastav kod svih približan i analogno aktivnom uglju ima veliku unutrašnju površinu.

Ne ulazeći detaljnije u finoću strukture i moguće razlike između pojedinih vrsta katalizatora, princip njihovog dejstva ipak se bitno ne razlikuje.

Slično kao kod adsorpcionih filtara sa aktivnim ugljem i kod ovih filtara je na raspolaganju površina sa slobodnim privlačnim silama metalnih jona. Ove sile vezuju kiseonik, koji onda reaguje sa ugljen-monoksidom, obrazujući strukture slične karbonatima. U konkretnom slučaju hemisorbovan ugljen-monoksid desorbuje se kao ugljen-dioksid.

Otopljen ugljen-dioksid ostavlja na katalizatoru slobodno mesto koje ponovo biva opet zaposednuto kiseonikom i čitav postupak se ponavlja, a nagrađeni CO₂ gas, korisnik samospasioca udiše (1 zapr. 0% CO gasa ispred filtra daje 1 zaprem. 0% CO₂ gasa iza filtra).

Čitav proces može se izračunati kao:

CO gasoviti + O adsorbovan → CO₂ adsorbovan → CO₂ gasoviti ili prema relaciji za oksidaciju:



Na slici 7 objašnjava se ova reakcija.

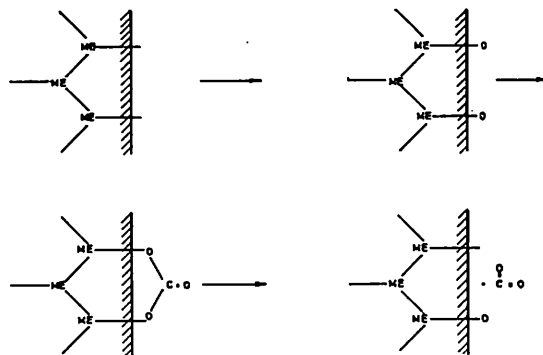
Izneti principi rada CO-filtra na prvi pogled izgledaju jednostavni, ali postoje faktori koji komplikuju proces i ograničavaju efekat zaštite ovog filtra.

Najveći uticaj na efekat zaštite CO-filtra ima vodena para iz vazduha koja se udiše i previsoka temperatura, koja raste sa porastom koncentracije ugljen-monoksida u vazduhu.

Ispitivanja su pokazala da vodena para, koja se nalazi u vazduhu, umanjuje efekat hopkalita, te sve veća količina CO gasa prolazi kroz filter. Ovo se može objasniti sorpcijom vode od strane hopkalita pomoću postojećih kapilara sa jedne strane, i tendencijom metalnih oskida ka hidratizaciji sa druge strane.

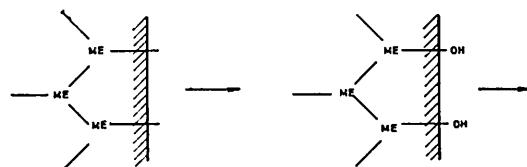
Na sl. 8 daje se šema normalne reakcije koja objašnjava prethodno tvrđenje.

Kako se iz šema vidi, slobodne sile, koje prenose kiseonik potreban za oksidaciju, su



Sl. 7 — Princip hemisorpcije kod CO filtera.

Fig. 7 — Chemisorption principle in CO filter.



Sl. 8 — Princip uticaja vodene pare na efekat hopkalita.

Fig. 8 — Principle of water vapour influence on hopcalite effect.

zasićene hidroksidnim jonima pa ugljen-monoksid prolazi u sve većoj meri kroz filter.

Upotrebom sredstava za sušenje, koja su smeštena ispred hopkalita, može se za duže vreme usporiti štetno dejstvo vode.

Kao što je već naglašeno, efekat zaštite CO-filtra, odnosno pogodnost njegove upotrebe, zavisi i od temperature vazduha koji se udiše. Proces hemisorpcije praćen je oslobađanjem toplote prema jednačini:



Ova količina toplote oslobađa se u saglasnosti sa jednačinom oksidacije. Kako težina od 28 grama CO odgovara 24 litra CO gasa i ako se pretpostavi vazduh sa 1% CO gasa, onda mu odgovara 2.400 litara vazduha.

Ako se dalje pretpostavi da je srednja potrošnja vazduha za disanje 30 l/min., onda pomenuta toplota od 68 kcal biće oslo-

bođena za vreme od 80 minuta, što je veoma važno kada je reč o vremenu zaštitnog dejstva samospasioca. Posledica oslobađanja pomenute količine toplote, pri termokatalitičkoj reakciji, su relativno visoke temperature vazduha koji nosilac samospasioca udiše. Iz količine toplote moguće je izračunati i temperaturu reakcije, ali bi ona bila samo teoretska, jer se pretpostavlja da gubitaka u toploti nema. Praktičnim ispitivanjima utvrđene su znatno niže temperature od onih teoretskih, što je posledica gubitaka toplote na putu od filtra do usta nosioca samospasioca.

Ispitivanja su pokazala da kod 2% CO gasa u vazduhu, kod svih samospasilaca temperature na izlazu iz kutije filtra (mereno na odstojanju 10 cm od filtra), kreću se od 115—150°C, zavisno od konstrukcije. Ove temperature kod 0,5% CO-gasa u vazduhu iznose 75—80°C.

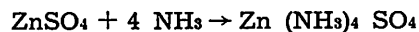
Visoke temperature u udahnutom vazduhu, kod samospasilaca i danas predstavljaju složen problem koji se različito rešava, zavisno od proizvođača, odnosno konstrukcije ovog zaštitnog sredstva. Topljive legure, gumeni rebrasta creva i sl., predstavljaju uspešne pokušaje da se što više smanji temperatura vazduha koji se udiše. Savremena istraživanja treba usmeriti na iznalaženje rešenja kod kojih će štetni uticaji temperature udahnutog vazduha biti svedeni na minimum.

c) Apsorpcija

Postupak se sastoji u tome što se materija, koju treba odstraniti, najpre adsorbuje a odmah zatim i hemijski veže, te se dobije potpuno drugo hemijsko jedinjenje iz kojeg se polazna materija uopšte ne može ili se vrlo teško može odstraniti. Filtri ove vrste sadrže nosač (aktivni ugalj, silika gel), impregniran podesnom materijom. Materija za impregniranje zavisi od namene filtra.

Za objašnjenje postupka apsorpcije uzima se za primer odstranjivanje amonijaka iz vazduha koji se udiše. Kao nosač može se uzeti aktivni ugalj impregniran cinkovim

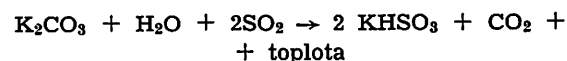
spojevima. Amonijak nanesen na cink obrazuje jako stabilan kompleks, shodno sledećem odnosu:



Nažalost, postoje i filtri u kojima se događaju procesi koji obrazuju nestabilne spojeve, među koje spada i apsorpcija sumpornog dioksida.

Danas skoro svi filtri protiv SO₂-gasa sadrže nosač (aktivni ugalj, diatomit i slično), impregniran nekim alkalnim rastvorom.

Kao alkalni rastvor primenjuju se rastvori kamene sode, kalijum-hidroksida, soda ili potaša. Reakcija za slučaj primene potaše je sledeća:



Tako nastaje kalijum bisulfit uz utrošak vode i razvoj toplote, pošto se radi o neutralizaciji kiselog sumpor — dioksida alkalnim rastvorom potaše.

Pri protoku vazduha najpre se potroši voda iz filtra, usled čega nastaju komplikacije koje se mogu manifestovati u sledećem:

- vreme trajanja zaštitnog dejstva filtra bitno se smanjuje jer nema više vode neophodne za reakciju;
- nastali KHSO₃ može se zagrevanjem filtra razložiti tako da se SO₂ oslobodi i da ga nosilac počne udisati;
- vodena para sa sumpor-dioksidom može obrazovati maglu koju, i kod većih filtara, nije moguće izdvojiti u hladnijim delovima filtra.

Savremena istraživanja imaju za cilj odstranjivanje navedenih nedostataka i iznalaženje najefikasnije zaštite.

Navedeni načini reagovanja cedila za gasove (adsorpcija, hemosorpcija i apsorpcija) predstavljaju osnovne principe rada filtara za zaštitu od škodljivih gasova i para. Međutim, u praksi, kod izrade raznih vrsta i tipova filtara, koriste se i prelazni oblici.

SUMMARY

Protection of Respiratory Apparatus Against Harmful Gases and Vapours

D. Golubović, min. eng. *)

The analysis of harmful values to which mining and industrial labour is exposed indicated that aggressive mineral dust is immediately followed by toxic, stuffy and explosive gases, so individual protection against above harmful matters represents an important protection measure. Principles of adsorption, chemisorption and absorption, as well as intermediate forms, enabled us to pass from a primitive filter — damp handkerchief to presently available high efficiency filters.

Literatura

Auer Mitteilungen — Gruppe 05, Atemfilter.

Atestaciona ispitivanja samospasioca Dräger
750 i SP 55 MPE, Rudarski institut, Beograd.

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

Neki uzroci povređivanja u Rudniku Ljubija s posebnim osvrtom na kvalifikacionu strukturu zaposlenih i organizacionu strukturu službe zaštite na radu

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Jozo Begić — dipl. ing. Mirko Malbašić

Dosadašnja istraživanja uzroka povređivanja u Rudniku Ljubija ukazuju da kvalifikaciona struktura zaposlenih utiče na kretanje broja povreda. U članku se daje prikaz kvalifikacione strukture kao grupnog faktora uzročnika povređivanja i ukazuje na fluktuaciju radne snage kao poseban uticajni problem na povređivanje. Autori daju prikaz organizacione strukture Službe zaštite na radu, njen poslijeratni razvoj i ulogu u procesu daljeg smanjivanja broja povreda.

Uvod

Sistematsko izučavanje uzroka povređivanja i eliminisanje uticajnih faktora zbog kojih se dešavaju povrede u Rudniku Ljubija, danas je od velike važnosti, jer se Rudnik nalazi pred ekspanzijom daljeg razvoja. Danas Rudnik Ljubija predstavlja značajan sirovinski potencijal za dalji razvoj jugoslovenske crne metalurgije. Jugoslaviji treba krajem ove decenije deset miliona tona čelika. U tom pravcu Srednjoročni i Dugoročni plan razvoja Rudarsko-metalurškog kombinata, Zenica, u čijem se sastavu nalazi Rudnik Ljubija, ima u cjelini razrađen plan razvoja. Današnja proizvodnja Ljubije iznosi 1,7 miliona tona željezne rude, 1975—1976. iznosiće 4,2 miliona tona robne proizvodnje, a 1978—1980. godine Ljubija treba godišnje da proizvodi oko 10 miliona tona željezne rude. Rudnik Ljubija je 1950. godine proizvodio 525.000 tona, 1960. godine 785.000 tona. Upoređujući današnju proizvodnju, dolazi se do zaključka da je priprema i tehnološka razrada uz prvu fazu rekonstrukcije Rudnika za novih 800.000 tona trajala de-

set godina. Sada treba za tri godine da se Rudnik osposobi za novih 2,5 miliona tona, a za sledeće tri, odnosno pet godina, da se ponovo proizvodnja više nego udvostruči. Ovo predstavlja velike zadatke ne samo sa aspekta daljih tehnoloških razrada i modernizacije, već i sa aspekta zaštite na radu. Potrebno je izučiti sve faktore koji će u vezi sa povećanjem proizvodnje uticati na povređivanje da bi se nastavio kurs smanjivanja broja povreda iz perioda 1960—1967. godine i izučili uticajni faktori zbog kojih se broj povreda postepeno ponovo povećavao od 1967. do kraja 1971. godine. Iako Ljubija ima najmanje povreda u odnosu na ostale rudnike u SR Bosni i Hercegovini, naš je osnovni zadatak da se one svedu na minimum.

Analiza kvalifikacione strukture

Savremena istraživanja uzroka povređivanja ukazuju da su naročito izraženi subjektivni faktori, i to oni koje najčešće možemo vezati za čovjeka kao glavnog uzroka u procesu povređivanja. U toku naših pos-

matranja i šire analize uzroka povređivanja u Ljubiji, dolazi se do zaključka da je veliki uticaj na povređivanje imao nesiguran i neracionalan rad pojedinaca (48,5% od ukupnog broja povređenih), nekorišćenje ličnih zaštitnih sredstava (7,85%), kršenje propisa i uputstava (13,6%), neupućenost u mjere zaštite na radu s posebnim akcentom na nedovoljno obrazovanje iz oblasti zaštite na radu. U tablicama 7 i 8 prikazani su uzroci i izvori povređivanja.

Tokom naših posmatranja došli smo do zaključka da kvalifikaciona struktura zaposlenih ima veliki uticaj na kretanje broja

povreda. U tablici 1 daje se prikaz postojeće kvalifikacione strukture i njihova zastupljenost u odnosu na ukupan broj zaposlenih.

Prosječna starost zaposlenih kreće se između 34 i 35 godina. Omladine do 25 godina zastupljeno je sa 19,61%. Učešće žena u ukupnom broju zaposlenih je 15,15%.

Struktura po zanimanjima za kategorije visokostručnih, višestručnih i srednjestručnih kadrova prikazana je u tablici 2. Autori su došli i do zaključka da je u posljednje vrijeme sve više izražena potreba ravnomjernog raspoređivanja inženjersko-tehničkog kadra po smjenama u procesu eksploatacije i obogaćivanja željezne rude.

Iz tablice 1 vidi se da su kvalifikovani i visokokvalifikovani radnici po broju najviše zastupljeni. Od ukupnog broja zaposlenih, oni predstavljaju više od 50%. Od 1421 kvalifikovanog i visokokvalifikovanog radnika, najbrojniji su radnici elektromošinske i rudarske struke, zatim dolaze radnici građevinske, kemijske, saobraćajne i druge djelatnosti. Kako su vršene promjene u kvalifikacionoj strukturi po godinama, vidljivo je iz slike 1. Kvalifikaciona struktura ima uticaj na kretanje broja povreda, što se vidi iz sledećih razmatranja i zaključaka do kojih smo došli, a koji se prikazuju u tablici 3.

Tablica 1

| Kvalifikacija | Broj uposlenih | % |
|----------------------|----------------|---------------|
| Nekvalifikovanih | 387 | 14,55 |
| Polukvalifikovanih | 320 | 12,03 |
| Kvalifikovanih | 874 | 32,86 |
| Visokokvalifikovanih | 547 | 20,56 |
| Ukupno: | 2.128 | 80,00 |
| Nižestručnih | 81 | 3,04 |
| Srednjostručnih | 306 | 11,52 |
| Višestručnih | 58 | 2,14 |
| Visokostručnih | 88 | 3,30 |
| Ukupno: | 532 | 20,00 |
| Sveukupno: | 2.660 | 100,00 |

Tablica 2

| Visokostručni | br. zap. | Višestručnih | br. zap. | Srednjostručnih | br. zap. |
|-------------------|-----------|------------------|-----------|----------------------------------|------------|
| Inženjera | 53 | Inženjera | 30 | Tehničara | 149 |
| Ekonomista | 18 | Ekonomista | 14 | Ekonomista | 76 |
| Pravnika | 9 | Pravnika | 5 | Administrativno-upravnih radnika | 81 |
| Prosvjet. radn. | 3 | Prosvjet. rad. | 3 | | |
| Ljekara med. rada | 3 | Fiskult. radnika | 2 | | |
| Psihologa | 2 | Kadrovika | 3 | | |
| | | Socijalnih rad. | 1 | | |
| Ukupno: | 88 | | 58 | | 306 |

Tablica 3

| | 1960. | 1967. | 1970. |
|---|--------|-------|-------|
| 1. Broj inženjera | 11 | 50 | 57 |
| 2. Broj tehničara | 43 | 78 | 126 |
| 3. Broj (inženjera + tehničara) | 54 | 128 | 183 |
| 4. Ukupno radnika | 1779 | 1837 | 2248 |
| 5. Radnika na 1 inženjera | 161,54 | 36,74 | 39,43 |
| 6. Radnika na 1 tehničara | 41,36 | 23,46 | 17,84 |
| 7. Radnika na 1 (ing. + tehničara) | 32,94 | 14,35 | 12,28 |
| 8. Učestalost povređivanja na 100.000 nadnica | 42,4 | 14,49 | 16,90 |
| 9. Učestalost povred. na 10 ⁶ tona proizvodnje | 108,70 | 15,18 | 18,70 |

Ako se pažljivo razmotre pokazatelji iz tablice 3, očit je zaključak da inženjersko-tehnički kadar utiče na smanjivanje broja povreda. S druge strane, ako razmotrimo iz slike 1 kretanje opšte kvalifikacione strukture zaposlenih, naročito kvalifikovanih i visokokvalifikovanih radnika, dolazi se do zaključka da je moguće nastaviti kurs smanjivanja broja povreda iz perioda 1960—1967. godine i u narednom periodu, pod uslovom još intenzivnijeg obrazovanja kadrova.

Obrazovanje kadrova

S obzirom na predstojeće značajno povećanje kapaciteta rudnika, o čemu smo govorili u uvodnom izlaganju, te predstojeću izgradnju željezare u Prijedoru, a imajući u vidu i rezultate dosadašnjeg uticaja kvalifikacione strukture zaposlenih na opšte rezultate u radu i smanjivanje broja povreda, obrazovanju kadrova se prišlo veoma ozbiljno. U tablici 4 daje se prikaz studenata i đaka koji se sada redovno ili vanredno školuju.

Tablica 4.

| Red. br. | Naziv škole, odnosno fakulteta | Broj stud.-đaka |
|----------|----------------------------------|-----------------|
| 1. | Na fak., višim i visokim školama | 140 |
| 2. | Na postdiplomskim studijama | 11 |
| 3. | Na srednjim školama | 90 |
| 4. | Na školama za kvalifikovane rad. | 414 |
| 5. | Na školama za VKV radnike | 45 |
| Ukupno: | | 700 |

Ako podacima iz tablice 4 dodamo broj radnika koji se kroz razne vidove obrazovanja putem Centra za obrazovanje kadrova usavršava (specijalizacije, stručno usavršavanje, seminari, savjetovanja, simpoziji, kongresi, stručni ispiti, obuka za radno mjesto, prekvalifikacije, provjeravanje znanja i dr.), tada se cifra od 700 povećava na preko 1000 kandidata, što čini oko 40% od ukupnog broja zaposlenih. Za obrazovanje se svake godine ulaže preko 500 miliona starih dinara. U planu je dalje povećavanje ovih sredstava, kao i broja kandidata.

Međutim, autori su analizirajući uzroke povređivanja ipak došli i do zaključka da stepen opšte-tehničkog obrazovanja ima značajan uticaj na smanjivanje broja povreda, ali i na drugi zaključak, da kod većine kate-

gorija potreban obim obrazovanja iz oblasti zaštite na radu nedostaje, što će se vidjeti iz analize uzroka povređivanja i pokazatelja izloženih u tablicama 7 i 8. Ovo upućuje na zaključak da se u reformi školstva, kako visokog, tako i srednjeg, pa i škola za radnička zanimanja mora dati više prostora i vremenskog fonda sati obrazovanju iz oblasti zaštite na radu, i to u zavisnosti od specifičnih uslova radnog mjesta i struke za koju se radnik obrazuje. Takođe se mora izraditi poseban program doosposobljavanja radnika iz oblasti zaštite na radu za sva radna mjesta, na kojima je, i pored povoljne opšte-tehničke kvalifikacione strukture, izražena dalja tendencija povređivanja.

Pojedinačnom analizom uzroka povređivanja, autori su kroz duži period posmatranja došli i do zaključka da je fluktuacija radne snage, kao poseban uticajni problem na povređivanje, interesantan parametar za izučavanje, s jedne strane u cilju daljeg smanjivanja broja povreda, i s druge strane, što fluktuacija ima i druge negativnosti, pa i velike materijalne gubitke radna organizacija trpi u slučaju povećane stope fluktuacije. U kraćem prikazu fluktuacije radne snage, ukazaćemo i na njen uticaj na povređivanje.

Fluktuacija radne snage

Poznato je, ne samo iz naših razmatranja, već i na osnovu literaturnih podataka, da fluktuacija radne snage ima uticaj na povređivanje.

Fluktuaciju smo izrazili odnosom između broja radnika koji su napustili radnu organizaciju i stanja zaposlenih radnika koji su došli u radnu organizaciju, a prema relaciji:

$$F = \frac{O \cdot 100}{P + P_s} \quad (\%) \quad (1)$$

gdje je:

- F — koeficijent fluktuacije
- O — broj lica koja su napustila radnu organizaciju
- P_s — stanje zaposlenog osoblja u početnom periodu
- P — broj lica koja su došla u radnu organizaciju.

Kako fluktuaciju dijelimo na voljnu, koja nastaje voljom radnika ili radne organizacije, i neizbježnu, koja nastaje samo voljom radnika, ili samo voljom radne organizacije, njihove relacije smo izračunali pomoću formula, kako slijedi:

Voljna fluktuacija

$$V_f = \frac{O - N}{P_s + P} \quad (\%) \quad (2)$$

Neizbježna fluktuacija

$$N_f = \frac{O - V}{P_s + P} \quad (\%) \quad (3)$$

gdje je:

- N — neizbježni odlasci
- O — ukupan broj otišlih
- V — voljni odlasci.

Opšta stopa fluktuacije u našim uslovima iznosi 4,96 (smatra se normalnom između 4 i 6), voljna fluktuacija iznosi 46,76%, a neizbježna iznosi 53,24%. Analizom i upoređivanjem uticaja fluktuacije na povređivanje, došli smo do zaključka da ona ima uticaj na kretanje broja povreda. Od ukupno povređenih, na radnike do jedne godine staža otpada 19%, a na radnike od 1—3 godine 23,5%. Sem toga, kod voljne fluktuacije izražen je veći procenat odlaska stručne radne snage, što direktno ili indirektno ima uticaja na stanje zaštite i smanjivanje broja povreda.

Opšte kretanje kvalifikacione strukture kroz period od 20 godina i kretanje ukupnog broja povreda za posmatrani period od 10 godina, prikazano je na dijagramu slike 1.

Iz dijagrama, slike 1, pored ostalog, može se zaključiti i sledeće:

- da se od 1950. godine ulažu veliki naponi na poboljšavanje kvalifikacione strukture zaposlenih,
- da je broj povreda od 1960. do 1967. godine u opadanju,
- da od 1967. godine broj povreda postepeno raste i da je jedna kolektivna nesreća 1970. godine uticala na zna-

čajnije povećanje (udaljenost K_n na dijagramu sl. 1), ali se ulažu maksimalni naponi da se broj povreda smanji na minimum, tj. da se nastavi kurs daljeg smanjivanja broja povreda iz 1967. godine, a što pokazuje i tendencija iz završenog tromesečja 1972. godine.

U tom cilju je učinjen i značajan napredak u stvaranju takve Službe zaštite na radu, koja će efikasno i u zavisnosti od specifičnih uslova, kao i drugih uticajnih faktora na kretanje broja povreda, uticati na proces daljeg smanjivanja broja povreda.

