



SIGURNOST U RUDNICIMA

IV•1969•1

IV GODIŠTE
1. B R O J
1969. GOD.

SIGURNOST U RUDNICIMA

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

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

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

Štampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

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

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. DUŠAN, Rudnici lignita »Kreka«, Tuzla

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

DRAGOJEVIĆ dipl. ing. MILOŠ, »Rembas«, Resavica

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. univ. ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd

JOVANOVIĆ dipl. ing. GVOZDEN, Rudarski institut, Beograd

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki Zavod, Ljubljana

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

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

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

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

PETROVIĆ dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd

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

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

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

PROF. DR ING. ANTON HOMAN	
Za varnost odgovorne osobe v rudarstvu — — — — —	5
Für die Sicherheit im Bergbau verantwortliche Personen — — — —	8
DR ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ	
Metode proračuna kritičnih uslova za uslojavanje metana pod stropom pro- vetravanih jamskih prostorija — — — — —	9
La méthode du calcul des circonstances critiques se rapportant à l'ammass de grisou, en dessous du faite (toit) dans les locaux aérés — —	15
DIPL. ING. BRANKO KAPOR	
Određivanje optimalne dužine širokog čela u zavisnosti od metanobilnosti ugljenog sloja — — — — —	17
Bestimmung der Optimalstrebänge in Abhängigkeit von der Methanföhrung des Kohlenflöztes — — — — —	23
DIPL. ING. BOLESLAV STUPNICKI	
Pokušaj praktičnog utvrđivanja stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine na bazi učešća izgorljivih volatila u rudnicima lignita »Kreka« u Tuzli — — — — —	23
Die praktische Feststellung des Explosionsfähigkeitsgrades des Kohlenstaubes im Lignitkohlenbergwerke »Kreka« in Tuzla — — — — —	34
PROF. ING. NIKOLA NAJDANOVIĆ	
Osnovni elementi za sigurnost kosina na površinskim otkopima — — —	35
Grundelemente zur Böschungssicherheit in den Tagebaubetrieben — —	37
DIPL. ING. DRAGOLJUB MITROVIĆ	
Analiitičke i grafičke metode za određivanje bezopasne zone pri miniranju na površinskim otkopima — — — — —	38
Analytische und graphische Verfahren zur Bestimmung einer nicht gefährdeten Zone bei Tagebausprengungen — — — — —	43
DIPL. ING. PANTELIJA GOLUBOVIĆ	
Prilog određivanju učestalosti povređivanja pri transportu masa na povr- šinskim otkopima — — — — —	44
Beitrag zur Bestimmung der Unfallhäufigkeit bei der Massenföderung in den Tagebaubetrieben — — — — —	48
DIPL. ING. BRANKO JAMNIŠEK	
Varovanje pred vodo v rudniku lignita Velenje — — — — —	48
Wassereinbruchbekämpfung in der Braunkohlengrube Velenje — — —	54
DIPL. ING. ĐORĐE JAROŠEVIĆ	
Analogna računsa mašina AM-1 za proračun i kontrolu ventilacionih si- stema u rudnicima — — — — —	55
Электрическая модель AM-1 для расчёта и контроля систем проветривания при разработке полезных ископаемых подземным способом — — —	63
DIPL. ING. LJUBISAV PETROVIĆ	
Određivanje maksimalnog broja proračuna pri havarnom stanju ventila- cionih mreža podzemnih rudnika, primenom analognih i drugih ra- čunara — — — — —	64
Bestimmung der maximalen Berechnungsanzahl im gestörten Zustand der untertage-Wetterneize durch Einsatz von analogen und anderen Rechenanlagen — — — — —	66
DR ŽIVKO STOILJKOVIĆ	
Uticaj industrijske gasmaske (M-53-MZ i M-65-MZ) na kardiorespiratorne funkcije pri datim telesnim naprezanjima — — — — —	67
Einfluss der Industrie-Gasmaske (M-53-MZ und M-65-MZ) auf die kardio- respiratorischen Funktionen bei gegebenen körperlichen Anstren- gungen — — — — —	78
DIPL. ING. KAZIMIR KAUZLARIĆ	
Prilog proučavanju zaštite od prašine — — — — —	80
Beitrag zum Studium des Staubschutzes — — — — —	86
JOŽE COLARIĆ	
Univerzalni sporogoreći štapin »Unikord« — — — — —	87
Langsambrennender Universalzünder »Unicord« — — — — —	89
Kongresi i savetovanja — — — — —	90
Prikazi iz literature — — — — —	93
Bibliografija — — — — —	94
SPISAK LITERATURNIH ELABORATA — FOND RUDARSKOG IN- STITUTA — — — — —	96

Za varnost odgovorne osebe v rudarstvu

Prof. dr ing. Anton Homan

Delovne organizacije usmerjajo vedenje svojih članov s tem, da njih ravnanja določijo — predpišejo. Vsak član delovne organizacije pa prevzame pri svojem delu obveznost in s tem odgovornost, da se bo njegovo ravnanje v delovni organizaciji skladalo z organizacijsko predpisanim — normiranim ravnanjem. Če se ne sklada, krši s tem član delovne organizacije svoje obveznosti in je za to odgovoren. Ne odgovarja pa za ravnanje, ki ni predpisano.

Odgovornost je torej mogoče uveljaviti le tedaj, če so med člani delovne organizacije pristojnosti članov jasno in točno opredeljene in delitev dela združena s potrebnimi pooblastili. Odgovoren je lahko samo tisti, ki je zmožen, da izpolnjuje svoje obveznosti in kateri po svojih kvalifikacijah jamči, da bo poverjene mu posle zadovoljivo opravljaj. Nemogoče je zahtevati od nekoga, da je odgovoren za ravnanje drugih oseb, če njemu ne damo ali nima mogočnosti, da bi ravnanje teh drugih oseb obvladaval in usmerjal. Problem sleherne gospodarske organizacije je v tem, da uskladi cilje organizacije z osebnimi cilji svojih članov. To doseže zlasti na način, da prenese na posamezne člane odgovornost za določen del gospodarskega in tehnološkega procesa v določenem delokragu. Za dobro izvedbo vsakega posla je potrebna vsaki osebi na delu gotova samostojnost, ki je posebno važna v rudarstvu, predvsem pri jamskem delu, kjer se pogosto pri že naročenih in določenih delih spremeni situacija.

Varnost na jamskem delovišču kot osnova rudarskega obratovanja se ne more smatrati kot stvar za sebe, nego kot vsakokratno-

trenutno stanje rudarjev, njih orodja, strojev in delovišča. Če so rudarji vešči svojem delu, imajo v redu orodje in stroje in če se okolje na delovišču ne menja, je delo domnevno varno. Čim se pa n.pr. poveča ploskev čela, se že stanje delovišča spremeni, sprosti pritisk, podporje, na katero useda krov, močnejše obremeni, ali celo pokažejo delovanja drugih naravnih sil.

Tu pridemo do vprašanja, v koliko je dopuščena na jamskem delovišču za izvedbo rudarskih del iniciativa tam zaposlenih rudarjev, če je potrebna pri spremenjeni situaciji hitra odločitev, v koliko je tu nujno obveščati višjega oz. vodilnega organa in počakati na ustrezna navodila tega.

Po čl. 78 TZVD mora oseba na delu neposrednemu vodju takoj naznaniti vsako opaženo pomanjkljivost, okvaro ali drug pojav, ki lahko ogroža varnost na delu. Smiselno temu členu, določb dosedanjih varnostnih predpisov pri jamskem delu iz internih varnostnih pravilnikov rudnikov bo to vsekakor odgovorni oz. prvi kopač (oz. predelavec skupine). Odgovorna oseba v organizaciji, od katere lahko oseba na delu zahteva, naj se predpisani varstveni ukrepi izvedejo, če se ne ravna neposredni vodja po naznanilu po členu TZVD, je definirano v čl. 24 Pravilnika o varnem jamskem delu, ki pravi: »Če delavec opazi, da v jami ali na površini rudnika grozi nevarnost, ki ogroža ljudi ali družbeno imetje, je dolžan na to opozoriti bližnje delavce in najbližjega predstojnika«. Pojem odgovorne osebe v organizaciji ima torej v smislu člena 24 široki razpon od nadzornika do tehničnega vodje obrata.

Po prejšnji rudarski zakonodaji in rudarski praksi je obstojal sistem enotnega odgovornega tehniškega obratovodje, ki je jamčil za pravilnost, predvsem pa za varno delo celotnega obratovanja v jamskem ali površinskem rudarskem obratu. Odgovorni tehnični obratovodja je bil pri ukrepanju varnostnih mer, navodil in smernic samostojen (dokument nadzorna-obhodna knjiga). Če je bil klican na odgovornost, je imel regresno pravico zagovora proti njemu dodeljenemu nadzornemu osebju oz. proti oni nadzorni osebi, kateri je določeno delo ali nadzorovanje poveril. Osebe, ki jih je rudarski upravičenec pooblastil, da dajejo naredbe obratovodjem, so za le-te odgovorne, vendar ostane s tem odgovornost obratovodje nedotaknjena. V svetu, kot pri nas, se zaradi vedno večje specializacije rudarskih del vsaj praktično odstopa od enotnega rudarskega obratovodje (n.pr. poseben obratovodja za elektrotehnične naprave in pod.)

TZVD je v čl. 63 poveril direktorja in vse druge vodilne osebe v organizaciji, da vsak na svojem delovnem področju odgovarja za izvajanje varnostnih ukrepov pri delu. TZR je enako, vsaj teoretično razširil odgovornost za varna rudarska dela na veliko število oseb, brez da bi detajliral odgovornostna področja, temveč to prepušča splošnim aktom — pravilnikom podjetja.

Obratovodja je v TZR vsaj neposredno omenjen le v čl. 96/2, da mora poročati delavskemu svetu obrata o stanju varstva pri delu in o delu službe za varstvo pri delu vsake tri meseca. Po čl. 94/4 je vodja službe za varstvo pri delu odgovoren neposredno direktorju podjetja, torej z izključitvijo vmesnih predstojnikov — nadzornikov — obratovodje. Kot odgovorni faktorji varstva pri delu so označeni: direktor, glavni tehnični vodja, vodja delovne enote, vodja rudarskih del in pristojni vodja. Na novo nastopa kot odgovorna oseba projektant in revident rudarskega projekta. Za vse rudarje sploh velja splošna klavzula čl. 100/1 »Vsak delavec v rudarskem podjetju se mora ravnati po predpisanih ukrepih za varstvo pri delu. Če se ne ravna, pomeni to hujšo kršitev delovne dolžnosti«. Po čl. 93/2 v zvezi s čl. 97/2 naj pravilnik podjetja o ukrepih za varstvo pri delu, ki ustreza specifičnim razmeram in nevar-

nostim v rudniškem obratu, določi delovno področje vseh teh oseb in njihovo osebno odgovornost za izvajanje varnostnih ukrepov. Kot kolektivni organ za varnost dela nosijo odgovornost za varstvo dela delavski svet oz. svet delovne enote, kakor strokovna komisija. Če vzamemo k temu še sedaj tudi v rudarstvu več ali manj vpeljan moderni brigadni — linijski organizacijski sistem z linijo direktnega ukazovanja in vzporedno z njo linijo štabne-svetovalne službe, se pojem za varnost neposredno odgovorne osebe v organizaciji zamegli. Praviloma naj bi sicer višji predstojniki ali člani štabnih služb, kateri niso sami neposredno nadzorno osebje, odgovarjali, če dajejo naročila, ki vzamejo nadzornemu osebju možnost samostojnega odločanja, vendar prvi vsled svoje avtoritete več ali manj ukazujejo, ne da bi vsaj neposredno odgovarjali.

Če se odločimo za čim večji prenos odgovornosti na več oseb, mora biti ta prenos popoln, ki ne dopušča, da bi bili za isto stvar odgovorni dve ali več oseb, tako tudi ne odgovorna oseba in njegov pomočnik, ker je pomočnik v funkcionalnem pogledu samostojno odgovorna oseba. Nekdo lahko prenese le pooblastila, ne more pa prenesti odgovornosti, torej se mora preje prepričati, na koga lahko prenese pooblastila. V resnici ostane nadrejen organ še naprej odgovoren.

Pri individualni odgovornosti je nosilec iste le ena sama oseba in ni težav pri iskanju vzrokov neizpolnjene naloge. Pri kolektivni odgovornosti je odgovornost čim manj učinkovita, čim številnejši so njeni nosilci. Zato se je čim bolj izogibati, posebno, če so kadri manj sposobni in obstoji pomanjkanje poslovnih in organizacijskih normativov. Načelo je, da vsakdo odgovarja za svoja dejanja, ne pa samo tisti, pri katerem se je pokazala posledica včasih cele verige vzrokov (počenši od zgrešenih investicij — izdelave delovnega programa naprej —). Po načelu delitve dela odgovarjajo vsi, ki so v procesu sodelovali ali vplivali na odločitev. Tudi strokovnjak se ne more znebiti odgovornosti, češ, da je pri določeni izvedbi del dal samo svoje mnenje, odločil pa ni o ničemer in, da so odgovorni oni, ki so o stvari odločili.

Za konkretno izvedbo varnostnih ukrepov na nekem rudarskem obratu pa odgovarja

lahko samo oseba, kateri je s predpisi to naloženo kot redna delovna naloga. Interni pravilnik podjetja o varnosti dela mora torej jasno in točno precizirati, kateri vodja, na katerem sektorju dela, v kakem obsegu in za katero delo se mora brigati in, da če tega ne izvrši, da za to odgovarja in kake konsekvence nosi.

Po čl. 64/2 TZVD morajo organizacije, v katerih so nevarnosti za poškodbe in obolenja v zvezi z delom večje, v skladu s splošnim aktom ustanoviti posebno službo za varstvo pri delu in določiti ljudi, ki bodo opravljali izključno le naloge v zvezi z varstvom pri delu. Enako je po čl. 93/3 TZR rudarsko podjetje dolžno organizirati službo za varstvo pri delu.

Po čl. 94/1/1 TZR je naloga službe za varstvo pri delu, da neposredno kontrolira izvajanje ukrepov za varstvo pri delu in še bolj po čl. 94/4, »da je vodja te službe odgovoren neposredno direktorju podjetja«, bi sklepali, da predstavlja ta služba poseben obrat za sebe, neodvisen od jamskega obratovodstva. To pa ne bi bilo v skladu s čl. 5 TZVD, da se varstvo pri delu uresničuje vzporedno z organiziranjem in pospeševanjem produkcijskega — tehnološkega in sploh delovnega procesa. Enako določa čl. 31/1 Pravilnika o varnostnih ukrepih pri jamskem delu, da je tehnični vodja obrata dolžan redno pregledovati obrat zaradi kontrole izvajanja varnostnih ukrepov pri delu in pravilnega opravljanja del, v primeru nevarnosti pa takoj ustrezno ukrepati. Po tem pravilniku so odgovorni za varnost neposredno tudi poslovodje, nadzorniki in izrečno tudi predkopač.

Iz tega sledi, da konkretna — elementarna odgovornost za varstvo dela leži na neposrednem strokovnem vodju obrata. Ta je obvezan, da enako, kakor skrbi za proizvodnjo in organizacijo dela, istočasno odgovarja tudi za varnost, kot integralnega dela proizvodnje in organizacije dela. Obveznosti službe za varnost pri delu oz. njenih članov so pač odvisne od tega, kaka pooblastila jim daje interni pravilnik rudnika o varstvu dela, smiselno nalogam varnostne službe, našteje v čl. 94 TZR. Služba za varstvo dela ima torej izrazito štabno — svetovalne funkcije učinkovite varnosti dela v obratu. V tem

smislu vodja službe za varstvo dela daje predloge direktorju in drugim organom podjetja in je po čl. 94/4 neposredno odgovoren direktorju podjetja. Služba za varstvo dela pa ni odgovorna za samo izvedbo varnostnih ukrepov, kateri so bili od drugih izvršeni na njeno pobudo oz. še manj, če niso bili izvršeni.

Kot izrazito odgovorna oseba v podjetju po neposrednem vodju — odgovorni osebi v organizaciji sledi po čl. 83/2 TZVD, »da če zahtevi naznanila po čl. 83/1 TZVD ni bilo v osmih dneh ugodeno, ali če je oseba na delu mnenja, da zahtevani varstveni ukrepi niso bili izvedeni v smislu predpisov o varstvu pri delu ali splošnih aktih organizacije, lahko oseba na delu ugovarja pri upravnem odboru ali drugem organu, ki ga določa splošni akt organizacije, hkrati z vložitvijo ugovora pa se lahko obrne na organ za nadzorstvo«, v našem primeru na rudarski inšpektorat — naj izda ustrezno odločbo. Kateri organ rešuje ugovore v smislu čl. 83/2 TZVD, ni označeno v naši rudarski zakonodaji, vendar je torej, da naj bo ta določen v splošnem aktu rudarskega podjetja, enako rok rešitve in postopek.

Čl. 83/3 TZVD »če organ za nadzorstvo o varstvu pri delu — rudarski inšpektorat — ugotovi, da v osmih dneh od ugovora ni bilo ugodeno zahtevi čl. 83/2 TZVD, mora po opravljenem pregledu bodisi izdati odločbo, s katero naloži podjetju, da je treba izvesti varstveni ukrep v določenem roku, ali pa obvesti osebo na delu, iz katerih razlogov njena zahteva ni utemeljena. Zoper odločbo rudarskega inšpektorja je dovoljena pritožba v osmih dneh na pristojni organ druge stopnje. Pritožba odloži izvršitev odločbe, razen v slučaju, če bi v slučaju odlaganja izvršitve grozila neposredna nevarnost za življenje ali zdravje delavcev ali večja nevarnost za družbeno premoženje (čl. 127 TZR)«.

Temeljna načela odškodninskega prava, če zadene rudarja v jami nezgoda, niso povsem jasna. Nesporno je, da odgovarja rudnik za škodo, ki je delavcu povzročena zaradi nezgode pri delu takrat, kadar so bili opuščeni predpisani varnostni ukrepi ali kadar gre za kakšno drugo odgovornost v krivdi. Sporno je, če pretrpi delavec nezgodno

škodo, vendar ne po krivdi rudnika, niti po svoji krivdi za naklep ali veliko nepazljivost. Načelo objektivne odgovornosti rudnika zaradi tega, ker naj bi bilo že samo obratovanje

rudnika združeno s povečano nevarnostjo, postaja pri današnjem sodobnem tehnično in varnostno spopolnjenem rudarskem delu težko sprejemljivo.

Pripomočki

Simpozij o odgovornosti v delovnih organizacijah 20—22. aprila 1967. — Bled.

se o zaščiti« — Zaštita rada št. 86/1967.

Članek: »Kako primenjujemo propi-

Zakoni in predpisi, ki se tičejo varnosti v rudarskih podjetjih.

KRATAK IZVOD

Odgovornost članova radne organizacije za sigurnost može postojati samo u slučaju kad su njihove obaveze jasno i tačno određene i kad je njihova nadležnost, po podeli rada, povezana sa potrebnim ovlašćenjima. Sigurnost na jamskom radilištu zavisi od profila tamo zaposlenih rudara, upotrebljenog alata, mehanizacije i samog radnog mesta. Princip savremenog upravljanja u privredi ispunjen je ako se odluke o hitnim sigurnosnim merama, kod često promenljive situacije, primenjuju na mestu, gde je takva odluka najpotrebnija tj. kad je primenjuje kopač (starešina čela) radne grupe, zaposlene na jamskom radilištu. Opšta klauzula naših sigurnosnih propisa određuje da lice koje primeti preteču opasnost na rudarskom radilištu, mora odmah obavestiti o tome najbliži nadzorni organ. Konkretno sprovođenje zaštite na radu vrši neposredni vođa grupe na radilištu — prvi kopač, odgovorno lice u organizaciji — nadzornik, poslovoda ili tehnički rukovodilac pogona ili organa uprave privredne organizacije, odnosno organa za nadzor — rudarski inspektor. Zbog velike raznovrsnosti rudarskih radova, zaštitu na radu ne može da sprovodi samo jedno lice, već se odgovornost za izvođenje sigurnosnih mera prenosi na više lica već prema radnim područjima, što je utvrđeno internim pravilnikom o sigurnosti na radu. Treba izbegavati način kolektivne odgovornosti za izvođenje radova, jer je ova manje efikasna, što je više odgovornih lica. U principu trebalo bi da za svoje postupke odgovaraju svi učesnici u radnom procesu, uključivši i projektante, članove štabnih službi i savetodavne stručnjake. Za konkretno izvođenje sigurnosnih mera na rudarskom pogonu po pravilu odgovara lice, koje je za to nadležno prema važećim propisima, a pre svega tehnički rukovodilac pogona.

ZUSAMMENFASSUNG

Für die Sicherheit im Bergbau verantwortliche Personen

Dr. Ing. A. Homan*)

Nach dem Prinzip, dass die Entscheidung der Ausführung der dringenden Sicherheitsmassnahmen in dem Falle einer schnellen Situationsänderung an einem Grubenorte desto näher der Stelle, wo sie gebraucht verlegt wird, fällt die unmittelbare Verantwortung für die Sicherheit am Orte auf

*) Prof. dr ing. Anton Homan — Ljubljana, Igriška br. 3.

den die dort beschäftigte Arbeitsgruppe führenden Vorhauer. Die allgemeine Klausel in den jugoslawischen Sicherheitsvorschriften ordnet an, dass jeder in dem Bergbaubetriebe beschäftigter Arbeiter verpflichtet ist, eine heran-nahende Gefahr oder eine gefährliche Unregelmässigkeit im Betriebe der nächsten Aufsichtsperson sofort zu melden. Die konkrete Forderung der sicheren Grubenarbeit der Bergleute ist nach einem geordneten Vorgange über den Vorhauer — Aufsichtsorgane — Betriebsleiter — der Verwaltungsorgane des Unternehmens und der Berginspektion festgelegt und gesichert. Die Wirkungskreise der Verantwortung der einzelnen Sicherheitsorgane sind in den speziellen Sicherheitsvorschriften des bestimmten Betriebes geordnet. Zur Verantwortung sollten alle Teilnehmer, die in einem Arbeitsprozesse gearbeitet haben, einschliesslich der Projektanten, der Stabsdienste sowie der beratenden Fachleute herangezogen werden.

Metode proračuna kritičnih uslova za uslojavanje metana pod stropom provetравanih jamskih prostorija

(sa 8 slika)

Dr ing. Gvozden Jovanović

Iznalaženje zakonitosti nagomilavanja visokih koncentracija metana u stropu provetравanih jamskih prostorija, obuhvaćenih u važećim tehničkim propisima pod pojmom »metanske trake«¹⁾ kao i otkrivanje zakonitosti njihovog ponašanja u jamskim prilika-ma predstavlja za rudarske stručnjake vrlo složen zadatak. To, uglavnom, proizilazi iz razloga što na nastajanje metanskih slojeva u jamskim uslovima utiče veliki broj isto-vremeno delujućih faktora, čiji mehanizam uzajamnog delovanja je teško odrediti, a koji pre svega obuhvataju:

- karakteristike izvora metana (izdaš-nost, broj izvora i položaj u jamskoj prostoriji),
- brzinu vazdušne struje u području metanskih izvora,
- oblik i veličinu profila jamske pro-storije i hrapavost bokova i stropa,

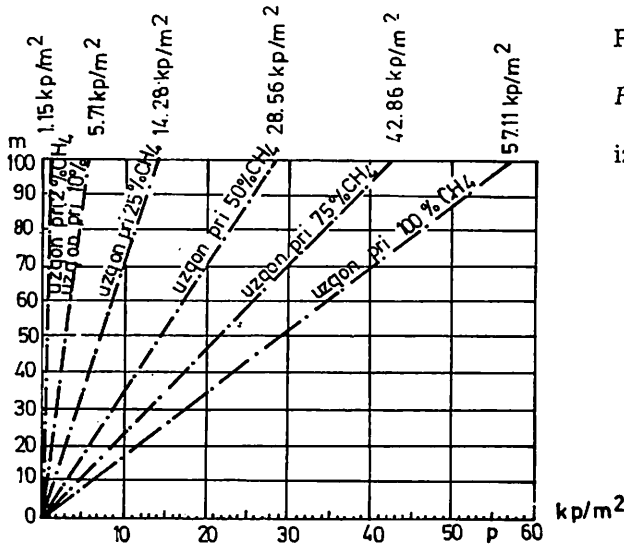
¹⁾ U okviru ovog rada termin »metanska traka« nije prihvaćen s obzirom da termin »traka« ni po čemu ne karakteriše fizički proces uslojavanja gasova.

- nagib jamske prostorije,
- način vođenja vazdušne struje (hori-zontalan, uzlazni, silazni),
- specifična težina koncentrisane metan-ske smeše (prirodni uzgon smeše),
- specifična težina jamskog vazduha u području metanskog izvora.

Teorijske osnove stvaranja metanskih slojeva

Radovima, pre svega engleskih istraživa-ča H. F. Coward-a (2), P. Bakke-a (1), S. J. Leach-a i L. P. Barbero-a (3) teorijski i u laboratorijskim uslovima je do-kazano da je glavni razlog za stvaranje me-tanskih slojeva pod stropom rudničkih pro-storija prirodni uzgon metana (sl. 1) odnosno otprilike za polovinu manja specifična težina metana pri $t = 0^{\circ}\text{C}$ i $b = 735'5$ mm Ž. S. ($\gamma_{\text{CH}_4} = 0'7168$ kg/Nm³) u odnosu na pri-bližnu specifičnu težinu jamskog vazduha ($\gamma_v = 1,2$ kg/Nm³), a da su neophodni uslovi:

- mala brzina vazdušne struje u području metanskog izvora (brzina vazdušne struje $\rightarrow 0$) i
- dovoljno izdašan izvor metana nepomešanog sa vazduhom.



Sl. 1 — Zavisnost veličine prirodnog uzgona od sastava vazdušno-metanske smeše (5).
Fig. 1 — Dépendance de la grandeur de force ascensionnelle, naturelle, de la composition du mélange air — méthane (5).

Jednom formirana vazdušno-metanska smeša (stvorena u uslovima turbulentne difuzije) ne može se pod uticajem različitih specifičnih težina metana i vazduha razložiti na sastavne komponente (5). Drugim rečima, u jamskim prilikama jednom pomešan metan sa vazduhom, u uslovima turbulentnog mešanja, ne može se izdvojiti iz te smeše i kao lakša komponenta nagomilavati pod stropom jamske prostorije.

Nagomilavanje metana pod stropom jamskih prostorija odnosno stvaranje metanskih slojeva moguće je, prema tome, samo u uslovima pritanja u prostoriju metana nepomešanog ili slabo pomešanog sa vazduhom, kada vazduh stagnira ili se prostorijom kreće malom brzinom.

Strujanje vazduha jamskim prostorijama može da ima turbulentni ili laminarni karakter što uslovljava veličina Reynoldsovog broja, koji se izračunava pomoću obrasca:

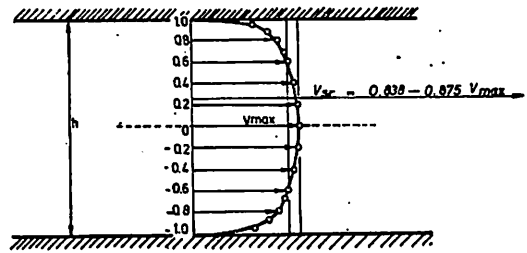
$$Re_{(sr)} = \frac{4 \times v \times S}{\Lambda \times P} \quad (1)$$

gde je:

- v — brzina strujanja vazduha (m/sec)
- S — površina poprečnog preseka prostorije (m^2)
- Λ — kinematski koeficijent viskoziteta ($15 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{sec}$)
- P — obim prostorije (m).

Turbulentno strujanje vazduha postoji pri $Re > 1300$, a laminarno pri $Re < 1300$ (6).

Laminarno strujanje je moguće samo u izuzetnim okolnostima i nikad neće postojati



Sl. 2 — Raspored brzina u poprečnom profilu hodnika pri turbulentnom strujanju vazduha (4).

Fig. 2 — Répartition des vitesses, dans le profil transversal de la galerie, dont le courant d'air est turbulent (4).

u normalno provetranim prostorijama. Postavlja se pitanje, kako je onda u uslovima turbulentnog strujanja vazduha moguće nagomilavanje metana pod stropom jamskih prostorija.

Kretanje vazduha jamskom prostorijom ne vrši se istom brzinom po čitavom profilu i kako praktični opiti pokazuju (sl. 2) treba razlikovati tzv. obodne i središnje zone strujanja.

Obodna zona se karakteriše brzinama vrlo bliskim nuli (v_0) po obimu prostorije i naglim rastom brzine od nulte po obimu do srednje (v_{sr}), a srednja daljim laganim povećanjem brzine do maksimalne (v_{max}), pri čemu u uslovima turbulentnog strujanja važi odnos da je (4):

$$v_{(sr)} = (0,838 - 0,875) v_{max} \quad (2)$$

S obzirom da je praktičnim istraživanjima ustanovljeno da debljina metanskih slojeva približno odgovara debljini obodne zone strujanja vazduha, to u karakteristikama ove odnosno malim brzinama vazdušne struje u njoj i treba tražiti razloge stropnom nagomilavanju metana.

Turbulentno mešanje metana sa vazduhom, tj. medijuma različitih težina i uslojenih jedan iznad drugog nastaje tada, ako čestice težeg vazduha nasuprot delovanju sopstvene težine budu uzdignute u sredinu lakšeg metana, odnosno ako čestice lakšeg metana budu utiskivane u težu vazдушnu sredinu, nasuprot dejstvu prirodnog uzgona metana. Za obavljanje ovog procesa potreban je rad, a ovaj vrši energija turbulentnog strujanja vazduha. Odnos između rada koji, sa jedne strane, vrši sila zemljine teže i rada koji, sa druge strane, vrši sila prirodnog uzgona izražava se Richardson-ovim brojem (4):

$$Ri = \frac{\left(\frac{\delta \rho}{\delta y}\right) \left(\frac{-g}{\rho}\right)}{\left(\frac{\delta v}{\delta y}\right)^2} \quad (3)$$

gde je:

- g — ubrzanje zemljine teže (9,81 m/sec²)
- ρ — specifična težina vazduha (kg/m³)
- $\frac{\delta \rho}{\delta y}$ — mera promene specifične težine po vertikali
- $\frac{\delta v}{\delta y}$ — mera promene brzine po vertikali.

Iz izraza (3) proizilazi, da ako je broj Ri velik, rad izvršen nasuprot gravitaciji je veći od rada koji vrši sila turbulencije, pa, prema tome, postoji lošija mogućnost mešanja.

Što je vrednost broja Ri manja, to su uslovi za turbulentno mešanje dva medijuma različitih težina povoljniji (sl. 3.)

Metode proračuna kritičnog indeksa uslojavanja metana

Na osnovu Richardson-ove teorije o uslovima mešanja medijuma različitih specifičnih težina P. B a k k e i S. J. L e a c h su osnovne faktore od kojih zavisi stvaranje metanskih slojeva objedinili u bezdimenzionalnom kriterijumu α , nazvanom kritični indeks uslojavanja*), čija se vrednost izračunava pomoću sledeće empirijske kombinacije na uslojavanje najuticajnijih nezavisno promenljivih veličina (1):

*) originalan naziv glasi »layering number« što u doslovnom prevodu znači »broj taloženja«.

$$\alpha = \frac{v_{sr}}{\sqrt[3]{g \times \frac{\Delta \rho}{\rho} \times \frac{q}{L}}} \quad (4)$$

U zavisnosti (4) pojedine oznake označavaju:

- v_{sr} — srednja brzina vazdušne struje u jamskoj prostoriji (m/sec)
- $\Delta \rho$ — razlika između specifične težine jamskog vazduha i specifične težine metana (kg/m³)
- ρ — specifična težina jamskog vazduha (kg/m³)
- g — ubrzanje zemljine teže (9,81 m/sec²)
- q — dotok metana koji stvara metanski sloj (m³/sec)
- L — širina metanskog sloja jednaka širini prostorije (m')

Usvajajući za praktične proračune $\Delta \rho$ i ρ kao konstantne vrednosti odbrzac (4) može da se predstavi i u sledećem obliku

$$\alpha = \frac{v_{sr}}{1,63 \sqrt[3]{\frac{q}{L}}} \quad (5)$$

Istražujući kritičnu vrednost indeksa uslojavanja P. B a k k e je za uslove horizontalnih protočnih sistema sa glatkim površinama i za jedan izvor metana u stropu ustanovio da vrednost indeksa α , izračunata po obrascu (4), treba da iznosi najmanje 5 i da za sve vrednosti $\alpha < 5$ postoje uslovi za stvaranje metanskih slojeva.

Za jamske uslove u kojima se ne radi o glatkim površinama i u kojima se retko sreće samo jedan i isključivo u stropu hodnika izvor metana P. B a k k e i S. J. L e a c h (1), a kasnije i K. W i n t e r (7) su korigovali B a k k e-ovu vrednost kritičnog indeksa, jer su dokazali da sigurni uslovi za stropno nago milavanje metana u provetravanim horizontalnim prostorijama nastaju tek ako je desna strana izraza (4) jednaka ili manja od dva ($\alpha \leq 2$). Ova vrednost kritičnog indeksa je u stručnoj literaturi i usvojena za praksu.

Istražujući graničnu vrednost kritičnog indeksa za uslove Rybnickiego Okregu Weglowego, W. C y b u l s k i u slučaju horizon-

talnih jamskih prostorija predlaže sledeće kategorije vrednosti kritičkog indeksa (6):

- pri $\alpha \geq 5$ ne postoje uopšte uslovi za stvaranje metanskih slojeva
- pri $\alpha = 3-5$ postoji verovatnoća stvaranja metanskih slojeva
- pri $\alpha \leq 2$ postoje sigurni uslovi za stvaranje metanskih slojeva.