Organizacija i razvoj službe zaštite na radu

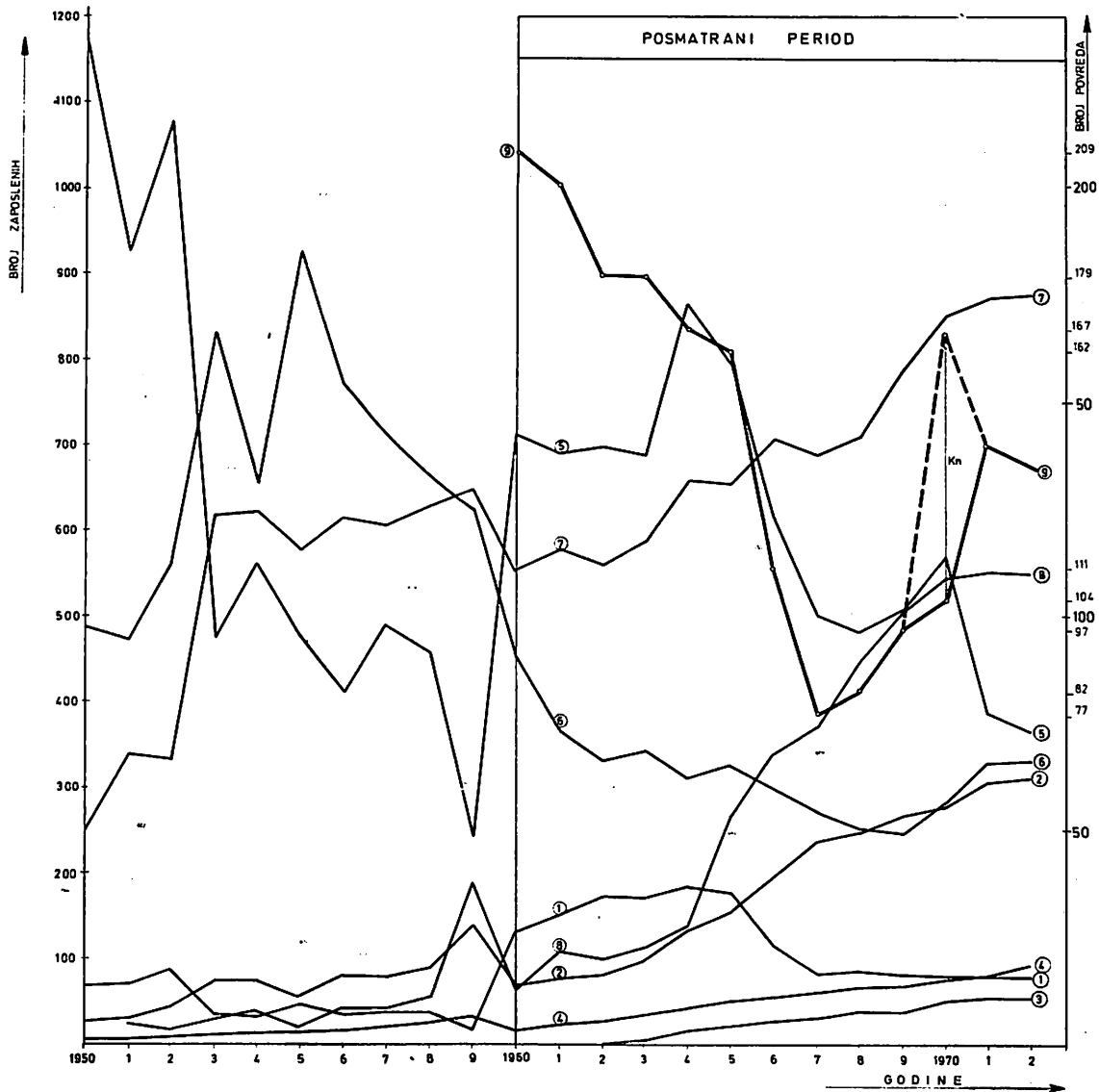
U poslijeratnom periodu zaštitu na radu u Rudniku Ljubija vodilo je samo jedno lice, i to kao referent higijensko-tehničke zaštite. Organizaciono je pripadao tehničkom direktoru preduzeća. Praktično je evidentirao povrede i o tome obavještavao Rudarsku inspekciju. Prva organizaciona šema koja se pojavljuje krajem 1956. godine, sadržavala je, sem referenta higijensko-tehničke zaštite, još i sanitarnog tehničara i dahtologa.

Kao prvi počeci organizovane službe zaštite javljaju se tek potkraj 1958. godine, gdje se šema sastoji od sledećih izvršilaca: šef službe zaštite, referent za elektro-mašinstvo, referent za rudarstvo, sanitarni referent i evidentičar.

Zbog dotrajale rudarske mehanizacije i potreba rekonstrukcije rudnika u cilju daljeg povećavanja proizvodnje, a s time u vezi i potrebe značajnijeg poboljšavanja opšte kvalifikacione strukture zaposlenih, krajem 1960. godine pojavljuje se paralelno sa opštim razvojem i nešto savremenija organizaciona struktura službe zaštite na radu, a koja je izgledala kako slijedi: na čelu odeljenja rudarsko-tehničke zaštite i odeljenja elektro-mašinske zaštite, nalazio se šef službe.

U odeljenju rudarsko-tehničke zaštite nalazio se šef odeljenja i dva inženjera sigurnosti. Isto je tako i u odeljenju elektro-mašinske zaštite. Služba je, takođe, imala sanitarnog tehničara i daktilografa I klase.

Dalji razvoj Službe zaštite na radu išao je u skladu sa opštim razvojem kvalifikacione strukture zaposlenih, uvođenjem složenijeg tehnološkog procesa rada, a u zavis-



LEGENDA :

- | | | |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| ① Niža sprema | ⑤ Nekvalifikovani radnici | ⑨ Ukupna povreda za posmatrani period |
| ② Srednja stručna sprema | ⑥ Polukvalifikovani radnici | |
| ③ Viša sprema | ⑦ Kvalifikovani radnici | |
| ④ Visoka stručna sprema | ⑧ Visokokvalifikovani radnici | |

Sl. 1 — Dijagram kretanja kvalifikacione strukture i broja povreda.

Fig. 1 — Diagram of qualification structure and number of injuries.

nosti od povećanja proizvodnje. Tako imamo tri značajna perioda u razvoju Službe zaštite na radu, a stepen njenog razvoja možemo sagledati i pomoću pokazatelja učestalosti, prikazanih u tablici 4a.

Tablica 4a

| Inženjeri + tehničari Ljekari med. rada i sanitarno osoblje | Godine razvoja | | |
|---|----------------|-------|-------|
| | 1960. | 1967. | 1970. |
| Učestalost na 100.000 nadnica | 1,60 | 4,30 | 4,37 |
| Učestalost na 10 ⁶ t proizvodnje | 4,10 | 4,30 | 4,50 |

Razvojem Službe zaštite na radu, u skladu sa opštim razvojem kvalifikacione strukture zaposlenih i razvojem tehnološkog procesa u cjelini, dosadašnja odeljenja rudarsko-tehničke zaštite i elektro-mašinske zaštite prerasla su u Službu zaštite na radu, slika 2; a odeljenje medicine rada i odeljenje industrijske psihologije u Službu medicine rada, slika 3.

U cilju jedinstvene organizacije i kontrole svih uzročnika u povređivanju, kao i smanjivanju potencijalnih opasnosti po zdravlje zaposlenih i veću kontrolu nad sredstvima pokretne i nepokretne društvene imovine, autori predlažu da se krajem ove godine organizaciono proširi Služba zaštite, kako je to prikazano u legendi na slici 2.

Dosadašnja istraživanja Službe medicine rada dala su značajan doprinos u smanjivanju profesionalnih oboljenja i stvaranju optimalnih uslova radne sredine kod većeg broja zaposlenih. Pravci daljih istraživanja ove Službe ukazuju da će Služba zaštite na

radu i Služba medicine rada adekvatno uticati na dalji kurs smanjivanja broja povreda, a njihov razvoj će biti u skladu sa opštim razvojem Rudnika, tehnološkog procesa u cjelini i opštim razvojem kvalifikacione strukture zaposlenih u svim fazama rada tehnološkog procesa.

Da bi ukazali na neke od uzroka povređivanja, autori daju i kraći osvrt na kretanje i uzroke povređivanja, jer je očito da pri optimalnoj kvalifikacionoj strukturi i dobro organizovanoj službi zaštite na radu dalji proces povećavanja proizvodnje i broja zaposlenih radnika treba da održi proces smanjivanja broja povreda, što predstavlja kompleksan problem, koji je moguće riješiti samo uz uslov maksimalnog angažovanja, u prvom redu, svih zaposlenih, a zatim, i dobro organizovane Službe zaštite na radu i Službe medicine rada.

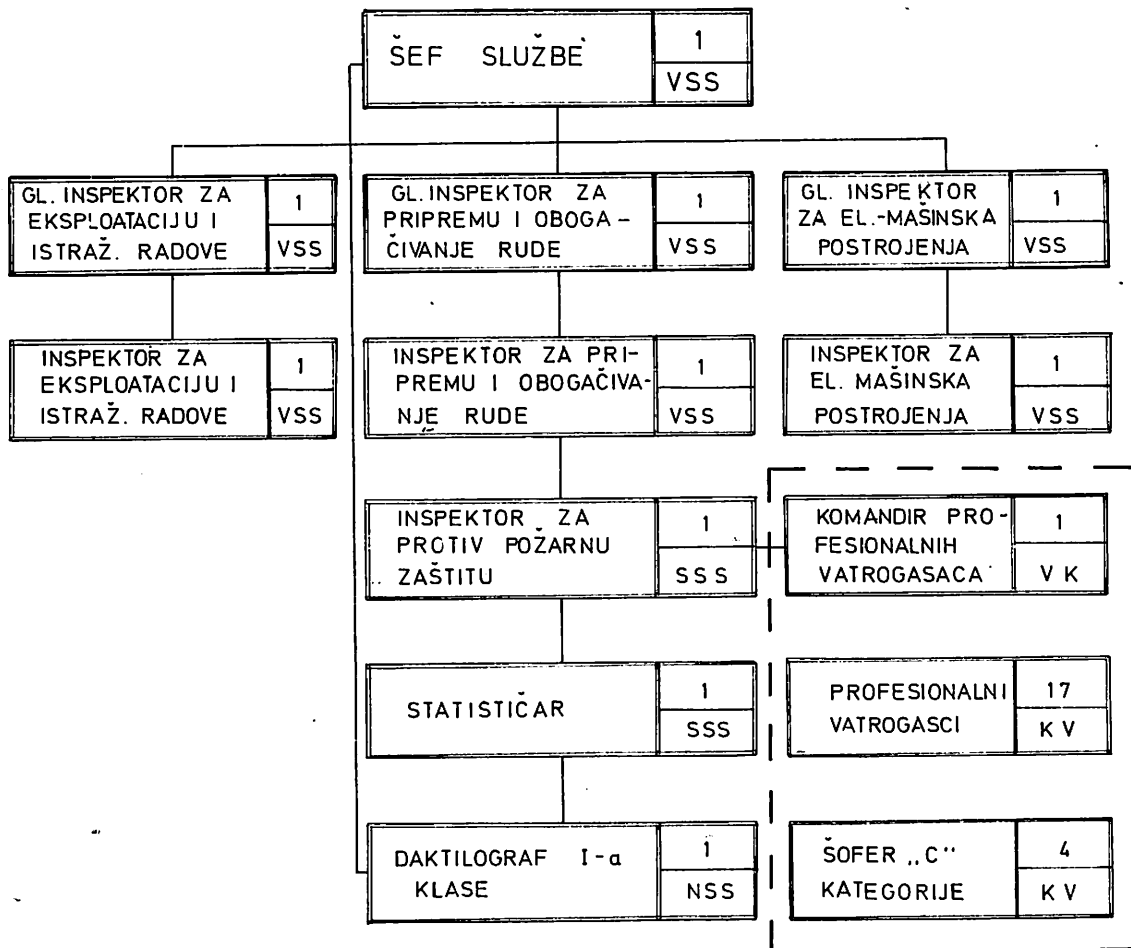
Osvrt na kretanje i uzroke povreda

U analizi kvalifikacione strukture zaposlenih prikazano je brojno stanje iz 1971/1972. godine, a na dijagramu slike 1 hronološki kroz duži period, a posebno kroz posmatrani period i u zavisnosti od broja povreda. Ukazali smo takođe da smo došli do zaključka pri pojedinačnim slučajevima razmatranja da stepen obučenosti, a naročito iz poznavanja materije o zaštiti na radu, ima uticaja i na povređivanje, pa smo zbog toga kao reprezentativnu godinu analize uzroka povređivanja uzeli 1971, jer su svi objekti i kopovi u ovoj godini radili prema projektovanom kapacitetu.

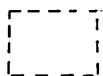
Broj povreda po mjesecima i pogonima prikazan je u tablici 5.

Tablica 5

| Pogon | Broj povreda po mjesecima | | | | | | | | | | | | Ukupno |
|-----------------|---------------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Centr. rud. | 1 | — | — | 3 | 2 | 3 | 4 | — | 3 | 1 | — | 1 | 18 |
| Istoč. rud. | 2 | — | 1 | 2 | — | 1 | 2 | 1 | 1 | — | — | 2 | 12 |
| Održ. postr. | 7 | 1 | — | 9 | — | 3 | 3 | 6 | 5 | 1 | — | — | 35 |
| Građevina | 6 | 2 | 1 | 1 | 1 | 9 | 2 | 1 | 7 | 2 | 4 | 3 | 39 |
| Istražni radovi | 2 | — | 1 | — | 1 | 1 | — | 1 | 1 | — | 1 | — | 8 |
| Transportno | 1 | — | — | 1 | 1 | — | 1 | 1 | — | 1 | — | — | 6 |
| Ostali | 2 | — | 2 | 1 | — | 2 | 1 | 3 | 5 | 1 | 1 | 4 | 22 |
| Ukupno | 21 | 3 | 5 | 17 | 5 | 19 | 13 | 13 | 22 | 6 | 6 | 10 | 140 |



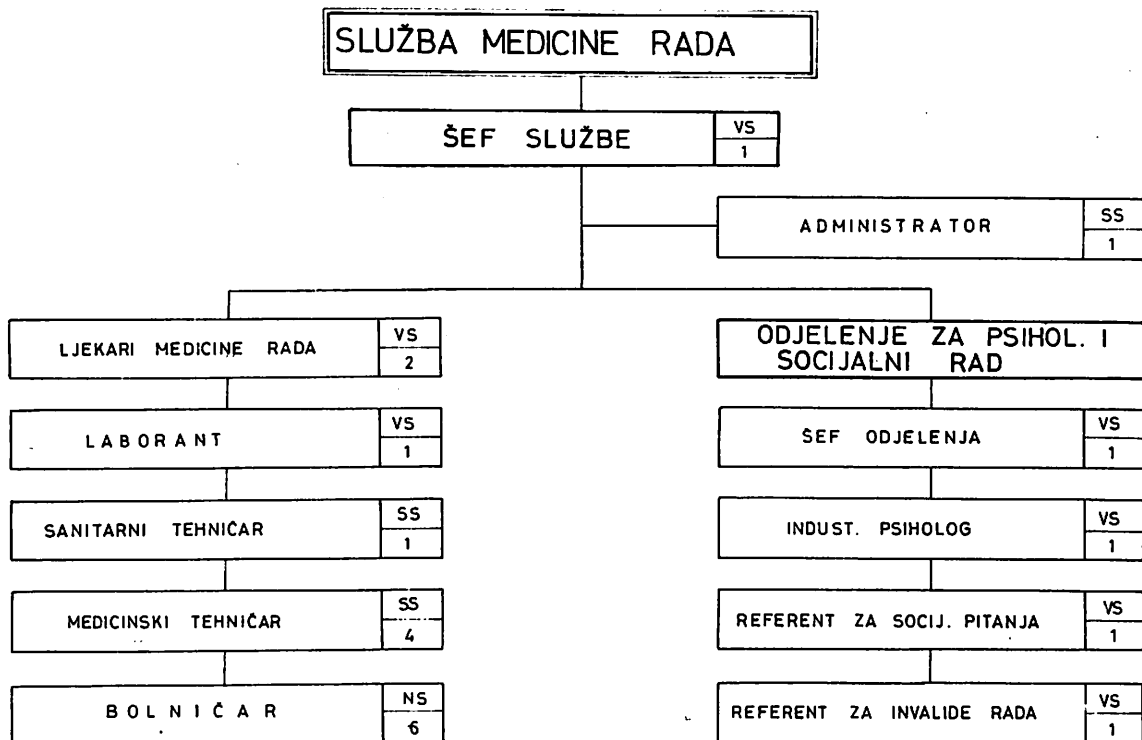
LEGENDA



Predlog dopune buduće šeme

Sl. 1 — Dijagram kretanja kvalifikacione strukture i broja povreda.

Fig. 1 — diagram of qualification structure and number of injuries.



Sl. 3 — Organizaciona šema službe medicine rada.

Fig. 3 — Organization scheme of work medicine service.

Od svih povreda izloženih u tablici 5 bile su 2 teške i 2 smrtne a ostale su bile lakše. Među poginulima je jedan damperista i jedan radnik u građevini. Najviše povređenih je u građevini (39), održavanju postrojenja (35), centralnim rudištima (18) itd.

Raspored kopova geografski je postavljen tako da među njima ima udaljenosti i do 30 km. Iz toga proizilazi da mnogi radnici moraju putovati od mjesta stanovanja do radnog mjesta i do 30 km. Od ukupnog broja povređenih, 14,3% otpada na povrede u toku putovanja na posao, odnosno povratka sa posla. Prikaz povreda za vrijeme putovanja na posao i povratka sa posla dajemo u tablici 6.

Na centralnim rudištima postoji već ustaljena tradicija dolaska i odlaska na posao, odnosno sa posla, a nešto su kraće i relacije putovanja, pa je tendencija povreda znatno

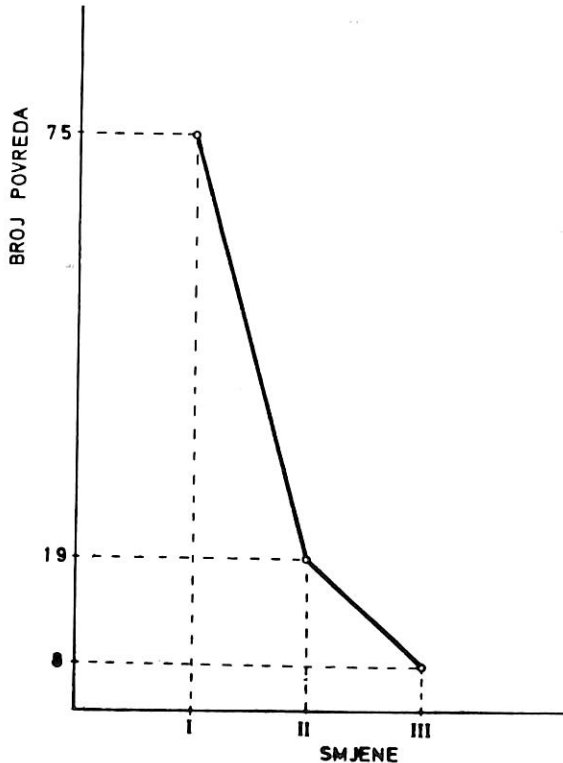
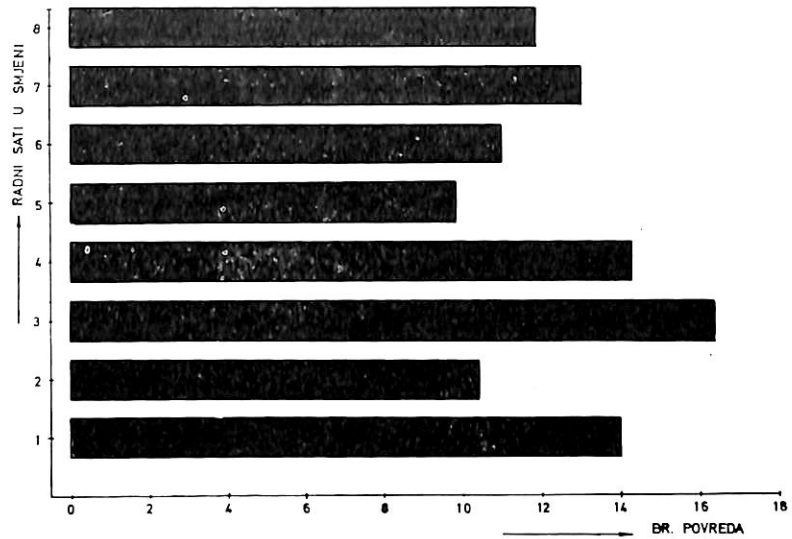
manja, a za posmatrani period povreda uopšte nije ni bilo iz ove kategorije.

| Pogon | Broj povreda za vrijeme putovanja | | |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------|
| | Od stana do radnog mjesta | Od radnog mjesta do stana | Ukupno |
| Istočna rudišta | 2 | — | 2 |
| Istražni radovi | 3 | — | 3 |
| Održ. postrojenja | 4 | 1 | 5 |
| Građevina | 6 | 2 | 8 |
| Transportno | — | 2 | 2 |
| Ukupno | 15 | 5 | 20 |

Služba zaštite na radu je i ovdje ostvarila značajan napredak u odnosu na raniji period, jer su mnoga našelja iz kojih radnici dolaze na posao na predlog Službe do-

Sl. 4 — Povrede po satima smjene.

Fig. 4 — Injuries according to shift hours.



Sl. 5 — Broj povreda po smjenama.

Fig. 5 — Number of injuries during shifts.

bile redovan autobuski saobraćaj. Takođe je na predlog Službe počela izgradnja signalnih uređaja na pojedinim pružnim prelazima (1970. godine na jednom od pružnih prelaza desila se jedna kolektivna nesreća).

Interesantna je analiza o broju povreda po satima smjene. Rezultate kroz pet godina (petogodišnji prosjek) prikazujemo na slici 4. Slična je situacija i kod analize za period od 10 godina, pa na izučavanju ovog fenomena već duže vrijeme radi Služba zaštite na radu, Odeljenje industrijske psihologije i Služba za medicinu rada u cjelini, čiji će rezultati biti prezentovani nakon dobivenih konačnih rezultata.

Broj povreda po smjenama (petogodišnji prosjek) daje se na dijagramu slike 5.

Najviše se povreda dešava u prvoj smjeni, zatim u drugoj, pa trećoj. Ovaj fenomen je nastavljen i u 1971. godini. Gledano na broj zaposlenih po smjenama, takođe važi ovo pravilo. Tako imamo da je od ukupnog broja zaposlenih u prvoj smjeni za 1971. godinu radilo na eksploataciji rude centralnog i istočnog rudišta i pogonu istražnih radova 660 radnika. U prvoj smjeni 318, u drugoj 171 i trećoj 171. Procentualno učešće povreda po smjenama u odnosu na broj zaposlenih u smjeni je kako slijedi: prva smjena 6,61%, druga 6,43% i treća 4,70%. Iz prikaza na slici 5 i izloženih rezultata u 1971. može se reći da rad u noćnim smjenama ne mora biti fatalan za povređivanje, ako se spro-

vedu sve mjere zaštite, ravnomjerno izvrši raspored radnika prema kvalifikacionoj strukturi i poveća stepen pažnje kod svih pojedinaca na njihovim radnim mjestima.

Uzroci povređivanja

Sve povrede smo svrstali prema uzrocima u nekoliko značajnijih uzroka, kako bi se Služba zaštite organizovano mogla zalagati za njihovo dalje smanjivanje. Jednogaodišnji prosjek po uzrocima prikazuje se u tablici 7.

| Uzrok povređivanja | Broj povreda |
|----------------------|--------------|
| Pogonski stroj | 3 |
| Radni stroj | 16 |
| Transportna sredstva | 17 |
| Ručni alat | 21 |
| Udari i uboji | 23 |
| Prolazi i putevi | 19 |
| Ostali uzroci | 41 |
| Ukupno | 140 |

U zavisnosti od uzroka povređivanja, poduzimaju se i odgovarajuće mjere zaštite. Naročito se vodi briga o adekvatnom rasporedu radnika na radna mjesta za koja su okvalifikovani, kao i njihovoj umnoj i fizičkoj sposobnosti za obavljanje konkretne vrste posla.

Izvori povređivanja

Od pravilnog utvrđivanja izvora povređivanja zavisi i adekvatno uticanje na smanjivanje broja povreda. U tablici 8 daje se prikaz broja povreda po izvorima.

| Izvori povreda | Broj povreda |
|---|--------------|
| Neispravan alat i pribor | 13 |
| Nesiguran i neracionalan rad pojedinaca | 58 |
| Nekorišćenje ličnih zaštit. sredstava | 11 |
| Kršenje propisa i uputstava | 19 |
| Nedostatak profesionalnog iskustva | 17 |
| Nedostatak zaštitnih naprava | 3 |
| Neispravnost transp. sredstava i put. | 10 |
| Ostali izvori | 9 |
| Ukupno | 140 |

Tablica 8 ukazuje na neke zaključke. Tako, na primjer, imamo od svih povreda da je 58 slučajeva ili 41,5% bio izvor subjektivni faktor, tj. nesiguran i neracionalan rad pojedinaca.

Ovih slučajeva je bilo najviše na centralnim rudištima 13, održavanju postrojenja 10 i građevini 11. Navodimo nekoliko primjera do kojih smo došli u toku utvrđivanja izvora povreda:

- »Imenovani je držao desnu ruku na vratima, a lijevom je pritvorio vrata, usled čega je došlo do povrede desne ruke«;
- »Prilikom zamjene linije na stubu, stub se izvalio, pri čemu je imenovani pao skupa sa stubom i povrijedio koljeno«;
- »Imenovani se naslonio grudnim košem na ključ i prevelikim pritiskom povrijedio rebro«;
- »Kod bušenja, burgija je uhvatila komad i okrenula ga, te je došlo do povrede«;
- »Imenovani je izlazeći iz kabine cisterne, nespretno stao na stepenice, okliznuo se i povrijedio koljeno noge«.

Nekorišćenje ličnih zaštitnih sredstava, kršenje propisa i uputstava, kao i nedostatak profesionalnog iskustva, svaki za sebe ukazuje na pravce daljeg djelovanja, kako Službe zaštite, tako i tehničko-rukovodnog osoblja u cilju smanjivanja broja povreda.

Pregled povreda po dužini radnog staža, prikazuje se u tablici 9.

| Dužina radnog staža | Br. povreda u % |
|---------------------|------------------|
| Do 1 godine | 26 — 18,5 |
| Od 1 do 3 godine | 33 — 23,8 |
| Od 3 do 5 godina | 15 — 10,7 |
| Od 5 do 10 godina | 33 — 23,8 |
| Od 10 do 15 godina | 20 — 14,2 |
| Preko 15 godina | 13 — 9,2 |
| Ukupno | 140—100,2 |

Najveći broj povređenih je sa dužinom radnog staža od 1 — 3 i 5—10 godina, a najmanji kod radnika preko 15 godina radnog iskustva. Međutim, u specifičnim uslovima Ljubije, podatak iz tablice 9 se ne bi mogao pouzdano koristiti, jer su skoro svi radnici

i po nekoliko puta mijenjali struku, a to znači da je u novoj struci uvijek bio početnik i nedovoljno bio upućen u sve opasnosti, a kako smo već ranije ukazali i nedovoljno obučeni iz predmeta vezanih za oblast zaštite na radu. Tako je, na primjer, bravar, jednom postao demperista, nakon nekoliko godina prekvalifikovan za rukovaoca odlagača, oduzimača, sitar i sl.

Na osnovu dosada izloženog, a imajući u vidu složenost poslova, te uticaj pojedinih operacija dobivanja i separisanja rude na radnu sredinu i uticaja pojedinih agenasa radne sredine, kao i izvršenih analiza povreda u ranijem periodu a naročito analiza kvalifikacione strukture, fluktuacije radne snage i organizacione strukture Službe zaštite na radu i njihovog uticaja na kretanje broja povreda obrađenih u ovom radu, može se donijeti slijedeći zaključak.

Zaključak

— Osavremenjavanje tehnološkog procesa u dosadašnjem periodu uvjetovalo je kontinuiran rad na poboljšavanju kvalifikacione

strukture zaposlenih, kao i sistematsko unapređivanje, organizaciju i razvoj Službe na radu.

— Povoljna kvalifikaciona struktura, savremena tehnologija eksploatacije i obogaćivanja željezne rude imali su veliki uticaj na smanjivanje broja povreda, koje se u ovoj godini i dalje nastavlja.

— Sistematsko organizovanje i razvoj Službe zaštite na radu u Rudniku Ljubija, dali su krupan doprinos u smanjivanju broja povreda za poslednjih 10 godina.

— Obučavanju i daljem osposobljavanju radnika iz oblasti zaštite na radu mora se pokloniti veća pažnja, a đacima i studentima kroz nastavne programe omogućiti da dođu do širih spoznaja iz ove naučne oblasti.

— Nastaviti sa sistematskim izučavanjem faktora koji utiču na kretanje povreda koristeći vlastita iskustva i ona iz sličnih rudnika, naučnim metodama ih eliminisati, kako bi se broj povreda sveo na najmanju moguću mjeru.

SUMMARY

Some Causes of Injuring in Mine Ljubija with a Special Review of the Qualification Structure of Workmen and Organization Structure of the Department for Protection at Work

J. Begić, min. eng. — M. Malbašić, min. eng.*)

The article brings an analysis of the qualification structure of workmen in Mine Ljubija, which is favourable, and of its effect on the decreasing number of injuries. An outline is also given on the organization and development of the Department for protection at work and its influence on the decreasing number of injuries. The need for better training of the labour in the field of protection at work is indicated, because

*) Dipl. ing. Jozo Begić, direktor službe za tehnologiju i projektovanje Rudnika Ljubije.
Dipl. ing. Mirko Malbašić, šef službe zaštite na radu Rudnika Ljubije.

nearly 50 per cent of injuries are caused by unadequate knowledge of regulations or non-rational work of individuals, which in most cases is the consequence of insufficient and unadequate training in the field of protection at work. The causes and sources of injuries are outlined, as well as the number of injuries during 1971, which, starting from October 1971 through the first three months of 1972, continue to exhibit a decreasing tendency.

Literatura

1. Begić, J., 1972: Stanje, problemi i pravci daljeg razvoja zaštite na radu i tehnološkog procesa u Rudnicima željezne rude Ljubija. — »Sigurnost u rudnicima«, VII (1972) 1, Rudarski institut, Beograd.
2. Fond stručno-tehničke dokumentacije službe za tehnologiju i projektovanje i službe zaštite na radu Rudnika Ljubije.

IZ PRAKSE

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

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

GLAVNI UREDNIK

Savremeno elektronsko upravljanje izvoznom mašinom pomoću tiristora

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Mihajlo Jović

Prednosti elektronskog upravljanja izvoznom mašinom pomoću tiristora nad Vard Leonardovim sistemom izražene su u većoj ekonomičnosti, sigurnosti i bezbednosti pogona.

Poslednjih godina tiristori se sa velikim uspeho primenjuju za upravljanje pogonima sa elektromotorima u raznim granama privrede. Oni su takođe našli značajnu primenu i u rudarstvu za upravljanje nekim elektropogonima. U ovom prikazu će se izneti prednosti tiristorskog upravljanja izvoznom mašinom nad klasičnim upravljanjem sa Vard Leonardovim sistemom. Međutim, radi potpunijeg upoređenja ova dva sistema, potrebno je u najkraćim crtama sagledati razvoj i drugih sistema za upravljanje izvoznim mašinama, sa njihovim dobrim i lošim stranama.

Razvođenje električne energije danas se vrši skoro uvek sa naizmjeničnom strujom. Stoga su i rudnici elektrificirani sa naizmjeničnom strujom, te su i oni, kao i druge grane privrede, upućeni na motore naizmjenične struje, i to prvenstveno na trofazne asinhronne motore. Ali, pored izvesnih dobrih osobina, trofazni asinhronni motori imaju znatan nedostatak u tome, što im se broj obrtaja teško i neekonomično može da reguliše. Upravo sa njima se može postići kontinualna promena broja obrtaja, ili sa znatnim gubicima električne energije u regulišućim otporima; ili sa znatnim investicijama za dodatne mašine i aparate, koji omogućuju regulaciju broja obrtaja.

Pogon izvozne mašine trofaznim asinhronim motorom

Ako se sa k obeleži klizanje asinhronog motora izraženo u odnosu na sinhroni broj obrta n_s tada je:

$$k = \frac{n_s - n}{n_s}$$

odavde je broj obrtaja n motora:

$$n = n_s - n_{sk}$$

pošto je

$$n_s = \frac{60 f}{p}$$

to je:

$$n = \frac{60 f}{p} (1 - k)$$

gde je:

f — broj perioda u sekundi

p — broj pari magnetnih polova obrtnog polja

Iz ove jednačine se vidi da se promena broja obrtaja n asinhronog motora može postići na sledeće načine:

a) Promenom klizanja k , što se ostvaruje promenom otpora u kolu namotaja motora asinhronog motora sa kliznim prstenovima. Sa ovim načinom regulisanja broja obrtaja pojavljuju se veliki gubici električne energije u regulišućim otporima.

b) Promenom broja pari p magnetnih polova, što se postiže naročitim prevezivanjem namotaja statora. Sa ovim načinom manji su gubici električne energije, ali se ne može da dobije kontinualna promena broja obrtaja, već u skokovima.

c) Promenom frekvencije f , što se postiže napajanjem asinhronog motora sa strujom različitih frekvencija. Ovim načinom postiže se kontinualna promena broja obrtaja, bez velikih gubitaka električne energije, ali su potrebne velike investicije za nabavku dodatnih mašina i aparata pomoću kojih se dobijaju različite frekvencije.

Kočenje asinhronog motora jednosmernom strujom. Da bi se izvozne mašine većih snaga preko 3000 kW osposobile za pogon neposredno sa trofaznim asinhronim motorom, u Engleskoj se primenjuje kočenje pogonskog trofaznog asinhronog motora pomoću jednosmerne struje. Na početku kočenja se stator motora isključi iz trofazne mreže — pri prethodno uključenom otporu rotora — i namotaj statora se preko dve faze uključi na izvor jednosmerne struje. Ova vrsta kočenja ima znatnu nadmoćnost nad postrojenjima u kojima se kočenje vrši kontra strujom, ali su potrebne znatne investicije za kupovinu dodatnih mašina i aparata u ovom postrojenju.

Pogon izvozne mašine motorom jednosmerne struje

Velika prednost motora jednosmerne struje nad asinhronim motorima je u tome, što im se broj obrtaja može ekonomično da menja u prilično širokim granicama. U izvesnim pogonima u rudnicima u kojima su povećani zahtevi u pogledu upravljanja, upotrebljavaju se vrlo uspešno motori jednosmerne struje. Ali kako se u rudnicima ras-

polaze skoro uvek sa naizmeničnom strujom, to se ona mora na neki način pretvoriti u jednosmernu struju, da bi se mogao primeniti motor jednosmerne struje za pokretanje izvozne mašine. To se postiže sledećim sistemima:

d) Vard Leonardov sistem, koji se sastoji iz četiri električne mašine, i to: kretni motor naizmenične struje, glavni generator jednosmerne struje, radni motor jednosmerne struje kojim se pokreće izvozna mašina i najzad pobudni generator jednosmerne struje. U ovom sistemu postiže se kontinualna promena broja obrtaja u širokim granicama, sa malim gubicima električne energije, ali su investicije velike za nabavku četiri električne mašine.

e) Jonsko-elektronski sistem, sa kojim se za upravljanje pogonom izvozne mašine veće snage koristi živina usmerača, a za manje snage tiratorn. Prednosti upravljanja sa živinom usmeračom i tiratronom izražene su u višem stepenu korisnog dejstva; u širem opsegu promene broja obrtaja i manjim investicijama. Međutim, njihovi nedostaci su u ograničenoj preopterećenosti, u mogućnosti pojave povratnog luka, kao i u pogoršanoj komutaciji. U sistem jonsko-elektronskih aparata za pogon izvoznih mašina spadaju i tiristori, o kojima će biti docnije govora u ovom prikazu.

f) Sistem magnetskih pojačivača, koji su počeli da se efikasno primenjuju poslednjih decenija, tek kad je savladan tehnološki proces izrade njihovog jezgra. Oni se u principu sastoje od prstenastog jezgra izrađenog uglavnom od gvozdeno-niklenih trafo limova, specijalno obrađenih valjanjem na hladno. Kroz jedan namotaj na jezgru protiče mala jednosmerna struja za upravljanje, čijim se regulisanjem menja stepen namagnetisanosti jezgra. Usled toga se u drugom radnom namotaju menja induktivnost i jačina naizmenične struje, koja se posle usmeravanja dovodi u prijemnik, u kome može da se menja jačina struje i napon, odnosno snaga. Prednost magnetskih pojačivača je u tome, što su to robusni aparati, koji nemaju pokretne delove, te ih ne treba održavati. Međutim, njihov stepen pojačavanja je ma-

nji, nego pri upravljanju pogonom jonsko-elektronskim aparatima.

Upoređenje između upravljanja izvoznom mašinom sa Leonardovim i tiristorskim sistemom

Za upoređenje izabrana su ova dva sistema iz razloga što se je Leonardov sistem već u velikoj meri afirmisao, kao jedan od najboljih klasičnih sistema za upravljanje pogonom izvoznih mašina, naročito većih snaga i za veće dubine okana, dok se upravljanje sa tiristorima smatra takođe kao jedan od najboljih savremenih sistema. Osim toga, za upoređenje ova dva sistema postoje podaci dobiveni merenjem i proračunima koji su detaljno izloženi u časopisu Technische Mitteilungen AEG-Telefunken 7 od 1970. Početkom 1969. godine konzorcijum više nemačko-francuskih firmi, pod vođstvom firme AEG-Telefunken, dobio je od francuskog rudnika Potasse d'Alsace S. A. (MDPA) Mulhouse porudžbinu za liferaciju, montažu i stavljanje u pogon jednog kompletnog, potpuno gotovog izvoznog postrojenja u oknu. Pre podele porudžbine između firmi ispitane su sve mogućnosti, da bi se došlo do ekonomski optimalnog i tehnički visoko kvalitetnog rešenja za postavljanje glavne izvozne mašine. Kroz ovo okno treba da se izvozi 1200 t sirovog kalijuma na čas sa dubine od 860 m. Koristan teret dvostrukog skipa bio je ograničen na 30 t, dok brzina, s obzirom na izradu okna, po mogućstvu nije smela da prekorači 18 m/sek.

Posle ispitivanja različitih mogućnosti izvođenja i izvršenog proračuna, uzevši u obzir sve troškove, doneto je sledeće rešenje: Glavna izvozna mašina biće izvedena kao četvoroužadna sa kočionim točkom. Kao pogonski motor služi motor jednosmerne struje od 6000 kW. Za napajanje rotora predviđena su dva tiristorska člana; promena smera obrtanja se postiže pomoću promene polja sa dva protivparalelno uključena tiristorska mosta. Pomoćna izvozna mašina biće izvedena kao toranjska izvozna mašina sa dva užeta, koja se pokreće preko prenosa motorom jednosmerne struje, koji se napaja iz dva antiparalelno vezana tiristorska člana. Njeni najvažniji

pogonski podaci nalaze se u tablici 1. Pri upoređenju između tiristorskog i Leonardovog sistema težilo se da se postojeće razlike posmatraju ne samo kroz argumente, već kroz tačno proračunate tehničke vrednosti i troškove. Da bi se upoređenje postiglo bez zamerki, potrebno je po mogućstvu stvoriti jednake uslove za oba sistema. Iz tablice 2 se vidi koja će se sledeća upoređenja izvršiti. Pre svega, za ocenu ekonomičnosti nekog pogona, pored troškova izgradnje, od presudnog su značaja potrošnja energije i troškovi održavanja, koje treba pažljivo istražiti.

Potrebna snaga i potrošnja električne energije

Promena aktivne i reaktivne snage za vreme jedne vožnje predstavljena je na slici 1 za tiristorski, a na slici 2 za Leonardov sistem.

Pri istoj snazi na vratilu (koja je prikazana isprekidanim crticama) biće snaga uzeta iz mreže različita za oba sistema. Ova razlika je naročito izražena za vreme perioda ubrzavanja A i perioda jednolikog kretanja B.

Ukupan stepen korisnog dejstva električnog postrojenja, uključujući sve pomoćne uređaje, bio je ostvaren za tiristorski pogon sa 86,5%, a za Leonardov pogon sa 79,7%. Ako se pretpostavi da je stepen korisnog dejstva okna 93%, tada je potrošnja energije aktivne snage za tiristor 106kWh, a za Leonardov sistem 115kWh po jednoj vožnji. Pri radu izvozne mašine u dve smene za 220 radnih dana u godini sa tiristorskim sistemom bi ušteda električne energije aktivne snage iznosila $1,1 \text{ GWh} = 1,1 \cdot 10^9 \text{ Wh} = 1,1 \cdot 10^6 \text{ kWh} = 1100000 \text{ kWh}$. Naročito su nepovoljni za Leonardov sistem povišeni gubici praznog hoda za vreme manevre. Dok ukupni gubici praznog hoda iznose za Leonardov sistem 240kW, dotle oni za tiristorski sistem iznose samo 55kW. Sa ovim brojkama postaje jasno da je stepen korisnog dejstva Leonardovog sistema znatno lošiji, nego tiristorskog sistema, zato što su trofazni motor i generator jednosmerne struje Leonardovog sistema uzastopno vezani na jednoj osovini, te je njihov stepen korisnog dejstva $\eta_{m\bar{g}} = \eta_m \cdot \eta_g$, dok tiristorski sistem direktno pretvara električnu energiju iz visokonaponske mreže.

Tablica 1

Pogonski podaci glavne i pomoćne izvozne mašine

| | Glavna izvozna mašina | Pomoćna izvozna mašina |
|------------------------------|--|--|
| Postavljanje | izvozna mašina kod otvora okna | toranjska izvozna mašina |
| Vrsta izvoza | dvostruki skip | koš sa protivtegom |
| Konstan teret | 30t | 0,6t |
| Brzina izvoza | 16,5m/sek | 4m/sek |
| Dužina puta | 878m | 848m |
| Broj vožnji po času | 40 | 75 |
| Količina izvoza po času | 1200t | — |
| Težina skipa, odnosno koša | 25,6t | 800kg |
| Prečnik bubnja | 5,0m | 1,65m |
| Broj užadi | 4 | 2 |
| Broj obrta izvoznog motora | 63 obr./min | 1500 obr./min |
| Broj obrta bubnja | 63 obr./min | 46,2 obr./min |
| Vrsta pogona | direktan | preko prenosa |
| Snaga izvoznog motora | 6000kW | 22,5kW |
| Vrsta izrade izvoznog motora | A ₂ | B ₃ |
| Brzina izvoznih užadi | 12m/sek | 4m/sek |
| Broj osoba u skipu | 40 | 7 |
| Vrsta kočnice | kočioni točak sa kočnim elementima hidraulično upravljanim | ELDRO-kočioni aparat sa elektrohidrauličnim upravljanjem |

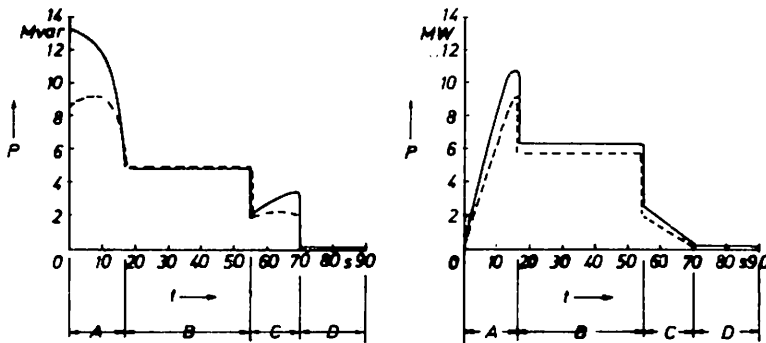
Tablica 2

Upoređenje tiristorskog i Leonardovog sistema

| | Tiristorski sistem | Leonardov sistem |
|---------------------------------------|---|--|
| Princip regulacije | Broj obrtaja se reguliše do-terivanjem napona rotora promenom smera polja | Broj obrtaja se reguliše do-terivanjem napona rotora promenom smera napona na rotoru |
| Promena smera obrtnog momenta | sa dva tiristorska mosta na red | sa dva pretvarača na red |
| Napajanje rotora izvoznog motora | 2 x 4050 kW (samo za tiristore) | 2 x 3240 kW |
| Napajanje polja izvoznog motora | 2 x 485 V | 2 x 500 V |
| Sredstva za smanjenje reaktivne snage | specijalna veza tiristorskih grupa | pogon sa dva sinhrona motora |
| Priključak na visokonaponskoj mreži | preko dva transformatora | preko dva transformatora |
| Rezerve | 1 transformator više tiristora osigurača itd. 1 sastav regulišućeg umetka | 1 transformator 1 pretvarač 1 sastav regulišućeg umetka |

Iz upoređenja reaktivnih snaga prema slikama 1 i 2 vidi se da je Leonardov sistem sa sinhronim motorom nesumnjivo u prednosti. Dok tiristorsko rešenje sa normalnom vezom pokazuje potrebu za reaktivnom snagom iz mreže od 4900 kvar za vreme jedne vožnje, dotle Leonardov sistem, pod istim uslovima, može da oda mreži 2500 kvar. Srednji $\cos \varphi$ za vreme jedne vožnje iznosi u tiristorskom sistemu 0,65 induktivno, a u

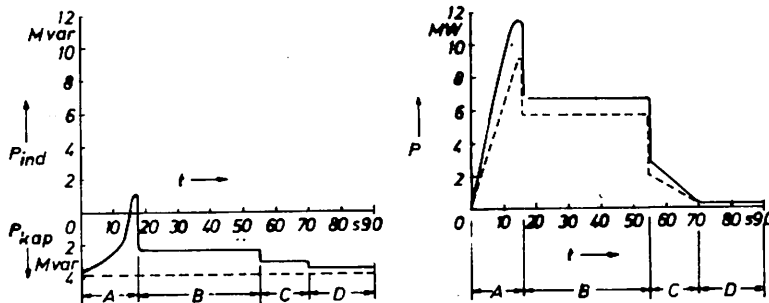
Leonardovom sistemu sa sinhronim motorom 0,88 kapacitivno. Ali sa postavljanjem jedne specijalne veze, koja štedi reaktivnu snagu, može se udar reaktivne struje za vreme dovoženja reducirati na oko polovinu (linija sa isprekidanim crticama), dok će ukupna potreba reaktivne snage biti samo neznatno smanjena. Ako se želi da poboljša srednji $\cos \varphi$ tiristorskog postrojenja, to zahteva dodatna sredstva, kao na



Sl. 1 — Tok aktivne i reaktivne snage izvozne mašine napajane preko tiristora.

A ubrzana vožnja
 B jednolika vožnja
 D pauza (vreme manevra)
 C usporena vožnja
 levo: reaktivna snaga
 — pri normalnoj vezi tiristora
 --- pri specijalnoj vezi tiristora
 desno: aktivna snaga
 — uzeta iz mreže
 --- odata od izvoznog motora

Abb. 1 — Verlauf der Wirk- und Blindleistung der Fördermaschine über Thyristoren gespeist.



Sl. 2 — Tok aktivne i reaktivne snage izvozne mašine napajane preko Leonardovog sistema.

A ubrzana vožnja
 B jednolika vožnja
 C usporena vožnja
 D pauza (vreme manevra)
 levo: reaktivna snaga
 — neregulirana
 --- regulirana
 desno: aktivna snaga
 — uzeta iz mreže
 --- odata od izvoznog motora

Abb. 2 — Verlauf der Wirk- und Blindleistung der Fördermaschinen über Leonard-System gespeist.

primer jedan sinhroni motor, koji popravlja $\cos \varphi$, ili kondenzatorsko postrojenje. Sredstva za snižavanje reaktivne snage povučene iz mreže, zahtevaju većinom povećani finansijski rashod, koji iznosi 5% cene električne opreme. Stoga treba uvek ispitati da li su mere ove vrste potrebne.

Za izvozne mašine sa stupnjevitim poljem može se od toga odustati, jer drugi prijemnici, kao što su pumpe i kompresori, treba da su opremljeni sa sinhronim pogonima. Takođe se može u posmatranom slučaju odreći od specijalne tiristorske veze, jer se zbog direktnog priključka na visokonaponsku mrežu od 63 kV i snage kratkog spoja od 450 MVA na mestu napajanja, moglo da računa samo sa povratnim naponom najviše 3% pri punom udaru reaktivne snage. Ali ovaj povratni napon nije kritičan za industrijske mreže.

Držanje rezervi

Iskustvo iz poslednje decenije je pokazalo da je sporohodni izvozni motor jednosmerne struje izvanredno siguran u pogonu. Na njemu skoro može da se računa da nema smetnji. Stoga, potrebna snaga od 6000 kW nije morala da se deli na dva motora, te su tako izbegnuti povišeni troškovi. Sem toga, za izvozni motor nije bilo potrebno predviđati rezervne delove. Nasuprot tome, znatno je veća verovatnoća, da nastupi smetnja na dve brzohodne pretvaračke grupe, koje napajaju izvozni motor jednosmernom strujom. Zbog toga, pri oceni razlike oba sistema, treba predvideti u Leonardovom sistemu još jednu pretvaračku grupu kao rezervu, kojom se može izvozni motor da napaja jednosmernom strujom. Mašine su priključene za visokonaponsku mrežu preko dva

transformatora, koji visoki napon od 63kV smanjuju na 5 kV; treći transformator predviđen je analogno kao rezerva.

Da bi se omogućilo upoređenje sa pretvaračkim grupama Leonardovog sistema, bio je projektovan tiristorski sistem takođe podeljen u dve jedinice vezane na red, jednakih veličina. Pri tome je bilo predviđeno 216 tiristora u dva trofazna mosta, koji su ugrađeni u četiri ormara sa ukupnim dimenzijama 4800mm x 600mm x 2250mm. Pošto su u tiristorskim ormarima smešteni samo elementi, kao što su tiristori, osigurači i priključne veze, to se može držanje rezervnih delova ograničiti na dovoljan broj ovih elemenata. Niukom slučaju nije potrebno da se nabavlja kao rezerva kompletan pogonski ormar. Uporede li se troškovi za držanje rezervnih delova za oba sistema, pri jednakim unutarnjim potrebnim pogonskim rezervama, tada su za pretvaračku grupu Leonardovog sistema potrebni otprilike pet do šest puta veći izdaci.