U težnji da obrazac za proračun vrednosti kritičnog indeksa prilagode veličinama koje su mere pri redovnoj kontroli režima provetranja S. J. Leach i saradnici naučno-istraživačkog centra za provetranje u Essen-u, su predložili izračunavanje kritičkog indeksa uslojavanja prema sledećem empiričkom obrascu (4):

$$\alpha = \sqrt[3]{\frac{24 v_{sr}^2}{\rho \sqrt{F}}} \quad (6)$$

u kome osim poznatih oznaka:

- p — označava srednji procentualni sadržaj metana u vazdušnoj struji (%), a
 F — površinu poprečnog preseka ventilacione stanice u kojoj je merena srednja brzina vazdušne struje (m^2).

Iz obrasca (6) proizilazi da za horizontalne jamske prostorije površine poprečnog profila 7—11 m^2 vrednost indeksa uslojavanja $\alpha \geq 2$ se može postići, ako je ispunjen sledeći uslov:

$$p \leq v_{sr}^2 \quad (7)$$

Ako procentualni sadržaj metana u ma kome delu poprečnog profila horizontalne prostorije poraste toliko da je njegova vrednost izražena u procentima veća od kvadrata srednje brzine, opasnost od nastajanja metanskih slojeva je prisutna. Za horizontalne jamske prostorije sa površinom poprečnog preseka manjom ili većom od 7—11 m^2 uslov (7) ima oblik:

$$p \times k \leq v_{sr}^2 \quad (8)$$

gde k označava popravni koeficijent uticaja veličine površine poprečnog profila i za raspon $F = 3-18 m^2$ ima vrednosti prikazane u tablici 1.

S obzirom da je veličina poprečnog profila jamskih prostorija, odnosno njegova širina uslovljena drugim značajnijim rudarsko-geološkim faktorima, to iz zavisnosti (5)

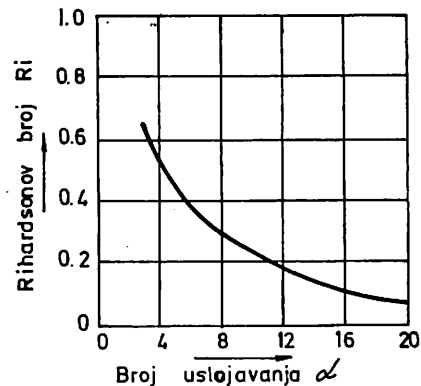
Tablica 1

Vrednosti popravnog koeficijenta k u uslovu $p \cdot k \leq v_{sr}^2$

F (m^2)	k	Oblik uslova (8)
3—7	0,9	$0,9 p \leq v_{sr}^2$
7—11	1,0	$1,0 p \leq v_{sr}^2$
11—14	1,1	$1,1 p \leq v_{sr}^2$
14—18	1,2	$1,2 p \leq v_{sr}^2$

proizlazi da se stvaranje metanskih slojeva i njihovo ponašanje u jamskim uslovima treba da svede na analizu ovih zavisnosti od karakteristika vazdušne struje i karakteristika metanskog izvora.

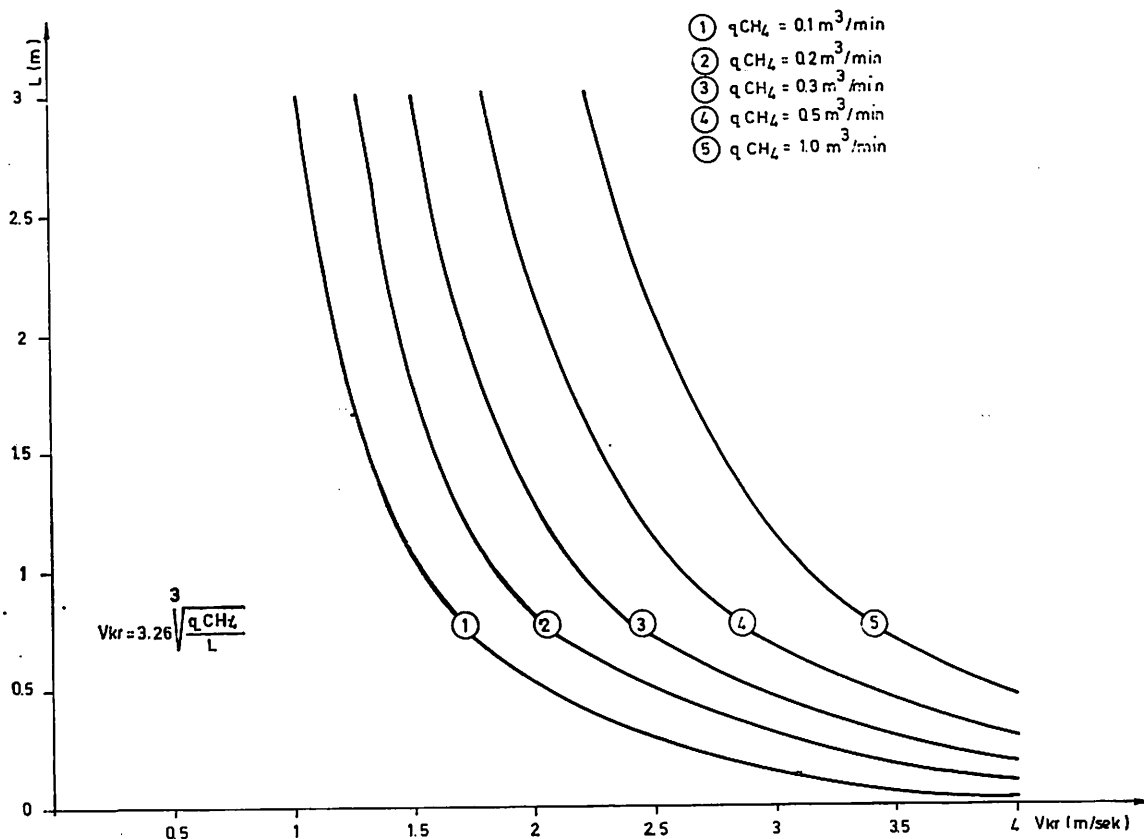
U datoj vazdušnoj struji, koja je okarakterisana stalnom brzinom strujanja i poznatom širinom hodnika, biće Richardson-ov broj utoliko veći, ukoliko je veća količina ekshaliranog metana. Pri konstantnom dotoku CH_4 i stalnoj širini hodnika Richardson-ov broj se povećava sa opadanjem brzine vazdušne struje. S obzirom na ove zakonitosti i zavisnost, pokazanu na sl. 3, intenzitet turbulentnog mešanja metana sa vazduhom (izražen pomoću vrednosti kritičnog indeksa α) se smanjuje sa povećanjem dotoka metana i opadanjem brzine vazdušne struje. Turbulentno mešanje prestaje kada Richardson-ov broj dostigne vrednost $Ri \geq 0,8$, što odgovara indeksu uslojavanja $\alpha = 2$.



Sl. 3 — Zavisnost između Richardson-ovog broja i kritičnog indeksa uslojavanja metana (4).

Fig. 3 — Dépendance entre le nombre de Richardson et l'indice critique de l'amas du grisou (4).

Koristeći ove uslove, kao i zakonitost (5) na dijagramu na sl. 4, u slučajno odabranom primeru za primenjene širine hodnika u jami



Sl. 4 — Zavisnost $\alpha = 2$, V_{sr} , L , q , za rudničke uslove u jami »Sretno« rudnika Breza.
 Fig. 4 — Dépendance $\alpha = 2$, $V_{moyenne}$, L , q se rapportant aux circonstances minières dans la fosse »Sretno« de la mine Breza.

»Sretno« rudnika Breza, data je grafička zavisnost između veličina koje utiču na stvaranje metanških slojeva (v_{sr} , L , q) i indeksa uslojavanja $\alpha = 2$.

Brzina strujanja vazduha — najznačajniji faktor za sprečavanje stvaranja metanskih slojeva

Iz izloženog i zavisnosti prikazane na sl. 4 vidi se da je kod konstantnih dotoka metana brzina vazdušne struje najznačajniji faktor za sprečavanje stvaranja metanskih slojeva. Sa povećanjem dotoka CH_4 u jedinici vremena opasnost od stvaranja metanskih slojeva raste, te saglasno iznetim zakonitostima treba povećavati i v_{sr} do vrednosti koja za konstantne vrednosti L i q daje vrednost indeksa $\alpha > 2$.

Optimalna brzina štrujanja vazduha « V_0 » u prostoriji ugroženoj od stvaranja metanskih slojeva treba da bude veća ili najmanje jednaka kritičnoj brzini (v_{kr}), izračunatoj iz obrasca (5). Efikasnost režima provetravanja u pogledu sprečavanja stvaranja metanskih slojeva izražava pokazatelj efekta ventilacije β , koji predstavlja odnos

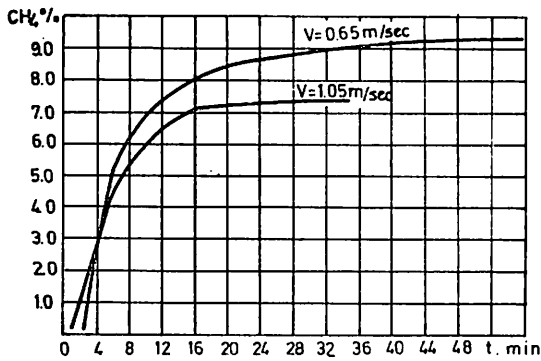
$$\beta = \frac{v_{kr}}{v_0} = \frac{3,26 \sqrt[3]{\frac{q}{L}}}{v_0} \quad (9)$$

Ako je $\beta > 1$ provetravanje je malo uspešno i postoji mogućnost stvaranja metanskih slojeva. Za $\beta \leq 1$ verovatnoća stvaranja metanskih slojeva je vrlo mala.

Ponašanje metanskih slojeva u jamskim prostorijama

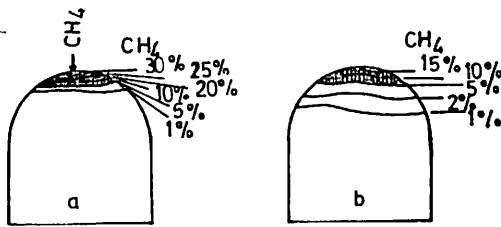
Za rudarskog stručnjaka — operativca osim poznavanja graničnih uslova koji omogućavaju formiranje metanskih slojeva kao gasno-fizičke pojave, važan značaj, sa aspekta sigurnosti, ima poznavanje ponašanja formiranih metanskih slojeva, a pre svega u pogledu njihove stabilnosti, raspodele koncentracije CH_4 u njima i njihove dužine.

Kako pokazuju istraživanja P. Bakke-a i S. J. Leach-a, kao i istraživanja sprovedena u opitnoj jami MAKNI, ponašanje metanskih slojeva, formiranih u horizontalnim prostorijama sa nepromenljivom hrapavošću, zavisi od fizičkih veličina koje su i omogućile njihovo stvaranje, tj. profila jamske prostorije, brzine vazdušne struje i koli-



Sl. 5 — Dijagram promene koncentracije metana u metanskom sloju u zavisnosti od vremena i brzine strujanja vazduha (metana na 20 m odstojanja od izvora CH_4).

Fig. 5. — Diagramme de changement de la concentration du grison en fonction de temps et de vitesse de courant air-méthane, à 20 m. de distance de la source de CH_4 .



Sl. 6 — P. Bakke-ov primer ponašanja metanskog sloja:

- a) na rastojanju 14 m od izvora CH_4 ;
- b) na rastojanju 60 m od izvora CH_4 (5)

Fig. 6 — Example P. Bakke du comportement de la couche de grisou:

- a) à une distance de 14 m. de la source de CH_4 ;
- b) à une distance de 60 m. de la source de CH_4 (5).

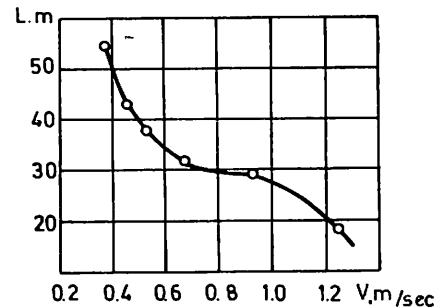
čine priliva metana u jedinici vremena. Tako je, na primer, utvrđeno (što je od naročitog značaja za praksu) da se:

— formiranje metanskog sloja u hodniku $F = 7,5 \text{ m}^2$, pri $qCH_4 = 0,45 \text{ m}^3/\text{min}$ i $v_{sr} = 0,65 \text{ m/sec}$ izvrši za vrlo kratko vreme (sl. 5). Zbog toga i kratkovremeno smanjenje brzine provetravanja (koja otklanja mogućnost stvaranja metanskog sloja) do srednje kritične brzine (koja za date uslove omogućava stvaranje metanskog sloja) može da prouzrokuje slojevito nakupljanje metana, koje se, kako će se kasnije videti, zadržava i pri uspostavljanju normalnog režima provetravanja;

— dužina metanskog sloja zavisi od uslova koji su omogućili njeno stvaranje. Na sl. 6 prikazan je P. Bakke-ov primer dužine metanskog sloja formiranog pod sledećim uslovima (5):

$F = 7,0 \text{ m}^2$, $q = 1,42 \text{ m}^3/\text{min}$, $v_{sr} = 0,35 \text{ m/sec}$.

— pri $F = \text{const.}$ i $qCH_4 = \text{const.}$, sa povećanjem brzine vazdušne struje dolazi kako do smanjivanja dužine metanskog sloja tako i do razređivanja procentualnog sadržaja metana u njemu. Na sl. 7 prikazana je grafička zavisnost promene dužine metanskog sloja (formiranog pod uslovima: $F = 7,5 \text{ m}^2$, $qCH_4 = 0,25 \text{ m}^3/\text{min}$, $v_{sr} = 0,35 \text{ m/sec}$, sadržaj CH_4 u gasnoj smeši 90%, $\rho_{gsm} = 0,75 \text{ kg/m}^3$) od brzine vazdušne struje, a na sl. 8 grafička zavisnost promene koncentracije metana u zavisnosti od brzine vazdušne struje na 25 m udaljenosti od izvora CH_4 .

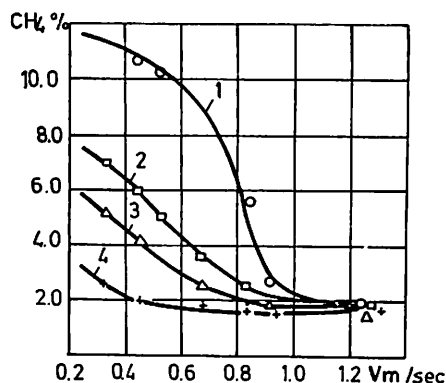


Sl. 7 — Dijagram promene dužine sloja u zavisnosti od brzine strujanja vazduha.

Fig. 7 — Diagramme de changement de la longueur de la couche en fonction de la vitesse de courant d'air.

U ispitivanim uslovima u horizontalnoj prostoriji metanski sloj rasprostire se u smeru kretanja vazdušne struje. Pri povećanju brzine vazdušne struje do određene vrednosti (od 0,35 do 0,6 m/sec) dužina metanskog sloja se naglo smanjuje. Pri daljem povećanju brzine vazdušne struje ovo skraćivanje je usporenije (sl. 7). Nasuprot tome, kako se

vidi iz dijagrama na sl. 8 koncentracija metana po debljini sloja sa promenom brzine do 0,6 m/sec, se menja sporo, nakon čega ova promena je intenzivnija i pri brzini $v_{sr} = 1,2$ m/sec, koncentracija je po celoj debljini sloja izjednačena na $p = 2$ % CH_4 .



Sl. 8 — Dijagram promene koncentracije metana po debljini sloja u zavisnosti od brzine strujanja vazduha. 1 — sloj pod stropom; 2 — sloj 10 cm ispod stropa; 3 — sloj 15 cm ispod stropa; 4 — sloj 20 cm ispod stropa.

Fig. 8 — Diagramme de changement de la concentration du grisou, vu l'épaisseur de la couche, et de la dépendance de la vitesse du courant d'air.

Uticaoj načina razvođenja vazduha na stvaranje i ponašanje metanskih slojeva

Intenzitet turbulentnog mešanja metanskog sloja i protočnog vazduha, kako se iz prethodnog izlaganja vidi, utoliko je veći ukoliko je veća razlika između brzine kojom se kreće metanski sloj i brzine kretanja vazdušne struje.

Ove zavisnosti su naročito uočljive pri provetranju nagnutih prostorija i suprotna je usvojenim shvatanjima u praksi da silazno vođenje vazdušne struje sprečava efikasno razređivanje metana.

Pri silaznom vođenju vazdušne struje pravci kretanja metana i vazdušne struje imaju suprotne smerove. Sa povećanjem nagiba hodnika raste razlika između brzine vazdušne struje, čiji je smer kretanja niskopan, i brzine kretanja metana, čiji je smer kretanja usled prirodnog uzgona uskopan. Turbulencija je intenzivnija, a time i mešanje dva medija.

Kod uzlaznog vođenja vazdušne struje pravci kretanja vazdušne struje i metana su istog smeru. Brzina kretanja metana usled prirodnog uzgona raste sa povećanjem nagiba prostorije. Kod konstantne brzine vazdušne struje, razlika između brzine kretanja uzlazne vazdušne struje i brzine uzlaznog kretanja metana sa povećanjem nagiba prostorije se smanjuje. Kod određenog nagiba prostorije i određene brzine vazdušne struje doći će do izjednačenja brzine kretanja metana i vazduha. Odsutnost turbulencije doprinosi stvaranju povoljnih uslova za nastajanje metanskog sloja. Iz ovoga proizilazi da u prostorijama u kojima se vazdušna struja vodi uskopno i u kojima postoje drugi uslovi za stvaranje metanskih slojeva, brzina kretanja vazduha mora da bude veća nego u horizontalnim prostorijama i prostorijama kojima se vazdušna struja vodi silazno. Za istu veličinu poprečnog profila, veća brzina se može postići na račun provođenja veće količine vazduha, što pri istom stepenu sigurnosti povećava troškove ventilacije.

RESUME

La méthode du calcul des circonstances critiques se rapportant à l'amas de grisou, en dessous du faite (toit), dans les locaux aérés

Dr Ingénieur G. Jovanović*)

L'apparition de l'amas du grisou sous le faite des locaux aérés, vu les recherches scientifiques en Yougoslavie, aussi bien celle de la pratique opératoire, a été étudiée sous des conditions d'une ampleur modeste.

*) Dr ing. Gvozden Jovanović, upravnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta, Beograd.

L'auteur dans son article traite les éléments théoriques de ce phénomène en se basant sur les notions des explorateurs anglais, soviétiques, allemands, polonais et tchécoslovaques, tout en tenant compte des recherches personnelles également.

Simultanément ont été étudiées les méthodes du calcul, des conditions critiques qui influent à la formation des amas du grisou, dont la mise en pratique rend possible, d'avance, la prévision des circonstances qui interviennent dans la création de l'amas du grisou; par conséquent il est possible d'avance de prendre toutes les mesures nécessaires pour empêcher cet amas.

Entre autre, l'auteur démontre que la vitesse du courant d'air, les sens de mouvement du courant d'air et du grisou, sont les facteurs les plus importants qui exercent une influence à la création et le comportement des amas du grisou dans les locaux miniers.

Literatura

1. Bakke, P. M., Leach, S. J., 1962: Principles of Formation and Dispersion of Methane Roof Layers and Some Remedial Measures. — »The Mining Engineer« 22.
2. Coward, H. F., 1937—38: Movement of Fire-damp in Air. Trans. — Inst. Min. Engrs.
3. Leach, S. J., Barbero, L. P., 1961: Experiments on Methane Roof Layers from Multiple Sources. — »Safety in Mines«, Research Establishment.
4. Macha, J., 1966: Nebezpečí vrstvení metanu ve vetrených dutých dílech. — Mezinárodní konference o dutých požarech, Rožnov.
5. Patteisky, K., 1963: Grubengas und Schlagwetterkunde. — C. T. H. Kartenberg Herne.
6. Sobala, J., Kozłowski, B., 1967: Zwalczanie zagrożenia gazowego w kopalniach węgla kamiennego. — Wyd. »Slask« Katowice.
7. Winter, K., 1965: Ausgasung im Einwirkungsbereich des Abbaus und seine Bewetterung für die Bildung von Methanschichten. — International Konference, Scheffield.
8. Bobrov, A. I., Vološin, V. G., 1965: Metanovye sloi u krovli gornyh vyrabotok. — Voprosy bezopasnosti v ugol'nih šahtah. — Trudy Maknii, tom XVII.
9. International Dictionary of Physics and Electronics D. Van Nostrand Company Inc. Princeton. New Jersey, 1961.

Određivanje optimalne dužine širokog čela u zavisnosti od metanoobimnosti ugljenog sloja

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Branko Kapor

Uvod

Osnovni element koji se javlja pri projektovanju otvaranja i eksploatacije ležišta uglja širokočelnim otkopavanjem je dužina širokog čela. Ona se u prvom redu određuje u zavisnosti od montan-geoloških uslova, koji karakterišu ležište i ugljeni sloj, i zahteva koji se postavljaju u smislu proizvodnosti jedne širokočelne otkopne jedinice. Dakle, u prvom planu analitičkih proračuna osnovnih parametara širokog čela se nalaze proizvodno-organizacioni uslovi i tehnički parametri koji ih karakterišu.

Analitička definicija dužine širokog čela, tj. sistema razrade ležišta, samo na osnovu proizvodno-organizacionih postavki i odgovarajućih tehničkih parametara u nemetanskim ležištima predstavlja dovoljan i završni obim projektnog posla. Međutim, ako se radi o ležištima uglja u kojima se, na osnovu prethodnih vidljivih indikacija ili odgovarajućih istraživanja, očekuju pojave metana, neophodno je pored proizvodno-tehničkih parametara, za određivanje dužine širokog čela, usvojiti i parametre koji to ležište karakterišu u pogledu opasnosti od permanentnog prisustva metana u jamskoj atmosferi, a posebno na samom širokom čelu.

U zavisnosti od usvojene širine otkopnog stuba odnosno dužine širokog čela i tehničkih mogućnosti održavanja ove duži-

ne u eksploataciji usvaja se sistem i poredak razrade polja i revira, pri čemu poseban uticaj na ovu veličinu vrši parametar metanoobimnosti ugljenog sloja.

Iako ne često, u našoj rudarskoj praksi se pojavljuju problemi otkopavanja metanskih ležišta metodom širokog čela i oni uglavnom proizilaze kao posledica zanemari- vanja ovoga faktora pri određivanju optimalne dužine otkopnog fronta. Po načinu kako se manifestuju u jamskom sistemu eksploatacije metanskih ležišta uglja, ovi problemi mogu da dovedu, i redovno dovode, u pitanje globalnu sigurnost u sistemu jamske tehnologije.

Moguće posledice nesrazmernog odnosa dužine čela i parametra metanoobimnosti

Širokočelna otkopna metoda je sklop rudarskih radova i tehnologije kod koga, kada se u jami izvede, nije moguće vršiti naknadne tehničke i tehnološke korekcije, a da se pri tome ne izazove znatan porast troškova proizvodnje.

Ono što je bitno za pitanje koje se ovde raspravlja je izbor tehničkih parametara širokočelnog otkopa koji treba da zadovolje sve montan-geološke uslove, a posebno uslove koji proizilaze kao posledica metanoobimnosti ugljenog sloja. Nije svejedno, ni sa sta-

novišta sigurnosti, ni sa stanovišta produktivnosti tehnologije širokog čela, da li je dužina širokog čela, odnosno njegov proizvodni kapacitet u potrebnoj srazmeri sa mogućnostima provetravanja, s obzirom na stepen metanoobimnosti sloja i propisani sadržaj metana na radnom mestu i povratnom vetrenom hodniku.

Ovo pitanje postaje sasvim jasno kad se ima u vidu, da je količina metana koja se izdvoji na širokom čelu u nekoj vremenskoj jedinici srazmerna sa ostvarenom proizvodnjom u toj jedinici, istovremeno srazmerna dužini širokog čela, s obzirom da se dobijanje vrši na celoj dužini po određenim ciklusima. Koeficijent srazmere u ovoj algebarskoj relaciji je upravo parametar metanoobimnosti ugljenog sloja q_m ($m^3CH_4/tona$). Prema tome su razumljivi uslovi koji nastaju na širokom čelu određene dužine sa određenim ritmom tehnoloških ciklusa kada dođe do neočekivanog i permanentnog povećanja parametra q_m . U prvom redu intenzitet provetravanja postaje nedovoljan, jer dolazi do većeg oslobađanja metana, što se odmah manifestuje povećanjem koncentracije metana u atmosferi radnog prostora i u povratnoj vetrenoj struji revira ili jame.

Kako je provetravanje i njegov intenzitet karakteristika jamske tehnologije koju je, u situaciji već razgranate jame, samo relativno moguće prilagođavati novonastalim uslovima zbog kompleksa tehničkih razloga, nastupaju veoma komplikovane posledice tehničkog i sanacionog karaktera. One se, uglavnom, manifestuju u sledećem:

- povećanje koncentracije metana u radnom prostoru širokog čela što redovno smanjuje bilans kiseonika, a istovremeno povećava potencijalnu opasnost od eksplozije metana, čime se biološki i sigurnosno radna atmosfera dovodi u pitanje;
- povećanje koncentracije metana u povratnoj vetrenoj struji revira ili jame. Ukoliko je ovo povećanje iznad propisanog i ima tendenciju stalnog porasta, daljna eksploatacija se odvija u uslovima van tehničkih propisa i kao takva se ili obustavlja, ili se situacija sanira;
- radi smanjenja potencijalne opasnosti i dovođenja uslova eksploatacije u normalne, ukoliko postoji mogućnost, vrši se povećanje intenziteta provetravanja. U zavisnosti od konstrukcije glavnih ventila-

tora ovo povećanje se vrši povećanjem depresije, promenom broja obrtaja ili zakretanjem radnih lopatica. Međutim, ovde je potrebno naglasiti, da je brzina kretanja vazduha kroz radni prostor čela, Tehničkim propisima, čl. 216. ograničena na maksimalnu vrednost od 4 m/sec, te je povećanje intenziteta provetravanja povećanjem depresije, s obzirom da je brzina funkcija depresije, ograničena mera. Mogućnost saniranja situacije na ovaj način je posebno ograničena u slučajevima ako je pre povećane eshalacije brzina vazduha kroz radni prostor bila visoka. Takođe treba naglasiti, da povećana depresija ima negativan uticaj na gasno stanje starih radova jer remeti njegovu ravnotežu, čime se redovno potencira oksidacija starih radova i pojava otvorenih požara u njima;

- ukoliko se povećanjem intenziteta provetravanja ne mogu zadovoljiti propisani uslovi koncentracije metana na otkopu i u izlaznoj vetrenoj struji, u cilju nastavljanja procesa otkopavanja, dopunskim rudarskim radovima se od prvobitne otkopne jedinice formiraju dve, sa upola kraćim dužinama otkopnog fronta i posebnim vetrenim kolom za svaku od njih;
- alternativno prethodnom, dopunskim rudarskim radovima može se izvršiti proširenje hodnika i radnog prostora u širokom čelu, čime se unutar širokog čela mogu samo neznatno izmeniti uslovi provetravanja. Ovo naročito zbog toga što je visina radnog prostora nepromenljiva veličina (moćnost sloja), a širinu nije preporučljivo povećavati iznad one, koja odgovara optimalnom sistemu podgrađivanja. Svako povećanje širine radnog prostora isključivo podrazumeva povećanje broja redova frikcionih stubaca. Ovo može, u zavisnosti od fizičko-mehaničkih osobina uglja i pratećih stena, da poveća napone na čelu fronta i da time samu liniju fronta i prvi red stubaca učini manje stabilnim, i
- smanjenje brzine napredovanja fronta, a time i smanjenje proizvodnosti otkopne jedinice, itd.

Iz prethodnih analiza mogućih posledica i sanacionih mera neophodno je zaključiti da je nesrazmerno racionalnije pre početka eksploatacije, paralelno geološkim istražnim ra-

dovima, vršiti istraživanja u oblasti geologije gasova u ležištu. Samo na ovaj način mogu se prethodno utvrditi gasno stanje ležišta i potrebni parametri koji predstavljaju osnovu za konstrukciju sigurnog i racionalnog tehnološkog jamskog sistema i neophodnih tehničkih detalja. Upravo cilj ovoga izlaganja se i sastoji u utvrđivanju zakonitih odnosa i funkcionalne zavisnosti dužine širokog čela od stepena metanoobimnosti ugljenog sloja, kao i utvrđivanju metodologije istraživanja ove zavisnosti neophodne za praktičnu primenu.

Analitika uslova i međusobne zavisnosti dužine širokog čela i metanoobimnosti ugljenog sloja

Apsolutna količina metana koja se oslobađa u procesu otkopavanja na širokom čelu je srazmerna proizvodnji uglja i parametru metanoobimnosti ugljenog sloja. Ona je kvantitativno opredeljena obrascem:

$$P \cdot q_m = Q_m \quad (1)$$

gde su:

P — dnevna proizvodnja uglja (t/dan)
 q_m — metanoobimnost sloja (m^3CH_4 /tona)
 Q_m — apsolutna količina metana koja se izdvoji u toku proizvodnog dana (m^3CH_4 /dan).

Radi stvaranja bezbedne jamske atmosfere, u smislu Tehničkih propisa, potrebno je mehaničkim provetranjem izvršiti dekoncentraciju metana na m % sadržine metana u jamskoj radnoj atmosferi. Za dekoncentraciju količine metana (Q_m) je potrebna određena količina vazduha koja je srazmerna količini metana a obrnuto srazmerna stepenu propisane (zahtevane) dekoncentracije. Prema tome je:

$$Q_v = \frac{Q_m \cdot 100}{m} \quad (2)$$

gde su:

Q_v — potrebna količina vazduha za dekoncentraciju metana (m^3 /dan)
 m — stepen dekoncentracije metana — propisani sadržaj metana u jamskoj atmosferi (%).

Ako se obrazac (2) reši po (Q_m) dobija se izraz kojim je količina metana (Q_m) izražena preko potrebne količine vazduha (Q_v), što znači da je po ovoj relaciji količina metana (Q_m) određena obrascem:

$$Q_m = \frac{Q_v \cdot m}{100} \quad (3)$$

Izjednačavajući levu stranu obrasca (1) sa desnom stranom obrasca (3) i rešenjem ove jednačine po (P) dobija se osnovni obrazac iz koga se daljnom transformacijom formira obrazac za određivanje uslovne dužine širokog čela:

$$P = \frac{Q_v \cdot m}{100 \cdot q_m} \quad (4)$$

Proizvodnja širokog čela (P) može se definisati kao algebarski odnos različitih parametara. Međutim, u ovom slučaju, ona se određuje kao proizvod dužine širokočelnog otkopa (L_o), koraka napredovanja fronta u jednom ciklusu (e), proizvodnosti sloja (p) i broja ciklusa na dan (i), što znači da algebarski izraz količine proizvodnje za ovaj slučaj ima oblik:

$$P = L_o \cdot e \cdot p \cdot i \quad (5)$$

Potrebna količina vazduha (Q_v) koja je određena obrascem (2) u datim uslovima zavisi od brzine strujanja vazduha (v) kroz radni prostor širokog čela i slobodne površine vertikalnog preseka radnog prostora (F). Prema tome, potrebna količina vazduha je, sa druge strane, uslovljena sledećim opštim obrascem za protok:

$$Q_v = v \cdot F \quad (6)$$

Kako veličina (Q_v) podrazumeva, u ovom slučaju, dnevnu količinu vazduha, a brzina v se izražava u jedinici (m/sec) to prethodni obrazac dobija oblik:

$$Q_v = 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot v \cdot F \quad (6a)$$

Površina vertikalnog preseka radnog prostora (F), kroz koji prolazi vazдушna jamska struja razređujući metan na propisanu koncentraciju (m), ima približan oblik pravo-

ugaonika. Njegova visina je jednaka debljini sloja, tj. visini radnog prostora otkopa (h_0), a širina (t) može biti različita i po pravilu zavisi od načina podgrađivanja. Na osnovu prethodnog, obrazac (6a) dobija novi oblik:

$$Qv = 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot v \cdot h_0 \cdot t \quad (6b)$$

Ako se u obrazac (4) uvrste vrednosti za (P) i (Qv) i obrazac reši po (L_0) dobija se definitivni algebarski izraz za određivanje uslovne dužine širokog čela u zavisnosti od parametara metanoobimnosti sloja. Konačni obrazac ima sledeći oblik:

$$L_0 = \frac{864 \cdot v \cdot h_0 \cdot t \cdot m}{qm \cdot e \cdot p \cdot i} \quad (7)$$

gde su:

- L_0 — optimalna dužina fronta širokog čela kao funkcija metanoobimnosti sloja (m)
- v — brzina strujanja vazduha kroz radni prostor širokog čela (m/sec)
- h_0 — visina radnog prostora širokog čela (m)
- t — rastojanje između prvog i zadnjeg reda stubaca. (Ovde se ne uzima u obzir udaljenje između fronta čela i starog rada, jer se ceo prostor ne može smatrati slobodnim profilom s obzirom na prisustvo radne posade, opreme, stubaca, delimično ispunjenje zadnjeg podgrađnog polja starim radom, konvergenca itd., što sveukupno smanjuje svetli profil preseka, (m)
- m — propisani (zahtevani) sadržaj metana u atmosferi radnog prostora, tj. u izlaznoj vetrenoj struji (%)
- qm — metanoobimnost sloja (m^3CH_4 /tona)
- e — korak napredovanja otkopnog fronta u jednom ciklusu (m)
- p — proizvodnost sloja (t/m^2)
- i — broj ciklusa u toku 24 časa.