Sigurnost i bezbednost u pogonu, održavanje i otklanjanje smetnji

Sigurnost i bezbednost u pogonu nekog postrojenja od presudnog je značaja za onog koji rukovodi pogonom. Neželjeni čašovi zastoja, kao posledica smetnji, koje potiču od nesigurnosti pogona, nepovoljno se izražavaju u pogledu ekonomičnosti i bezbednosti pogona. Sigurnost i bezbednost u pogonu Leonardovog sistema je veća nego ostalih klasičnih sistema. Međutim, iskustvo je pokazalo da je tiristorski sistem u prednosti prema Leonardovom u pogledu sigurnosti i bezbednosti, pošto on nema delove rotirajuće i podložne trošenju kao Leonardov sistem. U Leonardovom sistemu mora se računati na povremene smetnje, pre svega na pokretnim delovima kao što su kolektor, ležišta i namotaji pretvaračke grupe motor-generator.

Tiristorski sistem ne postavlja zahteve za održavanje, sem povremenog čišćenja, dok se, naprotiv, Leonardov sistem mora redovno održavati. Tako se, pored ostalog, mora kontrolisati trošenje četkica, koje treba pravovremeno zamenjivati. Namotaje treba čistiti u redovnim vremenskim intervalima. Istovremeno mora se vršiti ispitivanje izolacije. Konačno treba kontrolisati podmazivanje ležišta i u određenom vremenu obnavljati ulje u njima. U tom pogledu

je takođe tiristorski sistem na polju održavanja ubedljivo u preimućtvu nad Leonardovim sistemom.

Otklanjanje smetnji u tiristorskom sistemu moguće je izvršiti u kraćem vremenu, pošto može da se ošteti samo mali broj pojedinih delova, kojih ima na zalih u skladištu. Razvoj fabrikacije odvojenih tiristorskih umetaka olakšao je njihovu brzu zamenu u postrojenju. Oni se sastoje od tiristora sa rashladnim telom, sa ugrađenim osiguranjem sa mikro-prekidačem za javljanje smetnji i sa priključnim vezama. Izmena je moguća preko dva spojna zavrtnja, koji su lako dostupni sa prednje strane ormara i mehanički učvršćeni u ormaru, a takođe služe za priključak provodnika na anodnoj i katodnoj strani. Pomoću ovih zasebnih umetaka izvanredno je lako moguća lokalizacija i otklanjanje oštećenja.

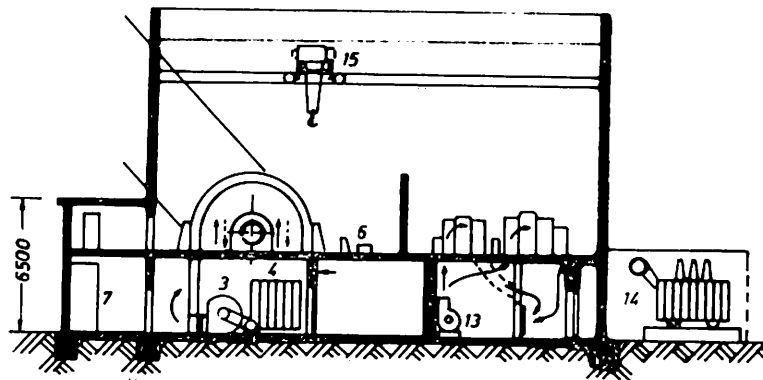
Otklanjanje smetnji na Leonardovom sistemu prouzrokuje najčešće zastoj u pogonu, jer se veća oštećenja mogu otkloniti samo u radionicama proizvođača.

Upoređenjem troškova za pronalaženje i uklanjanje oštećenja tiristorski sistem se pokazao kao bolji od Leonardovog. Međutim, to nije moguće u ovom slučaju iskazati brojnim podacima.

Potreban prostor i temelji

Planiranje potrebnog prostora uslovljeno je i zahtevom da se postavi i jedna rezervna pogonska jedinica, koja se može u svakom trenutku uključiti u pogon. Takođe je i za tiristorski i za Leonardov sistem predviđeno mesto za postavljanje transformatora na slobodnom, otvorenom prostoru. Leonardov sistem zahteva još i mesto za treću rezervnu pretvaračku grupu, koja napaja izvozni motor jednosmernom strujom.

Za oba sistema predstavljena je na slikama 3 i 4 zgrada u horizontalnoj i profilnoj projekciji. Visina prostorija određena je u zavisnosti od kрана, koji s obzirom na montažu izvoznog motora ne sme da prekoraci normalnu visinu. Dužina i širina zgrade zavisi u, prvom redu, od potrebnog prostora za najveće delove, kao što su izvozni motor, pogonski bubnjevi, pretvaračke grupe, ventilator i tiristorski ormari. Pri tome su svi aparati tako poređani, da omogućuju dobru prolaznost pri održavanju i opravkama.



Sl. 3 — Zgrada izvozne mašine za tiristorski sistem.

- 1 izvozni motor
- 2 pogonski bubanj
- 3 ventilator izvozne mašine
- 4 kružni tok hlađenja
- 5 regulator vožnje
- 6 mesto za upravljanje
- 7 5-kV-postrojenje
- 8 transformator za lokalne potrebe
- 9 transformator za pobudno magnetno polje
- 10 razvodno postrojenje niskog napona
- 11 ormari za upravljanje i regulisanje
- 12 ormari za tiristore
- 13 brzoходni prekidač
- 14 transformatori za tiristore (na otvorenom prostoru)
- 15 kran u mašinskoj sali

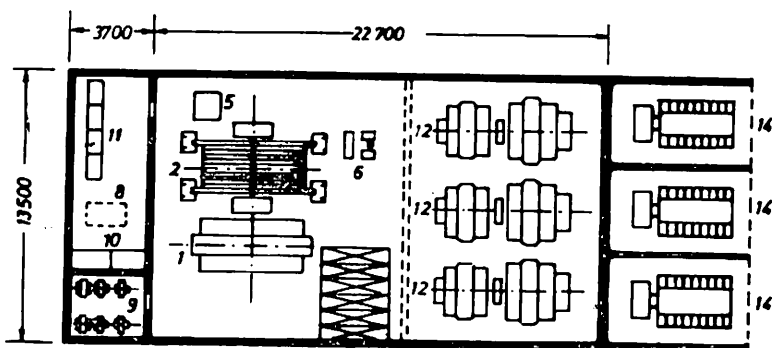
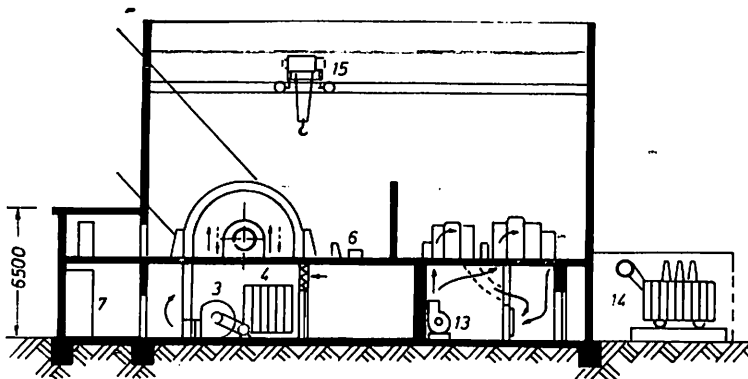


Abb. 3 — Fördermaschinenenge bäude für Thyristorsystem



Sl. 4. Zgrada izvozne mašine za Leonardov sistem.

- 1 izvozni motor
- 2 pogonski bubanj
- 3 ventilator izvozne mašine
- 4 kružni tok hlađenja
- 5 regulator vožnje
- 6 mesto za upravljanje
- 7 postrojenje visokonaponskih prekidača
- 8 transformator za lokalne potrebe (zaštićen uzemljenjem)
- 9 pobudne mašine
- 10 razvodno postrojenje niskog napona
- 11 ormari za upravljanje i regulisanje
- 12 pretvarači
- 13 provetranje pretvarača
- 14 transformatori za pretvarače (na otvorenom prostoru)
- 15 kran u mašinskoj sali

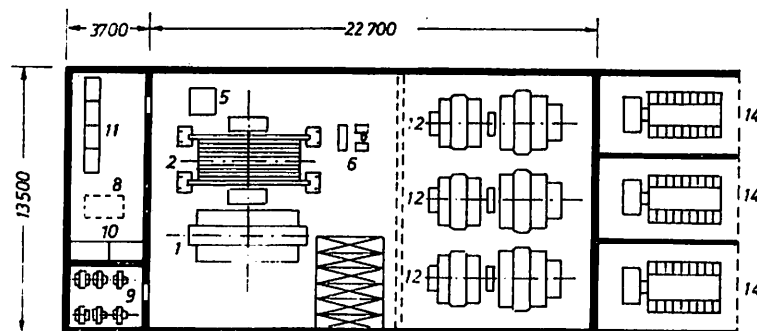
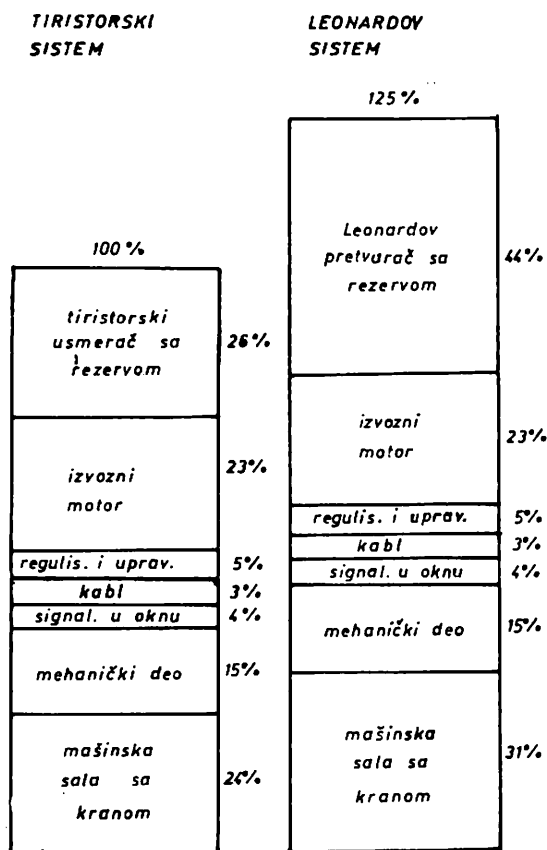


Abb. 4 — Fördermaschinensystem für Leonard-System.



Sl. 5 — Upoređenje troškova između izvozne mašine sa tiristorskim i Leonardovim sistemom upravljanja.

Abb. 5 — Kostenvergleich zwischen den Fördermaschinen mit Thyristor — und Leonard -System-Steuerung.

Upoređenje ukupnog potrebnog prostora daje prednost tiristorskom pogonu. Oziđani prostor za Leonardov sistem iznosi 5000 m³, dok za tiristorski sistem svega 3300 m³. Fundamenti za izvoznú mašinu isti su za oba sistema. Ali dok Leonardov sistem zahteva upotrebu fundamenata za mašine, dotle tiristorski ormari, koji su teški oko 300 kg, mogu da budu direktno pričvršćeni za pod. Ovde se takođe vidi prednost

tiristorskog sistema, koja se izražava u troškovima postavljanja. Dodati izdatak za veću mašinsku zgradu i fundamente za Leonardov sistem iznosi 29% ukupnih troškova gradnje.

Upoređenje troškova

Na slici 5 je prikazano upoređenje investicionih troškova celokupnog postrojenja za tiristorski i Leonardov sistem. Ako se troškovi za tiristorski sistem uzmu za 100%, tada je u posmatranom slučaju Leonardov sistem ukupno skuplji za 25%. Na koje delove celokupnog postrojenja se proteže ovo poskupljenje može se videti iz grafičkog predstavljanja na slici 5. Naročito je uočljiva razlika u troškovima kod uređaja za napajanje izvoznog motora jednosmernom strujom. Leonardova pretvaračka grupa je 69% skuplja, nego odgovarajući tiristorski usmerič. Ovako velika razlika u ceni delimično je nastala zato što je za Leonardov sistem bila uračunata potrebna rezerva. Ali i bez rezerve razlika u ceni ipak bi još uvek iznosila 40%.

Varijanta sa tiristorskim usmeričem, u posmatranom slučaju, nije samo jeftinija u nabavnoj ceni. Ona takođe nudi značajne prednosti u pogledu potrošnje energije s obzirom na bolji stepen korisnog dejstva. Visoka reaktivna snaga, pre svega, pri pokretanju, najčešće je za postojeće jake udružene električne mreže od sporednog značaja. Međutim, za slabe mreže se koristi specijalna tiristorska veza, koja udar reaktivne snage ograničava na oko 60% njegove prvobitne visine. Sa tiristorskim rešenjem znatna je ušteda na fundamentima i zgradi. Najzad, mali zahtev za održavanje i držanje rezervnih delova dopuštaju da se očekuje rad bez smetnji u toku više godina.

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenwärtige Elektronische Steuerung der Fördermaschine mit Hilfe der Thyristoren

Dipl. Ing. M. Jović*)

In dem Artikel wird die Entwicklung der Fördermaschinenantriebe mit Asynchronmotoren behandelt und ein Vergleich zwischen dem klassischen Ward-Leonard-System gegeben, welches sich in grossem Masse für den Fördermaschinenantrieb und des Thyristorsystems bewährt hat, das als eins der besten zeitgemässen elektronischen Systeme betrachtet wird.

Literatura

1. Flöte, H. R., — Hiersemann, W., — Velte, H., 1970: Planungshinweise für eine thyristorgespeiste Fördermaschine. Techn. Mitt. AEG — TELEFUNKEN 60 (1970) 7, S. 417 — 422.
2. Bihl, C., 1955: Electrification du fond des mines, Paris.

*) Dipl. ing. Mihajlo Jović, Beograd.

Postavke za proračun količine vazduha za razređivanje ispusnih gasova pri radu mehanizacije sa dizel motorima u podzemnim rudnicima

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Miodrag Miljković — dipl. ing. Tomislav Vukobratović

Osnovne postavke proračuna količina svežeg vazduha pri korišćenju dizel opreme u jamskim pogonima i zahtevi rudarskih propisa izvesnog broja zemalja koje koriste dizel opremu za podzemno dobijanje mineralnih sirovina

U v o d

Razvoj rudarske teorije i prakse u svetu, odnosno savremeno podzemno rudarenje sve više se temelji na mašinama sa motorima na tečno gorivo. Shodno tome, i u našoj zemlji neki rudnici pri razmatranju svog perspektivnog razvoja, opravdano računaju na uvođenje mašina sa tečnim gorivom u svoje jamske pogone. Međutim, prema našim rudarskim propisima o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima, čl. 401 stav I, zabranjuje se upotreba mašina sa motorima na tečno gorivo, osim lokomotiva na naftu.

Pri radu motora sa unutrašnjim sagorevanjem u zatvorenom prostoru, a naročito u podzemnim uslovima, potrebna su veoma stroga merila kada su u pitanju izduvni gasovi motora. Zbog često nedovoljne razmene vazduha i ograničenog prostora, postoji velika mogućnost oboljenja zaposlenog osoblja koje dolazi u dodir sa izduvnim gasovima motora. Koncentracije pojedinih komponenti, opasnih po život i zdravlje čoveka, zavise od vrste goriva, tipa motora i količine vazduha koja se dovodi za razređenje štetnih komponenti.

Gorivo

Svako tečno gorivo karakteriše:

- elementarni sastav
- toplotna moć
- temperatura samozapaljenja
- temperatura upaljenja
- temperatura stišnjavanja
- sadržaj sumpora
- viskozitet
- sadržaj smole
- tačka zamućenja (početak kristalizacije parafinoznih sastojaka i stvaranje taloga po sagorevanju) i
- sklonost ka samozapaljenju (cetanski broj).

Što se tiče karakteristika goriva koja se mogu upotrebljavati za pogon motora u rudarskim podzemnim radovima, kod zemalja koje su uvele dizel opremu u svoje rudnike, zahtevi su različiti, a na njih utiče i vrsta nafte kojom dotična zemlja raspolaže, ali se kod svih uglavnom zahteva sledeće:

- da je temperatura paljenja goriva u zatvorenom sudu što viša (po Abel-Penskom)

- da je procenat sumpora u gorivu što niži
- da gorivo sadrži što je moguće manje nečistoća i vode i
- da je gorivo konstantnog elementarnog sastava.

Zahtevi za goriva SAD, SSSR, DDR i goriva kojima raspolaže SFRJ izneti su u tablici 1.

Tablica 1

Određene temperature paljenja

| | S F R J | | | | |
|--------------------------------------|---------|---------------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| | SAD | SSSR (GOST 4749-49) | DDR (DIN 51601) | JUS B.N. 2401 | JUS B.N. 2411 |
| Temperatura paljenja po Abel-Penskom | 77,7°C | 50°C | 55°C | 40°C | 65°C |
| % S | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 1,0 |

Upoređujući podatke date za naša goriva D₁ i D₂ sa podacima za goriva iz SAD, SSSR i DDR može se zaključiti da u svim karakterističnim tačkama (cetan, viskozitet, nečistoća, voda i dr.), koje su važne za rad motora i kvalitet izduvnih gasova, postoji velika podudarnost, ali gorivo D₁ ima za 10-15, odnosno 37,7°C nižu tačku paljenja u zatvorenom sudu, a gorivo D₂ za 0,5, odnosno 0,8% (težinskih) više sumpora od ostalih goriva. Ako bi se odlučili za naše gorivo D₁, pri pretakanju i transportu goriva, zbog njegove niže tačke paljenja u zatvorenom sudu, morali bismo primeniti strože propise od propisa koji su na snazi u zemljama koje koriste dizel opremu u svojim rudnicima.

Dizel motori

Postoje motori sa podeljenim i nepodeljenim prostorom za sagorevanje goriva. U motore sa nepodeljenim prostorom za sagorevanje goriva, gorivo se direktno ubrizga-

va, a kod motora sa podeljenim prostorom za sagorevanje, gorivo dolazi u prednju komoru ili vrtložnu komoru, koja je povezana sa prostorom za sagorevanje. Motore sa direktnim ubrizgavanjem karakteriše manje termičko opterećenje, veći pritisak na klip i manja potrošnja goriva. Motori sa vrtložnom komorom imaju veću potrošnju goriva i manji pritisak na klip, ali je i njihova emisija štetnih komponenti u izduvnom gasu manja od motora sa direktnim ubrizgavanjem. Zbog povoljnijeg sastava izduvnih gasova, dizel motori sa vrtložnom komorom prihvatljiviji su za upotrebu u jamskim uslovima.

Izduvni gasovi

Veliki uticaj na koncentraciju štetnih komponentata u izduvnom gasu motora, pored tipa motora i vrste goriva, ima i odnos goriva prema vazduhu u cilindru motora (sl. 1.). Na taj odnos utiče i nadmorska visina, odnosno barometarski pritisak vazduha, ali značajniji je uticaj gasova koji se mogu naći u jamskom vazduhu pre uvođenja mehanizacije sa dizel pogonom, kao i vazduh sa manjim sadržajem kiseonika od normalnog.

U izduvnom gasu dizel motora, osim nesagorelog azota i vode nastale izgaranjem vodonika, koja je potpuno bezopasna, ima i materija koje su otrovne ili izazivaju oboljenja. Komponente izduvnog gasa dizel motora su sledeće:

- ugljen-monoksid
- ugljen-dioksid
- azot-monoksid
- azot-dioksid
- sumpor-dioksid
- aldehidi (akrolein, formaldehid)
- kancerozni aromati (3. 4. benzopiren) i
- čađ

Maksimalno dozvoljene koncentracije gasova u jamskom vazduhu nekih zemalja i SFRJ date su u tablici 2.

Tablica 2

Uporedni pregled u pojedinim zemljama na maksimalno dozvoljene koncentracije otrovnih gasova u jamskom vazduhu

| | CO | CO ₂ | NO | NO ₂ | SO ₂ | Aldehidi |
|------|--------------|-----------------|-----------------------------------|--|-----------------|--|
| SSSR | 0,0024% vol. | 0,5% vol. | kao N ₂ O ₅ | 0,005% vol. kao N ₂ O ₅ | 0,00035 | akrolein 0,00008% vol. formaldelx 0,00037% vol. |
| SAD | 50 ppm | 0,5% vol. | kao NO+NO 25 ppm | 25 ppm | 5 ppm | — |
| DDR | | 0,5% vol. | kao NO ₂ | 5 ppm | 5 ppm | akrolein 0,1 ppm formaldelx 5 ppm |
| SFRJ | 0,005% vol. | 0,5% vol. | kao NO ₂ | 0,0001% vol. | 0,0004% vol. | |

Tablica 3

Količina i sastav izduvnih gasova dizel motora sa vrtložnom komorom

| Sastav gasova | Utovarač ST-5A Ne = 210 K.C. | Kavo 710 No = 130 K.C. |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Ukupna količina gasova | 44,4 m ³ /min | 6,5 m ³ /min |
| Co | 0,034% volum. | 330 ppm |
| CO ₂ | 10,0% volum. | 10% volum. |
| NO _x | 0,1% volum. | 410 ppm |
| SO ₂ | 0,014% volum. | 50 ppm (za 0,1% S u gorivu) |
| Aldehidi | 0,0025% | — |
| Akrolein | — | 0,2 ppm |
| Formaldehid | — | 2,0 ppm |
| Benzopiren | — | 0,07 micro g/m ³ |

Količina i sastav izduvnih gasova dizel motora sa vrtložnom komorom tipa F8L 714 pri 2.300 o/min i F6L 714 pri 2000 o/min.

— prema podacima nekih proizvođača dizel motora prikazani su u tablici 3.

Zgušnjivost ugljen-dioksida i toksičnost ugljen-monoksida, sumpordioksida, azot-monoksida i azot-dioksida dobro su poznate osobine ovih gasova, pa one posebno neće biti obrađene, a o ostalim komponentama izduvnog gasa može se reći sledeće:

— Aldehidi su produkt nepotpune oksidacije goriva u cilindru motora, a nastaju u većoj meri kod motora sa direktnim ubrizgavanjem goriva. Kod motora sa vrtložnom komorom koncentracija aldehida kreće se oko 25 ppm. Aldehidi deluju nadražujuće na sluzokožu nosa i očiju, a najopasniji nadražujući i otrovan je akrolein gas. Našim rudarskim propisima pitanje sadržaja alde-

hida u jamskom vazduhu nije regulisano. U DDR-u dozvoljena koncentracija akroleina u jamskom vazduhu je 0,1 ppm, a formaldehida koji je manje otrovan, je 5 ppm, ali je komponenta aldehida u izduvnom gasu motora više zastupana.

— 3,4 Benzopiren je ugljovodnik koji teško isparava, a navodno izaziva oboljenje raka. Utvrđeno je da u izduvnom gasu dizel motora ovaj gas nije u koncentraciji opasnoj po zdravlje (1). Benzopiren nastaje kod dizel motora koji pri radu daju mnogo čađi (nepravilan odnos vazduha prema gorivu u cilindru motora), a u tom slučaju povećava se koncentracija ugljen monoksida pa se takav motor mora isključiti iz upotrebe.

— Po našim propisima za čađ u podzemnim pagonima, nastalu radom dizel motora ne postoje ograničenja a u nekim zemljama vrše se merenja i izražavaju po Bošu brojevima od 0 do 10 (u DDR-u), a u SAD brojevima od 0 do 100.

Osim propisa o dozvoljenoj koncentraciji komponenti izduvnog gasa u emisiji u nekim zemljama su propisane i granice emisije, koje važe za motorni pogon. U uličnom saobraćaju se danas kod dizel motora ograničava samo emisija čađi, ali se još radi na izradi zajedničkih evropskih normi (3).