Ako se analizira obrazac (7) za određene i nepromenjene uslove jednog širokog čela, može se smatrati da je deo izraza (7):

$$\frac{864 \cdot h_0 \cdot t \cdot m}{e \cdot p \cdot i} = K \text{ (konstanta)}$$

Tada obrazac (7) dobija novi oblik:

$$L_0 = \frac{1}{qm} \cdot v \cdot K \quad (7a)$$

Iz prethodnog obrasca se vidi da je uslovna dužina širokog čela (L_0) upravo proporcionalna prvom stepenu brzine vazduha kroz radni prostor čela, a obrnuto proporcionalna parametru metanoobimnosti (qm). Prema tome, pri konstantnoj brzini vazduha (v), i pri neizmenjenim ostalim tehničkim karakteristikama čela obrazac (7a) može preći u oblik jednačine za uslovnu dužinu čela:

$$L_0 = \frac{1}{qm} \cdot K_1 \quad (8)$$

odnosno

$$L_0 = F \left(\frac{1}{qm} \right) \cdot K_1 \quad (8a)$$

Pitanje uticaja brzine vazduha (v) na dužinu širokog čela se može definisati obrascem 7a, pri čemu je (qm) konstantna veličina i u tom slučaju obrazac dobija odgovarajući oblik:

$$L_0 = v \cdot K_2 \quad (9)$$

odnosno

$$L_0 = F(v) \cdot K_2 \quad (10)$$

Grafički smisao funkcije dužine čela od parametara metanoobimnosti je prikazan na slici 1 za brzine vazduha u granici od (0,25 — 4 m/sec), a funkcija dužine čela od brzine za parametre metanoobimnosti u granici od (5—35) m^3CH_4 /tona, na slici 2.

Izračunavanje grafika funkcije je vršeno na osnovu jednačine:

$$L_0 = \frac{1}{qm} \cdot v \cdot K \quad (7a)$$

Pri čemu je vrednost konstante K :

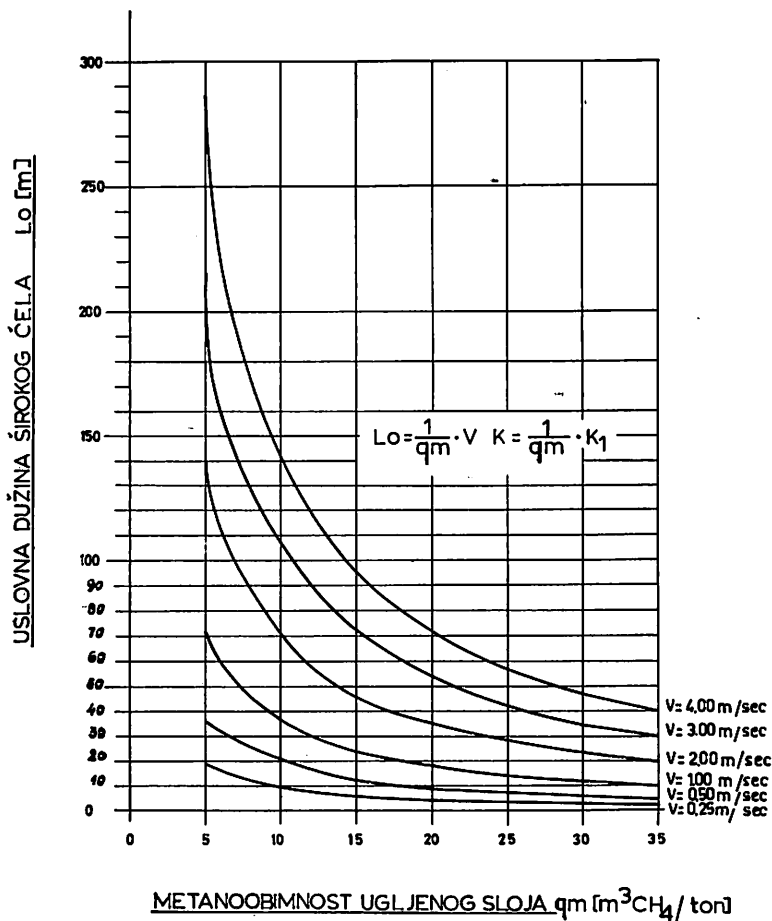
$$K = \frac{864 \cdot h_0 \cdot t \cdot m}{e \cdot p \cdot i} = 358,8 \approx 360$$

gde su:

- $h_0 = 2,75$ m — visina radnog prostora, tj. moćnost sloja
 $t = 3,75$ m — širina radnog prostora od prvog do zadnjeg reda stubaca ($3 \times 1,25$)
 $m = 0,5\%$ — propisani (zahtevani) sadržaj metana u jamskoj atmosferi
 $e = 1,25$ m — napredovanje fronta u jednom ciklusu
 $p = 3,3$ t/m² — proizvodnost sloja
 $i = 3$ cikl/dan — broj tehnoloških ciklusa dobijanja uglja u jednom danu.

Vrednost karakteristične konstante K , pored uslovne koncentracije metana u jamskoj atmosferi, uglavnom zavisi od broja tehnoloških ciklusa (i), odnosno od brzine napredovanja fronta, što znači da zavisi od proizvodnog kapaciteta širokočelne otkopne jedinice. Ona se realno može kretati u granicama od 360 do 540, za polumehanizovano dobijanje uglja, a pri mehanizovanom njena vrednost se nalazi u granici od 180 do 360.

Kako su dijagrami funkcija izračunati za srednju vrednost konstante $K = 360$, to se isti mogu koristiti pri potrebi brzog i orijentacionog određivanja uslovne dužine čela, dok je za tačno određivanje uslovne dužine potrebno primeniti obrazac (7).

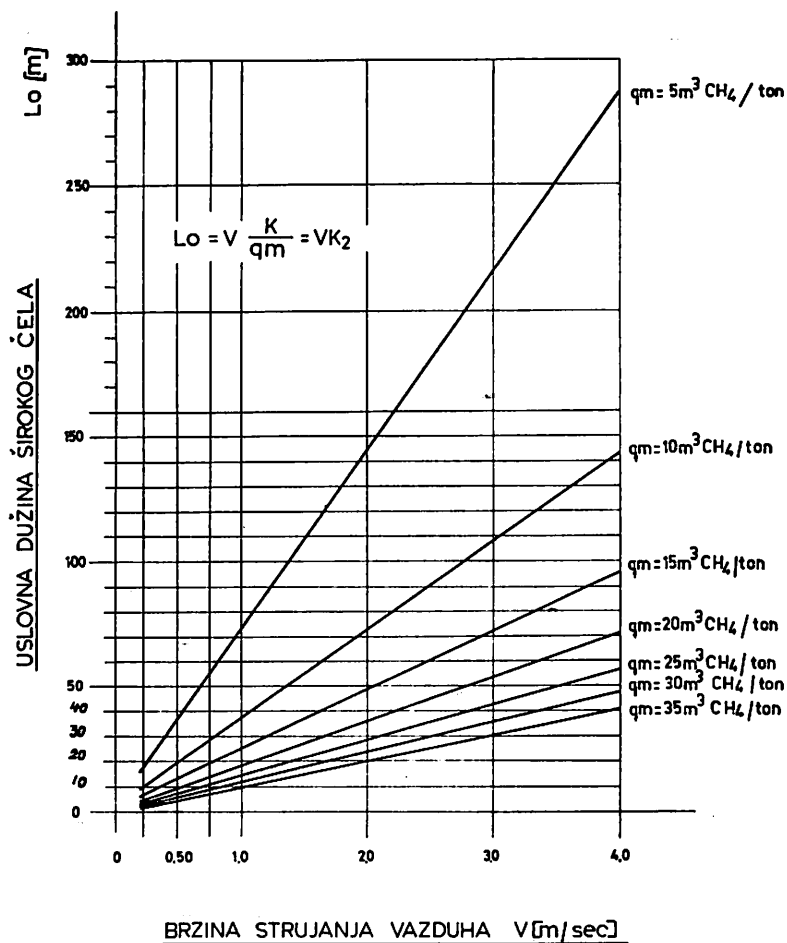


Sl. 1 — Uslovna dužina širokog čela kao funkcija metanoobimnosti ugljenog sloja za različite brzine strujanja vazduha kroz radni prostor.

Abb. 1 — Bedingte Streblänge als Funktion der Methanführung des Kohlenflözes für verschiedene Wettergeschwindigkeiten durch den Abbaubereich.

Ovim analitičkim razmatranjem je utvrđena zakonomernost ponašanja dužine širokog čela u predelu od (5—35) m³CH₄/tona i u granicama brzine od (0,25 — 4) m/sec, što je dovoljno za praktičnu primenu. Na isti način je moguće, po istoj metodologiji, po obrascu (7), vršiti izračunavanja uslovne dužine čela za slučaj prisustva i drugih jamskih

gasova (CO₂). Međutim, u daljnim proučavanjima uslova eksploatacije metanskih ležišta i metoda projektovanja javlja se praktična potreba za određivanjem kritične veličine parametara (*qm*) kada nastupaju takvi ekonomsko-tehnički uslovi koji zahtevaju prethodnu degazaciju ležišta.



Sl. 2 — Uslovna dužina širokog čela kao funkcija brzine strujanja vazduha za različite parametre metanobimnosti (q_m).
 Abb. 2 — Bedingte Streblänge als Funktion der Wettergeschwindigkeit für verschiedene Parameter der Methanföhrung.

ZUSAMMENFASSUNG

Bestimmung der Optimalstrebtlänge in Abhängigkeit von der Methanführung des Kohlenflözes

Dipl. Ing. B. Kapor*)

Eines von den sehr bedeutenden Problemen der Gewinnung der schlagwetterführenden Kohlenflöze im Strebbau ist die Abstimmung der Strebtlänge, bzw. der Förderleistung mit den Möglichkeiten der Wetterführung mit der Bemerkung, dass dabei die Bewetterungsintensität und Methangehalt in der Grubenatmosphäre in vorgeschriebenen Grenzen bleiben. Dieses Problem und die Notwendigkeit es analytisch zu definieren, ist durch Veröffentlichung neuer Technischen Verordnung »Amtsblatt SFRJ« Nr 10/67 von besonderer Bedeutung für rationelle Projektierung einer sicheren Kohlegewinnung.

*) Dipl. ing. Branko Kapor, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu — Beograd.

Literatura

- Jokanović, B., 1960: Provetravanje rudnika. Institut gornogo dela im. A. A. Skočinskogo: Beograd. Metody opredelenija gazonosnosti plastov i prognoza gazoobil'nosti šaht. — Moskva.
- Ržiman, A., 1962: Projektierung und Rationalisierung von Kohlenbergwerken. — Beč.

Pokušaj praktičnog utvrđivanja stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine na bazi učešća izgorljivih volatila u rudnicima lignita „Kreka“ u Tuzli

Dipl. ing. Boleslav Stupnicki

Uvod

Osvrt na neke osnovne odredbe (zakonskih) propisa iz oblasti opasne ugljene prašine

Odredbe o kojima će biti govora u ovom uvodnom izlaganju značajne su po tome što propisuju obavezu i njene kriterije, a djelomično i način utvrđivanja stepena opasnosti od ugljene prašine.

Naši propisi u članu 278. Pravilnika o tehničkim mjerama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima u stavu trećem odnosno četvrtom kao granični kriterij za neopasnu odnosno »opasnu« ugljenu prašinu određuju težinski procenat volatila, računato na čist uglj bez pepela i vlage, $V = 14\%$.

Četvrti stav istoga člana dalje određuje da se mora ispitati koncentracija ugljene prašine u jamskim prostorijama u slučaju ako dotična prašina sadrži 14 ili više težinskih procenata volatila.

Peti stav govori o postupku za uzimanje uzoraka nataložene i lebdeće ugljene prašine u jamskim prostorijama. Međutim, u istom stavu se navodi, da se uzorci nataložene ugljene prašine uzimaju »za analiziranje eksplozivnosti« što je, u stvari, i cilj uzimanja uzoraka.

Iz konteksta petog i prethodnih stavova proizlazi jasan zahtjev odnosno potreba za utvrđivanjem stepena opasnosti »opasne« ugljene prašine.

Šesti — posljednji stav određuje (minimalne) koncentracije ugljene prašine za ne-

metanske odnosno metanske jame iznad kojih je utvrđivanje donje granice opasne koncentracije obavezno. Međutim, u tekstu ovoga stava uočljiva je, na izgled i površno gledajući, nedužna omaška. Naime, u tekstu se izričito navodi da se ta minimalna koncentracija odnosi na lebdeću ugljenu prašinu. Sasvim je očito, da se ovdje misli na lebdivu tj. na prašinu koja može da lebdi i da stvara oblak prašine, bez kojega, praktično uzev, ne može doći do eksplozije.

Kao lebdiva prašina smatra se ona koja prolazi kroz sito sa 6400 otvora na 1 cm² (zrna sa $\phi < 0,75$ mm) što proizlazi iz daljeg teksta ovog stava.

Budući da nataložena ugljena prašina, u stvari, predstavlja potencijalni izvor opasnosti, tj. »rezervoar« iz kojega se u datim uslovima stvara oblak prašine, to se samo po sebi razumije da upravo nataložena prašina u datim uslovima prelazi u lebdeće stanje.

No, nezavisno od gornjeg razmatranja, omaška (ili štamparska greška!) postoji.

Jer, ako bi postupali striktno po odredbama šestog stava, onako kako je napisan, poslovi na utvrđivanju stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine u našim rudnicima stali bi na pola puta, odnosno ne bi moralo da se izvrše do kraja. Ovo zbog toga što u praksi u redovnom i normalnom tehnološkom procesu proizvodnje nećemo naići, ili će to biti izuzetno rijedak slučaj, da koncentracija (samo) lebdeće ugljene prašine, čije uzorke treba uzeti iz vazduha jamske prostorije, dostigne propisane vrijednosti tj. 5 odnosno 16 g/m³ vazduha. Samo upoređivanja radi, navešću i odgovarajuće ruske propise (»Pravila bezopasnosti v ugol'nyh i slancevyh šah-tah« — Moskva, 1964) koji u § 253. kažu:

»U slojeve opasne zbog prašine spadaju oni slojevi kod kojih je eksplozivnost (njihove) prašine utvrđena laboratorijskim ispitivanjem.

Svi ugljeni slojevi koji sadrže 10% i više isparljivih materija (volatila) u odnosu na (čist) ugalj bez vode i pepela, podliježu obavezanim laboratorijskim ispitivanjima na eksplozivnost njihove prašine, pri čemu se istovremeno mora odrediti minimalna norma negorljivih materija u smjesi ugljene i inertne (kamene) prašine«.

Neisključujući navedenu omašku u našim propisima, (o čemu ću kasnije još nešto reći) pri međusobnom upoređivanju naših i ruskih

odredaba o kriterijima obaveznog utvrđivanja eksplozivnosti ugljene prašine, mogu se izvući slijedeći osnovni zaključci:

— oba propisa (naši i ruski) jasno ukazuju na obavezu utvrđivanja stepena eksplozivnosti ugljene prašine,

— oba propisa određuju kriterije za »opasnu«* odnosno neopasnu ugljenu prašinu,

— ruski propisi su u tim kriterijima oštriji,

— kada je riječ o načinu utvrđivanja eksplozivnosti, ruski propisi izričito kažu »laboratorijskim ispitivanjem«, dok se takav postupak iz teksta naših propisa tek po logici može da podrazumjeva, i na kraju,

— dok su odredbe ruskih propisa u cjelini, sažete, jasne i koncizne, dotle su naše odredbe u izvjesnoj mjeri, nedovoljno jasne i u svojoj opširnosti nedorečene.

Sadržaj navedenih propisa uz iznesene primjedbe, u stvari, predstavlja motiv za izradu ovoga članka. Istovremeno moram da ukažem na činjenicu, da su rezultati (samo) laboratorijskih ispitivanja, iskorišćeni na poseban način, uslovili odnosno omogućili predloženi postupak za »praktično utvrđivanje stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine«, što je i predmet samoga napisa.

DOSADAŠNJA SAZNAJNA I OSNOVNI ELEMENTARNI PODACI O EKSPLOZIVNOSTI UGLJENE PRAŠINE

Razmafranja iznesena u ovoj glavi predstavljaju, u stvari, kratku rekapitulaciju najosnovnijih naučnih saznanja iz oblasti eksplozivnosti ugljene prašine, a imaju za cilj da čitaoca postupno uvedu u specifičan način primjene tih saznanja koji je iskorišćen u konkretnom predlogu za praktično utvrđivanje stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine.

Općidio

Osnovni uzroci eksplozivnosti raznih vrsta prašina su fizičko-hemijskog karaktera i svode se, uglavnom, na slijedeća tri prirodna svojstva i pojave:

* »Opasna« ugljena prašina u prethodnom tekstu znači da ista nije neopasna tj. da spada u oblast opasne prašine čiji stepen opasnosti tek treba da se utvrdi.

— izvanredno velika dodirna površina nekog zdrobljenog i u prašinu pretvorenog tijela sa zrakom odnosno sa kiseonikom,

— adsorpcija kisika u česticama prašine i oksidacija istih, i

— nastajanje gorljivih plinova pri zagrijavanju prašine. Ova pojava je osnovni uzrok eksplozivnosti ugljene prašine.

Naročito opasne su prašine koje razvijaju gorljive plinove, kao i one koje imaju jako svojstvo oksidacije, kod relativno nižih temperatura tzv. piroforna prašina, koja se na temperaturi iznad 100—150° C sama upali.

Osim stvaranja gorljivih tj. eksplozivnih plinova pri zagrijavanju kao osnovnog uzroka eksplozivnosti ugljene prašine, pojavljuje se niz i drugih faktora koji svaki na svoj način uslovljavaju odnosno utiču kako na stepen eksplozivnosti tako i na sam proces eksplozije. Ti faktori su slijedeći:

— Finoća odnosno stepen usitnjenosti prašine. Prema dosadašnjim saznanjima u eksploziji ugljene prašine učestvuju najsitnije čestice. Razni autori određuju različite granice te zrnovitosti pa ih čak i diferenciraju prema vrstama uglja. Kao ugljena prašina uopće, smatra se ona čije čestice ne prelaze veličinu $\phi = 0,75-1$ mm. Međutim Hatzfeld i Hanel tu granicu postavljaju:

za kameni ugalj $\phi < 0,3$ mm, i
za mrki ugalj (i lignit) $\phi < 0,5$ mm.

Za razliku od ovih stavova svi autori su jedinstveni u pogledu zrnovitosti stvarnog nosioca eksplozije a to je frakcija ispod 75 μ (0,075 mm) nazvana »fina prašina«. Naime, tek frakcija sa tako sitnom granulacijom, i to u uslovima najlakše disperzije, omogućava efektno i brzo izdvajanje volatila odnosno gorljivih plinova iz čestica ugljene prašine. Profesor dr ing. C y b u l s k i naziva »finom prašinom« onu, koja ima preko 85% frakcije ispod 75 μ , a »srednjom prašinom« onu, koja sadrži 25—85% iste frakcije.

Ukoliko je učešće »fine prašine« ($\phi < 75 \mu$) u prisutnoj ugljenoj prašini veće, utoliko je ista opasnija, i obrnuto.

— Hemijski sastav prašine — ovdje naročito dolazi u obzir sadržaj gorljivih volatila, pepela i vlage. Očito je da je ovaj faktor, a posebno sadržaj gorljivih volatila u ugljenoj prašini svakako najvažniji u utvr-

divanju stepena opasnosti odnosno stepena eksplozivnosti iste. U stvari, sadržaj gorljivih plinova predstavlja i osnovni uzrok eksplozivnosti, o čemu je već bilo govora.

— Količina odnosno koncentracija ugljene prašine u jamskim prostorijama i to prvenstveno nataložene, ali i lebdeće. Naime, samo po sebi je razumljivo da nataložena prašina u određenim mogućim uslovima može da pređe u lebdeće stanje što, u stvari, predstavlja oblak prašine.

Do sada navedena tri faktora koji utiču na stepen eksplozivnosti ugljene prašine su bitni i međusobno vezani. Ta međusobna povezanost ogleđa se u tome što odsutnost bilo kojeg od njih isključuje mogućnost eksplozije pa makar bili u potpunosti zadovoljeni svi ostali faktori koji samu eksploziju potpomažu ili uslovljavaju:

— vrsta i djelotvornost (tj. jačina ili efektnost) izvora zagrijavanja odnosno paljenja ugljene prašine,

— prisustvo metana, i na kraju,

— razne druge okolnosti (uslovi) kao npr. raspodjela nataložene prašine na podu, bokovima i stropu jamske prostorije, kao i prirodna vlažnost prostorije (relativna vlažnost jamskog vazduha) od čega zavisi lakša ili teža raspršivost (disperznost) prašine, a u vezi s tim mogućnost stvaranja oblaka prašine.

Posebni dio

Ovaj poseban dio posvećen je nešto detaljnijem razmatranju uloge i značaja gorljivih volatila kao osnovnom uzroku i jednom od bitnih faktora eksplozivnosti ugljene prašine.

U stvari, najnovija saznanja i utvrđene vrijednosti iz oblasti gorljivih volatila ugljene prašine predstavljaju osnovnu komponentu u razradi predmetne teme.

Naši propisi, što je već navedeno, granicu između »opasne« i neopasne ugljene prašine određuju odnosom

$$V = \frac{\text{volatila}}{\text{čist ugalj bez pepela i vlage}} = \frac{V}{V + C_{\text{fix}}} = 14\%$$

Razmatrajući gornji odnos moramo imati u vidu utvrđenu i poznatu činjenicu da se tu međusobno upoređuju samo i isključivo iz-

gorljive materije. To znači, da su u pitanju samo izgorljiva volatila i čvrsti — amorfni ugljenik (Cfix). U našim propisima to nije izričito naglašeno.

Ovo ističem zbog toga, što se u praktičnom radu na utvrđivanju navedenog odnosa mogu dobiti dvije vrijednosti, i to:

— odnos na bazi ukupnih volatila koji za predmetno razmatranje nije upotrebljiv — označavamo ga sa »Vu«;

— odnos na bazi samo izgorljivih volatila koji nam je, u stvari, i potreban — označimo ga sa »Vi«.

Naime, standardna tehnička tj. imediatna analiza uglja u sadržaju »volatila« određuje ukupne volatile tj. izgorljive i neizgorljive zajedno.

Ovom prilikom potrebno je da se podsjetimo na kvalitativni hemijski sastav volatila čistog uglja koji je utvrđen mnogobrojnim laboratorijskim analizama izvršenim pomoću raznih postupaka i aparatura npr. Jenknerova. Tu su zastupljeni slijedeći plinovi:

izgorljivi	neizgorljivi
H ₂	CO ₂
CH ₄	N ₂
C ₂ H ₆	H ₂ O (strukturna-konstitucionalna)
CO	
C _n H _m	

Ostatak, odnosno drugi dio čiste ugljene supstance, predstavlja amorfni — čvrsti ugljenik — Cfix.

U daljim razmatranjima najnovijih saznanja moramo proanalizirati ulogu i značaj pojedinih grupa hemijskih materija u čistom uglju, a posebno volatile, u eksplozivnosti ugljene prašine.

Sagledajmo najprije tok (proces) eksplozije ugljene prašine po fazama:

— prva faza zastupljena je nizom pojava koje, u stvari, predstavljaju pripremu svih uslova potrebnih za samu eksploziju, a vremenski njihov redosljed je slijedeći:

1. stvaranje oblaka ugljene prašine,
2. (naglo) zagrijavanje toga oblaka do temperature iznad 600—900° C i istovremeno isplinjavanje (destilacija) volatila tj. gorljivih plinova iz čestica ugljene prašine, i
3. stvaranje eksplozivne mješavine gorljivih plinova u (jamskom) vazduhu;

— druga faza predstavlja samu eksploziju tj. trenutni proces izgaranja (oksidacije) mješavine gorljivih plinova u vazduhu.

U slučaju da se prva — pripremna faza završi stvaranjem nedovoljne koncentracije gorljivih plinova u zraku (nije dostignuta donja granica eksplozivne koncentracije) tada, uz zadovoljenje svih ostalih uslova — prvenstveno dovoljno jakog inicijatora paljenja — može da dođe samo do običnog izgaranja stvorene (plinske) mješavine.

Ovdje se, u stvari, postavlja pitanje stvarnog nosioca eksplozije ugljene prašine.

Sva ranija istraživanja ukazivala su na to da su glavni i osnovni nosilac eksplozije ugljene prašine volatila, odnosno izdestilovani gorljivi plinovi, dok o ulozi amornog čvrstog ugljenika istraživači ne govore.

Međutim, novija i najnovija istraživanja (posljednje 3—4 godine) dokazuju da su stvarni nosioci eksplozije ugljene prašine jedino i isključivo gorljivi plinovi koji neposredno pred sam trenutak eksplozije izdestiluju u oblaku ugljene prašine. Pri tome amorfni — čvrsti ugljenik može samo da normalno gori.

Kao dokaz za ovu tvrdnju navode se slijedeće dvije činjenice:

— iz iskustva je poznato da se pri eksploziji ugljene prašine u rudnicima, po pravilu, formiraju karakteristične inkrustacije u vidu tanjih obloga i kora od koksovane prašine i to na suprotnoj strani predmeta npr. podgrada u odnosu na smjer »dolaska« (širenja) eksplozije. Osim toga, zapaženo je da se te inkrustacije stvaraju većim dijelom u gornjoj polovini jamskih prostorija;

— materije koje se sastoje, uglavnom, od čvrstog ugljenika i uz neznatno učešće gorljivih plinova (ili tečnosti), praktično uzev, nisu uopće eksplozivne. Do danas nije zabilježen slučaj eksplozije prašine od čadži, koksa ili grafita u fabrikama. Njihove prašine mogu samo da gore — u stvari tinjaju. Čisti grafit, dakle 100%-ni čvrsti ugljenik, pali se tek na temperaturi oko 4000° C.

Rezimirajući ova izlaganja dolazimo do praktičnog zaključka kojim pomenuti naučni radnici karakterišu eksploziju ugljene prašine, tj. hemijski kao i toplotni proces pri eksploziji ugljene prašine odvija se praktično tek nešto malo drukčije nego kod metana, i, u najvećoj mjeri, oni su međusobno slični, sa istim i sličnim termohemijskim karakteristikama. Razlika se praktično svodi na to, da u

eksploziji metana učestvuje samo jedan, dok u eksploziji ugljene prašine kao nosilac eksplozije nastupa mješavina od više gorljivih plinova.

KONSTRUKCIJA KRITERIJA I POSTUPAK ZA PRAKTIČNO UTVRĐIVANJE STEPENA OPASNOSTI OD EKSPLOZIJE UGLJENE PRAŠINE

Konstrukcija kriterija

Polazeći od utvrđene činjenice, da su gorljivi plinovi koji izdestiluju iz oblaka ugljene prašine jedini stvarni nosioci eksplozije, nameću se same po sebi slijedeće osnove za konstrukciju kriterija:

1. — podaci tehničke — imediatne analize ugljene prašine u težinskim %,

2. — sadržaj izgorljivih volatila u ukupno izgorljivoj ugljenoj supstanci u težinskim %,

3. — količina odnosno koncentracija ukupne ugljene prašine prvenstveno nataložene, a naravno i lebdeće u jamskoj prostoriji u g/m^3 , kao i učešće »fine prašine« u ukupnoj prašini,

4. — hemijski sastav tj. identifikacija izgorljivih volatila (plinova) i njihovo težinsko kao i zapreminsko učešće u ukupno izgorljivim volatilima,

5. — donja granica eksplozivne koncentracije utvrđene mješavine gorljivih plinova u zraku u zapreminskim %, i

6. — iz podataka pod t. 3, 4. i 5. izračunava se donja granica eksplozivne koncentracije ugljene prašine za dotični ugljeni sloj i jamu u g/m^3 jamske prostorije.

U gornjim osnovama i utvrđivanju njihovih kvalitativnih i kvantitativnih vrijednosti, presudnu ulogu u smislu praktičnog utvrđivanja stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine ima parametar pod t. 5. Kada su jednom utvrđeni pojedini izgorljivi plinovi i njihovo zapreminsko učešće u mješavini izgorljivih plinova, može se običnim računskim putem utvrditi donja granica eksplozivnosti dotične mješavine. Ovo se može učiniti na bazi toga, što su donje granice eksplozivne koncentracije pojedinih gorljivih plinova već od ranije tačno utvrđene, te u stručnoj literaturi navedene i dostupne.

Za navedeno izračunavanje donje granice eksplozivne koncentracije mješavine određenih gorljivih plinova u jamskom vazduhu

normalnog sastava, temperature i barometarskog pritiska, Skočinski i Komorov daju slijedeću formulu:

$$N_{mješ.} = \left(\frac{100}{\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} + \dots + \frac{P_n}{N_n}} \right) \% \text{ zapr.}$$

u kojoj su:

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ — zapreminski % pojedinih gorljivih plinova u ukupnoj mješavini istih ($P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = 100\%$)

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ — donje granice eksplozivne koncentracije pojedinih gorljivih plinova.

Primjer: za plinsku mješavinu od 50% metana, 20% vodonika, 20% etana i 10% ugljenmonoksida donja granica eksplozivnosti leži kod zapreminske koncentracije iste mješavine u zraku od 4,6%, tj.

$$N_{mješ.} = \frac{100}{\frac{50}{5} + \frac{20}{4,1} + \frac{20}{3,2} + \frac{10}{12,5}} \cong 4,6 \%$$

Granice eksplozivnosti navedenih plinova u normalnim uslovima zraka (sastav, temperatura i barometarsko stanje) su: CH_4 — 5%, H — 4,1%, C_2H_6 — 3,2% i CO — 12,5%.

Redosljed navedenih kriterija, u stvari, ukazuje i na tehniku rada, tj. na redosljed isključivo laboratorijskih ispitivanja pomoću kojih treba da se utvrde brojčane vrijednosti pojedinih kategorija (naravno, samo uzimanje uzoraka ugljene prašine ne spada u laboratorijski postupak).

S obzirom da predmetna tema u cjelini spada u oblast sigurnosti rada, u kojoj se po pravilu primjenjuju faktori sigurnosti veći od 1, prema različitim kriterijima, to je potrebno da u vezi sa konkretnim kategorijama sagledamo eventualno moguća odstupanja koja bi mogla, i pored tačnog i ozbiljnog rada, da se u praksi, tj. u konkretnom slučaju, negativno odraze.

Analizirajući u tom smislu pojedine kategorije odnosno kriterije, čije vrijednosti treba da se utvrde, a još više uslove koji mo-

gu da utiču na stvarnu situaciju u toku samog procesa eksplozije ugljene prašine, može se konstatovati izvjesna stvarna labilnost podataka pod t. 3. tj. obima koncentracije ugljene prašine u jamskoj prostoriji. Kada o tome govorim, mislim prvenstveno na »primarnog nosioca« eksplozije tj. na »finu ugljenu prašinu« sa $\phi < 75 \mu$. Naime, radi se o slijedećem.

Gotovo, po pravilu, svakoj lokalnoj eksploziji ugljene prašine u rudnicima, a pogotovo eksploziji u njenom lančanom vidu (vremenski i prostorno neravnomjerno isprekidana serija po dužini protezanja jamskih saobraćajnica) prethodi neka prethodna eksplozija. U većini slučajeva to je eksplozija: od miniranja, metana ili same ugljene prašine. Ove prethodne eksplozije, podižući nataloženu ugljenu prašinu u lebdeće stanje, istovremeno je i dalje usitnjavaju i na taj način povećavaju učešće »fine prašine« u oblaku prašine.

Na taj način povećava se »rezervoar« gorljivih plinova odnosno njihova koncentracija u jamskom vazduhu.

Iz gornjeg proizlazi, da prilikom upoređivanja donje granice eksplozivne koncentracije sa stvarnom koncentracijom ugljene prašine, u cilju utvrđivanja stepena opasnosti (ugroženosti) treba preuzeti veću količinu te »fine prašine« nego što je utvrđeno granulometrijskom analizom uzetih uzoraka. U konkretnom postupku upoređivanja, utvrđenu količinu »fine prašine« treba tri puta povećati — to je moja ocjena i moj prijedlog! Očito je, da tako uvećana količina ne može biti veća od ukupne stvarno utvrđene prosječne koncentracije ugljene prašine za koju, kao što je poznato, gornja dimenzija zrnovitosti iznosi $\phi = 75 \text{ mm}$.

Ovakav postupak maksimalno doprinosi realnosti osnovne koncepcije, pri čemu ne smijemo izgubiti iz vida još i slijedeće dvije činjenice koje, svaka na svoj način, ovaj faktor sigurnosti i dalje povećavaju:

— poznato je, da se od nataložene prašine — u stvari zrna sa najvećom granulacijom — najveći dio, obično iznad $\frac{2}{3}$ nalazi na podu jamskih prostorija, što uslovljava vrlo tešku disperziju odnosno otežava stvaranje »oblaka prašine«,

— poznato je i to, da je u okviru »fine prašine« frakcija ispod 10μ znatno manje eksplozivna. Razlozi tome su brža spontana

oksidacija i koagulacija čestica. A upravo ova najsitnija (i najlakša) frakcija taloži se prvenstveno u gornjim dijelovima jamskih prostorija — ispod krovine i na bokovima.

Koliko ove navedene činjenice utiču na smanjenje stvarne koncentracije u samom oblaku prašine, u konkretnom slučaju eksplozije, zaista je veoma teško utvrditi, i o tome autori samo uopšteno govore.

Ovom prilikom potrebno je da se sagleda još jedna pojava. Naime, utvrđeno je, da se u procesu (pripreme) eksplozije ugljene prašine, destilacija volatila (ovdje prvenstveno mislim na gorljive plinove) u oblaku prašine, ne vrši ravnomjerno niti po vremenu, niti po prostoru, niti po hemijskom sastavu samih volatila.

Zbog takve situacije eksplozija ugljene prašine, za razliku od eksplozije metana, predstavlja gotovo uvijek vremenski i prostorno neravnomjernu seriju (lanac) »mikro« i »makro« eksplozija isprekidanih (i spojenih) »plamenim jezicima (odnosno trakama)« nastalih običnim izgaranjem izdestilovanih plinova kao i čestica same ugljene prašine.

Iz toga izlaganja može se izvući slijedeći uopšten zaključak:

— ma na koji način (laboratorijsko-analički ili eksperimentalno) utvrđena donja granica eksplozivne koncentracije neke ugljene prašine, naročito bez uzimanja u obzir nekog faktora sigurnosti, predstavlja manje ili više samo određenu nominalnu vrijednost. Ta vrijednost služi kao granična vrijednost zaprašenosti neke jame do koje ne smije doći, odnosno i prije nego što do nje dođe, moraju se preduzeti određene mjere za neutralizaciju ugljene prašine.

Očito, uz primjenu faktora sigurnosti, preduzimanje određenih mjera za smanjenje zaprašenosti odnosno neutralizaciju ugljene prašine počinje ranije.

IZRAČUNAVANJE STEPENA OPASNOSTI ODNOSNO DONJE GRANICE OPASNE (EKSPLOZIVNE) KONCENTRACIJE UGLJENE PRAŠINE ZA NEKE SLOJEVE I JAME RUDNIKA LIGNITA »KREKA«

U toku 1967. i 1968. godine izvršena su mjerenja zaprašenosti i analize ugljene prašine iz 3 od ukupno 4 ugljena sloja i to u 6 međusobno odvojenih »jamskih pogona«. Sve analize pokazuju da ugljena prašina u »Kreki« sadrži znatno više od 14% volatila u čistom uglju (bez pepela i vode). To praktično znači,

da ta prašina spada u »opasnu« prašinu, ali zbog omaške u propisima (o kojoj je u uvodu bilo riječi), predmetna analiza nije i cjelishodno dovršena tj. nije utvrđena donja granica opasne (eksplozivne) koncentracije ugljene prašine. Međutim, formalno, pravno gledajući (tj. imajući u vidu stvarni tekst stava 6. člana 278. propisa) analiza je »završena« i »adekvatan« zaključak je tu.

Izložena situacija, kao što sam u uvodu i naglasio, bila je samo povod za ovu temu.

Ovom prilikom moram da spomenem i to da su uzorci ugljene prašine za prethodnu analizu, u nedostatku JUS-a (st. 5. čl. 278. propisa), uzimani uglavnom prema uputstvima ruskih propisa.

Podaci navedenih analiza utvrđeni samo laboratorijskim ispitivanjem, kao i ostali podaci utvrđeni istim postupkom, ali ranije i za druge svrhe (uglavnom za švelovanje lignita — za koksovanje i bezdimno gorivo), služe i u slijedećem predmetnom izračunavanju.

Praktično utvrđivanje stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine tj. donje granice njene opasne (eksplozivne) koncentracije

Osnovni podaci

U sagledavanju ovih podataka ići ćemo istim redosljedom kojim su izneseni i sami kritriji u prethodnoj glavi, tj. kao što je izneto u tablici 1

Tablica 1

Podaci imediatne analize ugljene prašine

	u težinskom %		
	minimum	prosjeak	maksimum
a. ukupna vlaga	12,81	31,16	52,32
b. pepeo	6,42	24,36	53,99
c. volatila = V	18,32	26,72	39,25
d. C fix	9,21	17,76	24,35
e. izgorljivo V	28,90	44,48	58,72
f. $\frac{V}{V+C \text{ fix}} = Vu$	50,82	60,05	78,88

Podaci u kolonama »minimum« i »maksimum« predstavljaju pojedinačne minimalne odnosno maksimalne vrijednosti od ukupno 300 analiza. Zbog toga su sve (brojčane) vrijednosti u tim kolonama međusobno potpuno nezavisne i inkompatibilne. Podaci u koloni »prosjeak« predstavljaju geometrijsku sredinu i međusobno su zavisne.

Tablica 2

Sadržaj izgorljivih volatila u ukupno izgorljivoj ugljenoj supstanci u težinskom %

Volatila	% težinski		ukupno volatila
	izgorljiva volatila	neizgorljiva volatila	
minimum	37	63	100
prosjeak	42,5	57,5	100
maksimum	47	53	100

Izgorljiva volatila u ukupnim volatilima prema podacima u tablici 2 ne dostižu 50% (maksim. = 47%). Međutim, kod izračunavanja učešća izgorljivih volatila u ukupno izgorljivoj ugljenoj supstanci zaokružiću to učešće na 50%, što povećava kriterij sigurnosti.

Kada je riječ o odnosu izgorljivih i neizgorljivih volatila u ugljenoj prašini, nije suviše da se podsjetimo na rezultate dosadašnjih istraživanja (stručna literatura) u vezi sa stepenom karbonizacije uglja. Naime, poznato je da sa stepenom karbonizacije uglja učešće ukupnih volatila opada, dok istovremeno učešće izgorljivih u ukupnim volatilima raste. Tako, prema nekim autorima (7), učešće izgorljivih u ukupnim volatilima iznosi kao što je prikazano u tablici 3.

Tablica 3

u težinskim %	
Kod lignita	oko 35
Kod mrkih ugljeva	oko 40—50 (mladi odnosno stariji)
Kod kamenih ugljeva	oko 70

Težinsko učešće izgorljivih volatila u ukupno izgorljivoj supstanci izračunamo iz već poznatih podataka u tab. 1. tab. 2. po formuli:

$$Vi = \frac{50\% \text{ volatila}}{50\% \text{ volatila} + \text{čvrsti ugljenik}} = \frac{0,5 V}{0,5 V + C \text{ fix}} \% \text{ težin.}$$

Pri tome za izračunavanje minimalne odnosno maksimalne vrijednosti »Vi« moramo (što je samo po sebi razumljivo) uzeti obrnute vrednosti C fix. Dakle:

$$V_i \text{ minim.} = \frac{0,5 \times 0,183}{0,5 \times 0,183 + 0,243} = 27\%$$

$$V_i \text{ prosj.} = \frac{0,5 \times 0,267}{0,5 \times 0,267 + 0,178} = 43\%$$

$$V_i \text{ maksim.} = \frac{0,5 \times 0,393}{0,5 \times 0,393 + 0,92} = 61\%$$

Uporedivši ove dobivene vrijednosti za »Vi« sa istima za »Vu« (tab. 1. f.) lako je uočiti znatne razlike, prikazane u tablici 4

Tablica 4

	težinski %		
	minimum	prosjeak	maksimum
Vi	27	43	61
Vu	51	60	79
razlika Vu—Vi =	24	17	18

Iz ovih podataka moramo izvući slijedeće zaključke:

1. budući da je »Vi« minim. > 14%, znači da ugljena prašina svih tretiranih slojeva i jamskih pogona spada u »opasnu« prašinu, tj. da se za istu mora utvrditi donja granica eksplozivne koncentracije, i

2. znatne razlike između »Vi« i »Vu« ukazuju na to, da se za neki drugi konkretan rudnik (naročito za mrke ugljeve) vjerovatno može očekivati i slijedeći odnos:

$$\begin{aligned} V_i &< 14\% \\ V_u &> 14\% \end{aligned}$$

Ovakav mogući odnos očito ukazuje na obaveznu i jedino-pravilnu primjenu rezultata »Vi« a ne »Vu«, o čemu je već bilo govora u poglavlju »Dosadašnja saznanja i osnovni elementarni podaci o eksplozivnosti ugljene prašine. — Posebni dio«.

Količina odnosno koncentracija ugljene prašine u jamskim prostorijama i učešće »fine prašine«

Prije nego što iznesem podatke moram da istaknem, da se podaci o koncentraciji ugljene prašine odnose isključivo na nataloženu prašinu, čiji su uzorci uzimani po uputstvima ruskih propisa. Naime, uzorci su uzimani i za lebdeću prašinu iz jamskog vazduha u normalnim uslovima proizvodnje i provjetravanja. Međutim, pošto su količine lebdeće prašine veoma male (maksim. do 1 g/m³) i u od-

nosu na nataloženu iznose tek oko 1%, to su iste u daljnjoj obradi zanemarene.

Pod »mjestima« u koloni 3. tablice 5 podrazumjevaju se utvrđena mjesta — uže lokacije jamskih prostorija na kojima se stvorila maksimalna koncentracija nataložene ugljene prašine u dotičnoj jami i na kojima su uzeti uzorci ugljene prašine (to su npr. viper-ske stanice, presipi i pretovari na transportnim uređajima, hodnici izlazne zračne struje neposredno iza otkopnih čela i sl.).

Osnovne karakteristike koje su iz navedenih podataka o zaprašnosti pojedinih jama mogu sagledati jesu slijedeće (vidi tabl. 5):

1. obim zaprašnosti pojedinih mjesta po pojedinim jamama posmatran odnosom maksimalne i minimalne koncentracije veoma je velik i varira između 6 (Dobrnja Sj. — II krovni) i 13 (Lukavac — gl. sloj). Očito, samo po sebi je jasno, da se u kasnijem tretiranju utvrđene donje granice eksplozivne koncentracije ugljene prašine, uzimaju u obzir najpre mjesta sa maksimalnom koncentracijom;

2. najveća »maksimalna« koncentracija utvrđena je (na jednom mjestu) u rudniku Bukinje — gl. sloj (264 g/m³) te je skoro 2,5 puta veća od isto tako najveće »maksimalne« koncentracije koja je utvrđena (na jednom mjestu) u rudniku Lipnica — II krovni sloj (112,5 g/m³). Gotovo isti odnos, tj. između 2 i 3, postoji između najvećih i najmanjih »minimalnih« odnosno »prosječnih« koncentracija po rudnicima. Ovaj-manje-više konstantan odnos (2—3) ukazuje na izvjesnu dosljednost, kako u odabiranju mjesta za uzimanje uzoraka ugljene prašine po pojedinim jamama, tako i u postupku za uzimanje samih uzoraka. Sama razlika (2—3) govori, međutim, o različitim uslovima pojedinih jama za stvaranje i taloženje ugljene prašine uopće, tj. u većem ili manjem obimu;

3. što se tiče učešća »fine prašine« ($\phi < 75 \mu$) u ukupnoj prašini vidimo da u 4 jame isto ne dostiže ni 20% dok u 2 jame to učešće iznosi oko 30—34%.

Prema već opisanom kriteriju profesora dr ing. Cybulskog, prašine iz navedene 4 jame sa manje od 25% granulacije do 75 μ ne spadaju više ni u kategoriju »srednje« prašine. Za samu »srednju« prašinu Cybulski navodi da je istom veoma teško izazvati eksploziju čak i jakim inicijatorom.

Tablica 5

Koncentracija ugljene prašine i učešće »fine prašine«

Rudnik	Sloj	Broj »mjesta«	g/m ³ (φ < 0,75 mm)			Učešće koncent. granul. φ < 75μ		Trostruko uvećana količina »fine prašine«
			minimum	prosjeak	maksimum	φ < 75μ %	φ < 75μ g/m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dobrnja Sj.	II krovni	7	35,2	87,3	217,7	18,9	41,5	124,5
Lipnica	glavni	8	26,4	114,5	218,4	30,2	66	198
Lipnica	I krovni	7	12,9	81,0	160,1	16,4	26,2	78,6
Lipnica	II krovni	6	16,8	63,5	112,5	16,2	18,1	54,3
Bukinje	glavni	9	24,1	126,7	264,1	18,3	48,3	134,9
Lukavac	glavni	12	15,0	81,2	199,2	33,8	67,3	191,9

Prema istom kriteriju, prašine ostalih dviju jama sa učešćem »fine prašine« od 30 odnosno 34% u ukupnoj prašini jedva spadaju u kategoriju »srednje prašine« (tj. sa učešćem granulacije φ < 75 μ, od 25—85%);

4. u vezi sa ranije predloženim povećavanjem utvrđene količine »fine prašine« (radi sigurnosti!) iz prethodnog pregleda vidimo da utrostručena koncentracija te »fine prašine«, i to na mjestima sa maksimalnom koncentracijom, premašuje prosječnu koncentraciju u 4 jame, a u 2 jame čak je i ne dostiže. Iz toga slijedi logičan zaključak da je za upoređivanje stvarne donje granice opasne koncentracije potpuno i sigurno dovoljno da se uzme u obzir utvrđena prosječna koncentracija.

Hemijski sastav izgorljivih volatila (plinova) i njihovo zapreminsko kao i težinsko učešće u ukupno izgorljivim volatilima

Hemijske analize uglja »Kreke« koje su ranije izvršene (unazad 1—3 godine) u cilju utvrđivanja mogućnosti švelovanja istog za potrebe mješanja sa koksnim ugljem u proizvodnji koksa (kao i za potrebe proizvodnje bezdimnog goriva) daju rezultate o sastavu izgorljivih volatila koji su prikazani u tablici 6.

Donja granica eksplozivne koncentracije navedene mješavine izgorljivih plinova u zraku u zapremnskom %

a. Prema ranije navedenoj formuli donja granica eksplozivne koncentracije plinske mješavine iznosi:

$$N_{mješ.} = \frac{100}{\frac{35,5}{5} + \frac{37,0}{4,1} + \frac{27,5}{12,5}} = \frac{100}{18,3} = 5,5\% \text{ zap.}$$

U ovoj formuli donja granice eksplozivne koncentracije pojedinih plinova iznosi i to:

- CH₄ — 5,0 % zaprem.
- H₂ — 4,1 % zaprem.
- CO — 12,5 % zaprem.

b. zapreminska težina navedene mješavine plinova iznosi u g/m³:

- CH₄ — 35,5 × 716 g/m³ = 254
- H₂ — 37,0 × 90 g/m³ = 33
- CO — 27,5 × 1.255 g/m³ = 345

- plin. mješavina 632 g/m³
- vazduh 1.293 g/m³

Tablica 6

Izgorljiva volatila	zapreminski			težinski		
	minim.	pros.	maksim.	minim.	pros.	maksim.
CH ₄	19	35,5	52	21,5	40,2	58,9
H ₂	28	37,0	46	3,9	5,2	6,5
CO	20	27,5	35	39,6	54,6	69,5

c. specifična težina plinske mješavine u odnosu na vazduh (koji ima sp. t. = 1) iznosi:

$$\frac{632}{1.293} = 0,49$$

To znači, da je plinska mješavina za polovinu lakša od zraka pa je čak lakša i od samog metana. Očito je, da je ova činjenica u procesu eksplozije ugljene prašine u uzročnoj vezi sa već ranije navedenim zapažanjem o formiranju inkrustacija od švelovane prašine, prvenstveno u gornjem dijelu jamskih prostorija.

d. za konačno izračunavanje donje granice opasne tj. eksplozivne koncentracije same ugljene prašine (u daljem tekstu) potrebno je da utvrdimo još apsolutnu težinu utvrđene mješavine gorljivih plinova kod zapreminske koncentracije iste mješavine od 5,5% u zraku, a za koju smo računom utvrdili da predstavlja donju granicu eksplozivnosti te iste plinske mješavine.

5,5 zaprem. % predstavlja, u stvari, 55 l u 1 m³ zraka a u prethodnoj tački b. utvrdili smo zapreminsku težinu plinske mješavine sa 632 g/m³.

Prema tome, apsolutna težina od 55 l plinske mješavine u 1 m³ zraka iznosi 35 g tj.

$$0,055 \text{ m}^3 \times 632 \text{ g/m}^3 = 35 \text{ g}$$

Donja granica eksplozivne koncentracije ugljene prašine

Da bi se mogla stvoriti 5,5%-na zapreminska koncentracija mješavine gorljivih plinova, za koju smo kemijskom analizom već utvrdili njen kvalitativni i kvantitativni sastav, potrebna je slijedeća količina tj. koncentracija »fine« ugljene prašine ($\phi < 75\mu$) u jamskom vazduhu: $K = \text{g/m}^3$

$$K. \text{ min.} = \frac{35}{0,5 \times 0,3925} = 180 \text{ g/m}^3 \text{ (kod maksim.)}$$

$$\text{težinskog učešća volatila} = 39,25\%$$

$$K. \text{ prosj.} = \frac{35}{0,5 \times 0,2672} = 262 \text{ g/m}^3 \text{ (kod prosj.)}$$

$$\text{težinskog učešća volatila} = 26,72\%$$

$$K. \text{ maks.} = \frac{35}{0,5 \times 0,1832} = 382 \text{ g/m}^3 \text{ (kod minim.)}$$

$$\text{težinskog učešća volatila} = 18,32\%$$

U ovim jednačinama faktor od 0,5 u nazivniku označava težinu učešća izgorljivih volatila u ukupnim volatilima (vidi poglavlje »Sadržaj izgorljivih volatila u ukupno izgorljivoj ugljenoj supstanci u težinskom procentu«). Od 3 izračunate vrednosti za »K«, najmanja pruža najveću moguću sigurnost. Ovo radi toga što je u toj jednačini uzeto u obzir najveće težinsko učešće volatila od ukupno 300 analiza uzetih uzoraka. Dakle, najmanja vrijednost tj. K. min = 180 g/m³ predstavlja stvarnu donju opasnu granicu eksploziona koncentracije ugljene prašine, ali samo za nemetanske jame Kreke.

Da bi, međutim, utvrdili tu istu vrijednost K. min. za metanske jame, moramo se poslužiti odredbama člana 138. Pravilnika o miniranju i člana 213 Pravilnika o zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima. Naime, prema tim odredbama maksimalna dozvoljena koncentracija metana kod koje se još može raditi (minirati) iznosi 1,5% zaprem.

Prema tome, utvrđena donja granica eksplozivne koncentracije mješavine gorljivih plinova treba da se smanji za 1,5%, ali sigurnosti radi mi ćemo istu smanjiti za 2%. Tako za metanske jame N mješ. iznosi:

$$5,5-2 = 3,5\% \text{ zaprem.}$$

Apsolutna težina tako snižene koncentracije gorljivih plinova iznosi 22, tj.

$$0,035 \text{ m}^3 \times 632 \text{ g/m}^3 = 22 \text{ g}$$

Da bi se mogla stvoriti takva koncentracija mješavine gorljivih plinova potrebna je slijedeća minimalna koncentracija »fine« ugljene prašine u jamskom zraku:

$$K. \text{ min.} = \frac{22}{0,5 \times 0,3925} = 112 \text{ g/m}^3$$

Dakle, stvarna donja opasna granica eksploziona koncentracije ugljene prašine za metanske jame Kreke i iznosi 112 g/m³ jamske prostorije.

Zaključak

Imajući na umu zaključak, utvrđen u poglavlju »Izračunavanje stepena opasnosti odnosno donje granice opasne (eksplozivne) koncentracije ugljene prašine za neke slojeve i jame rudnika lignita Kreka« da je za upoređivanje stvarne donje opasne granice eksplozivne koncentracije ugljene prašine potpuno dovoljno i sigurno da se uzme u obzir utvrđena prosječna koncentracija iste u jamskim

Tablica 7

g/m ³ jam. prostorije					
nemetan. jame			metan. jame		
K. minimum	180			112	
K. prosjek	114,5	Lipnica	gl. sl.	87,3	Dobrnja sj. II krovni
	81,2	Lipnica I kr.		63,5	Lipnica II kr.
	81,0	Lukavac glav.	glav.	126,7	Bukinje gl. sl.

prostorijama, ja ću upravo tako i postupiti (vidi tablicu 7).

Iz tablice 7 vidimo da stvarna prosječna koncentracija (nataložene) ugljene prašine, kako u nemetanskim tako i u metanskim jamama, nije dostigla donju opasnu granicu eksplozivne koncentracije, osim u Bukinju — glavni sloj. Ovdje je opasnost potpuno prisutna.

Međutim, ako K. minim. označimo indeksom 100 koji označava »granicu između ugroženosti i stvarne opasnosti«, onda vidimo da već sada postoji nužna potreba za preduzimanjem određenih mjera sa ciljem smanjivanja obima zaprašenosti naših jama odnosno neutralizacije (»umrtvljivanja«). Ovo naročito važi za Bukinje — glavni sloj.

U indeksima ti odnosi su prikazani u tablici 8.

tanom ne samo u Bukinju gl. sloj nego i u Dobrnji sjever II krovni sloj uz dovoljno jak inicijator paljenja, mogu da izazovu ono najgore, a to je u konkretnom slučaju kombinovana eksplozija metana i ugljene prašine zajedno.

Sagledavajući situaciju zaprašenosti naših jama u cjelini, nameće se opći zaključak da se mora pristupiti neutralizaciji ugljene prašine na najugroženijim mjestima odmah, a na ostalim mjestima prema stepenu ugroženosti i to, prvenstveno prskanjem i močenjem ugljene prašine vodom, u cilju onemogućavanja stvaranja »oblaka prašine«.

Na osnovu iznesene koncepcije, koja se zasniva na ispitivanju stvarne zaprašenosti neke jame sa ugijerom prašinom, i laboratorijskog ispitivanja o sadržaju izgorljivih volatila u dotičnoj ugljenoj prašini, može se

Tablica 8

Za nemetan. jame		Za metan. jame	
K. minimum	100	100	
K. prosjek	64	78	Dobrnja sj. II kr.
	45	56	Lipnica II kr.
	45	113	Bukinje gl. sloj

Ovi indeksi pokazuju da se stepen ugroženosti u nemetanskim jamama naših rudnika kreće u još dozvoljenim granicama tj. između 45 i 64 u odnosu na graničnih 100 poena.

Međutim, situacija u metanskim jamama je znatno ozbiljnija. Ovo naročito važi za glavni sloj u Bukinju čiji indeks 113 ukazuje na to, da u ovoj jami već postoji opasnost od eksplozije ugljene prašine. U nešto manjoj mjeri ovo važi i za Dobrnju sjever. II krovni sloj, gdje je indeks dostigao vrednost 78 poena.

Očito je jedno, da preuzeti faktor sigurnosti — 3 — sadrži u sebi rezervu, ali je tačno i to da nedovoljna kontrola nad me-

utvrditi donja granica opasne koncentracije bez vršenja praktičnih proba eksplozivnosti bilo u laboratoriji bilo u pokusnom rovu. Ovakav postupak je znatno jeftiniji od praktičnih pokusa, koji, kao što je poznato, moraju da obuhvate čitav niz različitih koncentracija, pod različitim uslovima disperzije i različitih granulometrijskih sastava.

Iz konkretnog primjera obračuna donje granice opasne koncentracije slijedi, da ugljena prašina rudnika Kreka zaista spada u »opasnu« ugljenu prašinu, ali, da stvarna koncentracija iste leži za sada ispod donje granice opasne koncentracije, osim u jami glav. sloj u Bukinju.

ZUSAMMENFASSUNG

Die praktische Feststellung des Explosionsfähigkeitsgrades des Kohlenstaubes im Lignitkohlenbergwerke »KREKA« in Tuzla

Dipl. Ing. B. Stupnicki*)

Der Verfasser bemüht und bestrebt sich die praktische Tatsache zu beweisen, dass nur die brennbaren Gasen (Volatilia) weche durch Erwärmung einer Kohlenstaubwolke ausflüchten, die eigentlichen und wahrhaftigen Träger der Kohlenstaubexplosion sind. Andererseits, amorpher Kohlenstoff — C fix-in der Explosion hat auch seine Teilnahme, aber doch, ein unmittelbarer Träger der Explosion is er nicht.

Weiter, ausserdem ist es bekannt, dass jedes brennbares Gas oder eine Mischung von brennbaren Gasen mit atmosferischer Luft, ihre untere (wie auch obere) Explosionsgrenze hat.

Auf Grund der Angaben der Laboratoriumsuntersuchungen der Kohlenstaubproben (Kornfeinheit, Imediatanalyse und brennbare Gase-flüchtige Bestandteile) wie auch auf Grund der festgestellter Konzentration der Verstaubung eines Grubenbaues ob diese Konzentration wirklich gefährlich oder nicht gefährlich ist, kann durch einfache Rechnung festgestellt werden.

Gemäss der dargestellte Konzeption, hat der Verfasser, in gegenständlicher Auslegung, die untere Explosionsgrenze wie auch den Explosionsgefährlichkeitsgrad des Kohlenstaubes für 6 Grubenobjekte im Lignitkohlenbergwerke »KREKA« in Tuzla ausgerechnet, bezüglich festgestellt.

Allerdings und endlich, dieses und solches Verfahren schliesst nicht die Durchführung der praktischen, aber viel teureren Explosionsversuche des Kohlenstaubes in Laboratorium oder in Versuchsgruben aus, sondern beschränkt dieselbe auf ein geringes Mass und Menge, auf die Menge der praktischen Kontrolle der Angaben, welche rechnungsweise bekommen wurden

Literatura

1. Skotschinski und Komarow, 1956: »Grubenbewetterung«.
2. Hatzfeld, K., 1953: »Handbuch der Grubensicherheit« — Band II,
3. Cybulski, W., 1961: Badania wybuchowości pyłu z węgla brunatnych lignitowych o strukturze drzewnej« — Komunikat Nr. 295.
4. Ržiman, A., 1953: »Priručka dušniho vetrani«,
5. Zambelli, A., 1950: »Tehnika sigurnosti u rudarstvu«.
6. Petruhin, P. M., Kireev, A. M. i Sergeev, V. S., 1967: »Ispitivanja donjih granica eksplozivnosti ugljene prašine«. Ministarstvo industrije uglja SSSR, »Borba sa plinom i prašinom u rudnicima uglja« (Zbornik članaka 4.) na ruskom jeziku.
7. Gal, E. — Szava, J.,: »Određivanje sagorivih volatila mađarskih ugljeva (prevod sa ruskog).
8. Elaborat o ispitivanju zaprašenosti sa ugljenom prašinom šest jamskih pogona u Kreki, Institut za rudarska i hemijsko-tehnološka istraživanja — Tuzla 1967.
8. Elaborat o ispitivanju zaprašenosti sa ugljelatila a posebno gorljivih volatila Krekanskoj lignita (Ing. Arsenijević T.). — Institut za rudarska i hemijsko-tehnološka istraživanja.

*) Dipl. ing. Boleslav Stupnicki, viši stručni savetnik u direkciji rudnika »Kreka« — Tuzla.

Osnovni elementi za sigurnost kosina na površinskim otkopima

Prof. ing. Nikola Najdanović

Kod eksploatacije mineralnih sirovina površinskim načinom otkopavanja, postoji uzajamno povezani sistem različitih pogona, koji su u punoj zavisnosti jedan od drugog, kao što su otkopavanje jalovine, utovar, transport i odlaganje u spoljno ili unutrašnje odlagalište. Svaki prekid rada na jednom od ovih pogona dovodi do opšteg prekida rada i zašto je cele eksploatacije. Pored toga, uzroci prekida rada na otkopavanju i odlaganju mogu prouzrokovati velike materijalne štete i ugroziti živote radnika. Tako je, na primer, u Bogoslovskom površinskom otkopu u SSSR došlo do klizanja zemljane mase u količini od preko 10 miliona m³. Poznat je slučaj rušenja odlagališta jalovine u Aberfan-u u Engleskoj, koja je zatrpala osnovnu školu i prouzrokovala smrt velikog broja dece. U maju mesecu ove godine došlo je do rušenja i zatrpavanja etaža površinskog otkopa polja »B« Rudarskog basena »Kolubara« u Vreočima, u pojasu dužine 220 m, širine 165 m, kojom prilikom je oštećeno 7 koloseka za električnu vuču i šinske bagere sa kontaktnim vodovima. Rušenje etaža bilo je naglo i trajalo je 20 minuta. Bila je srećna okolnost, da je rušenje nastalo noću u 21,30 časova, kada se nije radilo, tako da su bageri i transportna sredstva bili na drugom mestu, te nije došlo do veće materijalne štete i ljudskih žrtava. Odmah posle rušenja etaža, stupila je u dejstvo tehnička zaštita, koja je svojom dobrom organizacijom i požrtvovanim radom uklonila koloseke i bušilicu sa područja rušenja, tako da je šteta usled rušenja etaža zahvatila samo mali deo koloseka i kontaktnih vodova.

Međutim, na istom polju »B« u Rudovicima došlo je do novog rušenja etaža otkopa na dan 13. avgusta 1968. g. u 13 časova; rušenje je trajalo 30 minuta. Ovom prilikom zahvaćene su etaže 175 i 150, lokalitet 2 i 3; delimično su bili oštećeni koloseci i kontaktni vodovi, ali nije bilo štete na bagerima i transportnim sredstvima.

U oba ova slučaja rušenja etaža bila su trenutna i iznenadna, a nastala su usled klizanja tla.

Postoji više uzroka rušenja ne samo otkopnih etaža, već i odlagališta. Najčešće, razlog ovome je smanjenje unutrašnjeg otpora tla ili jalovine usled rđavog odvodnjavanja i neodgovarajući tehnološki proces otkopavanja odnosno odlaganja.

Visine etaža i nagibi radnih kao i završnih kosina otkopa i odlagališta zavise od fizičkih i mehaničkih karakteristika tla ležišta i jalovine. Ako se pri projektovanju ovih važnih elemenata ne raspolaže pouzdanim podacima o karakteristikama tla ležišta i jalovine, onda ne postoji nikakva sigurnost da će etaže biti stabilne i lako dolazi do iznenadnog klizanja tla i rušenja etaža. Problemi stabilnosti etaža ne mogu se rešavati na osnovu analogije sa drugim površinskim otkopima u sličnom materijalu, jer svako tlo ima svoje specifične uslove i karakteristike, sa kojima se mora računati.

Zbog nejednakog sastava tla i njegovih promena usled atmosferskih uticaja, uslovi stabilnosti etaža mogu biti promenljivi za vreme eksploatacije i varirati u dosta širokim granicama, naročito u kišnim vremenskim pe-

riodima. S obzirom na to, geomehanička ispitivanja i proračune stabilnosti kosina etaža površinskog otkopa i odlagališta treba vršiti za nepovoljne uslove tla, u prisustvu vode, a za odlagališta još i sa uzorcima jalovine u rastresenom stanju, koje odgovara stanju zbijenosti jalovine u odlagalištu odmah iza odlaganja.

Fizičko-mehaničke osobine tla otkopa određuju se laboratorijskim ispitivanjem neporemećenih uzoraka izvađenih iz pojedinih slojeva i dobijene vrednosti ugla unutrašnjeg trenja φ , kohezije c i zapreminske težine γ usvajaju se za proračune stabilnosti radnih etaža otkopa. Međutim, za završne kosine, koje treba da ostanu stabilne neodređeno dugo vremena, ovako dobijene karakteristike φ i c ne bi odgovarale zbog vremenskog smanjenja čvrstoće tla. Za proračun stabilnosti završnih kosina treba ispitati rezidualnu čvrstoću smicanja neporemećenih uzoraka tla, te na osnovu nje odrediti trajne vrednosti φ_r i c_r .

Za proračun stabilnosti etaža odlagališta treba usvojiti karakteristike jalovine, koje se određuju na rastresenim uzorcima, bez konsolidacije pod vertikalnim opterećenjem. Na taj način određen ugao φ računa se u punoj vrednosti, jer odgovara nepotpunoj konsolidaciji jalovine u odlagalištu za vreme odlaganja. U pogledu vrednosti kohezije jalovine dobijene od rastresenog koherentnog tla, čije su unutrašnje veze između čvrstih čestica bile razorene otkopavanjem, transportom i odlaganjem, ona će biti smanjena u odlagalištu za vreme odlaganja, ali će se u daljem toku konsolidacije povećavati, pošto se te veze pri ugrađivanju jalovine u odlagalište odmah uspostavljaju i zatim stalno povećavaju. Zbog toga se usvaja $\frac{2}{3}$ vrednosti kohezije od dobijene opitom direktnog smicanja uzorka jalovine bez vertikalne konsolidacije.

Pošto su površinska i podzemna voda najčešći uzrok rušenja etaža površinskog kopa i odlagališta, treba preduzeti mere koje će sprečiti njihovo dejstvo.

Radovi u površinskom koku moraju se vršiti stalno u suvom. U tom cilju treba još pre početka otkopavanja spustiti nivo podzemne vode i stalno ga održavati ispod kote planuma etaže, odnosno ispod kote podine. To se postiže pomoću sistema crpnih bunara ili drenaža, a predviđa se u projektu površinskog kopa na osnovu hidrogeološkog proučavanja terena tog područja.

U slučaju da u tlu površinskog otkopa postoje sočiva peska ili šljunka zasićenih vodom, treba ih otkriti bagerom, uhvatiti vodu sistemom površinskih kanala ili podzemnim odvodnjavanjem i obezbediti njeno stalno otičanje.

U toku eksploatacije treba stalno vršiti kontrolu nivoa podzemne vode u podini ispod površinskog kopa i na kosinama otkopa, pomoću piježometarskih cevi, čiji raspored i broj treba da budu sastavni deo projekta i označeni na karti podzemne vode hidroizohipsama. Ako u tlu površinskog otkopa postoji više nivoa podzemne vode, treba osmatrati piježometre koji će zahvatiti više horizonata, kao i piježometre za svaki horizont zasebno.

Ako se pojave znaci pomeranja tla iznad ili ispod etaža površinskog otkopa, treba odmah ugraditi sistem repera za osmatranje vinskih deformacija nivelisanjem i promene njihovog položaja merenjem odstojanja između repera i stalnih tačaka. U slučaju da se na osnovu podataka merenja repera utvrdi da se pomeranje tla ubrzava, treba ukloniti ljude i opremu sa ugroženih mesta i zabraniti svaki saobraćaj na tom području. Istovremeno treba utvrditi uzroke pomeranja tla i odrediti mere za saniranje.

Pre početka i u toku vršenja radova na površinskom otkopu treba detaljno pregledati teren i obezbediti površinsko odvodnjavanje otkopa izradom sistema otvorenih jarkova. Ukoliko se konstatuju pukotine u tlu, treba ih zatvoriti nabijenom glinom, da bi se sprečilo njihovo dalje širenje, koje bi moglo dovesti do klizanja i otkidanja tla.

Međutim, klizanje tla može nastupiti i bez povećanja vlažnosti, u slučaju kada je tlo površinskog otkopa tiksotropno. Usled vibracija i potresa koje prouzrokuju bageri na površinskom otkopu, tiksotropna glina odjednom izgubi svoju čvrstoću zbog razaranja elektrohemijskih veza između čvrstih čestica i dolazi do naglog klizanja i tečenja tiksotropne gline, iako vlažnost tla nije povećana. Zbog toga je potrebno, takođe, ispitati osetljivost (sensivitet) gline, što se vrši lakim i prostim opitima. Ukoliko se utvrdi postojanje gline velike osetljivosti ili preosetljive, treba podesiti opremu za rad na otkopavanju koja neće proizvoditi vibraciju i potrese tla.