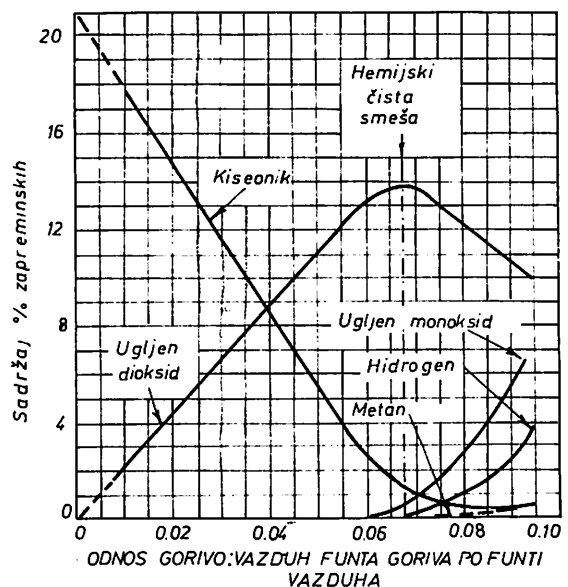
U DDR jedini uslov za fabrički nove motore je da sadržaj CO ne prelazi 0,05%, u pogonu je dozvoljeno maksimalno 0,12%. Poznati su propisi Bureau of Mines USA, Schedule 24, koji propisuju maksimalnu emisiju vrednost od 0,25% CO, dakle, dva puta više od nemačkih propisa kod motora koji radi i pet puta više od novog motora.

U SSSR prema preporuci instituta AN KAZ SSR i VNII Cvetmet (2) dozvoljeni su motori za eksploataciju u podzemnim uslovima, koji ne proizvode štetne gasove (do filtra prečistača, katalizatora) preračunate na CO u količini većoj od 24 g/čas po 1 KS nominalne snage, a količina čvrstih materija u izduvnom gasu motora ne sme preći 40 mg/m³ gasa. Na dizel mašinama moraju biti ugrađeni katalizatori, prečistači štetnih gasova.

Propisi Švajcarskog zavoda za osiguranje od nesreća, »SUVA«, se uopšte ne odnose na CO koji se neizostavno pojavljuje kod dizel motora u podzemnom pogonu, već samo posmatraju materije koje nadražuju sluzokožu. Oni zahtevaju provetravanje takvog intenziteta, da suma emisionih vrednosti izražena u ppm i podeljena MDK bude manja od 1

$$\frac{\text{NO}}{25} + \frac{\text{NO}_2}{5} + \frac{\text{formaldehid}}{5} + \frac{\text{viši aldehid}}{2} + \frac{\text{akrolein}}{0,1} + \frac{\text{SO}_2}{5} < 1$$

Ova formula važi za motore sa uređajem za prečišćavanje izduvnog gasa. Ako bi se primenila na emisije motora bez uređaja za prečišćavanje izduvnog gasa, dobili bismo ukupnu vrednost znatno veću od 1. Ova



vrednost predstavlja onda koeficijent neophodnog razrađenja izduvnog gasa, sa kojim treba pomnožiti količinu izduvnog gasa, da bi se ispunili propisi »SUVA«. Količina vaz-

Tablica 4

Dozvoljene koncentracije štetnih gasova motora u podzemnim uslovima

| Gasova i pare | Dozvoljena koncentracija | | | |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------|
| | zapreminski % | mg/m ³ | Preračunato na uslovljeni CO% | Koeficijent |
| Ugljen-dioksid CO ₂ | 0,5 | 9.890 | — | — |
| Ugljen-monoksid CO | 0,0024 | 30 | 24/24 | 1 |
| Azotni oksid preračunat na N ₂ O ₅ | 0,0001 | 5 | 0,0024/0,0001 | 24 |
| Sumpor-dioksid SO ₂ | 0,00035 | 10 | 0,0024/0,00035 | 7 |
| Akrolein | 0,00008 | 2 | 0,0024/0,00008 | 30 |
| Formaldehid | 0,00037 | 5 | 0,0024/0,00037 | 6,5 |

duha za razrađenje izduvnog gasa, dobijena po ovoj formuli, obezbeđuje da su koncentracije pojedinih komponenata daleko ispod MDK.

Potrebna količina svežeg vazduha za statičko razblaženje izduvnih gasova

Način izračunavanja u SAD (1)

Količina vazduha potrebna za razređivanje pojedinih komponenata dizel izduvnog gasa do dozvoljene koncentracije određuje se samo za jednu komponentu i to po formuli:

$$Q = V \cdot \frac{C_i}{C_o}$$

gde je:

- Q — (m³/min) — potrebna količina svežeg vazduha
- V — (m³/min) — zapremina izduvnog gasa koju motor daje
- C_i — (u %) — koncentracija sastavnih komponenata
- C_o — (u %) — maksimalno dozvoljena koncentracija sastavnih komponenata

Vrednosti za V i C_i se dobijaju na bazi ispitivanja izduvnog gasa motora, pri maksimalnom broju obrtaja radilice motora i maksimalnoj potrošnji goriva.

Maksimalno dobijenu količinu vazduha po ovoj formuli za određenu komponentu izduvnog gasa treba pomnožiti sa dva, da bi se odredio siguran intenzitet ventilacije radilišta gde radi dizel oprema.

Uzmimo na primer proračun potrebne količine vazduha za statičko razblaženje izduvnog gasa motora F 6L 714 snage 130 KS.

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Količina izduvnog gasa | 6,5 m ³ /min |
| Sadržaj ugljen-dioksida | 10 ppm |
| Sadržaj ugljen-monoksida | 330 ppm |
| Nitroznih gasova | 410 ppm |
| Sumpor-dioksida | 50 ppm |
| | (za 0,1% S u gorivu) |

$$Q_{CO_2} = 6,5 \cdot \frac{10}{0,5} = 130 \text{ m}^3/\text{min} \times 2 = 260 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{CO} = 6,5 \cdot \frac{0,0330}{0,005} = 43 \text{ m}^3/\text{min} \times 2 = 86 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{NO_x} = 6,5 \cdot \frac{0,00410}{0,025} = 107 \text{ m}^3/\text{min} \times 2 = 214 \text{ m}^3/\text{min}$$

Najviše vazduha je potrebno za razređivanje ugljen-dioksida, pa je za osnovno provetravanje potrebno proračunati količinu vazduha na osnovu koncentracije ugljen-dioksida, a sa tom će količinom biti razređene i ostale komponente.

Način proračuna količine vazduha u SSSR-u

Količina vazduha potrebna za statičko razblaženje izduvnih gasova do MDK određuje se po formuli:

$$Q_v = q \left(\frac{C_1}{C_{q_1}} + \frac{C_2}{C_{q_2}} + \dots + \frac{C_m}{C_{q_m}} \right) \text{ m}^3/\text{min}$$

gde je:

- q — količina vazduha koju daje dizel motor m³/min
- C₁, C₂, C_m — sadržina odgovarajućih štetnih komponenata u izduvnom gasu %
- C_{q₁}, C_{q_m} — dozvoljena koncentracija odgovarajućih štetnih komponenata u radnoj atmosferi (%)
- Q_v — potrebna količina vazduha za provetravanje radilišta

Na osnovu ove formule i sastava izduvnih gasova kod motora F 6L 714, snage 130 KS u tablici (3) imamo

$$Q_v = 6,5 \left(\frac{CO_2}{0,5} + \frac{CO}{0,0024} + \frac{N_2O_4}{0,0001} + \frac{SO_2}{0,00035} + \frac{\text{akrelejn}}{0,00008} + \frac{\text{formaldehid}}{0,00037} \right)$$

$$Q_v = 6,5 \left(\frac{10}{0,5} + \frac{0,033}{0,0024} + \frac{0,41}{0,0001} + \frac{0,0100}{0,00035} + \frac{0,00002}{0,00008} + \frac{0,0002}{0,00037} \right)$$

$$Q_v = 3.060 \text{ m}^3/\text{min} \text{ ili } 23 \text{ m}^3/\text{min KS}$$

U ovoj formuli najveća količina vazduha je potrebna za razblaženje azotnih oksida. Ona je daleko stroža od »SUVA« formule,

ali se u praksi odstupa od ove količine i izduvni gasovi razređuju manje od 100 puta, odnosno dovodi se 5 m³/KS min (2).

Proračun količine vazduha na osnovu važećih jugoslovenskih propisa

S obzirom da se toksično dejstvo pojedinih komponenti na organizam radnika povećava u prisustvu drugih, potrebno je primeniti način proračuna količine vazduha za rudnike po formuli po kojoj se proračun vrši u SSSR primenjujući naše propise.

Prema tome imali bismo:

$$Q_v = q \left(\frac{C_1}{C_{q_1}} + \frac{C_2}{C_{q_2}} + \dots + \frac{C_m}{C_{q_m}} \right) \text{ m}^3/\text{min}$$

Primenjena formula sa našim propisima:

$$Q_v = q \left(\frac{\text{CO}_2}{0,5} + \frac{\text{CO}}{0,005} + \frac{\text{NO}_2}{0,0005} + \frac{\text{SO}_2}{0,0004} \right)$$

$$Q_v = 6,5 \left(\frac{10}{0,5} + \frac{0,033}{0,005} + \frac{0,041}{0,0005} + \frac{0,0100}{0,0004} \right)$$

$$Q_v = 865 \text{ m}^3/\text{min} \text{ ili } 6,6 \text{ m}^3/\text{min KS}$$

Što je gorivo čistije (u sadržaju sumpora), moguće je dovoditi manju količinu vazduha za razređenje štetnih gasova, jer je za razređenje ove štetne komponente potrebno dovoditi mnogo vazduha, pa je potrebno propisati maksimalni sadržaj sumpora u gorivu koje će se primenjivati u podzemnom radu. Na primer, za gorivo bez sadržaja sumpora imamo

$$Q_v = 6,5 \left(\frac{10}{0,5} + \frac{0,033}{0,005} + \frac{0,041}{0,0005} \right)$$

$$Q_v = 700 \text{ m}^3/\text{min} \text{ ili } 5,4 \text{ m}^3/\text{min KS}$$

U tablici 5 je prikazan uporedni proračun količine vazduha za statičko razblaženje izduvnog gasa motora F 6L 714 snage 130 KS.

Tablica 5^a

Uporedni pregled izračunatih potrebnih količina vazduha za statičko razblaženje štetnih izduvnih gasova motora F 6L 714 snage 130 KS

| Količina i komponente izduvnog gasa | Proračun količ. vazduha u SAD | | | Proračun količ. vazduha u SSSR | | | Predlog proračuna količ. vazduha u SFRJ | | |
|---|-------------------------------|--------------|--|--------------------------------|----------------|--------------|---|-------------|-------------------------|
| | Količina | Dop. koncen. | Razblaženje Kon. vaz. m ³ /min. | Dop. koncen. | Koefic. razbl. | Kol. vazduha | Dop. koncen. | Razblaženje | Količina vazduha |
| Ugljen-dioksid CO ₂ | 10,0% | 0,5 | 20 120 | 0,5 | 20,0 | — | 0,5 | 20 | — |
| Ugljen monoksid CO | 0,0033% | 0,005 | 6,6 43 | 0,0024 | 13,8 | — | 0,005 | 6,6 | — |
| Azotni oksidi NO _x | 0,041% | 0,0025 | 16,4 107 | 0,0001 | 410,0 | — | 0,0005 | 82 | — |
| Sumpor-dioksid za 0,2 %S | 0,0100% | 0,0005 | 20 130 | 0,00035 | 28,5 | — | 0,0004 | 25 | — |
| Akrolein | 0,00002% | — | — | 0,00008 | 0,25 | — | — | — | — |
| Formaldehid | 0,0002% | — | — | 0,00037 | 0,54 | — | — | — | — |
| Potrebna količina vazduha za razređenje 6,5 m ³ /min | 6,5 | 130 × 2 | 260 | 6,5 | 473,09 | 3060 | | 133,6 | 865 m ³ /min |
| Količina vazduha po 1 KS motora | | | 2 | | | 5 | | | 6,6 |

Koeficijent razblaženja i potrebna količina vazduha za statičko razblaženje izduvnog gasa motora F 6L 714 snage 130 KS izračunata po propisima SAD, SSSR, SFRJ.

Propisi u vezi količine vazduha za provetravanje radilišta na kojima radi dizel oprema

Pored ograničenja za goriva i konstruktivnih karakteristika motora u zemljama gde je oprema u masovnoj primeni u podzemnim uslovima, propisima je određena i količina vazduha koju treba dovoditi na radilište za razređenje izduvnog gasa u zavisnosti od snage motora. Ova količina vazduha je određena na bazi proračuna za motore sa vrt-

ložnom komorom i sa direktnim ubrizgavanjem goriva. njeno razređenje je potrebna najveća količina vazduha.

Slična je stvar i sa uređajima za ispiranje izduvnog gasa u kojima se gas provodi kroz tečnost za ispiranje, jer je dejstvo ispiraća na toksične komponente malo. Ako bi se dodale odgovarajuće hemikalije, pojavila bi se dodatna opasnost jer bi ispravale zajedno sa izduvnim gasom u atmosferu za disanje. Za ispiranje izduvnih gasova se u-

Tablica 6

| Vrsta motora | SAD | Kanada | DDR | SSSR |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------|
| 1. Motori sa vrtložnom komorom | 2,1 m ³ /minKS | 5,1 m ³ /minKS | 2,5 m ³ /KSmin. | — |
| 2. Motori sa direktnim ubrizgavanjem | 4,4 m ³ /minKS | 8,15 m ³ /minKS | — | — |

I u našim propisima, ako se želi da omogućiti uvođenje dizel opreme u podzemnoj eksploataciji, treba postaviti ograničenja i u pogledu kvaliteta goriva, konstruktivnih karakteristika motora, vrste motora, uređaja za ispiranje gasova i ostalih zaštitnih mera, koje se odnose na eksploataciju mašina. Količina vazduha za statičko razblaženje gasova može se određivati na bazi postojećih propisa za lokomotive na naftu, kojima je određeno dovođenje 3 m³/min. KS, čl. 214 stav 2. Ova količina predstavlja 50% količine vazduha dobijene proračunom, ali kad se uzme u obzir da motor mašine neće raditi sa maksimalnim brojem obrtaja i punom snagom, već sa 50—60%, onda je i razumljiva usvojena količina vazduha.

Uređaji za prečišćavanje izduvnog gasa

Ugrađivanje uređaja za prečišćavanje izduvnog gasa i uređaja za naknadno sagorevanje je samo prividno rešenje jer dejstva nisu sasvim pouzdana, a nedostaci postoje.

Katalitički uređaji za naknadno sagorevanje ugljen-monoksida i ugljen-dioksida za uspešno sagorevanje zahtevaju temperaturu od 300°. Ova se temperatura u normalnim uslovima ne postiže, jer motori mašina najčešće rade sa delimičnim opterećenjem.

Uređaji za naknadno katalitičko sagorevanje ne smanjuju sadržaj NO₂, pa se i na taj način ne smanjuje opasnost od dejstva ove komponente, a ona je najopasnija i za

glavnom primenjuje samo voda, ali je potrošnja vode za ispiranje 2,5 puta veća od potrošnje goriva (3).

Izborom pogodnog motora i obezbeđenjem dovoljne količine vazduha za provetravanje, može se izbeći primena vrlo skupih katalizatora i prečišćavača vazduha kod primene dizel opreme u podzemnim uslovima uz zadržavanje uređaja za ispiranje.

Zaključak

I našim propisima o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima treba dopustiti primenu motora na dizel gorivo na radilištima u jamama kod kojih supstańca koja se otkopava nije zapaljiva, sa ograničenjima koja bi se odnosila na: vrstu motora, sastav i količinu toksičnih komponentata izduvnih gasova, način čišćenja gasova, količinu vazduha koja je potrebna za provetravanje radilišta, kontrolu sastava vazduha izlazne vazdušne struje i atestiranje mašina u radnim uslovima gde one rade.

Posebnim uputstvima za sigurnu primenu bi se regulisalo korišćenje, održavanje i zamena dizel opreme, snabdevanje gorivom i protivpožarna zaštita na mašinama u skladištima goriva i maziva i radilištima na kojima rade dizel oprema. Inače, ostali zahtevi postojećih propisa ne smetaju dopunu koja bi se mogla odnositi na primenu dizel motora u jamskim uslovima.

ZUSAMMENFASSUNG

Grundlagen für die Berechnung der Luftmengen für die Verdünnung von Auspuffgasen beim Dieselmotorbetrieb in den Untertagebetrieben

Dipl. Ing. M. Miljković — Dipl. Ing. T. Vukobratović*)

Mit der Entwicklung der Theorie und der Bergbaupraxis werden immer mehr in den Grubenbetrieb Dieselmotoren eingeführt, mit welchen eine grössere Leistungsfähigkeit und grössere Förderung erreicht wird. Durch Jugoslawische Vorschriften ist der Einsatz von Maschinen mit flüssigem Brennstoff Untertage verboten. Der Autor weist auf die Schädlichkeit von Akrolein und Aldehyd in den Auspuffgasen von Dieselmotoren und insbesondere bei Motoren mit ungeteilter Verbrennungskammer und Motoren mit Wirbelkammer hin und im Zusammenhang damit wird die Notwendigkeit der Aufstellung strenger Kriterien unterstrichen. Unter Beachtung von Charakteristiken der Flüssigbrennstoffe und auf die Qualität der Brennstoffe, die für den Motorbetrieb mit Flüssigbrennstoff in ausländischen Gruben bewilligt sind, führt der Autor zum Schluss ein konkretes Beispiel wie Luftmengen zur Verdünnung von schädlichen Auspuffgasen durch Bewetterung berechnet werden.

Literatura

1. Holtz, I. C.: Safety with Mobile Diesel-Poverd e quipment Undergrund RI bureau of mines report of investigations 5616
2. Šerelec, S. F. Žalin, N. I. 1967: Provetrivanije rudnikov pri ispolzovanij divi-gatelej Vnutrenevo sgorania. Gornij žurnal br. 4.
3. Gaston Reyl, G.: Deutz-Dieselmotoren im Untertagebetrieb
4. Prospekti proizvođača: — GHH gutehofnungshutte skoptrams G -ST-5A — Atlas kopco dizel motor for Cavo 710

*) Dipl. ing. Miodrag Miljković, predavač RGMF — Bor.

Dipl. ing. Tomislav Vukobratović, samostalni stručni projektant — Institut za bakar Bor.

Kongresi i svetovanja

Posvetovanje o varstvu pri delu v rudarstvu SR Slovenije

Redno letno posvetovanje je bilo v Velenju v dneh 28. in 29. junija 1972. Posvetovanje je kot vsako leto organiziral Republiški rudarski inšpektorat, letos ob tehnični pomoči Rudnika lignita Velenje.

Namen posvetovanja je bil da se:

- na podlagi zbranih statističnih podatkov od rudarskih organizacij SR Slovenije o telesnih poškodbah in poklicnih obolenjih po enotnih obrazcih, smrtnih in skupinskih nesrečah ter nevarnih pojavih, ki so se pripetili v letu 1971, v primerjavi z letom 1970, da analiza splošnega stanja varstva pri delu v rudarstvu SR Slovenije in prikažejo pomanjkljivosti v izvajanju tega varstva;
- s poročili, ki so jih dali predstavniki posameznih rudarskih organizacij v pogledu izvajanja varstva in s tem zvezani problematiki, medsebojno izmenjajo dosežene izkušnje in rešitve;
- zavzame stališče do vskladitve določil temeljnega zakona o rudarstvu (TZR) z ustavnimi amandmaji in do izdaje posebnega zveznega zakona o rudarstvu;
- prikaže potreba po spremembi in dopolnitvi nekaterih določb dosedanjega TZR in na njegovi podlagi izdanih predpisov, ker so pomanjkljive in zastarele, pa tudi drugih zakonskih predpisov.

Posvetovanja se je udeležilo 49 predstavnikov 19 rudarskih organizacij, med njimi vođe služb za varstvo pri delu, direktorji in tehnični vođe ter predstavniki samoupravnih organov.

Kot gosti posvetovanja so bili zastopnika Republiškega rudarskega inšpektorata SRH, glavni urednik strokovne revije »Sigurnost u rudnicima«, zastopnik montanističnega oddelka tehn. fakultete univerze v Ljubljani, zastopnik Republ. odbora sindikata delavcev industrije in rudarstva SR Slovenije, zastopnik Rudarskega inštituta Ljubljana in zastopnik Skupnosti pokojninskega in invalidskega zavarovanja SRS.

Na odlagi predloženega referata s strani Rudarskega inšpektorata SR Slovenije in poročil posameznih rudarskih organizacij ter v zvezi s potrebo po novi rudarski zakonodaji se je razvila obširna razprava, ki so se je udeležili skoraj vsi navzoči na posvetovanju. Po končani razpravi je posebej imenovana komisija za sklepe posvetovanja le-te predložila navzočim, ki so jih soglasno sprejeli. Obenem je bilo sklenjeno, da se sprejeti sklepi dostavijo vsem rudarskim organizacijam v SR Sloveniji in ustanovam, katerih zastopniki so se udeležili posvetovanja, ter republiškem in zveznemu sekretariatu za gospodarstvo.

Ti sklepi se glasijo:

- 1 — Ustavni zakon za izvajanje ustavnih amandmajev XX do XLI (Ur. l. SFRJ, št. 29/71) predvideva do 31. 12. 1972. vskladitev določene zvezne zakonodaje (npr. temeljni zakon o varstvu pri delu, zakon o tehničnih ukrepih), v katero se je doslej štel tudi temeljni zakon o rudarstvu (dalje TZR). Udeleženci posvetovanja so k temu vprašanju zavzeli enotno stališče in sicer, da je z ozirom na specifičnost rudarskega dela nujno, da se ukrepi za varstvo pri delu v rudarstvu s tehničnimi ukrepi vred zajamejo v posebnem zveznem zakonu. Pri rudarskih delih so namreč ukrepi za varstvo pri delu s tehničnimi ukrepi tako tesno povezani in se medsebojno prekrivajo, da jih v večini primerov ni mogoče ločeno obravnavati.
- 2 — Ugotavlja se, da ni ustreznega zveznega upravnega organa ali institucije, ki bi sprejemala in strokovno ter ažurno obdelovala predloge sprememb in dopolnitev obstoječih predpisov z ozirom na napredek v rudarski in drugi spremljajoči tehnologiji in ki bi izdajala avtentična tolmačenja zakonov in predpisov.

Zaradi določenih razlik v stanju in razvoju rudarstva v posameznih republikah naj bi nova zvezna zakonodaja v rudarstvu dovoljevala določene pristojnosti republiškem rudarskemu organu (kar naj bi se zajelo potem v republiškem zakonu o rudarstvu).