S obzirom na stalno povećanje dubine površinskog otkopa, koje već sada dostiže kod nas oko 100—200 metara, a u inostranstvu i preko 300—500 metara, sigurnost rada sve vi-

še zahteva blagovremeno preduzimanje mera za otklanjanje uzroka rušenja etaža površinskih otkopa i odlagališta.

ZUSAMMENFASSUNG

Grundelemente zur Böschungssicherheit in den Tagebaubetrieben

Prof. Dipl. Ing. N. Najdanović*)

In jedem Tagebau wird der Abraum gewonnen, verladen, gefördert und auf die Aussen- oder Innenkippe verkippt. Jede Arbeitsunterbrechung in einem von diesen Betrieben führt zu allgemeiner Arbeitsunterbrechung und zur Stockung des Gewinnungsprozesses. Durch diese Arbeitsunterbrechungen kann es zur Rutschung der Bodenmassen kommen, was zu einem Unglück führen kann. Bodenrutschung kann plötzlich sein. Es kommt zu einem Strossenbruch.

Ursachen der Strossen- und Kippenverbrüche können verschieden sein. Sehr oft kommt es zum Verbruch durch Herabsetzung der Boden- oder Kippeninnenreibung durch schlechte Entwässerung und technologisch nicht entsprechen Prozess der Gewinnung oder Verkipfung.

Strossenhöhen und Winkel der Arbeits- sowie der Endböschungen sind von physikalischen und mechanischen Bodeneigenheiten der Lagerstätte oder des Abraums abhängig. Wenn man bei der Projektierung nicht über sichere Angaben der Bodencharakteristiken der Lagerstätte und des Deckgebirges verfügt, dann besteht keine Sicherheit, dass die Strossen beständig sein werden und dass es nicht zur plötzlichen Bodenrutschung und Strossenbrüchen kommt.

*) Prof. dr ing. Nikola Najdanović, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

Analitičke i grafičke metode za određivanje bezopasne zone pri miniranju na površinskim otkopima

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Dragoljub Mitrović

Određivanje zone na etažama površinskih otkopa u kojoj će radnici biti sigurni od povreda, a oprema od eventualnog oštećenja je jedan od glavnih zadataka rukovodioca minerskih radova. Za ovu svrhu su izvedeni mnogi empirijski obrasci, a često se (u najvećem broju slučajeva) koriste iskustvom utvrđene daljine, koje nisu uvek pružile zadovoljavajuću sigurnost. Radi toga ćemo u našem izlaganju pokušati da nađemo odnose između zavisnih veličina i ukažemo na neke prihvaćene metode koje se u praksi mogu veoma lako da koriste.

Komadi stenske mase pri miniranju lete kroz vazduh. Parametri ovoga leta se mogu odrediti po zakonu balistike. Pri ovome se pretpostavlja da vazduh ne čini otpor kretanju komada stenske mase, čime se u račun uvodi izvestan faktor sigurnosti. Ovaj faktor je neophodan pri svakom tehničkom računu, s obzirom da se u praksi zahteva veća sigurnost od one koja se teoretski obezbeđuje.

Ako centar eksplozije postavimo u koordinatni početak (sl. 1), onda je prema zakonu kosog hica, položaj komada stene koji leti, određen u svakom trenutku t , koordinatama x i y :

$$x = v_0 t \cos \alpha \quad (1)$$

$$y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

gde su:

v_0 — početna brzina

t — vreme leta

α — ugao prema horizontu

g — ubrzanje zemljine teže

Ako iz jednačine (1) vrednost za t ,

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad (3)$$

uvrstimo u jednačinu (2), dobija se:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 \quad (4)$$

a to predstavlja jednačinu putanje komada stene kroz vazduh bez otpora (sl. 1).

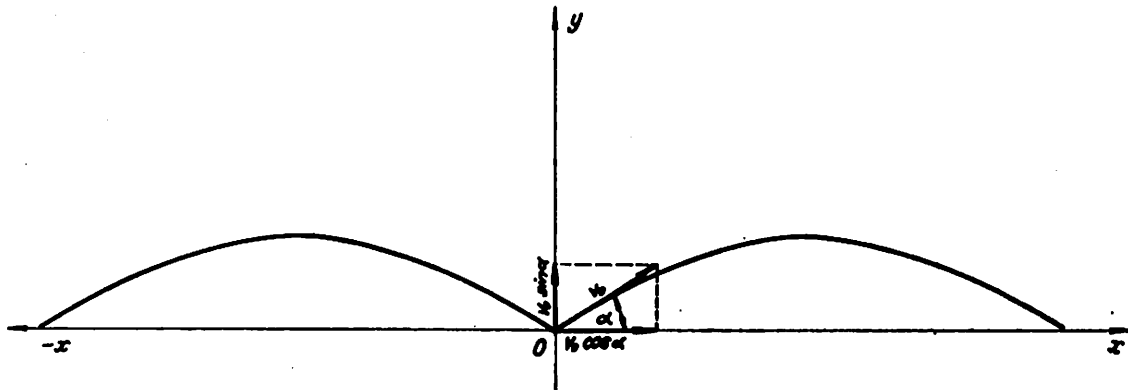
Najveća visina koju komad stene dostigne određuje se iz uslova da je vertikalna komponenta brzine jednaka nuli:

$$v_0 \sin \alpha - gt = 0 \quad (5)$$

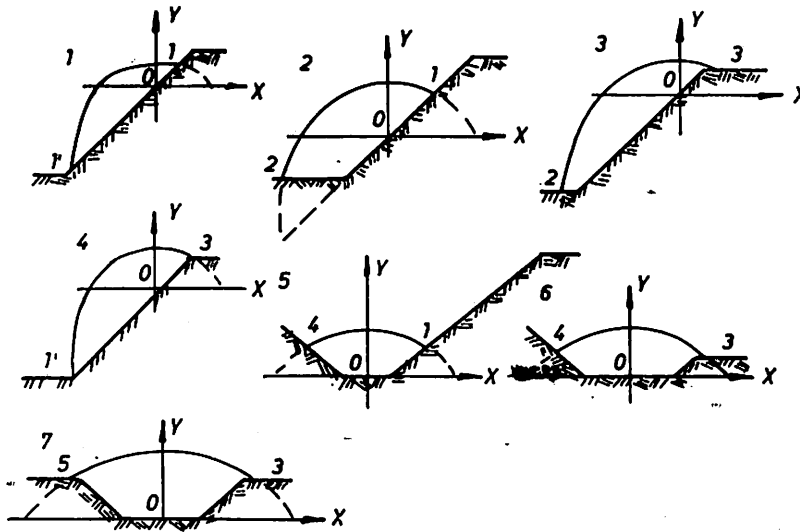
a odavde je vreme potrebno za dostizanje te brzine, odnosno najveće visine:

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (6)$$

Ako uvrstimo vrednost za t u jednačinu (2) dobijamo:



Sl. 1 — Trajektorija leta komada stena na horizontalnoj površini.
 Abb. 1 — Die Flugbahn des Gesteinstückes auf der Horizontalebene.



Sl. 2 — Šema razletanja komada stena u zavisnosti od mesta miniranja i konfiguracija površinskog kopa.
 Abb. 2 — Schema des Auseinanderfliegens der Gesteinsstücke in Abhängigkeit von der Sprengstelle und der Konfiguration des Tagebaubetriebs.

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (7)$$

Kod iste početne brzine v_0 , najveći domet ima najveću vrednost za $\alpha = 45^\circ$:

Najveći domet postiže se za vreme $2t$, te se zamenom u jednačini (1) dobija:

$$x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (8)$$

$$x_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \quad (9)$$

odakle je:

$$v_0 = \sqrt{gx_{\max}} \quad (10)$$

U ovom slučaju x_{\max} je najmanji poluprečnik zone u koju padaju komadi stena, odnosno to je poluprečnik opasne zone.

Vrednost za x_{\max} iz jednačine (8) odnosi se na horizontalan teren. Međutim, etaže površinskog otkopa međusobno su položene uvek tako, da jedna leži iznad druge na nekoj kosini. S obzirom da mesto miniranja uslovljava i mesto pada komada stene (sl. 2), to mesto se nalazi kod presečne tačke putanje komada i kosine otkopa. Jednačina prave, koja predstavlja kosinu otkopa kada ona prolazi kroz koordinatni početak, ima oblik:

$$y = x \operatorname{tg} \beta \quad (11)$$

gde je β ugao kosine otkopa prema horizontu.

Izjednačujući leve i desne strane jednačina (4) i (11) dobija se:

$$x \operatorname{tg} \beta = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (12)$$

Da bi se razumeo fizički smisao ovih odnosa poslužiće nam sl. 3. Oznakom „R” označen je poluprečnik zone u kojoj će padati komadi stena za slučaj koji je nastao prema

obrascu (9). Komad stene koji bi na horizontalno tle pao u tački 0, pašće kod nagiba kosine otkopa od 20° u tačku M, odnosno N. Pošto se tačka M nalazi u četvrtom kvadrantu to jednačina (11) ima oblik:

$$y = x \operatorname{tg} (360 - \beta) = -x \operatorname{tg} \beta \quad (13)$$

te se jednačina (12) menja u:

$$-x \operatorname{tg} \beta = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (14)$$

Ako se ova jednačina reši po x, dobije se:

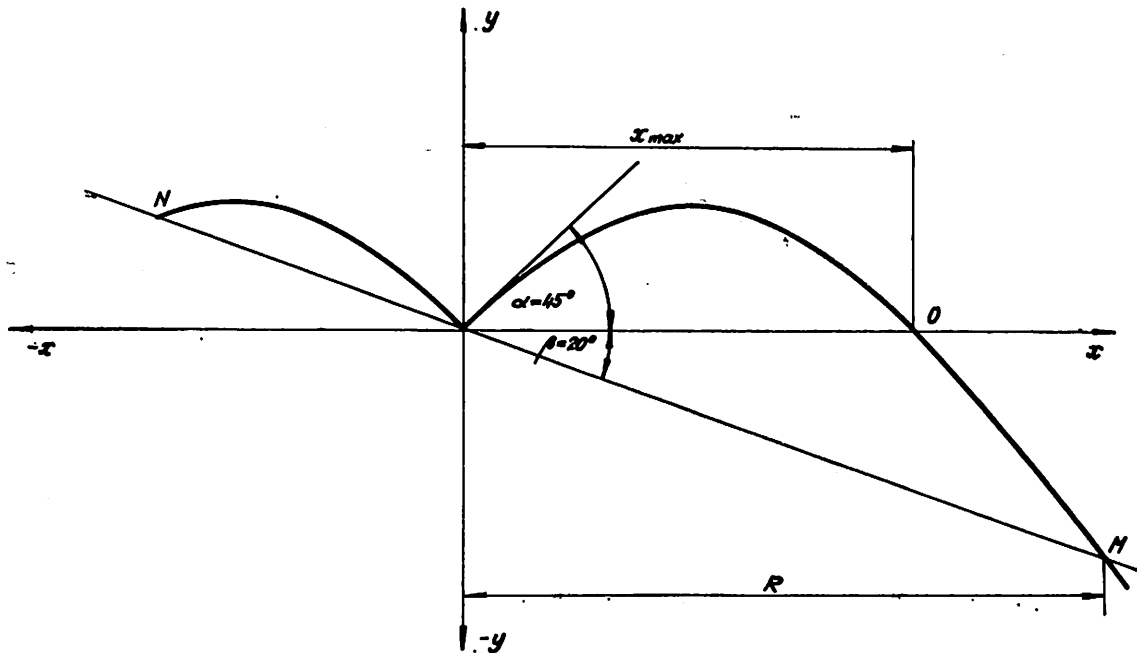
$$x = \frac{2 v_0^2 \cos^2 \alpha (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)}{g} \quad (15)$$

Imajući u vidu da je prema obrascu (10)

$$v_0 = \sqrt{g x_{\max}}$$

jednačina (15) dobija oblik

$$x = 2 x_{\max} \cos^2 \alpha (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) \quad (16)$$



Sl. 3 — Trajektorija leta komada stene na kosoj površini.
Abb. 3 — Die Flugbahn des Gesteinsstücks auf der schiefen Ebene.

Prema tome ova jednačina može da posluži za određivanje dometa komada stena niz kosinu površinskog otkopa.

Dometa uz kosinu površinskog otkopa (tačka N) računa se iz jednačine (1)

$$-x = v_0 t \cos \alpha \quad (17)$$

Ako se ova jednačina reši po t

$$t = -\frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad (18)$$

i ta vrednost zameni u jednačini (2) dobija se:

$$y = -x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (19)$$

S obzirom da se tačka preseka krive koja označava let komada i kosine otkopa nalazi u četvrtom kvadrantu, to je jednačina kosine:

$$y = x \operatorname{tg} (180 - \beta) = -x \operatorname{tg} \beta \quad (20)$$

Izjednačivši leve i desne strane jednačina (19) i (20) dobija se:

$$x = -2x_{\max} \cos^2 \alpha (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) \quad (21)$$

Kod korišćenja navedenih jednačina treba imati u vidu da se v_0 kreće u granicama između 120 i 150 m/sec. Sa većom vrednošću tj. sa 150 m/sec i sa $\alpha = 45^\circ$, kada se postiže x_{\max} , vrednosti za x_{\max} (jed. 8) kreću se oko:

$$x_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{150^2}{98,1} = \frac{22500}{98,1} = 230 \text{ m}$$

Ako se ovome doda da u račun nije unet otpor koji vazduh pruža komadima stene prilikom leta, to stvarni domet komada kod miniranja u bušotinama iznosi oko:

$$R = 200 \text{ m}$$

Za nalepljene mine x_{\max} je nešto veće i kreće se oko 300 m.

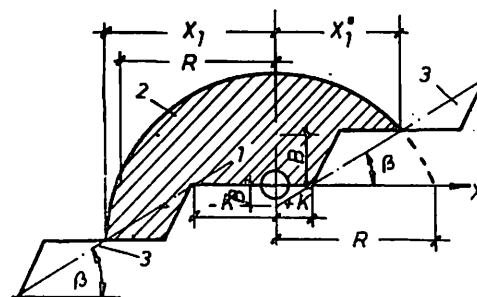
Prema normama sigurnosti koje su propisane u SSSR minimalne dozvoljene veličine poluprečnika zona opasnih zbog razletanja komada stena pri miniranju iznose (vidi tablicu 1).

Tablica 1

Metoda miniranja	R u m
Nalepne mine	300
Mine u bušotinama	200
Kotlovska punjenja	200
Mine u većim bušotinama	200
Komorna punjenja	200

Opisana analitička metoda za određivanje opasne zone zahteva dosta posla oko računanja i crtanja. Zbog toga će biti opisana jedna metoda kod koje se nomogramima može odrediti bezopasna zona.

Karakteristične tačke preseka krive, koja predstavlja obvojnici svih putanja pojedinih komada — nezavisno od elevacionog ugla — i kosine otkopa, predstavljaju granicu opasne zone (vidi sl. 4).



Sl. 4 — Granica sigurnosne zone pri miniranju na površinskom kopu.
Abb. 4 — Die Grenze der Sicherheitssprengzone im Tagebaubetrieb

Jednačina obvojnice, koristeći tačku preseka sa x osom, $x = \pm x_{\max} = \pm R$, ima oblik:

$$y = \frac{R}{2} - \frac{x^2}{2R} \quad (22)$$

a jednačina prave koja označava kosinu otkopa:

$$y = x \operatorname{tg} \beta \pm b \quad (23)$$

Ako se stavi da je:

$$b = k \operatorname{tg} \beta \quad (24)$$

onda je:

$$y = x \operatorname{tg} \beta \pm k \operatorname{tg} \beta \quad (25)$$

Izjednačujući jednačine (22) i (25) dobija se:

$$x^2 + (2R \operatorname{tg} \beta) x \pm 2R k \operatorname{tg} \beta - R^2 = 0 \quad (26)$$

Manji koren ove jednačine (x'_1), po apsolutnoj vrednosti, označava apscisu tačke preseka krive (22) i prave (25) iznad nivoa tačke miniranja, a veći koren (x''_1) apscisu tačke ispod toga nivoa.

Vrednosti korena x'_1 i x''_1 iznose:

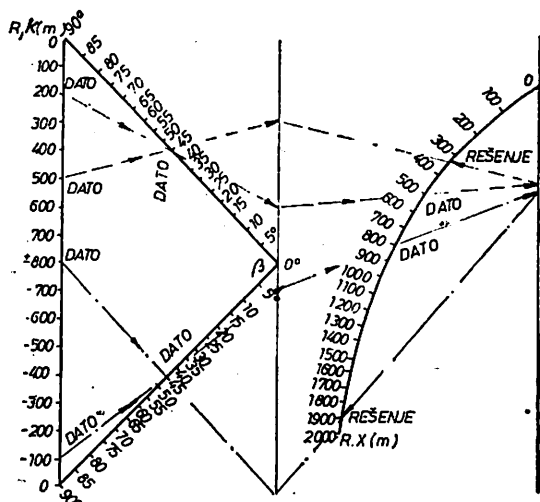
$$x'_1 = -R \left(\operatorname{tg} \beta - \sqrt{\operatorname{tg}^2 \beta + \frac{2k}{R} \operatorname{tg} \beta + 1} \right) \quad (27)$$

$$x''_1 = -R \left(\operatorname{tg} \beta + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \beta - \frac{2k}{R} \operatorname{tg} \beta + 1} \right) \quad (28)$$

U slučaju kada kosina otkopa prolazi kroz drugi i četvrti kvadrant, jednačina (26) dobija oblik:

$$x^2 - (2R \operatorname{tg} \beta) x \pm 2Rk \operatorname{tg} \beta - R^2 = 0 \quad (29)$$

Za jednačine (26) i (29) izrađen je nomogram (sl. 5) koji se koristi za karakteristične tačke 1, 1' i 4 na sl. 1.



Sl. 5 — Nomogram za određivanje sigurnosnih granica prema jednačinama 26 i 29.

Abb. 5 — Nomogramm zur Bestimmung der Sicherheitsgrenzen nach den Gleichungen 26 und 29.

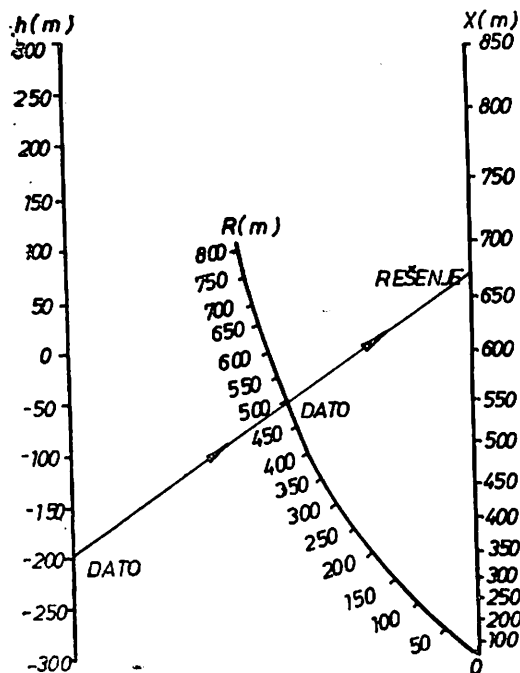
Za slučajeve kada komadi stene padaju na deo otkopa, koji je horizontalan (tačke 2 i 3 na sl. 1), granica opasne zone određuje se rešenjem jednačine (22) i jednačine

$$y = \pm h \quad (30)$$

gde je h — dubina ili visina mesta na koje pada komad stene u odnosu na mesto miniranja.

Opšti oblik jednačine za ovaj slučaj je:

$$x^2 = R^2 \pm 2R h \quad (31)$$



Sl. 6 — Nomogram za određivanje sigurnosnih granica prema jednačini 31.

Abb. 6 — Nomogramm zur Bestimmung der Sicherheitsgrenzen nach Gleichung 31.

Za slučaj preseka u tački 3 sa sl. 1, vrednost za x je:

$$x_3 = \sqrt{R^2 - 2R h} \quad (32)$$

a za slučaj preseka u tački 2

$$x_2 = \sqrt{R^2 + 2R h} \quad (33)$$

Za jednačinu (31) izrađen je nomogram na sl. 6.

Pri korišćenju nomograma na sl. 5 i 6 može se, bez naročitih teškoća, odrediti, neposredno na karti rudarskih radova, granica opasne zone. Izrada profila otkopa, nije neophodna, kao što je to slučaj kod prethodno opisane metode.

Osnovna operacija kod korišćenja pomenutih nomograma je određivanje oblasti u kojima padaju komadi odbačenog materijala. Postupak da se ta oblast odredi je sledeći:

- na situacionoj karti rudarskih radova nanese se podužna osa minskih bušotina, što označava mesto miniranja;
- upravno na osu minskih bušotina postavi se apscisa na koju se nanose u pozitivnom i negativnom smeru vrednosti za R (x_{max});
- na nomogramu (sl. 5) pronađu se granične tačke x i nanose na situacionu kartu, pri čemu:

a) ako se pronađena tačka nalazi na kosini na kojoj se minira, onda se zadatak smatra rešenim. Dobijene tačke se spajaju čime se dobija sigurnosna zona,

b) ako su nađene tačke po nomogramu na sl. 5 raspoređene van granica kosine (iza gornje ivice ili na dnu otkopa), onda to označava da je razbacivanje komada doseglo spoljne konture otkopa ili, pak, njegovo dno. Određivanje graničnih tačaka treba tada vršiti prema nomogramu (sl. 6).

Kod ovoga treba napomenuti da se gornjim delom nomograma na sl. 5 treba koristiti za određivanje graničnih tačaka 1 i 4, a donjim delom nomograma za granične tačke 1 i 1' (vidi sl. 2).

ZUSAMMENFASSUNG

Analytische und graphische Verfahren zur Bestimmung einer nicht gefährdeten Zone bei Tagebausprengungen

Dipl. Ing. D. Mitrović*)

In dem Aufsatz wurde zuerst das analytische Verfahren für die Bestimmung einer Sicherheitssprengzone in den Tagebaubetrieben sowohl für das horizontale als auch für das geneigte Gelände gegeben. Durch herkömmliche Bohrlochsprengmethoden wurde der kleinste Durchmesser der Sicherheitszone von 200 m festgestellt.

Eine einfachere und schnellere Methode für den Einsatz in der Praxis ist die Nomogramm-Methode, die für zwei in der Praxis auftretenden Fälle bearbeitet wurde. Der erste ist wenn Gesteinsstücke auf die Strossenböschung und der zweite Fall wenn die Gesteinsstücke auf den horizontalen Teil der Tagebauanlage fallen.

Literatura

- Elenskij, S. I., 1963: Određivanje sigurnosne zone pri miniranju na površinskim otkopima. — »Gornyj žurnal« br. 7.
- Kučerjavij, F. I., 1965: Smanjenje razletanja komada stena pri sekundarnom mini-

- ranju na površinskim otkopima. — »Bezopasnost' truda v promyšlennosti« br. 3.
- Timotievič, K. D., Zagradskij, B. P., 1965: Određivanje sigurnosne zone pri miniranju na površinskim otkopima. — »Bezopasnost' truda v promyšlennosti« br. 7.

*) Dipl. ing. Dragoljub Mitrović, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu — Beograd.

Prilog određivanju učestalosti povređivanja pri transportu masa na površinskim otkopima

Dipl. ing. Pantelija Golubović

Transport masa korisne supstance i otkrivke na površinskim otkopima predstavlja jednu od osnovnih radnih operacija koja u troškovima eksploatacije učestvuje sa 30 do 40%. On se obavlja na relacijama različitih dužina zavisno od lokacije postrojenja prerade korisne supstance odnosno odlagališta.

Transport na kopovima se u odnosu na transport opšteg značaja odlikuje posebnim specifičnostima i to:

- Mesto utovara i istovara nije stalno, menja se sa napredovanjem fronta otkopavanja, što zahteva periodično premeštanje transportnih komunikacija i uređaja (koloseka, kamionskih puteva, transportera).
- Diskontinuirani transport (železnički, kamionski i dr.) se sastoji iz ciklusa koji sadrži operacije utovara, kretanja sa teretom, istovara i kretanja u obratnom pravcu bez tereta.
- Transportni putevi po kopu i iz kopa najčešće su sa većim nagibom, kako kod površinskih otkopa dubinskog tipa, tako i kod kopova brdskog tipa.

Izbor vida transporta za konkretne uslove zavisi od niza faktora, kao što su: zaleganje ležišta, promet, osobine transportovanog materijala, daljina transporta, dubina površinskog otkopa, vek eksploatacije otkopa, način utovara i klimatski uslovi.

Osnovni vidovi transporta otkrivke i korisne supstance na površinskim otkopima su: železnički, kamionski i transport trakama.

Da bi se transport masa uspešno obavio po bilo kom vidu transportovanja, veoma važno mesto zauzima sigurnost u radu i bezbednost zaposlenog osoblja od nesretnih slučajeva.

Svaki vid transporta masa na površinskim otkopima ima svoje specifičnosti u pogledu sigurnosti zaposlenih radnika. Iste se ogledaju u nizu faktora koji direktno ili indirektno utiču na veći ili manji broj povređivanja. Jedan od faktora je i broj zaposlenog osoblja. On utiče indirektno, jer je verovatnoća povređivanja veća, ukoliko je broj zaposlenih radnika veći.

Analiza nesretnih slučajeva pri transportu masa na našim površinskim otkopima vrši se na bazi statističkih podataka povređivanja, pri čemu se obično uzima apsolutni broj nesretnih slučajeva, u čijem broju su teži i smrtni slučajevi, za određeni vremenski period. Ovako uzeti brojevi ne omogućavaju upoređenje stepena opasnosti rada između pojedinih vidova transporta, a posebno između pojedinih tehnoloških procesa.

Da bi se omogućilo upoređenje brojeva koji karakterišu intenzivnost povređivanja, odnosno stepen opasnosti rada, treba apsolutne brojeve svesti na zajednički broj u zavisnosti od broja zaposlenih radnika ili njihovog utrošenog vremena na radu.

Ovo se može postići takozvanim koeficijentom učestalosti nesretnih slučajeva, odnosno povređivanja po obrascu

$$K_u = \frac{P \cdot B}{N} \quad (1)$$

gde je:

P — broj radnika nastradalih u nesrećnim slučajevima za određeni vremenski period;

N — srednji broj zaposlenih po spisku za isti vremenski period;

B — proizvoljni koeficijent (obično B = 1000)

Koeficijent učestalosti ne pruža, međutim, podatke o karakteru povređivanja, pa se za ocenu nesretnih slučajeva uvodi i koeficijent »težine«.

$$K_T = \frac{D}{P} \quad (2)$$

gde je:

D — ukupan broj izgubljenih dana bolovanja zbog povreda na radu za sve povređene radnike i za određeni period;

P — broj povređenih radnika za isti period vremena.

Proizvodom koeficijenata učestalosti i težine izražava se pokazatelj opasnosti, tj.

$$K_{op} = K_u \cdot K_T \quad (3)$$

Zamenom vrednosti za K_u i K_T dobija se

$$K_{op} = \frac{P \cdot B}{N} \cdot \frac{D}{P} = \frac{D \cdot B}{N} = \frac{1000 D}{N} \quad (4)$$

Ovim pokazateljem može se odrediti stepen opasnosti između pojedinih vidova transporta.

Veoma često se kod statističkih ispitivanja povreda na radu primenjuje koeficijent koji izražava broj povreda na jednu tonu proizvoda korisne supstance. Kod transporta masa na površinskim otkopima u svakom slučaju treba primenjivati koeficijent

koji izražava broj povreda po 1 m³ transportovane mase otkrivke i korisne supstance zajedno, tj:

$$K_q = \frac{P \cdot B}{Q} \quad (5)$$

gde je:

P — isto kao u obrascu (1)

B — proizvoljni koeficijent (obično B = 10⁶)

Q = Q_o + Q_k — proizvodnja otkrivke i korisne supstance u m³

Poznato je da se kapacitet transporta na površinskim otkopima postiže u različitim uslovima eksploatacije različitim mašinama i uređajima, različitim kapacitetom transportnih jedinica, stepenom mehanizovanosti i automatizacije i dr.

Isto tako daljine transportovanja masa na pojedinim otkopima su različite, što zahteva veći ili manji obim održavanja transportnih puteva. Iz navedenog proizilazi, da je za različite uslove eksploatacije transporta masa na površinskim otkopima potreban i različiti broj zaposlenih radnika.

Pokazatelj dobijen po obrascu (5), prema tome, može poslužiti samo za grubo upoređenje učestalosti povređivanja u zavisnosti od kapaciteta između sličnih površinskih otkopa, kao i između pojedinih vidova transporta.

U cilju uvođenja konkretnih pokazatelja za ocenjivanje i upoređivanje učestalosti nesretnih slučajeva pri transportu na površinskim otkopima, potrebno je sagledati osnovne elemente koji utiču na stepen povređivanja, odnosno stepen opasnosti. Zbog toga će se ukratko analizirati pojedini vidovi transporta.

Kod ovih vidova transporta, a posebno kod železničkog, broj zaposlenih radnika ima bitan uticaj na učestalost nesretnih slučajeva. On zavisi od mehanizovanosti i automatizacije, bruto tereta kompozicije jednog voza (broj vagona u vozu i zapremine vagona), obima proizvodnje korisne supstance i otkrivke, daljine prevoza, mehanizovanosti operacije, pomeranja i održavanja koloseka. Veći bruto teret zahteva manji broj vozova za određeni kapacitet, a samim tim i manji broj radnika. Pri većem obimu proizvodnje koloseci su više opterećeni, pa je potrebno i

veće održavanje istih, što opet zahteva veći broj zaposlenih radnika. Ovaj broj, osim ovoga, zavisi i od stepena mehanizovanosti radova na održavanju. Slično je i kod kamionskog transporta.

Međutim, pri transportu transporterima sa gumenom trakom, obim proizvodnje koja se transportuje zavisi od tipa transportera, odnosno od širine i brzine trake. U ovom slučaju, broj zaposlenih radnika zavisi samo od dužine transportnih traka, odnosno od broja transporterskih jedinica. Broj radnika na održavanju ne zavisi od kapaciteta kao u prethodnim slučajevima, već je to obično konstantan broj.

Na osnovu tog razmatranja predlaže se uvođenje parametara učestalosti nesretnih slučajeva u zavisnosti od broja radnika koji su potrebni da bi se određena količina otkrivke i korisne supstance prevezla na jedan kilometar puta.

Ovo se može izraziti sledećim obrascem:

$$K_u = \frac{P \cdot B}{N'} \quad (6)$$

gde je:

P — broj nesretnih slučajeva za određeni vremenski period

B — proizvoljni koeficijent ($B = 10^{-3}$)

N' — broj radnika potrebnih da bi se određena proizvodnja prevezla na 1 km puta

$$N' = \frac{N}{Q} = \frac{N \cdot L}{Q}$$

gde je:

N' — ukupan broj radnika-dan (nadnice) zaposlenih na transportu, uključujući i radnike na održavanju transportnih puteva i uređaja

Q — $Q_0 + Q_k$ — proizvodnja korisne supstance i jalovine, m^3

L — ukupna dužina transportnih puteva na površinskom otkopu, koji se nalazi u eksploataciji (koloseci, kamionski putevi, transporteri sa gumenom trakom), km

Prema tome, krajnji oblik obrasca (6) je:

$$K_u = \frac{P \cdot B}{N \cdot L} = \frac{P \cdot Q \cdot B}{N \cdot L} = \frac{P \cdot Q}{N \cdot L} \cdot 10^{-3} \quad (7)$$

Uvođenjem koeficijenta težine u gornji obrazac dobija se pokazatelj opasnosti, tj.

$$K_{op} = 10^{-2} \frac{P \cdot Q \cdot D}{N \cdot L \cdot P} = \frac{Q \cdot D}{N \cdot L} \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

gde je:

D — ukupan broj izgubljenih dana bolovanja zbog povreda.

Iz obrasca (7) se vidi da ukoliko se broj nesretnih slučajeva povećava K_u raste. U slučaju povećavanja broja radnika-dana N, postoji veća mogućnost povređivanja, pa se i odnos P/N menja, što opet utiče na povećanje ili smanjenje pokazatelja. Isto tako, na jednom površinskom otkopu, ako dođe do povećanja Q ili L, mora doći i do promene broja radnika, a samim tim i broja nesretnih slučajeva. Tako na primer, ako se povećava daljina prevoza pri istom kapacitetu Q, mora se povećati broj radnika na prevozu, ukoliko se zadrži isti bruto teret po jednom vozu ili kamionu. Ukoliko se pri istim uslovima povećava brzina prevoza, oštećenje puteva je veće, što opet zahteva veći broj radnika na održavanju komunikacija. Kod transporta trakama sa povećanjem L, povećava se i broj radnika na održavanju transporterskih linija. Da bi se ostalo na istom broju radnika, ili da se čak broj radnika smanji, a samim tim i povrede, potrebno je izvršiti rekonstrukciju transporta, tj. preći na veći bruto teret pri prevozu ili izvršiti automatizaciju transportnih sredstava, kao i mehanizovati radove na održavanju komunikacija.

Isti je slučaj i sa povećanjem kapaciteta Q.

Upoređenjem pokazatelja učestalosti nesretnih slučajeva K_u (po obrascu 7) i pokazatelja opasnosti K_{op} (po obrascu 8) u određenom vremenskom periodu (nekoliko godina) može se za jedan površinski otkop odrediti srednja vrednosti i putem iste prognozirati broj nesretnih slučajeva. Isto tako, na jednom površinskom otkopu može se ovim pokazateljem posebno pratiti učestalost povređivanja na transportu korisne supstance, na transportu otkrivke, ili posebno za svaku etažu i na osnovu istog pre-

duzimati odgovarajuće mere u cilju smanjenja nesretnih slučajeva.

U cilju provjere formula (7) i (8) dat je primer.