- 3 — a) V bodoči rudarski zakonodaji je treba točno določiti po kakšnem rudarskem projektu se smejo izvajati rudarska raziskovalna dela, zlasti v primerih, ko imajo taka raziskovalna dela tudi značaj odpiralnih rudarskih del.
- b) Vsebinsko 61. člena sedanja TZR je treba dopolniti v bodočem zakonu zlasti z ozirom na graditev površinskih objektov, v katerih so vgrajene rudarske naprave (v izogib različnemu obravnavanju po TZR oziroma po temeljnem zakonu o graditvi investicijskih objektov).
- c) V bodočem zakonu o rudarstvu bi bilo umestno ublažiti določbe sedanjega TZR o organiziranju posebne službe za varstvo pri delu za manjša rudarska podjetja in delovne organizacije, ki imajo v svojem sestavu manjše rudarske obrate.
- d) Obveznost dopolnjevanja rudarskih načrtov (kart) po 84. členu sedanjega TZR naj bi se v bodočem zakonu določila za površinske kope s počasnim napredovanjem, na eno leto namesto mesečno.
- e) V bodočem zakonu o rudarstvu bi bilo treba določeneje urediti vprašanje obravnavanja pomožnih obratov v smislu

- določbe 2. odstavka 15. člena sedanjega TZR, ki so v organizacijskem sestavu rudarskega podjetja, ker so možne kolizije med organom rud. inšpekcije in drugimi inšpekcijskimi organi pri nadzorstvu.
- 4 — Bodoča zakonodaja v rudarstvu (zakoni in predpisi) mora biti vsklajena z drugo zakonodajo tudi v naslednjem:
- a) Določbe sedanjega TZR in tudi pravilnika o strokovni usposobljenosti oseb na vodilnih delovnih mestih v rudarstvu iz leta 1963. glede posebnih služb za varstvo pri delu v rudarskih podjetjih in delavcev, ki so zaposleni v teh službah, se bistveno glede tega razlikujejo od zahtev republiških predpisov, ki so izdani na podlagi določb temeljnega zakona o varstvu pri delu. To povzroča mnoge težave in nejasnosti pri izvajanju zakonskih predpisov. Zato bi bilo potrebno navedeno čim prej medsebojno vskladiti.
 - b) Določbo 95. člena sedanjega TZR je treba ublažiti vsaj za manjše rudarske organizacije in obrate v krajih, kjer že obstajajo gasilske čete tako, kakor npr. to določa zadnji odstavek 35. člena Zakona o varstvu pred požarom in o gasilstvu SRS (Ur. list SRS, št. 46/70).
 - c) Spremeniti bi bilo treba določbe 41. člena temeljnega zakona o pokojninskem zavarovanju in določbe zakona o delovnih mestih glede beneficirane delovne dobe za pokojninsko zavarovanje nekaterih kategorij delavcev, ki opravljajo delo v rudarstvu, zlasti pa vskladiti enaka in podobna dela v rudarstvu z beneficiranimi delovnimi mesti v drugih panogah.
 - d) Od primanjkovanju kvalificirane delovne sile za pomožne službe (elektro služba, služba vzdrževanja strojnih naprav in pd.) predvsem v manjših rudarskih organizacijah in obratih bi bilo treba določbe obstoječih predpisov, izdanih na podlagi sedanjega TZR, vskladiti z določbami sedanjega temeljnega zakona o delovnih razmerjih, ki dopuščajo istočasno zaposlitev do polnega delovnega časa v več delovnih organizacijah.
- 5 — Pravilnik o strokovni usposobljenosti oseb na vodilnih delovnih mestih v rudarstvu (Ur. l. SFRJ, št. 25/63) je zastarel in nevsklajen z današnjim stanjem in razvojem v rudarstvu in gospodarstvu sploh. Najavljeni predpisi v 2. odstavku 113. člena TZR naj bi uopštevali še naslednje:
- da bi za manjša rudarska podjetja bila dopustna odstopanja glede organizacije in kvalifikacijskega sestava služb za varstvo pri delu, kar naj bi se prepuščilo presoji organu rudarske inšpekcije;
 - da bi v prehodnih določbah mogel organ rudarske inšpekcije dovoliti še nadalje opravljati službo za varstvo pri delu osebju, ki ima do sedaj že določeno prakso, čeprav ne izpolnjuje vseh zahtevanih pogojev;
 - da je treba predpisati pred kakšno komisijo se opravljajo strokovni izpiti, kdo jo formira in po kakšnem programu se posamezni izpiti opravljajo.
- 6 — Predpisi naj bi se tekoče dopolnjevali z uvajanjem sodobne tehnologije v rudnikih. Spremembe in dopolnitve predpisov pa naj bi ne povlekle za seboj izdaj v celoti novih predpisov s spremenjeno ali dopolnjeno vsebino, temveč naj bi se predpisi dopolnjevali v obliki aneksov k obstoječim predpisom. K zakonom naj bi se izdajala tudi avtentična tolmačenja, po potrebi pa tudi k posameznim predpisom.
- 7 — Pripombe, ki so se dajale k obstoječim predpisom, izdanim na podlagi določb sedanjega TZR in drugih zakonov ter sprejeti toda neizvršeni sklepi v zvezi z njimi na posvetovanju o varstvu pri delu v rudarstvu SRS leta 1970 v Mežici in 1971 v Novem mestu ostanejo še v nadalje v veljavi.
- 8 — Čimprej je treba v rudarskih organizacijah pristopiti in izvesti analizo delovnih mest v pogledu varstva pri delu v smislu določila 14. člena pravilnika o načinu in postopku za opravljanje preventivnih zdravstvenih pregledov delavcev (Ur. l. SRS št. 33/71).
- 9 — V pogledu delovnih priprav in naprav ter sredstev in opreme za osebno varstvo se ugotavlja, da ta prihajajo na tržišče brez ustreznih ocen oziroma atestov v smislu določb sedanjega zakona o varstvu pri delu in njega spremljajočih predpisov. Tržna inšpekcija bi morala v tem pogledu posvetiti večjo pozornost ustreznosti (ropot, vibracije in pd.) in kvaliteti teh proizvodov, njihovo proizvodnjo in kvaliteto kontinuirno spremljati ter neustrezne in zdravju škodljive tekoče izločati iz prodaje. Proizvajalci sredstev za delo pa bi se morali prisiliti, da ta sredstva kot prototipe že pred pričetkom redne proizvodnje dajo v pregled in oceno pooblaščenemu strokovnemu zavodu. Prav tako se ugotavlja, da je izdajanje atestov in strokovnih ocen za sredstva za delo ter za sredstva in opremo za osebno varstvo po pooblaščenih zavodih vezano na

dohodek le-teh, kar v določeni meri zagotovo vpliva na kvaliteto opravljenega dela v tej zvezi. Isto velja tudi za projektiranje in revizijo rudarskih projektov. Uместno bi bilo, da se preko odgovornih organov doseže ustrežnejša rešitev tega vprašanja, po potrebi tudi z arbitrom, ki ni vezan na dohodek od opravljenega dela.

- 10 — Ugotavlja se, da se skuša disciplino pri izvajanju ukrepov za varstvo pri delu v glavnem dosegati z izrekanjem najrazličnejših kazni, manj pa z vzgledom in pridobljeno avtoriteto na podlagi medsebojnega spoštovanja. Vzgoji vodilnih kadrov od skupinovođe navzgor je nujno pristopiti na sodoben način in jih pridobiti za tesno sožitje s svojimi sodelavci, kar bo vsekakor vspodbudno vplivalo, preko dobrih medsebojnih odnosov, na uspešnost poslovanja in varstva pri delu.
- 11 — Suhoparnost dosedanjih analiz zdravstvenega stanja in poškodb pri delu v gospodarskih organizacijah naj bi se iz vzgojnih namenov in pravilnejše presoje s strani ostalih članov kolektiva popestrila tudi s podatki o škodi, ki nastaja zaradi izostankov z dela, ter s stroški, ki jih kolektiv ima v zvezi z varstvom pri delu. Knjigovodske službe podjetij bi morale biti dolžne zbirati zadevne podatke in jih pripraviti za ustrezne analize.
- 12 — Iz obravnave obolenj hrbtenice pri delavcih v rudarstvu po kateri naj bi se zadevna obolenja uvrstila v poklicna obolenja naj pristopita Zasavski premogovniki Trbovlje in Rudnik lignita Velenje k študijski obravnavi problema, na podlagi katere se bo skušala doseči ustrezna uvrstitev hrbteničnih obolenj v poklicne bolezni v rudarstvu.
- 13 — Vdori vode in mulja v jamske prostore rudnikov (Velenje, Hrastnik, Kočevje) se v letu 1971 imeli hude posledice, saj so terjali 10 smrtnih žrtev in povzročili precejšnjo materialno škodo. Zato je potrebno, da se pospeši študij teh nevarnih pojavov in obramba proti njim z angažiranjem znanstvenih institucij in strokovnjakov.
- Podobno naj se obravnavajo tudi ponavljajoči se vdori jamskih plinov v Rudniku lignita Velenje.

Z zgoraj navedenimi sklepi je posvetovanje bilo uspešno konačno. Sedaj je treba le vložiti vse napore, da se bodo sklepi čim prej realizirali in s tem izboljšalo tehnično varstvo in varstvo pri delu v rudarstvu, kar naj bi bil nam vsem skupni cilj.

Dipl. ing. M. Cerovac

VII međunarodni rudarski kongres (Bukurešt)

Međunarodni rudarski kongresi, kao manifestacija solidarnosti svih rudara i smotra dostignuća rudarske tehničke nauke i prakse — i kao poseban vid međunarodne saradnje, održavaju se svake druge godine gde se sastanu rudarski stručnjaci iz raznih krajeva sveta sa ciljem da uspostave kontakte i zajednički razmotre i prodiskutuju o aktuelnim problemima celokupnog rudarstva i time pomognu daljnjem razvoju tehničke naučne misli i podizanju rudarske proizvodnje. Na kongresima koji su do sada održani razmotreni su problemi izgradnje okana i površinskih kopova (I — Varšava, 1958 godina), rentabilnost rudarskih preduzeća (II — Praga, 1961. g.), nauka i tehnika u borbi za bezbednost u rudnicima (III — Salzburg, 1963. g.), savremeno rudarstvo (IV — London, 1965. g.; Savremene otkopne metode, projektovanje rudnika i otkopavanja, organizacija pogona i rukovođenje, ekonomija goriva), tehnički progres u rudarstvu (V — Moskva, 1967. g.), nauka u službi rudarstva (VI — Madrid, 1970. g.), a na VII međunarodnom kongresu koji je održan od 4. do 9. septembra 1972 g. u Bukureštu, razmatrani su problemi organizacije i rukovođenja rudarskim preduzećima.

Od kongresa do kongresa broj učesnika i njihovih zemalja koji učestvuju na kongresima sve je veći: od 700 (iz 15 zemalja) na I kongresu porastao na 2000 učesnika, iz 47 zemalja, na VII kongresu. To sve ukazuje na sve veću aktuelnost svakoga kongresa, sve veće ne samo lično nego i intelektualno učešće rudara u rešavanju problema rudarstva u svetu, i na sve tešnju međunarodnu saradnju na području nauke i tehnike u oblasti rudarstva.

VII kongres održan je u vreme kada veličine rudarskih pogona sve više rastu, i kada porast stanovništva i napredak civilizacije sve više zavisi od mineralnih sirovina, čija je proizvodnja po jednom stanovniku, sa neznatnim oscilacijama, u stalnom porastu. Iako u težim eksploatacionim uslovima u većim dubinama, u kojima su mineralne sirovine siromašnije, a uslovi rada teži, stalno povećanje proizvodnje, produktivnosti rada, smanjenje proizvodnih troškova, i bezbednost pri radu postižu se promena i unapređenjem forme organizacije rudarskih preduzeća i vidova rukovođenja istima, čemu su doprinenla operaciona istraživanja u oblasti primene elektronskih računskih mašina i automatizacije. Zadatak je ovog Kongresa upravo i bio da upozna učesnike sa ovim revolucionarnim promenama i kroz 64 referata i diskusije po istima sagledaju daljnje mogućnosti unapređenja u organizaciji i rukovođenju u rudarstvu.

Rad kongresa odvijao se u plenarnim sednicama, a po pojedinim pitanjima i za okruglim stolom. Pomenuti referati razmatrani su po sledećim grupama problema:

I. Rudarska proizvodnja u svetu i perspektive njenog daljnjeg razvoja (11 referata)

II. Struktura organizacije u rudarstvu, usmeravanje, rukovođenje, finansiranje (12 referata)

III. Sredstva upravljanja (sistemi, mašine, oprema i dr. — 18 referata).

IV. Rentabilnost rudarstva i metodi određivanja rentabilnosti (18 referata)

V. Kvalifikacije kadrova i sistemi nagrađivanja (7 referata)

VI. Uticaj rudarskih radova na okolinu (8 referata).

Svi referati su objavljeni i štampani na pet kongresnih jezika, u Zbirci referata VII međunarodnog kongresa.

S obzirom na to da su organizacija i pravilno rukovođenje pored pravilnog rešenja tehnologije dobivanja osnova sigurnosti i ekonomičnosti u rudarstvu, za rudarske stručnjake koji se naučno bave problemima zaštite radnika i sigurnosti u rudnicima od posebnog interesa su referati II, III, V i VI grupe.

Materijali koji se direktno odnose na oblast ventilacije i tehničke zaštite, tretirani su kroz sledeće referate:

III—5 Primena distancionih informacija pri upravljanju radovima i zaštiti rada u jami — Belugu T. (Francuska)

III—18 Planiranje poboljšanja ventilacije u jami Beski primenom kompjutera — Amano K. (Japan)

IV—2 Smanjenje eksploatacionih troškova sniženjem aerodinamičnog otpora jame. — Prof. dr Gregori E. Čedrik (SAD).

V—1 Povećanje proizvodnosti merama higijene rada za krupne agregate u rudarstvu — Sturmani D. (DR Nemačka)

V—6 Savremene metode upravljanja i problemi obučavanja i usavršavanja kadrova u rudarstvu — Borecki M. (Poljska)

V—7 Sistem usavršavanja znanja kadrova i neke predispozicije inženjera rudarske proizvodnje — Krans S. (Rumunija)

VI—2 Obnova površine posle likvidacije eksploatacije ležišta — Kollins N. E. (Engleska)

VI—3 Uticaj prirodnih i rudarsko-tehničkih faktora na uslove rada u rudnicima — Čamakov P. i dr. (Bugarska)

VI—4 Rudarski radovi i okolina — Gertner E. (SR Nemačka)

VI—5 Uticaj rudarskih radova na okolinu — Malara Ja i dr. (Poljska)

VI—6 Borba protiv zagađenja voda i atmosfere u rudarstvu Rumunije — Jonesku M. i dr. (Rumunija)

VI—7 Kontrola radijacije u severno američkim rudnicima i njihov uticaj na cenu koštanja proizvodnje — Tompkins R. V. (Kanada)

VI—8 Međusobni uticaj metoda rasterećenja masiva u blizini pripremljenih radova i okolnih stena — Košeljev K. (SSSR).

Prikazi pomenutih trinaest referata biće sukcesivno objavljivani u časopisu »Sigurnost u rudnicima«.

U vremenu održavanja Kongresa, u Paviljonu međunarodne izložbe otvorena je izložba rudarske opreme na kojoj su u 7 paviljona na ukupno 6000 m² površine (od toga 1200 m² Rumunija) 42 firme iz 12 zemalja izložile novije tipove rudarske opreme na visokom tehničkom nivou. Ova izložba biće prikazana u posebnom napisu.

Osim toga, priređena je i izložba minerala, izložba istorije rudarstva Rumunije i izložba najnovije rudarske stručne literature.

Posle zaključenja Kongresa, organizovane su stručne ekskurzije po rumunjskim rudnicima.

Prof. ing. I. Trampuz

Prikazi iz literature

Referati na VII međunarodnom kongresu koji se odnose na zaštitu rada i sigurnosti u rudnicima.

Od 64 referata saopštenih na Kongresu u Bukureštu bilo je 13, koji se odnose na zaštitu rada i sigurnost u rudnicima, o kojima se, radi obaveštenja zainteresovanih stručnjaka, daje kratak prikaz.

Primena daljinskih informacija u upravljanju radovima i zaštiti rada u jamama. — Belugu, T. — Francuska (III-5)

U ovom referatu izložen je značaj aparata za daljinsku signalizaciju, daljinsko upravljanje, daljinska merenja i zvučne veze sa aspekta zaštite i naređenja rukovodstva podzemnim radovima u rudarstvu.

Opisan je niz pribora, naročito aparati SERSAR-a, dispečerski uređaji SILES, tesigraf koji registruje položaj podsekačica u otkopu za vreme rada, centar za daljinsko merenje koncentracije metana, portitivni multidistancioni metanometar, centralizovani daljinski kontroler degasacionih radova, multifunkcionalni anemometar za daljinsko pokazivanje, zvučna veza (X i V foni i fazofon).

Osim toga su istaknute dobre strane ovoga pribora za daljinsko informisanje u cilju obezbeđenja radnika, opreme i rudarskih radova, i za uspostavljanje povoljnih radnih uslova radi podizanja produktivnosti rada i proizvodnje, i za siguran ekonomičan razvoj rudnika.

Plansko poboljšanje ventilacije u jami Beshi primenom kompjutera. — Referat III—18, Amano, K. — Tokio, I. Hirmatsu — Kioto, Japan (III—18)

Autori ovog referata K. Amano — Tokio i I. Ilikamatsu — Kioto, ispitali su jednu metodu istovremenog izračunavanja potrebne količine vazduha, vlage i temperature vetrene struje ugradnjom jednog ECVm-kompjutera. Sistem programiranja kompjutera satoji se iz dva pod-

sistema, jednog za izračunavanje potrebne količine vazduha, i drugog za izračunavanje vlažnosti i temperature.

U cilju poboljšanja uslova rada na radilištima u dubokim rudnicima izračunate su sve moguće kombinacije temperature i vlažnosti primenom ECVM sistema programiranja. Nakon toga su u praksi primenjena najefikasnija i najekonomičnija rešenja.

Postignuti rezultati bili su zadovoljavajući, jer se je na čelu radilišta postiglo smanjenje temperature za oko 3 do 4°C.

Smanjenje eksploatacionih troškova sniženjem aerodinamičkog otpora jame. — Prof. dr Čedrik, E. Gregori — Univerzitet — Idaho SAD (IV — 2)

Proizvodnost rada može se povećati na najviši nivo samo u slučaju, da je svako radno mesto u jami snabdeveno svežim i čistim vazduhom, kojeg temperatura i vlažnost pri određenoj brzini su u određenim granicama. Prilikom bilo kakvog odstupanja od tih idealnih uslova, dolazi do direktnog porasta proizvodnih troškova, a indirektna posledica toga je ugrožavanje zdravlja i bezbednosti pri radu. To se može da vidi u dubokim rudnicima metaličnih mineralnih sirovina obično starijih sa povišenom temperaturom.

Osnovno sredstvo za smanjenje proizvodnih troškova je poboljšanje ventilacije.

Ova mera obično je vezana sa cirkulacijom većeg dela vazduha za poboljšanje uslova rada na radnim mestima.

Povećanje produktivnosti rada merama higijene rada. — Sturman, D. — DR Nemačka (V-1)

Uvođenjem krupne rudarske mehanizacije u otkopnoj i međuotpremi, delimično u prevozu hodnicima i kod dobijanja u rudnicima soli pojavili su se neki uticajni faktori koji štetno deluju na zdravlje pri radu velikog broja jamskih radnika.

Naročito su se ispoljili uticaji:

— izduvnih gasova dizel motora sa visokim učinkom

— vibracija celog tela radnika

— promenljiv uticaj buke i toplote na određene grupe zaposlenih,

— problemi zapašenosti atmosfere,

— opšte povećanje opterećenja ventilacije.

Pošto za više od ovih uticajnih faktora nema dovoljno ni nacionalnih ni internacionalnih iskustvenih ni propisanih vrednosti odnosno normi o opterećenju jamskih radnika, morale su se konačno odrediti granice, kojih se treba pridržavati, a da bi se zaštitilo zdravlje radnika.

Za smanjenje ugroženosti morale su se paralelno pronaći i uvesti tehničko-tehnološke i organizacione mere kao i mere iz oblasti medicine rada, koje su, kompleksno primenjene, omogućile da se poveća učinak krupne opreme i istovremeno rasterete naročito ekspozirani rudari. Ovaj proces nije još dovršen.

Dostignuća i pregled daljnjih zadataka, koji se javljaju i moraju rešiti, predmet su ovog referata.

Rekultivisanje zemljišta posle završene eksploatacije mineralnih sirovina — Kollins, N. E. — Engleska (VI — 2)

Oštećeno zemljište, pošto su otkopane mineralne sirovine, bilo jamskom eksploatacijom bilo površinskim otkopom, treba po mogućnosti rekultivisati. U referatu (VI-2) autor N. E. Collins C.B.E. (Engleska) opisuje radove, koji su u Velikoj Britaniji izvršeni u cilju smanjenja rudarskih šteta, prouzročenih podzemnim otkopavanjem, kao i metode potpune rekultivacije površine površinskih otkopa. Naročito je pažnja poklonjena mehanizovanom presađivanju izraslijih stabala i radi poboljšanja izgleda zemljišta rekultivisanih površina.

Uticaj prirodnih i rudarsko-tehničkih faktora na uslove rada u jami. — Ing. Čomakov, P. i ing. Georgijev, As. — Bugarska (VI — 3)

Autori razmatraju uticaj prirodnih faktora pri otkopavanju ležišta na radne uslove. Oni su prikazali efikasne mere za otklanjanje negativnog uticaja rudarsko-tehničkih i organizaciono-tehničkih faktora na radne uslove.

U ovom referatu prati se osnovna tendencija razvoja zaštite od nesreća pri radu u podzemnim rudnicima. Osim toga data je i ocena faktora koji karakterišu radnu okolinu i prikazane su mere za optimizaciju s obzirom na zaštitu na radu.

Podzemno otkopavanje skopčano je sa opasnostima, koje otežavaju uslove rada, tako da štetno deluju na zdravlje, ugrožavaju sigurnost radnika, i štetno utiču na produktivnost radnika. Zbog takvih prilika proizašli su vrlo komplikovani zadaci, koji su skopčani sa preduzimanjem mera za obezbeđenje sigurnih i zdravih uslova rada.

Rudarski radovi i okolina. — Dr Ervin Gertneř, DR Nemačka (VI — 4).

Skoro nijedna grana industrije ne utiče na okolinu koliko rudarstvo. Ovo vredi za sve grane rudarstva i za sve faze eksploatacije, počev od dobijanja minerala do njihove pripreme i obogaćivanja.

Lestvica uticaja na okolinu počinje od zaposedanja zemljišta rudarskog objekta, zatim problema zagađivanja vazduha i vode, do rekultivacije zemljišta na kome su vršeni rudarski radovi.

Pojedine grane rudarstva "površinskom eksploatacijom mogu veoma mnogo uticati na okolinu, jer rudar površinskog otkopa može odrediti merama izmeniti izgled kraja, na taj način da poboljša strukturu zemljišta, u odnosu na njegovu strukturu pre otkopavanja.

Uticaj rudarstva na okolinu. — Mgr. ing. Jerzy Malara i dr. — Poljska (VI — 5)

Mr. ing. Jerzy Malara sa grupom autora u referatu iznosi da se u Poljskoj mineralne si-

rovine dobijaju podzemno, površinskim otkopavanjem, podzemnim izluživanjem i iz rastvora. S obzirom na veličinu i koncentraciju dobijanja od najvećeg je značaja podzemna eksploatacija kamenog uglja. Rudarstvo na određen način direktno utiče na okolinu promena prirodnih prilika, i indirektno na taj način, što usled rudarskih radova dolazi do promena na objektima i postrojenjima na površini. Ovi štetni uticaji sprečavaju se rudarstvom, građevinskom i hidrološkom profilaksom.

Naročiti vid zaštite površine od posledica otkopavanja je primena sistema zaštitnih stubova, ili sprovođenje organizaciono tehničkih mera.

Rudarstvo je prema propisima rudarskog prava dužno da ukloni počinjene štete na površini, kao i da obnovi iscrpljena rudarska područja, da valorizuje i iskoristi otpatke.

Dosadašnji uspesi nauke i prakse u poljskom rudarstvu dozvoljavaju da se sve uspešnije obezbedi zaštita gradova i industrijskih instalacija na površini pri istovremenom stalnom povećanju iskorišćenja mineralnih sirovina rudarskom eksploatacijom pod ovim objektima.

Borba protiv zagađivanja voda i atmosfere u rudarstvu Rumunije. — Ing. Jonesku Mirča i dr. — Rumunija (VI — 6)

Ing. Jonesku Mirča sa grupom autora u ovom referatu raspravlja o pitanju, na koji se način u uslovima primenjenih tehnoloških procesa zagađuje voda i atmosfera. Oni ukazuju na uzroke zagađivanja, savetujući iste sa propisima o dozvoljenom stepenu zagađenja u SR Rumuniji.

Opisane su mere koje se u Rumuniji primenjuju u borbi protiv zagađivanja radne sredine i smernice za istraživanja, koja se preduzimaju u cilju da se u budućnosti spreči zagađivanje.

Osim toga opisani su principi i metodi čišćenja vode i vazduha na rudarskim instalacijama, sa preimućstvima i nedostacima koji su bili utvrđeni njihovom primenom u praksi, kao i neke mere za usavršavanje tih metoda.

Mere za ograničavanje radijacije u severno američkim rudnicima i njihov uticaj na troškove otkopavanja. — Russe W. Thompkins — Kanada, H (VI — 7)

Gas radon raspada se u svoje prirodne emanacije u uranskim jamama, u svoje produkte, koji predstavljaju opasnost za okolinu rudara u uranskim rudnicima.

Izvori i prirast koncentracije gasa radona istražuju se s obzirom na to koliko utiču na maksimalno dozvoljeni opseg radova.

Ovi se faktori svode na zepremine vazduha, i kao smernice za inženjere razrađuju se konstrukcioni kriteriji koji omogućuju projektovanje ventilacionih instalacija sa minimalnom potrošnjom vazduha za uranske rudnike.

Isto tako se istražuju troškovi provetranja uranske jame.

Međusobni uticaj metoda rasterećenja masiva na granici sa pripremnim radovima i okolne stene. — Prof. dr ing. K.W. Košeljev — SSSR (VI — 8)

U referatu su prikazani rezultati mnogobrojnih rudarskih istraživanja pritiska stena i pokreta okolnih stena u pripremnim radovima, koji su izvan neposrednog uticaja otkopa.

Istaknuti su faktori zbog kojih pritisak masiva i pokret stena utiče na stanje jamskih prostorija.

U cilju objašnjenja autor predlaže, da podgrađivanje prostorija mora biti usklađeno sa merama bezbednosti.

Predlaže se primena postupka kompleksnog istraživanja bezbednosti izrade prostorija.

I. T.

Meteorološki režim na površinskim otkopima

Meteorološki režim karjerov. Izdatel'stvo »Gidrometeorizdat« Leningrad, 1970. g. Zbornik od 13 stručnih radova koji se odnose na problematiku klimatskih, meteoroloških i ventilacionih uslova na površinskim otkopima, na 170 stranica sa 46 slika i 56 tabela u tekstu.

Knjiga sadrži radove većeg broja autora, koji se odnose na meteorološki režim na površinskim otkopima sa glavnim akcentom na karakteristike cirkulacije vazduha, eksperimentalna ispitivanja termičkog uticaja, kao i razradu metoda prognoziranja sa ciljem da se predvide uslovi koji mogu štetno da utiču na celokupan tehnološki proces jednog površinskog otkopa.

U knjizi su objavljeni sledeći stručni radovi:

1. N. Z. Bitkoļov, P. A. Voroncov: Kratki osvrt na savremenu organizaciju i perspektive meteorološke sigurnosti rudarskih radova na površinskim otkopima.

U radu su dati osnovni zadaci i etape izučavanja meteoroloških uslova na površinskim otkopima sa aspekta obezbeđenja sigurnosti tehnološkog procesa.

2. P. A. Voroncov, V. I. Selickaja, I. I. Čestnaja: Eksperimentalna provera teorije ravnoparalelne struje na Korkinskom površinskom otkopu.

Na primeru Korkinskog površinskog otkopa proverena je teorija ravnoparalelne struje, date su osnovne karakteristike protočne i recirkulacione šeme. Autori predlažu proveru navedene teorije na drugim površinskim otkopima i razradu novog teorijskog modela vazdušnog protoka na površinskim otkopima sa obračunom turbulentnosti i geometrije površinskog otkopa.

3. P. A. Voroncov, T. A. Kurpakova, I. I. Čestnaja: Dnevna struktura vazdušnog protoka na Korinskom površinskom otkopu.

Ispitivanjima na Korkinskom površinskom otkopu utvrđen je red karakteristika sastava vazduha u toku dana. Energija turbulencije na površinskim otkopima, koja određuje strukturu vazduha, javlja se kao funkcija dinamičkih, termičkih, orografskih faktora kao i stepena zaprašenosti i zagađenost gasovima atmosfere površinskog otkopa. Prema autorima ovoga rada, osnovni proces koji određuje sastav strukturu vazdušnog protoka na površinskim otkopima, zavisi od dinamičkog faktora-srednje brzine vetra i promene brzine vetra. U tom cilju izvršena je analiza kriterijuma Ričardsona za određivanje termodinamičkog vertikalnog gradijenta, kao i utvrđivanje energetske karakteristike vazdušnog protoka. Na kraju rada autori ističu da se primenjena metodologija obračuna ne može primeniti i za noćne uslove, čime je znatno smanjena zona primene i njen značaj.

4. P. A. Voroncov, V. I. Selickaja, E. V. Petrova: Vertikalni raspored temperature i vlažnosti vazduha na Korkinskom površinskom otkopu.

Tabelarno i u formi dijagrama dat je vertikalni raspored temperature i vlažnosti vazduha na Korkinskom površinskom otkopu iz čega je moguće zaključiti kakav je uticaj ovih faktora na ukupan klimatski režim koji vlada na otkopu.

5. N. F. Belov, L. B. Bezljudova: Neke karakteristike meteorološkog režima na Korkinskom površinskom otkopu.

U radu se na osnovu ispitivanja na određenim meteorološkim stanicama, razmatraju karakteristike meteorološkog režima na Korkinskom površinskom otkopu. Prikazan je uticaj složenosti orografije površinskog otkopa na raspored radijacije, vetra i temperature.

6. L. V. Bezljudova: Nastavak sunčeve inso-lacije na Korkinskom površinskom otkopu.

Rad utvrđivanja mikroklimatskih karakteristika površinskih otkopa, na primeru Korkinskog površinskog otkopa, razmatran je slučaj pritoka sunčane radijacije.

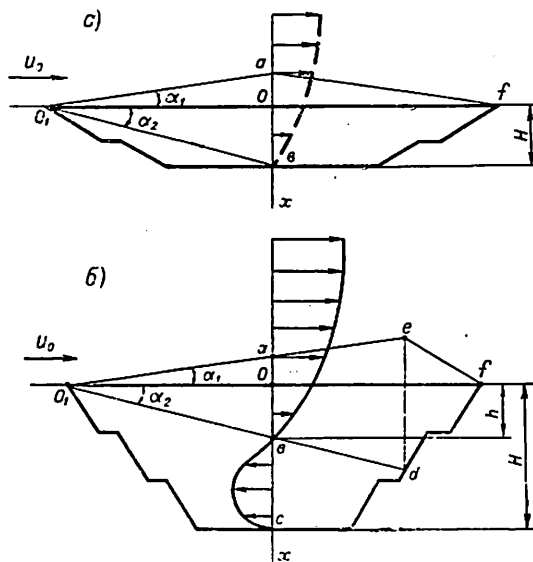
7. L. A. Handožko: Uslovi formiranja i prognoza magle na Korkinskom površinskom otkopu.

Obrađena je metodika određivanja količine magle na Korkinskom površinskom otkopu. Korišćene su dve metode za utvrđivanje ocene uspešnosti prognoziranja magle: metoda Berlanda i metoda Zverova. Po oceni autora uspešnije rezultate u praksi daje metoda Zverova.

8. N. Z. Bitkolov: Ventilaciona kontrola na površinskim otkopima.

U radu se analiziraju pitanja metodike i tehnike ventilacione kontrole na površinskim otkopima.

9. N. Z. Bitkolov, E. M. Egorov, I. I. Ivanov; N. S. Tunjakina: Karakter izmene brzine vetra na površinskim otkopima.



Sl. 1 — Izmjena protoka vetra u zoni površinskog otkopa.

Karakter izmene brzine i načina kretanja vetra zavisen je od oblika površinskog otkopa. Ovim radom su, upravo, utvrđivane zavisnosti od oblika i dubine površinskog otkopa, što se jasno može videti na sl. 1 gde je pod a) plitak površinski otkop, a pod b) dubok površinski otkop. Dok je karakter promene brzine vetra u prvom slučaju moguće definisati jednostavnom formulom, za slučaj pod b) proces je moguće opisati primenom logaritamske zavisnosti.

10. N. Z. Bitkolov, E. M. Egorov, N. S. Tunjakina: Neke karakteristike radijacionog i termičkog režima na površinskim otkopima.

Na osnovu ispitivanja, u periodu od 1965-1967. godine koja su vršena na površinskim otkopima Kazahstana, prikazane su neke osobine radijacionog i termičkog režima na površinskim otkopima.

11. N. Z. Bitkolov, I. I. Ivanov: Osnovne zakonitosti i obračun prirodnog provetranja površinskih otkopa energijom vetra.

Autori razmatraju intenzivnost provetranja površinskog otkopa energijom vetra u zavisnosti od oblika površinskog otkopa. Razmatranja prate dinamički razvoj otkopa od faze otvaranja do potpune razrade.

12. N. Z. Bitkolov, A. A. Kislickij, N. S. Tunjakina: Neka pitanja mikroklimatizacije kabina velikih rudarskih postrojenja, angažovanih na površinskim otkopima.

Mikroklimatizacija kabina velikih rudarskih postrojenja razmatrana je na osnovu toplotnog bilansa i intenzivnosti toplotne radijacije.

13. F. M. Silin: Meteorološki uslovi inverzije, povećanja gasonosnosti i zaprašenosti na površinskim otkopima Urala.

U radu su prikazani rezultati ispitivanja meteoroloških uslova inverzije, gasonosnosti i zaprašenosti na površinskim otkopima Urala (Sibajskij, Korkinskij, Učalinskij i dr.)

Zbornik je namenjen naučnim radnicima u oblasti meteorologije, kao i specijalistima rudarske struke koji se bave projektovanjem tehnološkog procesa na površinskim otkopima.

R. S.

Prikazi ruskih knjiga iz oblasti zaštite u rudarstvu koje će izaći u 1973. godini

Boryčev, N. I. i Jadykin, G. I.: **Specijalna odeća za rudare** (Specodežda dlja šahtërov), priručnik, (09), »Nedra«, 320 str., u pretplati, 1 r. 20 k., I kvartal 1973. g., NK No. 28-72 g. (71).

Sistematizovani su podaci o specijalnoj odeći i obući za radnike koji rade u rudnicima, na površinskim otkopima, u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina itd.

Kalmykov, E. P.: **Borba sa iznenadnim prodorima vode u jamske prostorije** (Bor'ba s vnezapnymi proryvami vody v gornye vyrabotki), (09), »Nedra«, 270 str., u pretplati, 99 k., I kvartal 1973. g., NK No. 28-72 g. (81).

Razmotrena su sredstva za borbu sa iznenadnim prodorima vode i tekućih peskova u jamske prostorije ugljenih i metalnih rudnika: gravitaciono odvodnjavanje, spuštavanje nivoa vode, izrada vodonepropusnih brana, podvodno betoniranje, tamponiranje i zamrzavanje.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju na rudnicima.

Manifestovanje jamskog pritiska pri primeni mehanizovanih podgrada (Projavlenie gornogo davlenija pri primenenii mehanizirovannyh krepej), (09), »Nedra«, 130 str., 81 k., I kvartal 1973. g., NK No. 28-72 g. (90).

Navedeni su podaci o kompleksima OMKT, OMKTM, KM-81, KM-100, KM-87, OKT-1, »Kazahstan«, KM-97 i o uzajamnom dejstvu pomenutih kompleksa sa stenama u boku u složenim rudarsko-geološkim uslovima. Razmotrena su pitanja ekonomičnosti i oblasti pri mene mehanizovanih podgrada, kao i pravci njihove razrade i daljeg usavršavanja.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju na rudnicima i naučnim radnicima.

Savenko, S. K., Gurin, A. A. i Malyj, P. S.: **Udarni vazdušni talasi u jamskim prostorijama** (Udarnye vozdušnye volny v podzemnyh vyrabotkah), (09), »Nedra«, 160 str., 1 r. 1 k., I kvartal 1973. g., NK No. 28-72 g. (92).

Razmotrena su pitanja formiranja i rasprostiranja udarnih vazdušnih talasa pri izvođenju minerskih radova u jamskim prostorijama; ustanovljen je uticaj vrste primenjenog eksploziva, konstrukcije minskih punjenja, načina iniciranja i fizičko-mehaničkih osobina stena na parametre udarnih vazdušnih talasa; opisane su glavne mere za sprečavanje obrazovanja udarnih vazdušnih talasa velikog intenziteta i

razmotrene su metode proračuna raznih vrsta objekata na stabilnost u odnosu na dejstvo udarnih vazdušnih talasa.

Knjiga je namenjena rudarskim inženjerima i tehničarima.

Mironov, P. S.: **Eksplozije i seizmička sigurnost objekata** (Vzryvy i sejsmobezopasnost' sooruzenij), (09), »Nedra«, 240 str., u pretplati, 1 r. 64 k., I kvartal 1973. g., NK No. 28-72 g. (86).

Opisane su hidrodinamičke i seizmičke pojave pri eksplozijama, metode proračuna dopuštenih potresa pri eksplozijama pri čemu se uzimaju u obzir čvrstoća i razaranje sredine pri dejstvu eksplozija, kvalitativne i kvantitativne metode za ocenu dejstva eksplozija na objekte i metode proračuna dopuštenih eksplozivnih punjenja i bezopasnih rastojanja za površinske i podzemne objekte.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju na rudnicima koje se bavi miniranjem.

Morozov, M. N.: **Usavršavanje veštačkog zamrzavanja pri izradi rudničkih okana** (Sovershenstvovanie iskusstvennogo zamoraživanja pri prohodke šahtnyh stvolov), (09), »Nedra«, 100 str., 36 k., II kvartal 1973. g., NK No. 28-72 g. (87).

Opisana su iskustva u primeni veštačkog zamrzavanja stena pri izradi rudničkih okana. Razmotrene su zone pri niskotemperaturnom zamrzavanju stena i šeme konstrukcija kolona za zamrzavanje. Na osnovu analize karakteristika niskotemperaturnog zamrzavanja razrađene su preporuke za intenzifikaciju tog tehnološkog procesa.

Knjiga je namenjena širokom krugu rudarskih stručnjaka koji se bave izradom rudničkih okana.

Zlobinskij, B. M. i dr.: **Borba sa šumom u crnoj metalurgiji** (Bor'ba s šumom v černoj metallurgii), (09), »Tehnika« (USSR), 160 str., 90 k., I kvartal 1973. g., NK No. 22-72 g. (74).

Razmatraju se opšte metode za borbu sa šumom u proizvodnji; detaljno se opisuju razni postupci i uređaji za odstranjenje i sniženje aerodinamičkih, hidrodinamičkih i mehaničkih šumova opreme u metalurškim pogonima, kao i elementi građevinskih konstrukcija koje sprečavaju rasprostranjenje šumova; daje se metodologija ekonomske ocene mera za borbu sa šumom.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u metalurškim pogonima, istraživačkim, projektnim i konstrukcionim organizacijama.

Gajdukov, N. S.: **Protivpožarna sigurnost specijalnih objekata** (Požarnaja bezopasnost' special'nyh sooruzenij), (09), drugo izdanje, »Budivelnik« (USSR), 240 str., 1 r., I kvartal 1973. g., NK No. 23-72 g. (63).

U knjizi su izložene karakteristike protivpožarne sigurnosti preduzeća u kojima se primenjuju i čuvanju zapaljivi gasovi i lako zapaljive tečnosti; preduzeća za dobijanje i preradu nafte i gasa; pri čuvanju eksplozivnih materijala i dr. Opisana su sredstva za gašenje požara i izveštaji o požaru.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju projektantskih, građevinskih i eksploatacionih organizacija; osoblju protivpožarne zaštite; a može da posluži i kao udžbenik za nastavno osoblje i studente.

Osipov, S. N.: **Primena inertnih gasova pri gašenju jamskih požara** (Primenenie inertnyh gazov pri likvidaciji podzemnyh požarov), (09), »Tehnika« (USSR), 160 str., 90 k., I kvartal 1973. g., NK No. 22-72 g. (69).

Primena inertnih gasova zahteva poznavanje prilika, osobina, zakona kretanja gasova i pravilan izbor primenjenog gasa. Knjiga sadrži primere proračuna i opis iskustva u primeni gasova u raznim rudarsko-tehničkim uslovima u rudnicima uglja. Date su preporuke za primenu azota, kao najpodobnijeg i najperspektivnijeg inertnog gasa. Izlaže se takođe novi postupak sprečavanja eksplozija i gašenja požara pomoću smeše inertnih gasova i flegmatizatora.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju na rudnicima.

Poljanskij, N. A. i dr.: **Priručni udžbenik električara rudnika** (Spravočnoe posobie èlektričak šahty), (09), »Tehnika« (USSR), 290 str., 1 r. 10 k., I kvartal 1973. g., NK No. 22-72 g. (70).

Navedeni su osnovni elektrotehnički pojmovi, opisana je aparatura, oprema, principijelne i montažne električne šeme rudarskih mašina i uređaja, oprema i šeme automatizacije glavnih rudničkih postrojenja. Velika pažnja je posvećena pitanjima snabdevanja električnom energijom, montaži, demontaži i eksploataciji elektroopreme; date su osnovne informacije iz tehnike sigurnosti, protivpožarne tehnike i zaštite zaposlenog osoblja.

Višnevskij, V. P. i Palant, G. Ja.: **Pouzdanost rudarske tehnike** (Nadežnost' gornoj tehniki), (09), »Tehnika« (USSR), 130 str., 70 k., II kvartal 1973. g., NK No. 22-72 g. (60).

Razmotrena su pitanja povećanja eksploatacione pouzdanosti savremene rudarske tehnike (kombajna za eksploataciju blago i strmo nagnutih slojeva, otkopnih grabuljastih transportera, mehanizovane podgrade, strugova i dr.). Posebna glava je posvećena pitanjima uticaja uslova eksploatacije na pokazatelje pouzdanosti mašina.

Knjiga je ilustrovana velikim brojem primera iz iskustva u radu autora u rešavanju zadataka povećanja pouzdanosti rada mašina.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u rudnicima i fabrikama koje izrađuju rudarsku opremu.

Džura, G. R.: **Rudničke električne lokomotive i baterije** (Šahtnye elektrovozy i batarei), udžbenik za vozače lokomotiva i punioce baterija, (09), »Tehnika« (USSR), 65 str., 20 k., I kvartal 1973. g., NK No. 22-72 g. (63).

Udžbenik sadrži osnovne podatke o električnim jamskim lokomotivama, opisana je mehanička oprema elektrolokomotiva, elektro snabdevanje, električne šeme, pretvarački i zaštitni uređaji. Detaljno su izložene obaveze vozača jamskih elektrolokomotiva i neophodna pravila pri opsluživanju akumulatorskih lokomotiva.

Problemi zaštite voda (Problemy ohrany vod), naučno-tehnički zbornik, sveska 1, (09), izd. Svesaveznog naučno-istraživačkog instituta za zaštitu voda (VNIIVO), 240 str., 80 k., III kvartal 1972. g., NK No. 21-72 g. (64).

Izložena su opšta pitanja zaštite površinskih i podzemnih voda od zagađivanja i potpunog iscrpljenja. Na osnovu pregleda mera za zaštitu voda formulisane su savremene tendencije njihovog razvoja i zadaci za dalje usavršavanje.

Proanalizirani su stanje i perspektive razvoja istraživanja u oblasti razrade naučnih osnovna upravljanja kvalitetom vode i kompleksnim merama za zaštitu voda.

Knjiga je namenjena širokom krugu inženjersko-tehničkog osoblja i naučnih radnika.

Veter, V. D. i dr.: **Rudnički kompresori — montaža, regulisanje i isprobavanje** (Šahtnye kompressory — montaž, naladka i ispytanie), (09), »Tehnika« (USSR), 225 str., 1 r. 10 k., I kvartal 1973. g., NK No. 22-72 g. (59).

Opisane su metode, tehnologija i organizacija rada na montaži, regulisanju i isprobavanju rudničkih stacionarnih kompresorskih postrojenja (klipnih i turbokompresora) i date su preporuke za povećanje pouzdanosti, ekonomičnosti i sigurnosti u eksploataciji klipnih i turbokompresora.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju na rudnicima.

Mihajlov, F. S.: **Grejanje i osnovi ventilacije** (Otoplenie i osnovy ventiljacii), (09), udžbenik za tehnikume, »Stroj-izdat.«, 400 str., u pretplati, 1 r. 6 k., IV kvartal 1972. g., NK No. 11-72 g. (353a).

U udžbeniku su rasvetljeni osnovni građevinske termotehnike i metode određivanja toplotnih gubitaka kroz pregradne konstrukcije u zgradama. Izložena su pitanja projektovanja i uređenja centralnih sistema grejanja, u zavisnosti od vrste prenosnika toplote. Navedeni su proračuni grejne opreme i cevovoda. Opisani

su uređaji za ventilaciju. Razmotrene su metode proračuna ventilacionih sistema stanbenih, javnih i industrijskih objekata.

Serstjuk, A. N.: Pumpe, ventilatori, kompresori (Nasosy, ventilatory, kompressory), udžbenik za studente, (09), »Vysš. škola«, 370 str., 1 r. 6 k., III kvartal 1972. g., NK No. 13-72 g. (225).

Izlažu se osnove teorije, proračuna i eksploatacije mašina sa lopaticama — pumpi, ventilatora i kompresora. Teorija i proračun pumpi i ventilatora opisuju se sa jedinstvenih pozicija. Pri tome se uzimaju u obzir karakteristike, vezane sa mogućnošću nastajanja kavitacije u pumpama.

Maksimov, G. A. i Derjugin, V. V.: Kretanje vazduha pri radu sistema za grejanje i ventilaciju (Dviženie vozduha pri rabote sistema otopenija i ventilacij), (09), Strojizdat., 95 str., 50 k., IV kvartal 1972. g., NK No. 11-72 g. (186).

Sistematski je izložena materija primenjene aerodinamike, date su preporuke za utvrđivanje karaktera kretanja vazduha pri rešavanju zadataka ventiliranja zgrada raznih tipova. Naveden je proračun za određivanje količine vazduha za ventiliranje zgrada u raznim godišnjim dobima.

Brošura je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju, koje se bavi problemima projektovanja i proračuna sistema za grejanje i ventilaciju.

Grejanje, ventilacija i građevinska termofizika (Otoplenie ventilacija i stroitel'naja teplofizika), tematski zbornik radova, sveska 2, (09), »Vysšejšaja škola« (BSSR), 240 str., 1 r. 50 k., IV kvartal 1972. g., (za svesku 1 videti NK No. 43/84-70 g.), NK No. 11-72 g. (217).

Objavljena su istraživanja u oblasti grejanja, ventilacije, kondicioniranja vazduha i građevinske termofizike, koja su obavljena u periodu 1969-1970 g.

Zbornik je namenjen naučnim radnicima.

Ajtmatov, I. T., Kravcov, B. I. i Polovov, B. D.: Tamponiranje ovodnjenih stena pri izgradnji rudnika (Tamponirovanije obvodnennyh gornyh porod v šahtnom stroitel'stve), (09), »Nedra«, 160 str., 1 r., IV kvartal 1972. g., NK No. 10-72 g. (46).

Izložene su naučne osnove primene postupaka tamponiranja pri izgradnji rudnika. Opisane su osobine polaznih materijala, koji se koriste za pripremanje tamponažnih rastvora. Osvetljeni su rezultati istraživanja osobina različitih rastvora i njihovo pumpanje pod pritiskom u tamponiranu sredinu u laboratorijskim i realnim uslovima.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju.

Gelfand, F. M.: Sprečavanje havarija pri minerskim radovima u rudnicima uglja (Preduzreženie avarij pri vzryvnyh rabotah v

ugol'nyh šahtah), (09), »Nedra«, 255 str., u pretplati, IV kvartal 1972. g., NK No. 10-72 g. (52).

Ukazani su glavni razlozi koji dovode do havarija pri minerskim radovima u rudnicima opasnim u pogledu metana ili eksplozivne ugljene prašine; date su preporuke za izbor postupaka i sredstava za sprečavanje požara i eksplozija metana ili ugljene prašine pri miniranju.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u proizvodnji, naučno-istraživačkim i projektantskim institutima.

Abramov, F. A. i Tjan, R. B.: Metode i algoritmi centralizovane kontrole i upravljanja provetranjem rudnika (Metody i algoritmy centralizovannogo kontrolja i upravlenija provetrivaniem šaht), (09), »Naukova dumka« (USSR), 160 str., 1 r., I kvartal 1973. g., NK No. 23-72 g. (84).

Razmotrene su metode: izrade algoritama centralizovane kontrole i upravljanja provetranjem rudnika pomoću cifarskih računskih mašina, određivanja statičkih i dinamičkih karakteristika objekata provetranja, kao i izbora perioda snimanja informacija o stanju jamske atmosfere po kriterijumima sigurnosti i tačnosti. Navedeni su racionalni algoritmi određivanja rashoda vazduha i optimalnog upravljanja razvodom vazduha i ventilacionom šemom jame.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju koje se bavi istraživanjem i projektovanjem sistema kontrole i upravljanja provetranjem rudnika pomoću digitalnih kompjutera.

Bibliografija

Huskonen, W. D.: Proizvođači mašina se hvataju u koštac sa bukom (Machine Makers Tackle Noise) »Foundry«, 55 (1971) 12, str. 54-55, (engl.)

Vasilenko, V. A., Karpuhin, V. D. i dr.: Efikasnost neutralisanja ugljene prašine inertnom prašinom u hodnicima rudnika Karagandinskog basena (Efektivnost' oslancevanija gornyh vyrabotok na šahtah Karagandinskogo bassejna) U sb. »Effektivnaja i bezopas. razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemnyh«, Vyp. 2, M., »Nedra«, 1970, str. 127-131, (rus.)

Heinrich: Rezultati novih ispitivanja za rasterećenje pritiska kod eksplozije prašine (Ergebnisse neuer Untersuchungen zur Druckentlastung bei Staunexplosionen) »Staub-Reinhalung der Luft«, 31 (1971) 4, str. 149-153, (nem.)

Rafferty: Ispitivanje industrijskih prašina na eksplozivnost (Untersuchung von industriellen Stäuben auf Explosions-fähigkeit)

»Staub-Reinhaltung der Luft«, 31 (1971) 4, str. 141-149, (nem.)

Donat, C.: Izbor i dimenzionisanje uredaja za rasterećenje od eksplozije kod eksplozija prašine (Auswahl und Bemessung von Druckenlastungseinrichtungen für Staubexplosionen) »Staub-Reinhaltung der Luft«, 31 (1971) 4, str. 154-160, (nem.)