Na osnovu podataka koji su ostvareni na jednom površinskom otkopu izvršen je proračun učestalosti povređivanja, kao i pokazatelja opasnosti za period od 5 godina. Transport masa na tretiranom otkopu je izvršen železnicom širine koloseka 900 mm. Proizvodnja korisne supstance je proračunata u

Srednji pokazatelj opasnosti, prema tablici 2, iznosi:

$$K_{Op} = 8,62 \frac{\text{broj dana bolovanja } m^3}{\text{nadnica } km}$$

Prema tome, na tretiranom površinskom otkopu moguće je unapred prognozirati broj povreda kao i broj nadnica bolovanja zbog povreda tj:

$$P = K_u \cdot \frac{N \cdot L}{Q} \cdot 10^3 = 778 \frac{N \cdot L}{Q}$$

Koeficijent učestalosti povređivanja K_{UT}

Tablica 1

Vremenski period	Broj povreda na transportu	Proizvodnja $Q = Q_o + Q_k$ (m^3)	Broj zaposlenih radnika na transportu (N)	Daljina transporta (L) km	$\frac{P \times Q}{10^3}$	$N \times L$	K_{UT}
1	2	3	4	5	6	7	8
1963.	36	3,524.223	73.309	1,8	126.872	131.956	0,96
1964.	40	2,863.265	73.516	1,8	114.530	132.329	0,86
1965.	48	2,817.244	71.957	1,8	135.227	129.522	1,04
1966.	33	2,350.194	74.800	2,0	77.556	149.600	0,51
1967.	37	2,451.424	87.004	2,0	90.703	174.008	0,52

Pokazatelj opasnosti

Tablica 2

Vremenski period	Broj izgubljenih dana bolovanja zbog povreda (D)	Proizvodnja $Q = Q_o + Q_k$ (m^3)	Izvršene nadnice na transportu (N)	Daljina transporta (L)	$\frac{Q \times D}{10^3}$	$N \times L$	K_{Op}
1	2	3	4	5	6	7	8
1963.	352	3,524.223	73.309	1,8	1,240.526	131.956	9,40
1964.	539	2,863.265	73.316	1,8	1,543.300	132.329	11,66
1965.	525	2,817.244	71.957	1,8	1,479.053	129.522	11,42
1966.	310	2,350.194	74.800	2,0	728.560	149.600	4,87
1967.	410	2,451.424	87.004	2,0	1,005.083	174.008	5,77

m^3 i prikazana u ukupnom iznosu sa otkrićem tj. $Q = Q_o + Q_k$.

Proračun je prikazan u tablicama 1 i 2.

Srednji koeficijent učestalosti, prema tablici 1, iznosi:

$$K_u = 0,778 \frac{\text{povr. } m^3}{\text{nadn. } km}$$

$$D = K_{Op} \frac{N \cdot L}{Q} \cdot 10^3 = 8620 \frac{N \cdot L}{Q}$$

Neosporno je da tablice 1 i 2 treba prethodno dobro proanalizirati i utvrditi uzroke naglog smanjenja koeficijenta posle 1965. godine. Ovo smanjenje je svakako uzrok preduzimanja značajnih sigurnosnih mera, pa se, zbog toga, može i srednji koeficijent donekle korigovati.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zur Bestimmung der Unfallhäufigkeit bei der Massenförderung in den Tagebaubetrieben

Dipl. Ing. P. Golubović*)

Hauptformen der Abraum- und der Bewegung der nutzbaren Substanz in den Tagebaubetrieben sind: Eok-, Lkw- und Bandförderung. Jede Art der Massenförderung in den Tagebaubetrieben hat eigene Besonderheiten hinsichtlich der Sicherheit der Beschäftigten.

Bei jeder Transportform, insbesondere bei Lok-Förderung, spielt die Zahl der beschäftigten Arbeiter einen wesentlichen Einfluss auf die Unfallhäufigkeit. Diese Zahl ist von dem Stand der Mechanisierung und Automatisierung, Bruttozuggewicht (Anzahl und Laderaum der Wagen), vom Umfang der Nutz- und Abraumförderung, von der Länge der Förderung, von dem Mechanisierungsgrad der Peration, Gleisverschiebung und -unterhaltung. Ähnliche Zustände sind auch beim Lkw-Transport.

Bei der Bandförderung hängt die Leistung von dem Typ des Förderers, bzw. von der Breite und der Bandgeschwindigkeit, ab. In diesem Falle hängt die Zahl der beschäftigten Arbeiter nur von der Bandlänge bzw. von der Anzahl der Transportbandeinheiten.

Bei der statistischen Untersuchung der Betriebsunfälle wird ein Koeffizient angewandt, der die Unfallzahl pro m³ Abraum und t Nutzförderung für 1 km Länge zusammen ausdrückt.

Aufgrund der Angaben, die in einem Tagebaubetrieb erzielt wurden, ist eine Berechnung der Unfallhäufigkeit als auch Gefahrkoeffizient für einen Zeitabschnitt von 5 Jahren berechnet. Demnach ist es auf einem Tagebau möglich, die Unfallzahl und die Krankenschichten entstanden durch Unglücksfälle vorauszusagen.

Varovanje pred vodo v rudniku lignita Velenje

(z 4 slikami)

Dipl. ing. Branko Jamnišek

Varovanje pred površinsko in podzemno vodo predstavlja v marsikaterem rudniku pereč problem varstva pri delu. Tudi rudnik lignita Velenje žal pri tem ni izjema.

Članek ima predvsem ta namen, da bralcu, ki ga zanima problematika varovanja pred vodo v rudnikih, posreduje nekaj občnih informacij o tej problematiki v rudniku lignita Velenje. Hkrati želi opozoriti na ozko povezanost vprašanj varnosti, ekonomičnosti in tehničnih rešitev pri kompleksnem reševanju problemov varovanja pred vodo v rudnikih.

Problematiko varovanja pred vodo je v rudniku lignita Velenje mogoče razdeliti na tri osnovna vprašanja in sicer:

- varovanje pred vodo, ki se akumulira na površini v ugrezninskih jezerih,
- varovanje pred vodo v krovninskih peščenih plasteh,
- varovanje pred vodo v talnini, ki je akumulirana predvsem v vodonosni triadni podlagi.

Vprašanju varovanja pred triadno vodo v talnini ter posebno še varovanju pred vodo, akumulirano v ugrezninskih jezerih na površini, v tem članku ne bosta podrobneje obravnavani. Temu je vzrok dejstvo, da je za oba problema bilo mogoče poiskati razmeroma preprosti rešitvi, ki v varnostnem pogledu in v pogledu racionalnega izkoriščanja lignita v ležišču povsem zadovoljujeta. Vpra-

*) Dipl. ing. Pantelija Golubović, viši stručni saradnik Zavoda za eksploatacijo mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

šanje varovanja pred vdorom vode iz talnine je v rudniku lignita Velenje rešeno na znan način, t. j. s puščanjem varnostnega stebra v talnini. Vprašanje varovanje pred vodo, akumulirano v ugrezninskih jezerih na površini se rešuje z izčrpavanjem vode iz ugreznin. Takšna rešitev tega vprašanja je uporabljena na področjih, kjer tvorijo krovino kompaktno plasti gline. Pokazalo pa se je, da bo na področjih, kjer se nahajajo v krovini tudi znatnejše plasti vodonosnih peskov in kjer se je pojavil problem odvodnjevanja teh peskov, potrebno tudi za problem vode v ugrezninskih jezerih poiskati drugačno rešitev od dosedanje.

Določanje varnostnega stebra v talnini

Za lažje razumevanje tega vprašanja navajam nekaj osnovnih podatkov o ležišču. Problem določanja debeline varnostnega stebra v talnini je s stališča racionalnega izkoriščanja zaloga lignita v ležišču aktualen predvsem na vzhodnem robu ležišča, kjer je izolacijska plast gline v talnini, ki ločuje lignitni sloj od triadnih apnencev, zelo tanka. V centralnem delu ležišča je ta zaščitna plast gline v talnini praviloma debelejša. Poleg tega ostane v centralnem delu ležišča, zaradi slabše kvalitete praviloma neodkopan talninski pas lignitnega sloja. Zaradi tega predstavlja v tem »centralnem« delu ležišča razmeroma debela plast gline v talnini in vsaj 20—30 metrov debel neodkopani pas manj kvalitetnega talninskega dela lignitnega sloja nekakšen naravni ščit pred vdorom vode.

Osnovo za izračun debeline varnostnega stebra v talnini je podal leta 1964. dr Ivan Sovinc v svoji razpravi:

»Računske osnove za presojo nevarnosti vdora vode iz propustnih talninskih plasti v jamske prostore«.

Dr Ivan Sovinc je predložil sledeči obrazec za določanje debeline varnostnega stebra v talnini:

$$i_{kr} = \frac{1}{\gamma_w (h_3 + h_4)} \left\{ q + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 + \frac{a+b}{ab} \left[\frac{\gamma_3 h_3}{F} \cdot \frac{1 - \sin \varphi_3}{1 + \sin \varphi_3} + \frac{\gamma_4 h_4}{F} \cdot \frac{1 - \sin \varphi_4}{1 + \sin \varphi_4} \right] \right\}$$

kjer je:

$$i_{kr} = \frac{d}{h_4 + h_3} = \text{kritični gradient.}$$

Za praktično računanje ima predlagani obrazec obliko kvadratične funkcije

$$ax^2 + bx + c = 0$$

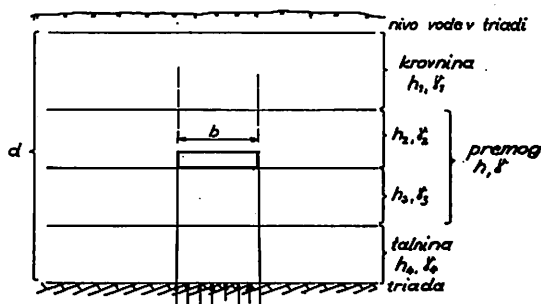
Koeficienti a, b in c se izračunavjo na sledeči način:

$$a = c_3 \gamma_3$$

$$b = -\gamma_3 - 2c_3 (h_1 \gamma_1 + \gamma h)$$

$$c = d - [q + h_4 \gamma_4 + 2c_4 h_4 (\gamma_1 + \gamma h + \frac{1}{2} h_4 \gamma_4)]$$

Označbe pomenijo:



Sl. 1 — Shema za izračun varnostnega stebra v talnini.

$$c_3 = \frac{a+b}{ab} \times \frac{\text{tg } \varphi_3}{F} \times \frac{1 - \sin \varphi_3}{1 + \sin \varphi_3}$$

$$c_4 = \frac{a+b}{ab} \times \frac{\text{tg } \varphi_4}{F} \times \frac{1 - \sin \varphi_4}{1 + \sin \varphi_4}$$

a — dolžina odprtega dela odkopa

b — širina odprtega dela odkopa

φ_3 — strižni kot za talninski premog (30°)

φ_4 — strižni kot za glino v talnini (20°)

F — varnostni faktor (F = 4)

h_1, γ_1 — debelina in sp. teža krovine

h, γ — debelina in sp. teža kvalitetnega lignitnega sloja

h_2, γ_2 — debelina in sp. teža eksploatabilnega lignitnega sloja

h_3, γ_3 — debelina in sp. teža varnostnega stebra v kvalitetnem delu sloja

h_4, γ_4 — debelina in spec. teža manj kvalitetnega talninskega dela lignitnega sloja in debelina oz. spec. teža talninske gline

q — pritisk oporja na dno odkopa

d — hidrostatični pritisk

Veljata tudi relaciji $h = h_2 + h_3$

$$\gamma_2 = \gamma_3 = \gamma$$

Obrazec (1) ima v našem primeru obliko

$$a h_3^2 + b h_3 + c = 0 \quad (2)$$

Rešitev obrazca (2) je znana.

V naših pogojih, kjer so vrednosti za d in h_1 v mejah od 80 do 550 m in vrednosti za h v mejah od 10 do 100 m, se je izkazalo, da je debelina varnostnega stebra $h_3 + h_4$ v grobem odvisna od vrednosti d . To približno odvisnost je mogoče izraziti na sledeči način:

$$h_3 + h_4 = 0,9 d \quad (3)$$

kjer je:

h_3 izražen v metrih in d v kg/cm^2

Uopštevajoč dejstvo, da je pri izračunu debeline varnostnega stebra popolnoma zanemarjena kohezija materiala v varnostnem stebru in, da so vrednosti φ štirikrat zmanjšane, se upravičeno lahko sklepa, da je predloženi obrazec v varnostnem pogledu popolnoma zadovoljiv tudi če predpostavimo možnost vdora vode po razpokah.

V praksi se debelina stebra določi na sledeči način. Najprej se z vrtnjem v jami ugotovi dejanska debelina h_4 , nakar se računsko določi veličina h_3 . V primeru, da je izračunana vrednost $h_3 \leq 0$ ne pride do zmanjšanja eksploatabilnih zalog lignita. V primeru, da je $h_3 > 0$, se debelina eksploatabilnega lignita zmanjša za vrednost h_3 ($h_2 = h_3 - h_3$). Temu primerno se zastavijo tudi odkopi ob varnostnem stebru. Praktično prihaja pri opisanem načinu določanja debeline varnostnega stebra v talnini do zmanjševanja eksploatabilnih zalog lignita le v vzhodnem delu ležišča, kjer te izgube v najneugodnejših primerih lahko dosežejo tudi do 50%. V centralnem delu ležišča bo prišlo do manjšega zmanjšanja eksploatabilnih zalog lignita, zaradi puščanja varnostnega stebra v talnini, le v izjemnih primerih in tudi v teh izjemnih primerih te izgube ne bodo presegle 10%.

Težišče eksploatacije lignita se že intenzivno pomika proti sredini kadunje. Zaradi tega se lahko trdi, da predlagani način določanja debeline varnostnega stebra v talnini že sedaj, še bolj pa bo v bodoče zadovoljeval obe že omenjeni težnji pri eksploataciji lignita v rudniku lignita Velenje in sicer zagotovitev zanesljivega varovanja pred vdori vode iz talnine ob hkrati ne prevelikem zmanjševanju eksploatabilnih zalog lignita v ležišču.

S stališča ocenjevanja varnosti, ki jo zagotavlja opisani način določanja varnostnega stebra pred vdori vode iz talnine, je potrebno poudariti, da v rudniku lignita ni bilo, v času, ko je v uporabi opisani način določanja debeline varnostnega stebra, niti enega primera vdora vode iz talnine. Tudi ta podatek zgovorno potrjuje prepričanje, da način določanja varnostnega stebra proti vdorom vode iz talnine v rudniku lignita Velenje zadovoljuje.

Varovanje pred vdorom vode iz krovnine

Vprašanje varovanja pred vdori vode iz krovnine, je postalo na rudniku lignita Velenje aktualno v letu 1960, t. j. v času, ko se je meja odkopnih polj znatneje premaknila proti sredini kadunje, kjer so bili s strukturnim vrtnjem ugotovljeni vodonosni horizonti v krovlini.

Vodonosni peski v krovlini se nahajajo v velikem delu centralnega in zahodnega dela ležišča zelo blizu lignitnega sloja, tako da je izolacijska plast gline med temi peski in lignitnim slojem ponekod debela samo 7–8 metrov.

Povprečen vzorec krovninske gline ima sledeč sestav:

Naravna vlaga	$W_{nar} = 14\%$
Meja plastičnosti — zgornja	$W_{zg} = 49\%$
" " — spodnja	$W_{sp} = 28\%$
Indeks plastičnosti	$I_{pl} = 21\%$
Količnik konsistence	$I_k = 1,5$
Enoosna tlačna trdnost	$\sigma_{tl} = 16 \text{ kp/cm}^2$
Kohezivna odpornost	$c = 7 \text{ kp/cm}^2$
Kot notranjega trenja	$\varphi = 20^\circ - 25^\circ$
Propustnost	$k = 0,000\ 004 \text{ m/dan}$
Poroznost	$n = 0,48$
Volumska teža	$\gamma_{suh} = 1,4 \text{ gr/cm}^3$
Granulacija: glina	$(< 0,002) = 17\%$
prah, droben	$(0,002 - 0,006) = 13\%$
prah, srednji	$(0,006 - 0,02) = 21\%$
prah, debeli	$(0,02 - 0,06) = 19\%$
pesek, drobn	$(0,06 - 0,2) = 13\%$
pesek, srednji	$(0,2 - 0,6) = 10\%$
pesek, debeli	$(0,6 - 2,0) = 6\%$
prod, drobn	$(> 2,0) = 1\%$

Razumljivo je, da odkopna metoda z rušenjem krovnine in to še posebno pri odkopnih višinah, s kakršnimi se srečujemo v Velenju, ne zagotavlja varne eksploatacije pod neodvodnjenimi peski. Vprašanje odvodnjavanja teh vodonosnih peskov v krovlini je še toliko bolj zapleteno, ker so izkušnje pokazale, da praktično ni mogoče povsem odvodniti t. j. odcediti peščene plasti v krovlini. Zaradi tega se je samo po sebi vsililo vprašanje, kako določiti stopnjo odvodnjenosti krovninskih peskov, da bi bila zagotovljena varna eksploatacija lignita pod njimi in, da pri tem stroški odvodnjavanja ne bi

prekoračili ekonomsko še upravičene meje. Pokazalo se je torej, kot v mnogih podobnih primerih, da je potrebno rešavati vprašanje varnosti pri delu skupaj z vprašanji ekonomičnosti proizvodnje in, da nobena rešitev ne more pretendirati na naziv »optimalna rešitev«, ne da bi zadovoljila oba omenjena momenta. Pogosto se v rudarstvu v zvezi z vdori peskov in vode v jamo uporablja termin »tekoči pesek«. V rudniku lignita Velenje o tekočih peskih ni mogoče govoriti, kar najbolj ilustrira diagram zrnatosti poprečnega vzorca peska.

Povprečen vzorec peska ima sledeče karakteristike:

Propustnost	$k = 0,25 \text{ m/dan}$
Poroznost	$n = 0,30$
Volumska teža	$\gamma_{\text{suh}} = 1,9 \text{ gr/cm}^3$
Vodooddajnost	$\mu = 0,05-0,06$
Kot notranjega trenja	$\varphi = 34^\circ$
Granulacija: prah, debel	($< 0,06$) = 3%
pesek, droben	($0,06 - 0,2$) = 17%
pesek, srednji	($0,2 - 0,6$) = 25%
pesek, debel	($0,6 - 2,0$) = 30%
prod, droben	($2,0 - 6,0$) = 20%
prod, srednji	($> 6,0$) = 5%

Podatki o poprečni vrednosti koeficienta filtracije ($K = 0,25 \text{ m/dan}$) ter o poprečni vrednosti koeficienta vodooddajnosti $\mu = 0,05-0,06$, potrjujejo tudi trditev, da praktično takšne peske ni mogoče povsem odcediti. To zadnje trditev potrjujejo tudi ugotovitve raziskav sestava krovnine, ki so pokazale, da je skupna debelina vseh peskov v krovlini sicer precejšnja (100 do 120 m), da pa je teh 100 do 120 metrov peskov zelo nepravilno vloženo v celotno krovmino, debelo mestoma tudi več kakor 400 metrov. Te raziskave so tudi pokazale, da že horizontalna hidravlična povezanost peskov ni najboljša, po vertikali pa jo praktično sploh ni, vsaj pred rušenjem krovnine ne. Hidrostatični tlak vode v krovninskih peskih doseže na najglobljih mestih celo 40 do 45 at.

Upoštevaajoč vsa našeta dejstva, se je pristopilo reševanju problema vodonosnih peskov v krovlini s spoznanjem, da predstavljajo ti peski potencialno nevarnost za zaposlene ljudi na odkopih, predvsem zaradi razmeroma velikega hidrostatičnega pritiska vode, manj pa zaradi velikih vodnih rezervoarjev, ki bi utegnili zaliti jamo. Še manjša pa je verjetnost, da bi hkrati z vdorom vode utegnil tako imenovani »tekoči pesek« zapolniti večje jamske prostore. Vsa nevarnost

je torej skoncentrirana na odkopih.

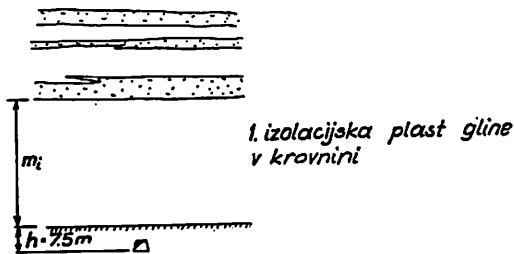
Izhajajoč iz ugotovitev hidrogeoloških raziskav, ki so pokazale, da vertikalne povezanosti peščenih plasti praktično ni, so bili v letu 1964. definirani »kriteriji odvodnjavanja« oziroma določena je bila višina krovniškega peščeno-glinastega paketa, ki ga je potrebno zajeti z odvodnjavanjem da bi bila zagotovljena varna eksploatacija lignitnega sloja.

Ti »kriteriji odvodnjavanja« slonijo predvsem na dveh osnovnih ugotovitvah in sicer:

- pri neki določeni debelini izolacijske plasti gline nad premogom odvodnjavanje vodonosnih peskov v krovlini sploh ni potrebno,
- upoštevaajoč sestavo krovnine ni potrebno odvodnjavati vse peske v krovlini.

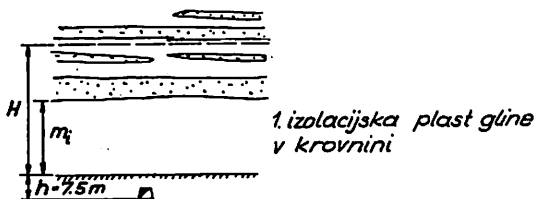
Celotno odkopno polje je razdeljeno v 3 področja in sicer:

- področje I kriterija, kjer debelino 1. izolacijske plasti gline v krovlini nad kontaktom z lignitnim slojem presega 45 m. Na tem področju peskov v krovlini ni potrebno odvodnjavati;
- področje II kriterija, kjer je debelina 1 izolac. plasti gline v krovlini nad kontak-

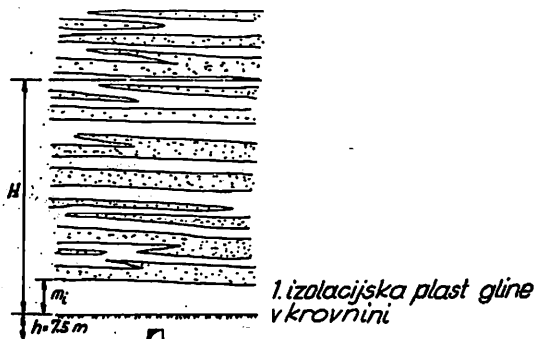


Sl. 2 — 1. Kriterij odvodnjavanja.

tom z lignitnim slojem v mejah od 22 do 45 metrov. Na tem področju je potrebno zajeti z odvodnjavanjem vse peske v krovlini nad kontaktom do višine 60 — 70 metrov nad premogom.



Sl. 3 — 2. Kriterij odvodnjavanja.



Sl. 4 — 3. Kriterij odvodnjavanja.

- področje III kriterija, kjer je debelina 1. izolacijske plasti gline v krovlini nad kontaktom z lignitnim slojem manjša od 22 metrov. Na tem področju je potrebno zajeti z odvodnjavanjem vse peske do višine 120 — 130 metrov nad kontaktom.

Hkrati je bil postavljen pogoj, da mora biti hidrostatski pritisk vode v spodnjih peskih v področju II in III kriterija znižan vsaj do 2 at.

Izhajajoč iz zahtev »kriterijev odvodnjavanja« so bila v letih 1962—1966. izvedena odvodnjevalna dela nad poskusnim poljem, ki je imelo približno dimenzije 600 × 360 m. Nad tem področjem je bilo izdelanih 20 višjih filtrov, s katerimi je doseženo projektno znižanje hidrostatskega nivoa vode od začetnih 30 na 6 — 8 at. Navedeni efekt odvodnjavanja je bil, razumljivo, dosežen samo v peskih, ki so bili skladno z že omenjenimi »kriteriji odvodnjavanja« zajeti z odvodnjavanjem. Znižanje do zahtevanih 2 at. se dosega neposredno pred odkopavanjem s postopnim dodatnim odvodnjavanjem z vtisnimi filtri. Gostota vtisnih filtrov v jami varira v odvisnosti od lokalnih razmer v jami. Ti vtisni filtri služijo tudi kot zadnja, neposredna kontrola debeline 1. izolacijske plasti gline v krovlini ter kot kontrola doseženega efekta odvodnjavanja. Do danes sta bili na tem poskusnem območju povsem odkopani že dve 7,5 metrov visoki, druga pod drugo ležeči odkopni etaži. Zahtevani kriteriji odvodnjavanja glede dopustnega zaostalega pritiska vode v krovlini

$$P_{\text{dop}} \leq 2 \text{ at}$$

je bil ves čas eksploatacije zadovoljen. Vdora vode ali razmočene gline in peska na odkop ni bilo. Kot najneugodnejši moremo šteti le pojav curljanja vode na odkopih in to na področjih, kjer je bila izolacijska plast gline manjša kakor 10 m. Registriran je tudi primer pojavā manjše, praktično nepomembne količine suhega oziroma odcejenega peska na odkopu. Ta primer je zabeležen na drugi odkopni etaži t. j. pri skupni odkopni višini 15 m.

Ocenjujoč dosedanje rezultate poskusnega odvodnjavanja in odkopavanja pod odvodnjevanimi peski, se lahko ugotovi:

- zahteva glede potrebne stopnje odvodnjevanosti so nekje blizu optimumu t. j. blizu zahteve, da naj bo eksploatacija pod vodonosnimi peski popolnoma varna, ob hkrati najmanjših mogočih stroških odvodnjevanja krovine;
- veljavne kriterije odvodnjavanja bo mogoče eventualno še bolj natančno definirati. Pri tem bo potrebno vse dosedanje podatke o odkopavanju pod odvodnjevanimi peski kar najbolj ovrednotiti ter se za utemeljitev kriterijev odvodnjavanja

poslužiti tudi znanstvenih metod reševanja problema.

- Celotno poskusno odvodnjavanje se, upoštevajoč dosedanje izkušnje z odkopavanjem pod odvodnjavanimi peski, lahko oceni kot uspešno.

Naravna in razumljiva je težnja, da se »kriteriji odvodnjavanja« definirajo kar najbolj natančno in sicer tako, da bosta hkrati zadovoljeni obe zahtevi, t. j. popolnoma varna eksploatacija lignita pod vodonosnimi peski v krovlini in čim manjši stroški odvodnjavanja. Ravno na vzporednem reševanju obeh zahtev leži težišče problema, saj se je pokazalo, da je, s čisto tehnične plati in ob zanemarjanju zahteve za kar najnižjimi stroški odvodnjavanja, problem razmeroma lahko rešiti.

Med pomanjkljivosti poskusnega odvodnjavanja, ki narekujejo spremembo dosedanjega načina odvodnjavanja je treba šteti sledeče probleme:

- nerešen je ostal problem ponovnega napajanja peskov v času, ko pride zaradi odkopavanja do porušitve visečih filtrov, posebno tistih v polju;
- spuščanje vode v jamo zahteva, da se vsaj glavne jamske komunikacije izdelajo pred začetkom odvodnjavanja, t. j. vsaj 3 leta pred začetkom odkopavanja, kar je zelo zahteven pogoj;
- 3-letno vzdrževanje jamskih prostorov močno vpliva na stroške odvodnjavanja v fazi eksploatacije;
- ni rešen problem napajanja odvodnjevalnih peskov iz višje ležečih neodvodnjevalnih peskov.

Kot se vidi, se niti ena izmed naštetih pomanjkljivosti ni pojavila kot posledica neizpoljenosti postavljenih pogojev za varno odkopavanje pod vodonosnimi peski, temveč so vse posledica težnje, da se zmanjšajo stroški odvodnjavanja.

Zaradi tega tudi novejšje ideje in celotni koncept odvodnjavanja izvirajo iz treh osnovnih ugotovitev:

- dosedanje poskusno odvodnjavanje je povsem zadostilo pogoju, da mora biti odkopavanje pod vodonosnimi peski popolnoma varno;

— s spremembo koncepta odvodnjavanja se želi predvsem zmanjšati stroške odvodnjavanja ob enaki t. j. že doseženi ali po možnosti ob še povečani varnosti;

— v bodoče je treba način odvodnjavanja izpopolniti tako, da bodo rešeni zgoraj naštetih še nerešeni problemi.

V sedanji fazi del na odvodnjavanju krovnine t. j. v času, ko se končuje faza poskusnega odvodnjavanja novejšje zamisli o nadaljevanju odvodnjevalnih del pa še niso povsem razčiščene, in ni mogoče točno napovedati, kako bodo tekla odvodnjevalna dela v bodoče. Tudi studije in projekti, ki se s tem v zvezi izdelujejo, še niso končani, zato bo tu nanizanih samo nekaj osnovnih zamisli o nadaljevanju odvodnjevalnih del.

V bodoče se ne bodo odvodnjavali samo peski, ki ležijo v, s kriteriji odvodnjavanja določenem, spodnjem pasu krovnine, temveč vsi peski v krovlini.

Predvideva se, da bo celo odkopno polje, kjer je potrebno krovmino pred odkopavanjem odvodnjevati, obkroženo z baražnimi vodnjaki, ki bodo locirani v eni črti. Na južni meji odkopnega polja takšna baraža ne bo potrebna, ker se v tej smeri peski v krovlini izgublajo oz. postajajo močno zaglinjeni. Znotraj baraže bo potrebno izdelati nekaj vodnjakov »v polju«. V času eksploatacije bodo le-ti uničeni, medtem ko morajo ostati vodnjaki v baraži aktivni ves čas eksploatacije-na ogroženem območju. Prehod od visečih filtrov na vodnjake za neposredno črpanje vode na površino bo omogočil, da bo mogoče odvodnjevalna dela opraviti pravočasno brez jamskih rudarskih del. Vodnjaki v polju bodo imeli nalogo znižati gladino vode v krovninskih peskih nad odkopnim poljem do zahtevane stopnje, medtem ko bodo imeli vodnjaki v baraži dvojno funkcijo in sicer do začetka odkopavanja bodo skupaj z vodnjaki v polju zniževali gladino vode v krovninskih peskih, pozneje pa bodo onemogočali sekundarno napajanje že odvodnjenih peskov v polju. Zamisel o odvodnjavanju celotnega odkopnega polja, ki ga je potrebno odvodnjevati z enim samim odvodnjevalnim sistemom, se opira tudi na spoznanje, da se bo takšen veliki sistem izkazal kot racionalnejši v primerjavi z večimi manjšimi, parcialnimi odvodnjevalnimi sistemi.

Zaključek

V pričujočem članku je problematika varovanja pred vodo v rudniku lignita Velenje namenoma nakazana iz obeh, t. j. tehnično-varnostnega in ekonomskega aspekta. Ločeno reševanje takšne ali podobne problematike, ne da bi se popolnoma enakopravno upoštevalo oba vidika obravnavanega vprašanja, ne more pripeljati do sprejemljivih rešitev. Za takšno trditev je velenjski primer prav poučen.

V tehničnem in predvsem v varnostnem pogledu nikakor ni mogoče oceniti dosedanje

poskusno odvodnjevanje negativno, saj so opravljena odvodnjevalna dela omogočila praktično neovirano eksploatacijo pod odvodnjevanim območjem.

Ekonomski položaj pa Rudnik lignita Velenje tako, kot vse proizvajalce premoga v državi, sili k iskanju boljših, racionalnejših rešitev, ki ne bodo zadovoljevale samo pogojev za varnost pri delu, temveč bodo v vsakem pogledu predpostavljale optimalno rešitev problema varovanja pred vodo v rudniku.

KRATAK IZVOD

U članku je izneta problematika zaščite od vode u rudniku lignita Velenje. U uvodnom delu članka problematika je podeljena na tri osnovna pitanja i to:

- zaščita od vode koja se akumulira na površini u ulegnućima
- zaščita od vode u krovinskim peskovitim slojevima
- zaščita od podzemne vode koja je akumulirana, pre svega, u vodonosnoj triadnoj podlozi.

Veći deo članka posvećen je obradi drugog problema. Detaljno su opisani takozvani »kriterijumi odvodnjavanja«, koji se primenjuju kod odvodnjavanja krovine u rudniku lignita Velenje.

Pri obradi trećeg problema detaljno je opisan način određivanja zaštitnog stuba u podini.

ZUSAMMENFASSUNG

Wassereinbruchbekämpfung in der Braunkohlengrube Velenje

Dipl. Ing. B. Jamnišek*)

In dem Aufsatz wurde die Bekämpfung der Wassereinbruchgefahr in der Braunkohlengrube Velenje behandelt. In dem Einführungsteil wurde die Problematik auf drei Grundfragen zurückgeführt und zwar:

- Schutz vor dem Wasser, welches sich Übertage in den Bingen ansammelt
- Schutz vor dem Wasser aus dem Sandschichten
- Schutz vor dem Untergrundwasser, welches, vor allem, in dem wasserführenden triassischen Liegenden angesammelt wird.

Der grössere Teil des Aufsatzes wurde der Behandlung des zweiten Problems gewidmet. Eingehend wurden die sogenannten »Entwässerungskriterien«, die bei der Hangendentwässerung in der Braunkohlengrube Velenje verwendet werden, beschrieben.

Bei der Behandlung des dritten Problems wurde eingehend die Methode der Schutzpfeilerbestimmung im Liegenden beschrieben.

*) Dipl. ing. Branko Jamnišek, Rudnik lignita Velenje.

Analogna računska mašina AM-1 za proračun i kontrolu ventilacionih sistema u rudnicima

(sa 12 slika)

Dipl. ing. Đorđe Jarošević

Društvenom reformom, koja se sprovodi u našoj zemlji, predviđeno je, pored ostalog, povećanje proizvodnosti, smanjenje troškova proizvodnje kao i veća zaštita ljudi na radu u svim oblastima delatnosti. Pitanje poboljšanja klimatskih uslova rada u rudnicima u cilju povećanja učinka, smanjenja troškova za provetravanje, koji predstavljaju znatnu stavku u ukupnim troškovima proizvodnje, predviđanje izmene raspodele vazduha na radilištima usled proširivanja jame ili likvidacije pojedinih radilišta, zarušavanja, pojave požara i sl. zahteva veliki utrošak vremena za proračune i brojno stručno osoblje sa visokim kvalifikacijama.