Meerbach, H.: Tok eksplozija ugljene prašine i mere za borbu protiv eksplozija (Ablauf von Kohlenstaubenexplosionen in »unetertagigen Versuchsstrecken, und Probung von Massnahmen zur Explosionsbekämpfung) »Staub-Reinhalt. Luft«, 31 (1971) 11, str. 448-451, (nem.)

Gordojenko, O. N.: Analiza tačnosti brojčanih pokazatelja zapašenosti vazduha (Analiz točnosti opredelenija sčetyh pokazatelje zapylennosti vozduha) U sb. »Effektivnaja i bezopasn. razrabotka mestorožd. polezn. iskopajemyh. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 84-89. (rus.)

Reinhardt, M.: Granične vrednosti za sadržaj prašine i metode njihovog određivanja u industriji kamenog uglja u inostranstvu (Staubgrenzwerte und Staubmessverfahren im Steinkohlenbergbau einiger Länder) »Glückauf«, 107 (1971) 18, str. 692-695, (nem.)

Fajfrowski, L. i Lipowczan, A.: Principi smanjenja buke kod glavnih ventilatora za podzemne rudnike (Zasady obniženja hałasliwości gorniczych wentylatorow glownego przewietrzania kopalni) »Wiad. gorn.«, 22 (1971) 7-8, str. 220-223, (polj.)

Prihod'ko, P. T., Koncov, A. G. i dr.: Preventiva silikoze — primarni zadatak (Profilaktika silikoza — pervoočerednoe delo) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1971) 10, str. 13-14, (rus.)

Stearn: Buka — najnoviji problem ljudske sredine (Nise — the newest pollutant) »Rock Products«, 74 (1971) 8, str. 49-54, (engl.)

Frolov, M. A. i Bobrov, A. I.: Metanski pištavci u rudnicima uglja (Sufljarnye vydelenija metana v ugol'nyh šahtah) M., »Nedra«, 1971, 160 str. (rus.)

Osokin, V. V.: Mehanizam iznenadne provale uglja i metana i neki faktori koji utiču na njihovo nastajanje i razvoj (Mehanizmy vnezapnogo vybrosa uglja i gaza i nekotorye faktory vlijajuščie na ego vozniknovenie i razvitie) U sb. »Soveršen. razrabotka ugol'n. mestorožd.«, Doneck, 1971, str. 94-98, (rus.)

Strag, J.: Nova aparatura za merenje koncentracije metana (New gas detection facilities) »Coal Miner«, 22 (1971) 5, str. 7,9, 23 engl.)

Senkevič, O. V.: Ocena metanske sredine pri primeni aparature za disanje (Ocenka gazovoj sredy pri primenenii dyhatel'noj apparatury) U sb. »Vopr. zaštity organov dyhanija v gornospasat. dele. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 125-128, (rus.)

Richards, G. O. i Jones, K.: Nekj savremeni radovi u oblasti određivanja metana i merenja njegove koncentracije (Some recent work on the detection and determination of fire-damp) »Proc. S. Wales Inst. Eng.«, 85 (1971) 1, str. 11-18, (engl.)

Flügge: Degazacija metana za vreme eksploatacije i transporta (Die Methanausgasung während der Gewinnung und der Förderung) »Glückauf«, 108 (1972) 11, str. 425-431, (nem.)

Kvarcov, A. I. i Vol'pova, L. S.: Promena prirode metanosnosti ugljenih slojeva u zavisnosti od dubine zaleganja (Izmenenie prirodnoj metannonosnosti ugol'nyh plastov s glubinoj zalehanija) »Ugol'«, 46 (1971) 12, str. 51-54, (rus.)

Kuz'min, D. V. i Mihajlov, V. I.: Održivanje preostale metanosnosti otkopanog uglja (Opredelenie ostatočnoj metanosnosti dobytogo uglja) »Ugol' Ukrainy«, 15 (1971) 9, str. 38-39, (rus.)

Stikačev, V. I. i Vasiljanskij, N. P.: O početku stvaranja eksplozivnih koncentracija metana pri izvođenju radova na miniranju u stenama opasnim zbog izbijanja (O načale obrazovanija vzryvnyh koncentracij metana pri vedenii vzryvnyh rabor po vybroopasnym porodam) »Šahtnoe str-vo«, 15 (1971) 11, str. 9-10, (rus.)

Čurkin, V. K., Prokpenko, B. V. i dr.: Proučavanje procesa oduvavanja ugljene prašine od strane vetrene struje (Issledovanie procesa sduvaemosti ugol'noj pyli otkrytoj vozdušnoj struej) U sb. »Gornospasat. delo«, Vyp. 4, Doneck, 1971, str. 109-112, (rus.)

Golovkin, G. V.: O kvalitativnom sastavu lebdeće ugljene prašine (O veščestvenom sostave vitajuščej ugol'noj pyli) U sb. »Effektiv. i bezopasnos. razrabotki mestoroždenij polezn. iskopajemyh. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 140-144, (rus.)

Golovkin, G. V. i Lev, A. L.: O oceni opasnosti od prašine u rudarstvu van granica SSSR (K ocenke pylevoj opasnosti v gornoj promyšlennosti za rubežom) U sb. »Effektiv. i bezopas. razrabotka mestorožd. polezn. iskopajemyh. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 68-71, (rus.)

Borba sa prašinom (Destroy dut's) »Colliery Guard.«, 219 (1971) 9, str. 420-423, (engl.)

Kučerskiĳ, L. V.: **Kontrola zapašenosti jamskog vazduha** (K voprosu o kontrole zapylnosti rudničkog vozduha) »Ugol«, 46 (1971) 11, str. 70-71, (rus.)

Jušin, V. V. i Nikolaev, V. N.: **Pravac razvoja pumpnih uređaja sa visokim pritiskom namenjenih za kvašenje ugljenih slojeva** (Napravljenija razvitija vysokonapornih nasosnih ustanovok dlja uvlaženija ugol'nyh plastov) »Ugol' Ukrainy«, 15 (1971) 9, str. 19-21, (rus.)

Baev, H. A.: **O samozapaljenju nagomilanog uglja** (O samovozgoraniji skoplenij uglja) »Ugol' Ukrainy«, (1971) 10, str. 39, (rus.)

Nikolaenko, I. L. i Kazačenkova V. V.: **Putevi za povećanje efikasnosti zaštite od havarija** (Puti povyšeniĳa effektivnosti protivovarijnoj zaštity šaht) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1971) 8, str. 12-13, (rus.)

Horol'skiĳ, V. T., Šajtan, I. A. i dr.: **Izrada izolacionih pregrada u jamama Donbasa daljinskim putem** (Distancionnoe vozdejstvie izolacionnyh peremyček na šahtah Donbassa) »Šaht. str-vo«, (1971) 10, str. 16-17, (rus.)

Zaharov, A. B., Bykova, Z. S. i dr.: **Primena sredstava ventilacije za borbu sa jamskim požarima u rudnicima Kuzbasa** (Primene-nie sredstv. ventiljacii dlja bor'by s podzemny-mi požarima na šahtah Kuzbassa) U sb. »Gornospasat. delo«, Vyp. 4, Doneck, 1971, str. 61-67, (rus.)

Externbrick, W. i Lewer, H.: **Primena kalcijum hlorida u prahu za sprečavanje samozapaljenja uglja** (Geringere Gefahr der Selbstentzündung von Kohle durch Chlorkalcium-Montan-Pulver) »Glückauf«, 107 (1917) 17, str. 652-653, (nem.)

Matsuguma, K. i dr.: **Primena zaštitnih pre-maza za borbu sa jamskim požarima, Deo I** (orig. na japan.) »Sajko to hoan, Mining and Safety«, 17 (1971) 2, str. 57-62.

Naude, D. E. H.: **Daljinski termistorski davači za daljinsku kontrolu temperature kod jamskih požara** (Remote reading thermistor sensors for telemetering temperatures during mines fires) »J. Mine Vent. Soc. S. Afr.«, 24 (1971) 8, str. 122-125, (engl.)

Nel'son, I. A., Sažin, P. D. i dr.: **O sposobnosti vodenog aerozola, nabijenog statičkim elektricitetom, da obara prašinu** (O pylepodavljajušćej sposobnosti elektrozarjaženog vodnogo aerozolja) »Naučn. tr. Perm. n.-i. ugol'n. in-t«, 1971, sb. 12, str. 158-167, (rus.)

Karpuhin, V. D., Golovčenkova G. T. i dr.: **O proračunu parametara električnog filtra za fino prečišćavanje vazduha od prašine** (K rasčetu parametrov električnogo fil'tra dlja

tonkoj očistki vozduha od pyli) U sb. »Effektiv. i bezopas. razrabotka mestorožd. polezn. isko-paemnyh. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 115-127, (rus.)

Głowiak, B. i Kabsch, P.: **Postupak za određivanje mogućnosti vlaženja prašine i značaj rezultata istraživanja za praksu** (Verfahren zu Bestimmung der Benerzbarkeit von Stauben und Bedeutung der Untersuchungsergebnisse für die Praxis) »Staub-Reinhaltung der Luft«, 32 (1972) 1, str. 9-11, (nem.)

Šimeček, J.: **Istraživanja prašine u preduzeću za preradu azbesta i njegovoj okolini** (Staubuntersuchungen in einem Betrieb für Asbestverarbeitung und in seiner Umgebung) »Staub-Reinhaltung der Luft«, 31 (1971) 12, str. 493-496, (nem.)

Gnam, I. A.: **Respirator malih dimenzija RM-1** (Malogabaritnyĳ respirator RM-1) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1972) 1, str. 49-51, (rus.)

Ney, J., Wurostkievicz, G. i dr.: **Jamski alarmni uređaj** (Alarmowy sygnalizator kopalniani) Patent NRP, kl. 74c, 10, (G 08 b 3/10), Nr. 61036, prijav. 30. 12. 68, publ. 15. 11. 70, (polj.)

Weuthen, P. i Châtel, P.: **Pribor za merenje i registrovanje temperature i vlažnosti jamskog vazduha** (Ein Gerät zur Messung und Aufzeichnung von Temperatur und Feuchtigkeit der Grubenwette) »Glückauf-Forschungsh« 32 (1971) 5, str. 229-236, (nem.)

Pitanja zaštite organa disanja u oblasti spasi-iačke delatnosti u rudarstvu (Voprosy zaštity organov dyhanija v gornospasatel'nom dele) M., »Nedra«, 1970, 160 str. (rus.)

Brandis, S. A. i Judickij, B. D.: **O prihvatljivoj težini respiratora u vezi sa celokupnom težinom opreme spasioca u rudarstvu** (O prijemletoj tjažesti respiratora v svjazi s obščim vesom snarjaženija gornospasatelja). U sb. »Vopr. zaštity organov dyhanija v gornospasat. dele. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 117-120, (rus.)

Brandis, S. A., Saj, O. N. i dr.: **Komora za dezinfikovanje aparature za disanje** (Kamera dlja dezinfekcii dyhatel'noj apparatury). U sb. »Vopr. zaštity organov dyhanija v gornospasat. dele. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 147-150, (rus.)

Nikolaenko, I. L., Ševčenko, Ju. A. i dr.: **Novi izolacioni samospasioci ŠS-5m i ŠS-7** (Novye izolirujuščie samospasatel'i ŠS-5m i ŠS-7). U sb. »Vopr. zaštity organov dyhanija gornospasat. dele. Vyp 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 101-104, (rus.)

Wohlberedt: Stanje i razvoj silikoze u rudarstvu SR Nemačke (Stand und Entwicklung der Silikose im Bergbau der BR Deutschland). »Glückauf«, 108 (1972) 10, str. 381—391, (nem.).

Serčenko, A. A. i Bezmen, I. N.: Izbor ustavljanja kod automatskih regulatora opterećenja rudarskih mašina (Vybor ustanovok avtoregulatora nagruzki gornyh mašin). »Ugol' Ukrainy«, 15 (1971) 10, str. 24—25, (rus.).

Chotín, W. G. i Kriger, G. E.: O nekim problemima osiguravanja bezbednosti radova na otpucavanju u ugljenokopima u vezi sa mogućnostima preventivne zaštite pri otkazivanju detonacije i deflegracije vazdušnih eksploziva (Über einige Probleme der Gewährleistung der Sicherheit der Sprengarbeit im Kohlenbergbau, die mit Vergütungsmöglichkeiten gegen Detonationsversager und gegen des Deflagrieren von Wettersprengstoffen zusammenhangen) »Neue Bergbautechn.«, 1 (1971) 9, sar. 701—707, (nem.).

Varšavskij, Ja. V. i Paršin, A. V.: Nova zaštitna sredstva od pada radnika u jamske prostorije (Novye predohranitel'nye sredstva ot padanija ljudej v vyrabotki). »Ugol' Ukrainy«, 15 (1971) 11, str. 37—38, (rus.).

Hamm, E.: Međunarodna konferencija u Tokiju o sigurnosti podzemnih rudarskih radova (Internationale Konferenz für Grubensicherheit

in Tokio). »Bergfreiheit«, 35 (1970) 8, str. 184—191, (nem.).

Pustovoj, V. N.: Pokretni raspršivači za obaranje prašine na bagerskim radilištima (Peredvižnye orositel'nye gidroustanovki dlja podavlenija pyli v ekskavatornyh zaborjah). »Gornyj ž.«, (1971) 10, str. 71—72, (rus.).

Čurkin, V. K., Guščin, V. I. i dr.: Vazdušne zavese kao sredstvo za borbu sa prašinom na širokim čelima opremljenim strugovima (Vozdušnye zavesy kak sposob bor'by s pyl'ju v strugovyh lavah). U sb. »Soveren. razrabotki ugol'nyh mestorožd.«, Doneck, 1971, str. 72—76, (rus.).

Božko, V. L., Busygin, K. K. i dr.: Odrėdivanje naročito opasnih slepih hodnika u vezi sa eksplozivnošću atmosfere pri obavljanju minerskih radova (Opredelenie osobo opasnyh po metanu tupikovyh vyrabotok pri vedenii vzryvnyh rabot). »Ugol' Ukrainy«, (1971) 9, str. 40—41, (rus.).

Gorbunov, N. I. i Ignatenko, I. P.: Obavljanje depresionog snimanja u jamama uz zaustavljanje glavnih ventilatora (Provedenie depressionnyh s'emok šaht s ostanovkoj ventilatorov glavnogo provetrivanja). »U sb. »Efektiv. i bezopas. razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Vyp. 2«, M., »Nedra«, 1970, str. 45—51, (rus.).

Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince 70,00 ND

za ustanove i preduzeća 300,00 ND

Pozivamo sve rudarske stručnjake, saradnike naučnih ustanova i drugih organizacija na saradnju u časopisu »Sigurnost u rudnicima« po svim pitanjima iz oblasti zaštite na radu u eksploataciji mineralnih sirovina, nafte i gasa, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

– za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND

– za prikaze iz prakse
(iskustva u sprovođenju
zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND

– za prikaze savetovanja,
kongresa do 250,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana

1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1973. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 300,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 300,00

Ukupno: 600,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno prectati

(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa _____

MP

NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1973. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 70,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 70,00

Ukupno: 140,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

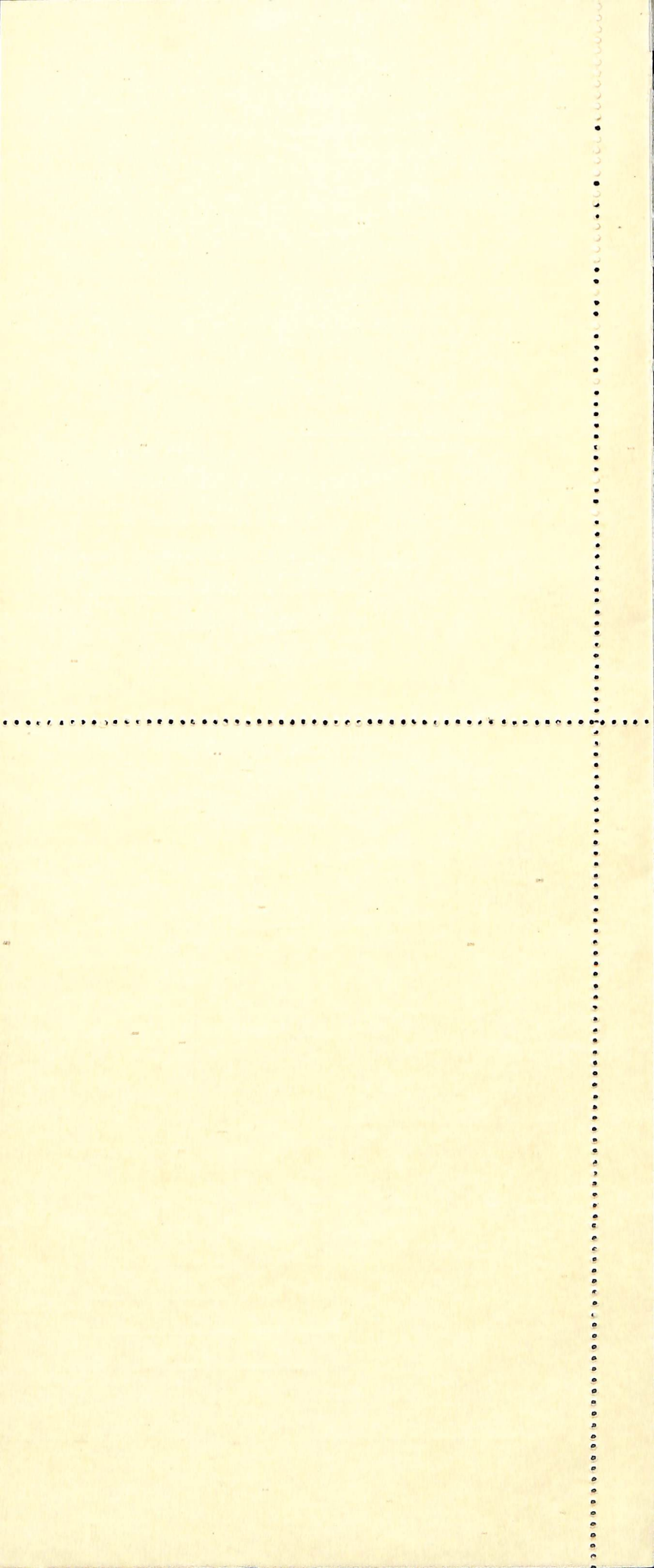
Napomena: nepotrebno prectati

(mesto i datum)

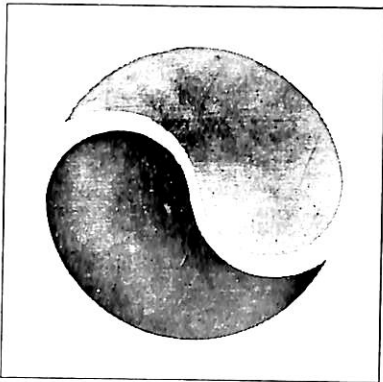
(ime naručioca)

(adresa)

Overava preduzeće — ustanova



naša delatnost



NAFTAGAS

NAFTNA INDUSTRIJA

NOVI SAD

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA:

Istraživanje nafte i gasa
Bušenje na naftu i gas
Proizvodnja nafte i prirodnog gasa
Osnovna prerada nafte i prirodnog gasa
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

U OBLASTI TRANSPORTA:

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti
proizvodnje
Transporta
Prerada nafte i gasa
Petrohemijske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i
treća lica

U OBLASTI SAOBRAĆAJA:

Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za
sopstvene potrebe
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom
saobraćaju
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom
industrijskom koloseku

U OBLASTI TRGOVINE:

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za
tečni gas (novih i polovnih)
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje
investicionih radova u inostranstvu
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na ve-
liko i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih orga-
nizacija
Reekspert nafte: derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i
direktan reekspert)


U OBLASTI USLUGA:

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istra-
živanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim rad'o-
nicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva i
Popravak uređaja za gas.

Svim svojim saradnicima želi

Srećnu Novu 1973. godinu

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Srednjobosanski rudnici  *Zenica*

SOUR-a RUDNICI KAKANJ BREZA ZENICA BILA PROJEKTNI BIRO I DIREKCIJA

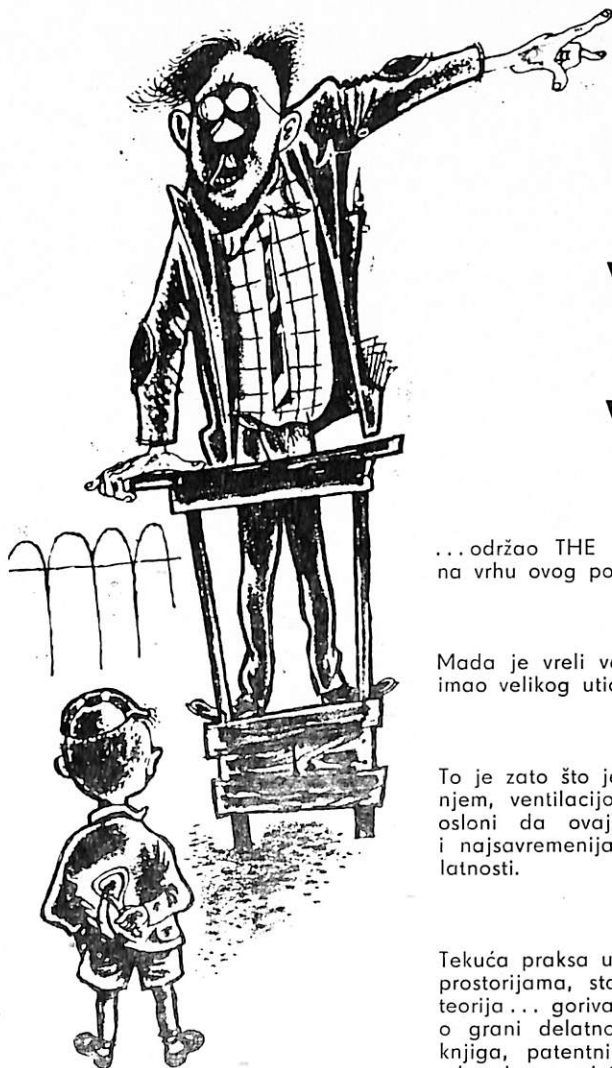
SREDNJOBOSANSKI RUDNICI

ZENICA

Čestita svim rudarima, rudarskim preduzećima i kombinatima, kao i potrošačima sretan završetak poslovne godine i

*Novu
1973. godinu*

sa najlepšim željama za pun uspeh



nije VRELI VAZDUH

...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vrela vazduh (i svež, hladan, suv i čist vazduh)
imao velikog uticaja na to!

To je zato što je svako ko ima bilo kakve veze sa grejanjem, ventilacijom i »er condišnom« uvek mogao da se osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija i najsavremenija obaveštenja o svakom aspektu ove delatnosti.

Tekuća praksa u svim područjima... fabrikama, poslovnim prostorijama, stanovima, rudnicima, brodovima. Principi i teorija... goriva, oprema, naučno-istraživački rad. Novosti o grani delatnosti... ljudima u toj delatnosti. Pregledi knjiga, patentni izvodi, raspoloživa literatura. Počev od vrhunskog praktičara do mladog početnika, svi mogu da nađu interesantne i vredne informacije u svakom mesečnom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER. Uverićete se da se to isplatilo. Pišite za uzorni primerak na adresu:



THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,
London. W. C. 1.
ENGLAND

NOVO!

NOVO!

NOVO!

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

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

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

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

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

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

O-113

odlagalište, hidromonitorno visinsko

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

O-114

odlagalište, klizanje

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

O-115

odlaganje, mesto

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

O-116

odlagalište, napredovanje

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
подвигание отвала

O-117

odlagalište, odbacivačko

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

O-118

odlagalište, okrenut ka

facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers le dépôt; face (f) vers
le remblai
kippenseitig
со стороны отвала

Cena iznosi 230,00.— dinara.



BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H.RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Verständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savladivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



**World
Mining**

EDITED FOR THE
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD

BPA



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

**SCHWERSCHMIEDEN HEUER
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN HAMMER 5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE**

IT SE



1893

... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleiben Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obradivanjem.

ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufront, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.

Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglašavaju svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja
GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak i
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
Join Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
 - površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
 - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
 - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svet-ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
 - open-cast and underground exploitation of mineral ores
 - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
 - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA

-
- veliki broj stručnjaka
 - visok naučni i stručni nivo
 - ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
 - iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
 - savremena oprema
garantuju: BRZE

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)
Poštanski fah 116.

RI

-
- large number of experts
 - high scientific and specialized level
 - realized scientific-research results applied in practice
 - experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
 - up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

FAST

CONTEMPORARY

HIGH QUALITY

services in above activities

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2

tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

RI