Rešavanje takvih problema analitičkim putem je često vrlo komplikovano, a ponekad i nemoguće, te se primenjuju približne metode, metode približavanja i sl.

U cilju uprošćavanja i ubrzavanja proračuna u Rudarskom institutu je konstruisana

i izgrađena analogna računska mašina za proračun i kontrolu ventilacionih sistema u rudnicima.

Kod izbora principa koji će se koristiti u mašini bila su proučena brojna rešenja mašina koje su izgrađene do sada u drugim zemljama, vodilo se računa o veličini i razgranatosti naših rudnika i o uslovima koji u njima vladaju, o vrsti i karakteristikama elemenata za ugradnju kojima naša industrija snabdeva tržište, kao i o novčanim sredstvima kojima Rudarski institut raspolaže.

Kao osnova za projektovanje mašine uzeta je analogija koja postoji između sistema jednačina kojima se opisuje raspodela protoka, depresija i otpora ogranaka jedne ventilacione mreže i sistema jednačina koji važi za električnu mrežu.

U tablici 1 je dat upoređan pregled zakona koji važe za ventilacionu i električnu mrežu.

Tablica 1

Red. broj	Jednačine za opisivanje raspodele vazduha u ventilacionoj mreži	Red. broj	Jednačine za raspodelu električne struje u električnoj mreži
1.	$H = P \cdot Q$ za laminarno kretanje	1'	$U = RI$
2.	$\Sigma Q = 0$ za čvorišta	2'	$\Sigma I = 0$
3.	$\Sigma H = 0$ za ćeliju	3'	$\Sigma U = 0$
4.	$H = P \cdot Q^x$ za prelazni režim	4'	
5.	$H = P \cdot Q^2$ za ustaljen režim	5'	$U = RI$
6.	$H = f(Q)$ za izvor vazduha	6'	$U = f(I)$

gde su:

H — pad pritiska na ogranku

P — otpor trenja u ogranku

Q — protok kroz ogranak

X — izložitelj stepena za prelazni režim.

Oznake za električne veličine:

U — napon ili pad napona u grani

R — termogeni otpor u grani

I — jačina struje u grani.

Kako se vidi analogija je potpuna kod sledećih parova u jednačinama: 1 i 1'; 2 i 2'; 3 i 3'. Jednačina 4, koja važi za prelazni režim, nije uzeta u obzir za izradu analogije, jer su ti režimi kratkotrajni i retko se proračunavaju.

Jednačina 5 može dobiti električnu analogiju kada se u jednačini 5' otpor R učini zavisnim od jačine struje, što se vidi iz jednačine

$$U = R \cdot I = \frac{R \cdot I^2}{I} = R'I^2$$

gde je: $R' = \frac{R}{I}$

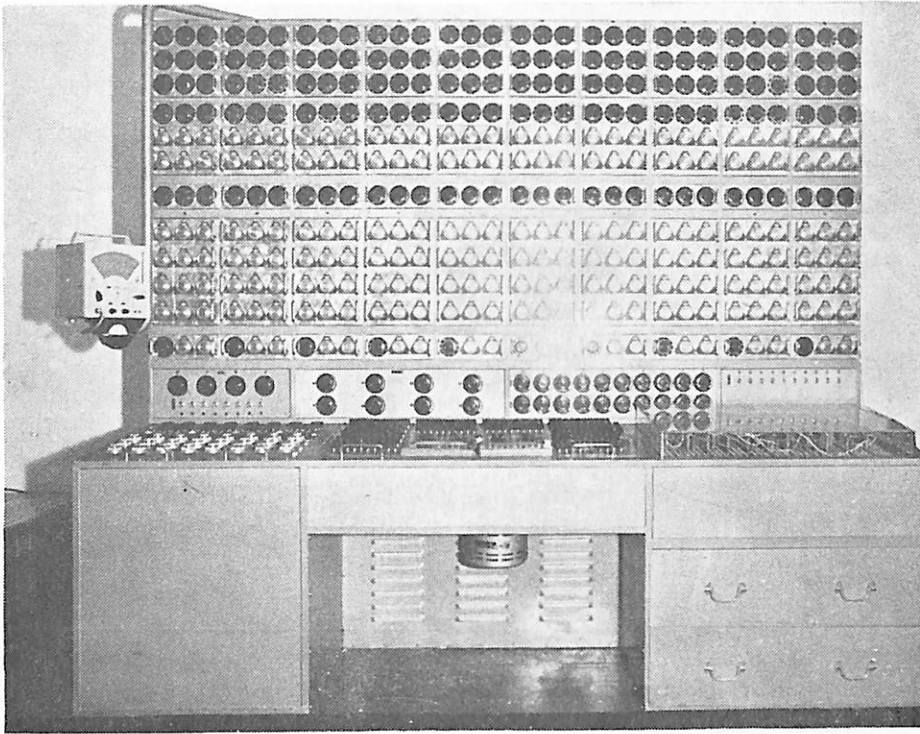
Na osnovu toga vidi se, da se uvek može naći električna mreža u kojoj bi raspodela električne struje i padova napona bila analogna raspodeli vazduha i depresija jedne ventilacione mreže. Za određene odnose između ventilacionih i električnih jedinica, merenjem podataka u električnoj mreži, mogu se odmah dobiti veličine za protok, depresiju ili otpor ma kojeg ogranka ventilacione mreže koja je bila simulirana.

Analogna računaska mašina, prema tome, predstavlja skup električnih uređaja, koji je sastavljen od modela, koji čine sve moguće elemente ventilacione mreže, čiji se parametri mogu podešavati u širokim granicama, i koji se mogu međusobno povezati tako da daju geometrijsku sličnost između ventilacione i električne mreže.

Pod geometrijskom sličnošću se ovde podrazumeva ista raspodela povezivanja elemenata mreže i modela.

U sastav analogne računске mašine AN 1 ulaze sledeći modeli:

1. Modeli otpora ogranaka sa paraboličnom volt-ampernom karakteristikom, oblika $U = R'I^2$ (1)
 2. Modeli otpora sa pravolinijskom volt-ampernom karakteristikom tipa $U = RI$ (2)
 3. Modeli aksijalnih ventilatora sa pravolinijskom karakteristikom $U = U_0 - RI$ (3)
 4. Modeli centrifugalnih glavnih ventilatora sa krivolinijskom karakteristikom $U = U_0 - RI - R'I^2$ (4)
 5. Modeli ventilatora lokalnog provetravanja kod kojih se jačina struje ne menja za različite napone na priključnim klemama tj. koji simuliraju karakteristiku $Q = \text{const.}$
 6. Modeli depresija sa nepromenljivim naponom na priključnim klemama, bez obzira na jačinu struje koja kroz njih protiče i čija je karakteristika prema tome $U = \text{const.}$
Ovi modeli mogu simulirati prirodnu depresiju, depresiju usled pojave požara i sl.
 7. Merni sistem za očitavanje rezultata.
Svi ugrađeni modeli su konstruisani za rad sa jednosmernim strujama.
Na mašini AM-1, sl. 1, se razlikuju dva glavna dela:
 - vertikalni blok
 - komandno-merni pult.U vertikalni blok su ugrađeni:
- 20 kom. modela otpora ogranaka koji se mogu podešavati na vrednosti od 2 do 20 mijurga i čija karakteristika predstavlja parabolu koja u granicama depresija od 2 do 20 kg/m² odstupa od teorijske krive za ±3,5%.
- 20 kom. modela otpora sa podešavanjem od 20 do 160 mijurga i za raspon depresija od 2 do 20 kg/m²
- 10 kom. modela otpora podesivih od 200 do 2000 mijurga i za raspon depresija od 1 do 10 kg/m²
- 30 kom. modela otpora podesivih od 2 do 20 mijurga, ali za raspon od 20 do 200 kg/m²
- 20 kom. modela otpora podesivih od 20 do 200 mijurga i za raspon depresija od 20 do 200 kg/m²
- 10 kom. modela $Q = \text{const.}$ sa regulacijom



Sl. 1 — Машина AM — 1.

Рис. 1 — Электрическая модель шахтных вентиляционных сетей

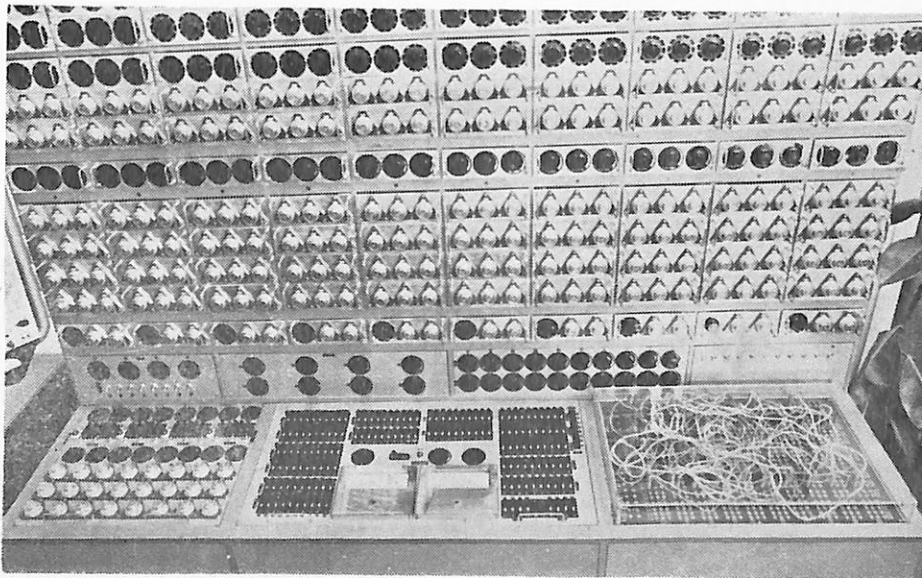


Рис. 2 — Пульт для измерений и управления

Sl. 2 — Komandno-merni pult.

- od $Q = 0,0 - 19,5 \text{ m}^3/\text{sec}$
- 8 kom. modela $H = \text{const}$, sa regulacijom $H = 0,0 - 63 \text{ kg/m}^2$
- 20 kom. modela otpora vazдушnih puteva sa laminarnim kretanjem vazduha (modeli L).

Komandno-merni pult, sl. 2, je podeljen u tri dela:

— U levom delu ugrađeni su modeli koji simuliraju:

- 4 kom. aksijalnih ventilatora (sa pravolinijskom karakteristikom) čija se depresija podešava od 3 do 1300 kg/m^2 , a protok od 0 do $200 \text{ m}^3/\text{sec}$. Maksimalna snaga ventilatora iznosi 650 KW .

- 4 kom. centrifugalnih ventilatora (sa krivolinijskom karakteristikom) sa depresijom od $0,4$ do 1040 kg/m^2 i protokom od $0,4$ do $100 \text{ m}^3/\text{sec}$. Maksimalna snaga ventilatora koji se modelira iznosi približno 680 KW .

— U desnom delu pulta smeštena je ploča za šemiranje. Svaki model poseduje na ovoj ploči priključak kleme i to po tri komada za ulaz i izlaz. Pomoću gajtana ove kleme mogu se povezati tako, da se dobije geometrijska sličnost električne i ventilacione mreže.

Radi sigurnosnih mera šemirajuća ploča je pokrivena providnim poklopcem, pri čijem se podizanju cela mašina automatski isključuje, te je onemogućen dodir sa delovima pod naponom.

— Na srednjem delu pulta montirani su preklopnici, koji služe za uključivanje mernih instrumenata u ma koji od modela u cilju očitavanja depresije i protoka, zatim glavni prekidač, merni instrumenti, regulator napona za napajanje itd.

Mašina se napaja preko stabilizatora mrežnog napona.

Opis pojedinih modela

1. Model ogranka predstavlja električni potrošač sa volt-ampernom karakteristikom koja se približava paraboli tipa $U = R'I^2$. Među raznim mogućnostima odabrano je približavanje paraboli pomoću tri sečice kod

kojih je odstupanje od parabole maksimalno $3,5\%$. Odnos graničnih vrednosti depresija u karakteristikama je 1:10, što znači da modeli aproksimiraju ispravno parabolu samo u predelima depresija između 2 i 20 kp/m^2 odnosno 20 i 200 kp/m^2 , već prema tipu o kojem se radi.

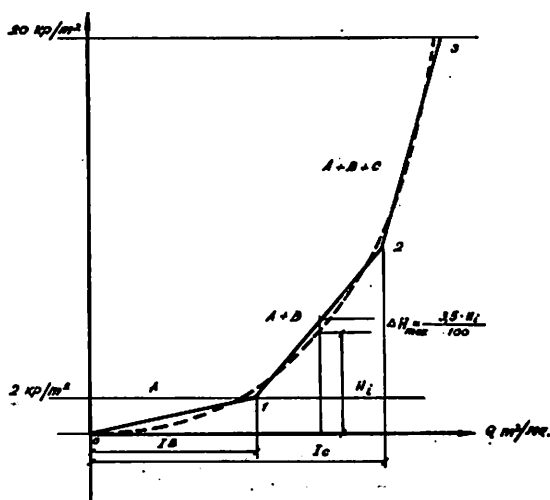
Približna parabola na sl. 3 je izvučena neprekidnom, a teoretska isprekidanom linijom.

Principijelna šema jednog modela ogranka data je na sl. 4.

U ovoj šemi pojedine oznake imaju sledeće značenje:

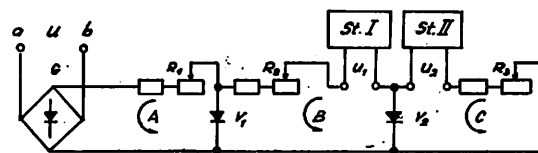
a i b — priključne kleme modela ogranka koje su izvedene na ploču za šemiranje

R — kombinacija stalnog otpornika i potencijometra u kolu A



Sl. 3 — Aproximirane parabole pomoću sečica.

Рис. 3 — Аппроксимация параболы секущими



Sl. 4 — Principijelna šema modela ogranka.

Рис. 4 — Принципиальная схема модели ветки

R_2, R_3 — isto, ali za kolo B odnosno C

V_1, V_2 — poluprovodničke diode

U_1, U_2 — sekundarni konstantni naponi za kolo B odnosno C

- StI i StII — stabilizatori napona za napajanje strujnog kola B i C
 G — Grecov spoj poluprovodničkih dioda, čiji je zadatak da usmeri struju u kolu A u smeru kazaljke na šemi bez obzira na polarnost klema a i b
 U — napon između klema a i b.

Šema radi na sledeći način:

U strujnim kolima B i C protiču lokalne struje koje zbog konstantnosti napona U_1 odnosno U_2 zavise samo od položaja klizača potencijometra R_2 odnosno R_3 .

Kada je napon na klemama a i b jednak nuli, u kolu A ne teče struja, u kolu B teče lokalna struja I_B , a u kolu C lokalna struja I_C . Kroz diodu V_2 protiče $I_{V_2} = I_C - I_B$, a kroz diodu V_1 , $I_{V_1} = I_B$.

Kada je napon U različit od nule, u kolu A se pojavljuje struja I_A koja zavisi od veličine U i od položaja klizača potencijometra R_1 . Kroz diodu V_1 , u ovom slučaju, protiče struja jačine $I_{V_1} = I_B - I_A$.

Karakteristika modela ogranka radi u režimu koji je na slici 3 predstavljen odsečkom prave A između tačaka 0 i 1.

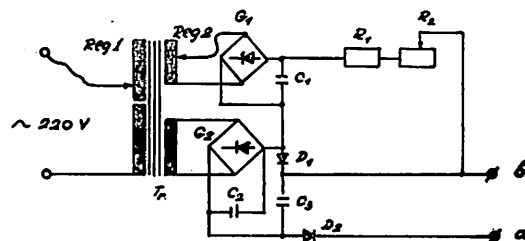
Povećanjem napona U nastaje momenat kada je $I_B = I_A$, tj. kada je $I_{V_1} = 0$. U ovom slučaju dioda V_1 se zatvara. Za još veće vrednosti U dioda V_1 ne provodi, te se kola A i B spajaju u jedno kolo, koje, razumljivo, poseduje veći otpor. Karakteristika modela ogranka je sada predstavljena na sl. 3 odsečkom prave A + B između tačaka 1 i 2. Daljim povećanjem napona U nastaje momenat izjednačenja struja $I_{A+B} = I_C$, što odgovara trenutku zatvaranja diode V_2 i spajanju strujnih kola A, B, i C na red u jedno kolo. Karakteristika za dalji porast vrednosti U predstavljena je na sl. 3 odsečkom prave A + B + C između tačaka 2 i 3.

Prema tome prelomljena linija 0—1—2—3 može se podesiti pomoću potencijometra R_1 , R_2 i R_3 , tako da se približava teorijskoj paraboli koja odgovara otporu ogranka izražena u mijurzima. Obrnuto — željen broj mijurga se na modelu ogranka podešava postavljanjem tri potencijometra u određene položaje.

2. Modeli otpora sa pravolinijskom volt-ampernom karakteristikom su obični linearni potencijometri pomoću kojih se može podesiti bilo željen protok, bilo pad depresije.

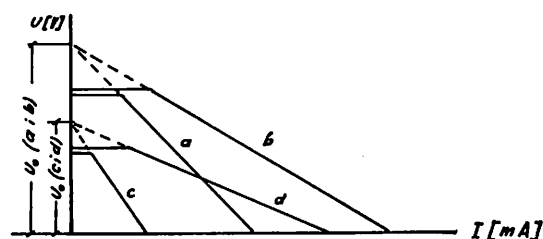
3. Modeli aksijalnih ventilatora su izgrađeni prema principijelnoj šemi, sl. 5.

U šemi, pojedine oznake obeležavaju sledeće elemente:



Sl. 5 — Principijelna šema modela aksijalnog ventilatora.

Рис. 5 — Принципиальная схема модели осевого вентилятора



Sl. 6 — Karakteristike aksijalnog ventilatora.

Рис. 6 — Характеристики модели осевого вентилятора

T_r — regulacioni transformator sa napajanjem primara naizmeničnim naponom 220 V

Reg.1 i Reg.2 — regulatori napona u sekundarnim namotajima transformatora

G_1, G_2 — poluprovodnički ispravljački elementi u Grecovom spoju

C_1, C_2 — kondenzatori za filtriranje ispravljene struje

D_1 — poluprovodnička dioda za ograničavanje napona za priključnicama a i b

D_2 — poluprovodnička dioda za sprečavanje povratne struje

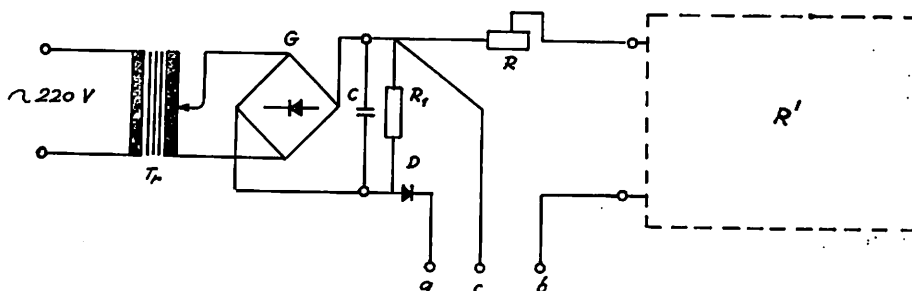
a i b — izlazne kleme modela ventilatora

Na sl. 6 date su četiri proizvoljne karakteristike ventilatora.

Nameštanje karakteristike ventilatora vrši se na taj način što se pomoću regulatora napona Reg.1 i Reg.2 (sl. 5) podesi napon U (sl. 6), a pomoću potenciometra R_2 podesi nagib karakteristike. Porastom otpora R_2 karakteristika je strmija. Tako linije a i b odgovaraju jednom istom položaju regulatora Reg.1 i Reg.2, ali različitom položaju klizača na potenciometru R_2 . Linije c i d odgovaraju novom položaju regulatora Reg.1 i Reg.2.

4. Model centrifugalnog ventilatora je šematski predstavljen na sl. 7.

Oznake u šemi:



Sl. 7 -- Principijelna šema modela centrifugalnog ventilatora.

Рис. 7 — Принципиальная схема модели центробежного вентилятора

- T_r — regulacioni transformator
- G — poluprovodnički ispravljački elementi u Grecovom spoju
- C_1 i R_1 — filter ispravljene struje
- D — poluprovodnička dioda za sprečavanje povratne struje
- R — potencijometar za podešavanje linearnog člana jednačine 4
- R' — model otpora za podešavanje kvadratnog člana jednačine 4
- a i b — kleme za priključak modela ventilacione mreže između kojih se meri depresija koju stvara ventilator
- a i c — kleme za merenje napona U_0 iz jednačine 4.

Model R' je izrađen na istom principu kao modeli ogranka s tom razlikom što je umesto tri kola (A, B i C na sl. 4) izgrađeno pet, te se parabolična karakteristika aproksimira sa pet pravolinijskih odsečaka.

Oblast regulacije unutrašnjeg otpora R iznosi od 0—100 kohm, a otpora R' od 0,05 do 3,0 kilomijurga.

Kao sekundarni konstantni naponi U_1 , U_2 itd. služe stabilizatori napona izrađeni sa poluprovodničkim elementima (vidi sl. 8).

5. Modeli $Q = \text{const.}$ su stabilizatori struje čija je principijelna šema data na sl. 9.

Oznake u šemi:

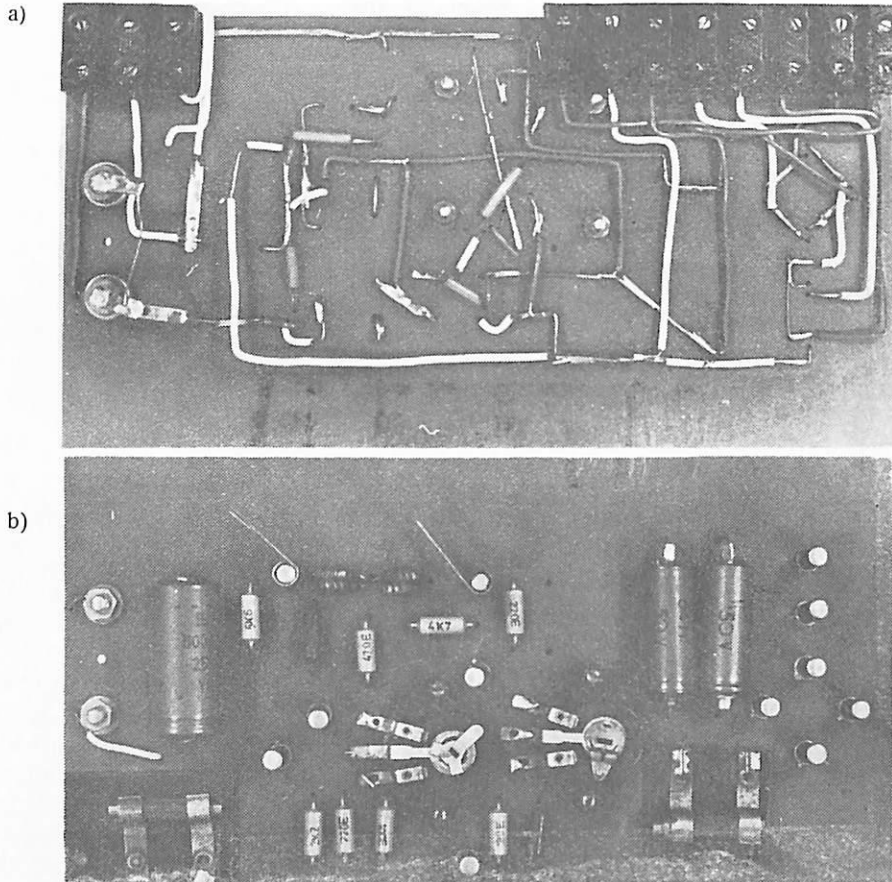
- T_r — mrežni transformator
- G_1 , G_2 — ispravljački elementi
- C_1 , C_2 — kondenzatori za filtriranje ispravljene struje
- D — poluprovodnička dioda
- R — otpornik za ograničavanje struje kratkog spoja

R_1 — potencijometar za podešavanje jačine struje na željenu vrednost
 a i b — priključne kleme

S obzirom da model $Q = \text{const.}$ može da bude izložen različitim depresijama kad je uključen u ventilacionu mrežu, izveden je tako, da se za pad depresije između tačaka a i b u iznosu $\Delta H = \pm 40 \text{ kp/m}^2$ podešava vrednost protoka ne menja više od $\delta = \pm 4\%$. Željena vrednost protoka se podešava kada je $\Delta H_{a-b} = 0$ tj. kada su izlazne kleme kratko spojene. Volt-amperska karakteristika modela $Q = \text{const.}$ data je na šemi (sl. 10).

6. Principijelna šema modela $H = \text{const.}$ data je na sl. 11.

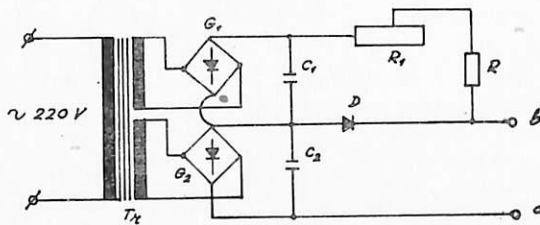
U ovoj šemi je otpornik R izabran tako, da je njegova vrednost mnogo manja od spoljnog otpora koji može da dođe u obzir za priključivanje na kleme a i b , tako da je promena jačine struje kroz otpornik R sasvim neznatna. Zbog toga napon U_{a-b} namešten pomoću klizaljke potenciometra R , ostaje približno stalan. Karakteristika ovog modela data je na sl. 12.



Sl. 8a — Izgled stabilizatora za ćeliju hodnika odozdo.

Рис. 8 — Фото-снимок стабилизатора напряжения для модели выработки

а — Вид сверху
б — Вид снизу



Sl. 9 — Principijelna šema modela $Q = \text{const}$.

Рис. 9 — Принципиальная схема модели $Q = \text{const}$.

Usvojena je osnovna razmera modeliranja: za depresiju $2 \text{ kp/m}^2 = 1\text{V}$, a za protok $10 \text{ m}^3/\text{sec} = 1,0 \text{ mA}$.

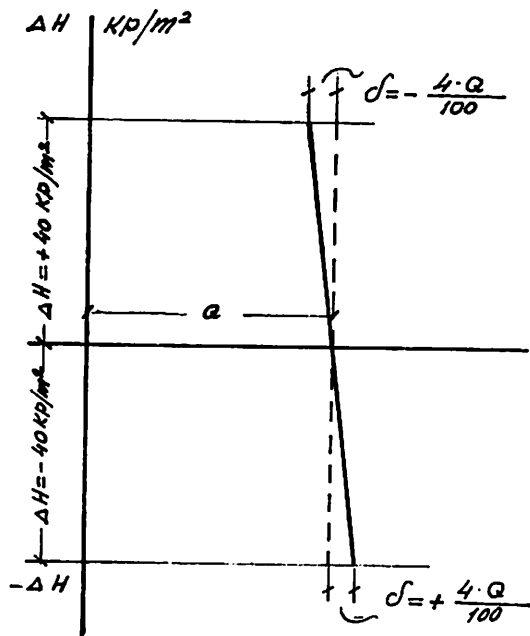
Opseg mašine može da se proširi na više načina i to:

- opseg otpora ispod 2 mijurga paralelnim vezivanjem modela ogranka, a opseg otpora većih od 2000 mijurga rednim vezivanjem modela;

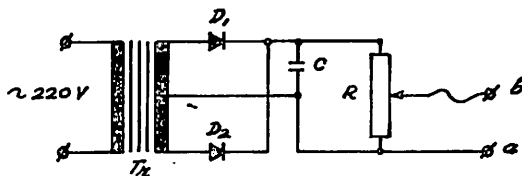
- na isti način rednim ili paralelnim vezivanjem modela $H = \text{const}$ ili $Q = \text{const}$. mogu se modelirati vrednosti veće od maksimalnih nazivnih vrednosti ugrađenih modela;
- glavni ventilatori sa depresijama ili protokom većim od onih za koje su građeni modeli mogu se simulirati takođe rednim odnosno paralelnim vezivanjem postojećih modela ventilatora;
- može se menjati razmera modeliranja.

Za rešavanje problema na analognoj mašini treba posedovati iste podatke o ventilacionom sistemu kao pri rešavanju analitičkim putem.

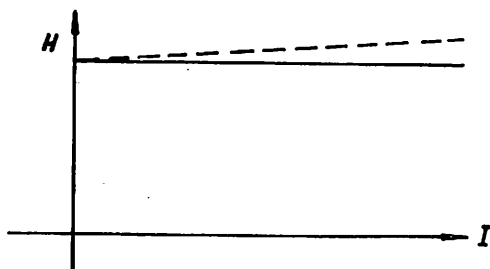
Opisaćemo postupak za rešavanje najprostijeg problema, u slučaju kada su poznati otpori svih ogranaka jedne ventilacione mre-



Sl. 10 — Volt-amperna karakteristika modela $Q = \text{const.}$
 Рис. 10 — Вольт-амперная характеристика модели $Q = \text{const.}$



Sl. 11 — Principijelna šema modela $H = \text{const.}$
 Рис. 11 — Принципиальная схема модели $H = \text{const.}$



Sl. 12 — Volt-amperna karakteristika modela $H = \text{const.}$
 Рис. 12 — Вольт-амперная характеристика модели $H = \text{const.}$

že i ukupan protok vazduha kroz jamu. Traži se potrebna depresija glavnog ventilatora i raspodela vazduha po ograncima.

Za svaki ogranak ventilacione šeme odabere se odgovarajući model, čiji se otpor podese na potreban broj mijurga, te se na ploči za šemiranje ti modeli međusobno povežu gajtanima na isti način na koji su povezani ogranci u ventilacionoj šemi. Odabere se model ventilatora, čiji se pozitivni pol priključi na onu tačku ploče za šemiranje koja odgovara ulazu vazduha u šemi ventilacione mreže. Negativni pol modela ventilatora se priključuje na tačku koja odgovara mestu izlaza vazduha iz jame.

Pomoću odgovarajućeg preklopnika uključuje se merni instrumenti u kolo modela ventilatora, te se pomoću regulatora za podešavanje napona ventilatora podese veličina zadatog protoka. Na taj način je u mreži modela već stvorena tražena raspodela vazduha. Očitavanje protoka i depresija u svakom ogranku vrši se na miliampermetru, kada se pritiskne odgovarajući preklopnik na srednjem delu pulta.

Vreme potrebno za ubacivanje podataka u mašinu zavisi, naravno, od komplikovanosti ventilacione mreže, ali se ono znatno skraćuje za svako ponovno modeliranje rudnika koji je već bio analiziran.

Ovo je zato što se povezivanje pojedinih modela na ploči za šemiranje vrši kroz karton sa iscrtanim vezama i otvorima na mestima gde se stavlja utikač gajtana. Ovaj karton sa svim ostalim upisanim podacima se stavlja u arhivu, tako da se može uvek iskoristiti za ponovno šemiranje.

Na već modeliranoj šemi vetrenja jednog rudnika može se vrlo lako odrediti izmena raspodele vazduha zbog različitih uzroka. Evo nekoliko primera:

Povećanjem otpora jednog od modela ogranaka, što odgovara ugradnji prigušnice u tom ogranku ventilacione mreže, može se u drugom ogranku postići željeni protok. Vrednost povećanja otpora određuje veličinu prigušnice, koja treba da se ugradi.

Uključivanjem modela $H = \text{const.}$ na red sa modelom ogranaka i podešavanjem željene vrednosti depresije, dobija se model hodnika u kome se pojavila požarna depresija. Meranjem se lako dobija nova preraspodela vazduha u ventilacionoj mreži, putevi kojima se kreću produkti sagorevanja i dim, ogranci u

kojima se menja smer vazdušne struje i sl., drugim rečima svi podaci su neophodni za izradu odbrane.

Na isti način se lako analizira uticaj ventilatora lokalnog provetravanja na preraspodelu vazduha uključivanjem modela $Q = \text{const.}$ na red sa modelom odgovarajućeg ogranka.

Postavljanje ventilacionih vrata u nekom ogranku se na modelu simulira jednostavno izvlačenjem gajtana koji povezuju izlazne kleme modela, koji simulira dati ogranak sa drugim ograncima sistema. Očitavanjem protoka i depresija na ranije opisani način dobija se nova raspodela vazduha u jami.

Kao što se vidi, kod jednom simulirane vetrene mreže možemo dobijati vrlo lako i brzo podatke o raspodeli protoka i depresija za sve moguće izmene u ventilacionom sistemu, što je osobito važno kod izrade plana spasavanja, tako da ovaj mukotrpan i odgovoran posao može biti obavljen u mnogo kraćem vremenu kod mnogo većeg broja varijanti mogućih lokaliteta požara, zarušavanja i sl. Pored toga, projektovanje ventilacionih sistema u rudnicima može se obavljati uz davanje većeg akcenta na optimalnost i ekonomičnost, što do sada nije bio slučaj.

РЕЗИЮМЭ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АМ-1 ДЛЯ РАСЧЕТА И КОНТРОЛЯ СИСТЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Дипл. инж. Г. Ярошевич*)

1 — Быстрое развитие шахт для разработки месторождений угля и цветных металлов в СФРЮ, вызвало необходимость применения более сложных схем проветривания, проектирование которых является очень трудоемким процессом, а зачастую и неподдающимся расчетам вручную.

2 — В целях облегчения работы проектантам и руководству шахт, в Рударском институте — Белград, создана электрическая модель содержащая достаточно элементов для моделирования вентиляционных сетей в шахтах СФРЮ.

3 — Модель содержит 110 моделей выработок, 4 модели осевых вентиляторов, 4 модели центробежных вентиляторов, 20 моделей для установки постоянной депрессии (стабилизаторы напряжения), 10 моделей для установки расходов воздуха (стабилизаторы тока), 20 сопротивлений с линейной характеристикой и измерительные приборы для считывания расходов воздуха и перепадов давления.

4 — Модель конструирована с расчетом её расширения, добавлением произвольно большого числа моделей выработок с близким перепадом давления и с большими расходами воздуха.

*) Dipl. inž. Đorđe Jarošević, viši stručni saradnik Rudarskog instituta, Beograd.

Određivanje maksimalnog broja proračuna pri havarnom stanju ventilacionih mreža podzemnih rudnika primenom analognih i drugih računara

(sa 1 slikom)

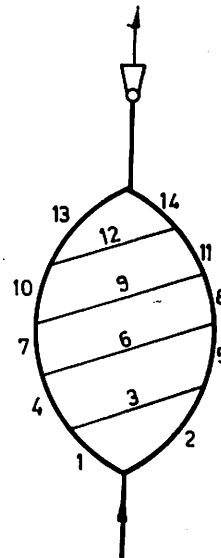
Dipl. ing. Ljubisav Petrović

Analogne manifestacije u mrežama sa različitim fizičkim supstancama (fluidi, toplota, elektricitet) često služe kao zajednička baza za njihovo kvantitativno izražavanje. Za proizvodnu mrežu, kroz koju protiče bilo koji fluid u najširem smislu reči, zakoni protoka se izražavaju polinomima od prvog do petog reda, a ponekad i više, što zavisi, između ostalog, i od prirode supstance. Međutim, u slučaju prekida mreže nastalog u jednoj ili više njenih grana, broj novonastalih stanja u toj mreži je potpuno nezavisan od prirode supstance koja protiče kroz nju. Ova činjenica delimično proizilazi iz okolnosti, što se ovaj rezultat dobija uz pomoć kombinatorike koja kao da je predodređena da zanemaruje fizičke fenomene na koje se primenjuje. Uostalom, to će da pokaže sledeće izlaganje.

Cilj ovog članka je da se odredi maksimalan broj proračuna na računaru za datu ventilacionu mrežu, i to u specijalnom režimu nastalom usled prekida mreže u ma kojoj njenoj grani. Uzrok havarija je od sekundarnog značaja; nije bitno da li je to nastupilo usled eksplozije, požara ili, pak, zatvaranja ventilacionih vrata u dotičnom hodniku. Bitno je samo to, da je nastao prekid u proizvoljnom hodniku ili u čitavom reviru.

Da bi izloženi postupak bio jasniji uzećemo jednu konkretnu ventilacionu mrežu prikazanu na slici 1, da bi zatim uopštili izlaganja za proizvoljnu mrežu.

U ventilacionoj mreži prikazanoj na slici 1 ima 14 hodnika (grana) ne računajući ulazni i izlazni hodnik. Sa stanovišta procene sigurnosti, tj. procene verovatnoće nastupanja ha-



Sl. 1 — Šema ventilatorne mreže.

Abb. 1 — Schema des Netzes der Atmungswege.

varije u pojedinim hodnicima može se zaključiti, da je taj broj manji od broja hodnika kojih ovde ima 14. Uzmimo da su u navedenoj mreži takva stanja u hodnicima 4, 9, 12 i 13.

Sa našeg stanovišta sasvim je svejedno na kom mestu u hodniku nastaje havarija, i da li duž njega ima više takvih mesta; bitno je samo to, da je on prekinut havarijom ili, pak, treba da bude pregrađen vetrenim vratima.

Sada razmotrimo i odredimo sva moguća stanja koja mogu da nastanu u jami pod navedenim okolnostima.

Neka je prekinuta mreža samo u jednoj grani. To može da bude 4, 9, 12 ili 13, što znači da je u ovom slučaju ukupan broj raznih stanja četiri. Uopšte rečeno, to je broj kombinacija prve klase od četiri elementa bez ponavljanja, odnosno

$$C_1^4 = \frac{4}{1} = 4$$

Razmotrimo sada slučaj, kada su u isto vreme prekinute po dve grane. Tada su mogući sledeći slučajevi: 4 i 9; 4 i 12; 4 i 13; 9 i 12; 9 i 13; 12 i 13, a to je ukupno šest novih stanja. Ovaj broj stanja može da se odredi brojem kombinacija druge klase od četiri elementa bez ponavljanja, tj.

$$C_2^4 = \frac{4 \times 3}{1 \times 2} = 6$$

Posmatrajmo sada stanje u mreži kada su u isto vreme nastale havarije u tri hodnika. Tada su mogući sledeći slučajevi: 4, 9 i 12; 4, 9 i 13; 4, 12 i 13; 9, 12 i 13 tj. četiri razna stanja, a to je broj kombinacija treće klase od četiri elementa bez ponavljanja, odnosno

$$C_3^4 = \frac{4 \times 3 \times 2}{1 \times 2 \times 3} = 4$$

I konačno moguće stanje nastaje kada su u isto vreme sva četiri mesta havarna, odnosno prekinuta struja u hodnicima 4, 9, 12 i 13, a to je samo jedno stanje, koje opet može da se odredi brojem kombinacija četvrte klase od četiri elementa bez ponavljanja, tj.

$$C_4^4 = \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{1 \times 2 \times 3 \times 4} = 1$$

Sada je lako utvrditi da je ukupan broj svih mogućih stanja u navedenoj mreži, za okolnosti koje su opisane (tj. da postoje četiri hodnika u kojima nastaje prekid vazduš-

ne struje), jednak zbiru stanja određenih pod tačkama od 1 do 4. Da je broj svih mogućih stanja određen zbirom pojedinih stanja pod tačkama od 1 do 4 proizilazi iz činjenice da su ova definisana pojmom ili. Drugim rečima biće

$$S = C_1^4 + C_2^4 + C_3^4 + C_4^4 = 4 + 6 + 4 + 1 = 15$$

a to je maksimalan broj stanja u mreži sa četiri havarna mesta, tj. prekida u četiri hodnika.

Navedeni primer poslužio je samo kao ilustracija, ali se zato navedeno izlaganje može uopštiti.

Zato izaberimo proizvoljnu mrežu, a u njoj neka se nalazi n akutnih mesta, odnosno n hodnika u kojima može nastati prekid vazdušne struje; tada se broj stanja može odrediti na sledeći način:

sa jednim hodnikom u prekidu

$$C_n^1 = \frac{n}{1} = n$$

sa jednovremenim prekidom u dva hodnika

$$C_n^2 = \frac{n(n-1)}{1 \times 2}$$

sa jednovremenim prekidom u tri hodnika

$$C_n^3 = \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}$$

Ako se ovaj proces nastavi dalje vidi se da je broj svih stanja za slučaj jednovremenog prekida u k hodniku ($k \leq n$) određen brojem kombinacija k -te klase od n elementa bez ponavljanja. Treba obratiti pažnju, da važi i stanje, kada su svi elementi n prekinuti (prekid u svim predviđenim akutnim hodnicima, tj. n). Tada je

$$C_n^n = \frac{n!}{n!} = 1$$

Sada se, kao i malo pre, može odrediti ukupan broj svih stanja (a to je maksimalan

broj) koja mogu da nastanu pod navedenim okolnostima u proizvoljnoj mreži. To je zbir svih navedenih kombinacija, odnosno

$$S = C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n$$

Kako je

$$C_n^1 = C_n^{n-1}; C_n^2 = C_n^{n-2}; \dots C_n^k = C_n^{n-k}$$

to je:

$$S - 1 = 2(C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^k) \text{ za } k = \frac{n}{2}$$

To znači, da je broj svih mogućih stanja u mreži, nastao prekidom u pojedinim ili svim granama (hodnicima), određen zbirom kombinacija k -te klase od n elemenata bez ponavljanja (gde je n broj svih akutnih hodnika).

Navedena analiza ne isključuje da n može da bude jednak broju svih hodnika u mreži.

Još veći praktični značaj ovog izlaganja postaje evidentniji u programskim kolima za upravljanje ventilacionim sistemima u rudnicima. Ovo pitanje biće obrađeno u sledećem napisu.

ZUSAMMENFASSUNG

Bestimmung der maximalen Berechnungszahl im gestörten Zustand der Untertage-Wetternetze durch Einsatz von analogen und anderen Rechenanlagen

Dipl. ing. Lj. Petrović*)

In dem Aufsatz wurde das Verfahren zur exakten Bestimmung der Zustandszahl im gestörten Wetternetz untertrage gegeben. Die Zahl solcher Zustände wurde durch die Kombinationssumme der k -Klasse von n Elementen, wo n die Zahl der im Betrieb befindlichen Strecken und $k = 1, 2 \dots n$ darstellt, bestimmt. Praktische Bedeutung der Bestimmung dieser Zahl ist vielseitig.

*) Dipl. ing. Ljubisav Petrović, šef pripreme montaže — »Pupin« Beograd.

Uticaj industrijske gasmaske (M-53-MZ i M-65-MZ) na kardiorespiratorne funkcije pri datim telesnim naprezanjima

(sa 3 dijagrama)

Dr Živko Stoiljković

Usled specifičnosti tehnološkog procesa proizvodnje potrebno je u cilju očuvanja zdravlja i radne sposobnosti ljudi povremeno ili stalno disati kroz industrijsku gasmasku, koja može biti različitog tipa i konstrukcije prema konkretnim zaštitnim zahtevima. Iz ovog proizilazi, da je glavni vid individualne zaštite organa za disanje u industriji i rudarstvu, u borbi protiv aerozagadenja na radnom mestu ili van njega, zaštitna gasmaska.

Poznato je, da na telesnu radnu sposobnost znatno utiče stepen zamorenosti u smislu poremećaja dinamičke ravnoteže između procesa razlaganja koji prate tu aktivnost i procesa restitucije — kako za vreme, tako i posle aktivnosti (2, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 13). Međutim, ovi procesi nisu dovoljno proučeni ni pri telesnim naprezanjima kada ljudi slobodno dišu, a još manje pri disanju kroz industrijsku gasmasku. Tako su radi ocene radne sposobnosti u svojim istraživanjima pojedini autori, na primer Astrand P. O., Balke B., Berković I., Fleisch N. O., Hill P., Müller H. T., Mellerovicz H., Karapović T., Robinson S., Đuričić I. i drugi pratili ponašanje kardiorespiratornih funkcija za vreme različitih telesnih naprezanja, ali samo pri disanju u slobodnoj atmosferi. Nasuprot tome, pri disanju kroz industrijsku gasmasku ponašanje respiratornih funkcija, u nama dostupnoj literaturi, prikazano je kroz veoma oskudne podatke. Tako su Davies C. H., Lehmann

G., Matthes H. K., Schuster H., Solovjev V. K., Schnerder K., Lindholm A. i Kaminski C. H. i pored različite primenjene tehnike ispitivanja gasmaske našli, da samo nošenje gasmaske pri radu deluje nefiziološki sa svoje strane i negativno utiče na radnu sposobnost ljudi, a odražava se stepenom adaptacije disanja. Izuzev nađenih vrednosti respiratorne funkcije i frekvencije pulsa pri disanju kroz gasmasku u miru, po završetku rada i u fazi oporavka, ovi autori nisu dali nikakve podatke o kretanju pojedinih respiratornih funkcija za vreme kontinuelnog telesnog naprezanja.

Pošto upotreba gasmaski ograničava telesnu radnu sposobnost s jedne strane, jer dovede do izvesnih funkcionalnih alteracija, a s druge strane, nailazi na sve veću primenu kao sredstvo zaštite organizma za disanje, to je od izvanrednog značaja ispitivanje naše industrijske gasmaske tipa M-53-MZ, koja se danas upotrebljava i M-65-MZ, koja se od skora preporučuje i upotrebljava kao zaštitno sredstvo organa za disanje kod radnika. Prema tome, cilj naših ispitivanja je bio, da se utvrdi da li nova industrijska gasmaska M-65-MZ, koja treba da nađe primenu u našoj industriji i rudarstvu, a koja ima izvesnih specifičnosti u odnosu na gasmasku M-53-MZ, stvara pri dužem telesnom naprezanju izvesne reperkusije na kardiorespiratorni sistem kod radnika, odnosno da li svojim nefiziološkim dejstvom umanjuje, i u ko-

joj meri, radnu sposobnost onih radnika koji sa njome moraju da rade.

Ekperimentalni uslovi i metodi rada

Tehnička ispitivanja industrijske gasmaske M-53-MZ i M-65-MZ izvršena su u Institutu za tehničko-medicinsku zaštitu u Beogradu prema sopstvenoj metodici, kao i prema JUS-u Z.BO.001 i Z.B.100 2/1967. u preduzeću »Miloje Zakić« — Kruševac.

Ovakve industrijske gasmaske nisu se mogle upotrebiti za izvođenje predviđenih ogle-da, pa je bila potrebna posebna adaptacija (gumena kapa za cedilo, gumeno guverirano crevo 10 cm/42 mm i trokrake aluminijumske cevi, a što je sve predstavljalo razliku od 1 mm vodenog stuba), kako bi se mogle uključiti u zatvoreni sistem *Metabographa po Fleischu*, a da pri tome ništa ne izgubi od svojih osobitosti.

Ispitivanja su vršena u fiziološkoj laboratoriji Jugoslovenskog zavoda za fizičku kulturu u toku 1966/67. godine na 50 mladih i zdravih ljudi, prosečne starosti 22 godine, visine 175 cm, težine 70,8 kg koji su odabrani prethodnim zdravstvenim pregledom iz grupe od 80 ljudi.

Režim života i rada van ogle-da kod ispitnika bio je različit i nije bilo mogućnosti da se kontroliše i evidentira.

Klimatski uslovi su u toku ogle-da odgovarali STPD-u (Standard Temperatur Presser Drei) tj. standardnoj temperaturi u zoni konfora uz standardni barometarski pritisak od 760 mm/Hg.

Ispitivanja su sprovedena u tri varijante na *Ergociklu* i *Traedmillu* s tim što je u svakoj od njih učestvovao svaki ispitanik odnosno grupa od 50 ispitanika i to: bez upotrebe industrijske gasmaske (E₁—T₁), sa upotrebom industrijske gasmaske M-53-MZ (E₂—T₂) i sa upotrebom industrijske gasmaske M-65-MZ (E₃—T₃).

Za procenu nefiziološkog dejstva industrijskih gasmaski na radnu sposobnost ljudi, kako pri slobodnom disanju tako naročito pri disanju kroz gasmaske M-53-MZ i M-65-MZ, primenjen je »test maksimalne fiziološke izdržljivosti« (Vita maxima), koji smo primenili u našim ogledima na

Ergociklu »Godart« pri kontinuelnim opterećenjima od 50—230 Watti, odnosno od 306—1408 kgm/min. u trajanju od 12—14 min. i na *Traedmillu* sa kontinuelnim opterećenjem pri hodu od 5,5 km/h, počevši po ravnom (R) pa sve do 8° nagiba odnosno od 688—1588 kgm/min. u trajanju od 8—10 min. Ovim intenzitetom mogu da rade samo zdrave mlađe osobe od 20—30 godina starosti.

Za jedinicu opterećenja u našim ogledima uzeti su: na *Ergociklu* paralelno faktor vreme i faktor opterećenja u Watti-ma, a na *Traedmillu* faktor vreme i faktor opterećenja u stepenima nagiba, što predstavlja istovremeno najveće opterećenje za date uslove.

Fiziološki parametri mereni su u miru pred početak telesnog naprezanja, kao i u toku svakog minuta rada. Pomoću elektrokardiografa »Simens« kontinuelno je registrovana frekvencija srca, a iz ove izračunat je O₂ — puls po formuli:

$$O_2 \text{ — puls} = \frac{\text{Potroš. } O_2 \text{ cm}^3/\text{min.}}{\text{Frekv. srca na min.}}$$

Arterijski krvni pritisak meren je pomoću tonometra sa manometrom metodom po Korotkovu pred početak opterećenja radom i neposredno po završetku rada. Respiratorno-ventilatorne funkcije su kontinuirano i istovremeno registrovane pomoću *Metabographa po Fleischu* a iz dobijenih metabograma izračunate su u svakom pojedinačnom pogledu vrednosti: frekvencije disanja, dubine disanja, disajnog minutnog volumena, potrošnje O₂ i eliminacije CO₂, uz izračunavanje respiratnog koeficijenta po formuli:

$$RQ = \frac{\text{Vol. CO}_2}{\text{Vol. O}_2}$$

i ventilatornog ekvivalenta po formuli:

$$V_{eq} = \frac{\text{DMV cm}^3/\text{min.}}{\text{Potroš. } O_2 \text{ cm}^3/\text{min. } 10}$$

Svi ispitani fiziološki parametri su pojedinačno i kompletno statistički određeni i kod svih su izračunate: aritmetička sredina (M_x), standardna devijacija (S_d), standardna greška (S_g) i signifikantnosti pojedinih oglednih grupa prema Studentovoj raspodeli (1). Na osnovu toga dati su grafikoni aritmetičke

sredine svakog pojedinog parametra pre početka telesnog naprezanja kao i u toku rada.

Postignuti rezultati

Prikazaćemo grafički rezultate proučavanja osnovnih fizioloških parametara kardio-respiratornih funkcija pri različitim telesnim naprezanjima na *Ergociklu* i *Traedmillu*, i to bez upotrebe i sa upotrebom industrijskih gasmaski M-53-MZ i M-65-MZ.

Razlika u fiziološkim reakcijama organizma i u veličini radnog učinka kada je telesno naprezanje sa industrijskim gasmaskama i bez njih, mogu se proceniti samo upoređenjem najvažnijih funkcija u sva tri slučaja.

Kardiovaskularne funkcije

Rezultati ispitivanja kardiovaskularnih funkcija pri disanju kroz gasmaske M-53-MZ i M-65-MZ, za vreme kontinuelnog telesnog naprezanja kako na *Ergociklu* (dijagram 1) tako i na *Traedmillu* (dijagram 1a), ukazuju:

- da je frekvencija srca na početku i za vreme opterećenja znatno veća i to naročito kod industrijske gasmaske M-53-MZ ($E_2 = 177$; $E_3 = 173$, a $T_2 = 175$; $T_3 = 171$) da bi na kraju bila nešto manja u odnosu na slobodno disanje ($E_1 = 184$ a $T_1 = 182$). U ovim uslovima srce je mnogo više opterećeno pri disanju kroz industrijsku gasmasku i nije u stanju da poveća svoju frekvencu do maksimalne, zato što direktno utiče povećani otpor unutar gasmaske na ispitanike, te nisu u mogućnosti da izdrže dalje telesno naprezanje;
- vrednosti kiseonik-pulsa govore da je ekonomičnost u transportu kiseonika podjednaka za sve tri varijante, a to ukazuje da srce pri disanju kroz industrijsku gasmasku ($E_2 = 18$; $E_3 = 17$ cm³/min, a $T_2 = 18$ $T_3 = 18$ cm³/min.) više povećava sistolni volumen nego pri slobodnom disanju ($E_1 = 18$ i $T_1 = 18$ cm³/min.) da bi zadovoljilo povećanu potrošnju kiseonika pri disanju kroz gasmasku za isti spoljašnji mehanički učinak;
- veća amplituda arterijskog krvnog pritiska pri disanju kroz industrijsku gasmasku ($E_2 = 195$; $E_3 = 196$: 50 mm Hg, a $T_2 = 196$; $T_3 = 194$: 52 mm Hg). u odnosu na slobodno disanje ($E_1 = 197$: 52 a $T_1 = 196$: 57 mm Hg). Isto tako, ukazuje

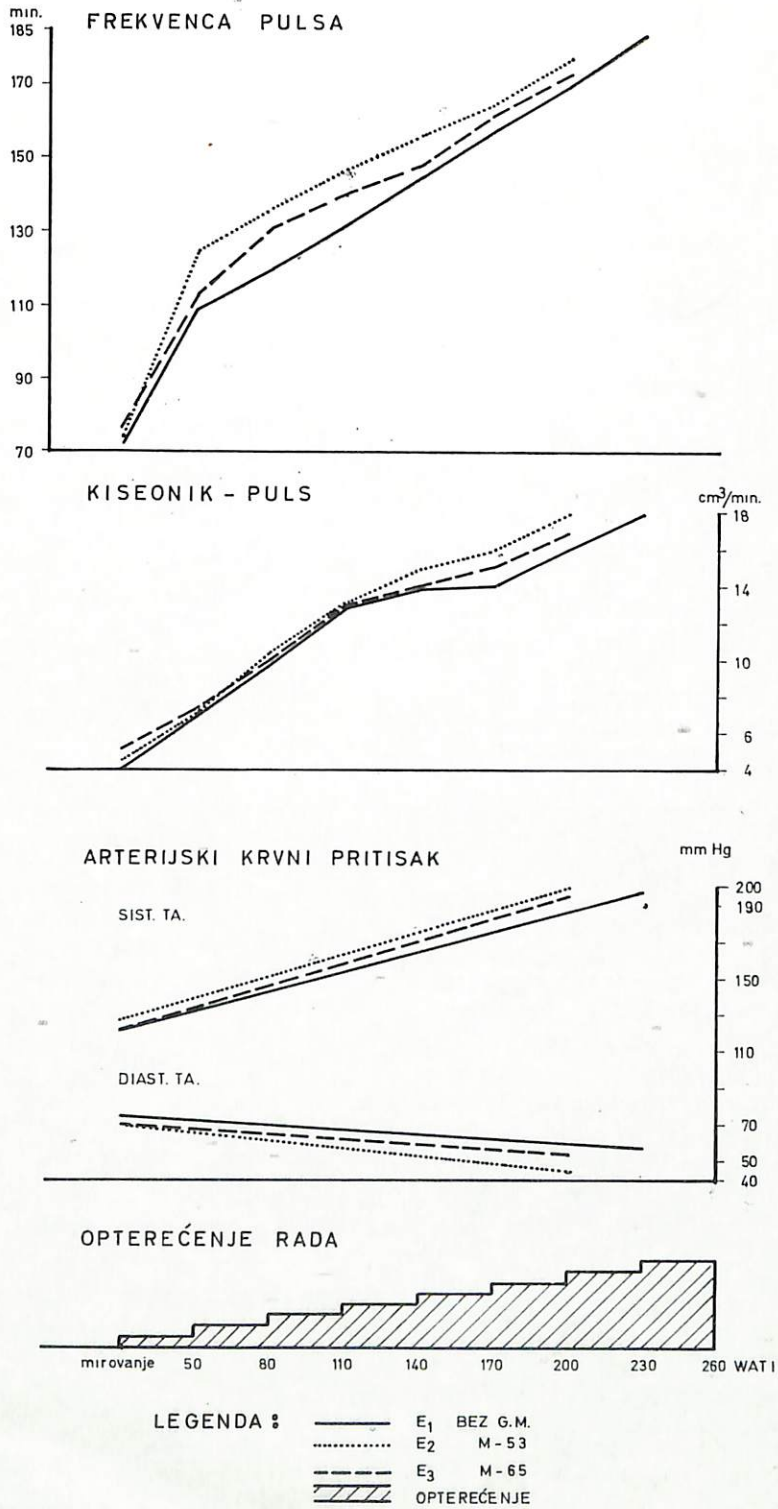
na veći udarni volumen srca. Manji dijastolni TA. pri disanju kroz industrijsku gasmasku i to naročito M-53-MZ govori o većoj vazodilataciji perifernih krvnih sudova, zbog čega je i potrošnja kiseonika u jedinici vremena brža.

Ventilatorske funkcije

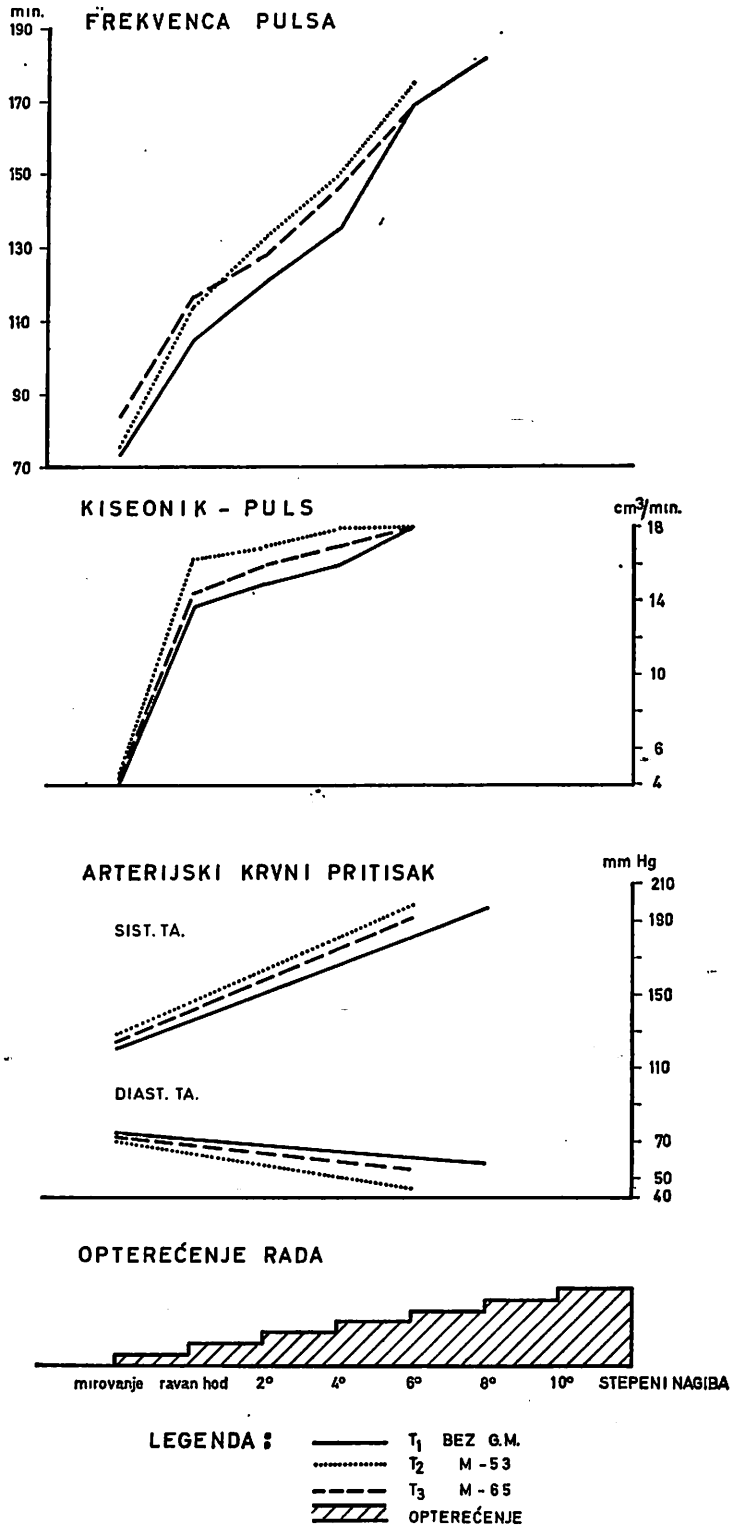
Rezultati ispitivanja za vreme kontrolnih telesnih naprezanja na *Ergociklu* (dijagram II) i na *Traedmillu* (dijagram IIa) pokazuju da su se ove funkcije povećale srazmerno radnom opterećenju kako pri disanju kroz industrijske gasmaske tako isto i pri slobodnom disanju. Pri disanju kroz industrijske gasmaske povećanje vrednosti funkcija je manje nego pri slobodnom disanju, ako se uzme u obzir frekvencija disanja ($E_1 = 40$, $E_2 = 28$ i $E_3 = 30$, a $T_1 = 36$, $T_2 = 26$ i $T_3 = 28$) i disajni minutni volumen ($E_1 = 92$, $E_2 = 59$ i $E_3 = 65$ a $T_1 = 88$, $T_2 = 52$ i $T_3 = 59$ l/min.), a veće ako se posmatra dubina disanja ($E_1 = 2,34$, $E_2 = 2,12$ i $E_3 = 2,15$ a $T_1 = 2,42$, $T_2 = 2,10$ i $T_3 = 2,12$ l/min.).

Pošto se pri disanju kroz industrijsku gasmasku više povećava disajni minutni volumen zbog povećanja dubine disanja, a manje zbog povećanja frekvence disanja, to bi se takva ventilacija mogla smatrati ekonomičnijom. Međutim, najveće telesno naprezanje pri disanju kroz industrijsku gasmasku M-53-MZ i M-65-MZ iznosi kod *Ergocikla* 200 W odnosno 1224 kgm/min, a kod *Traedmilla* 6° nagiba odnosno 1360 kgm/min., što je mnogo manje od onoga pri slobodnom disanju ($E = 230$ W odnosno 1488 kgm/min., a $T = 8°$ nagiba odnosno 1588 kgm/min.). Ovo ukazuje na činjenicu, da je plućna ventilacija pri disanju ostvarena na opisani način zbog posebnih uslova koje nameće disanje kroz industrijsku gasmasku, a to su: otpor cedila pri udisanju, otpor ventila za izdisanje, veličina mrtvog prostora, mekoća obrazina i mikroklima unutar gasmaske, a ne zato što su uslovi dozvolili ekonomičnije disanje. Osim toga, organizam je prilagođen da dišući kroz industrijsku gasmasku sa datom ventilacijom troši više kiseonika za rad respiratorne muskulature kao za dodatni fizički napor i na taj način kompenzuje ograničenja koja stvara celokupni otpor industrijske gasmaske normalnom disanju.

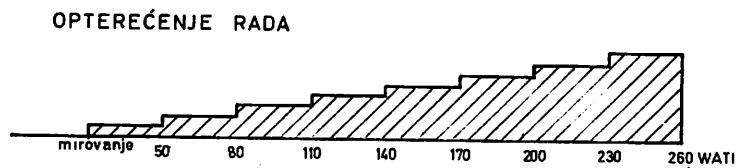
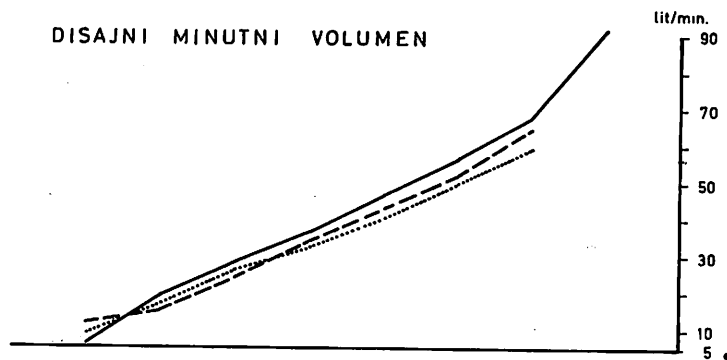
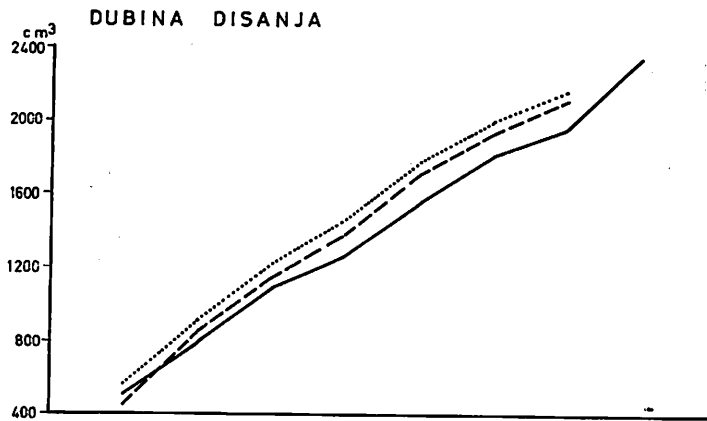
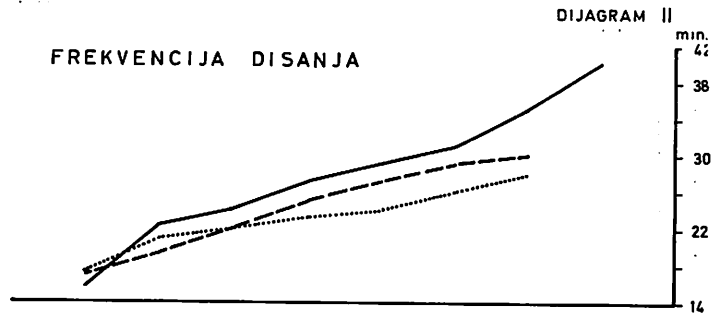
DIJAGRAM I



Dijagram 1 — Kardio-vaskularne funkcije (Ergocikl)
 Diagram 1 — kardio-vaskulare Funktionen



Dijagram 1a — Kardio-vaskularne funkcije (Treadmill).
 Diagram 1a — Kardio-vaskulare Funktionen.

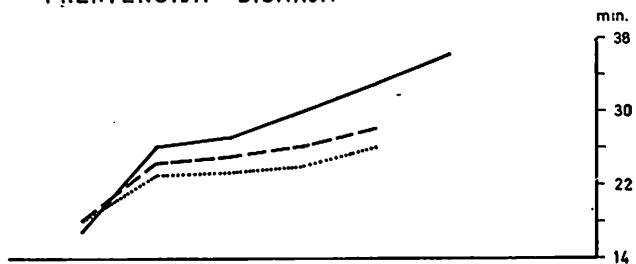


LEGENDA :

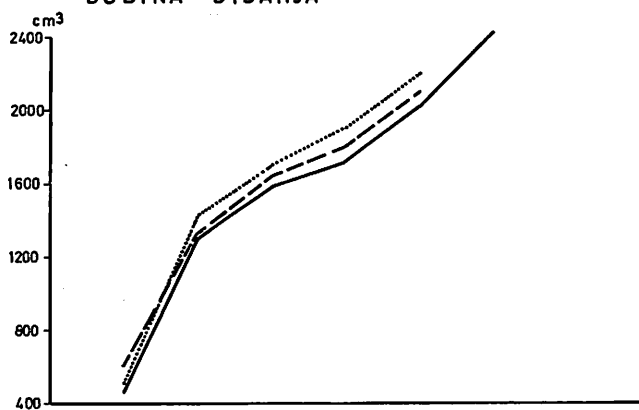
—	E ₁	BEZ G.M.
⋯	E ₂	M - 53
- - -	E ₃	M - 65
▨		OPTEREĆENJE

Dijagram 2 — Ventilatorne funkcije (Ergocikl).
Diagram 2 — Ventilatorische Funktionen.

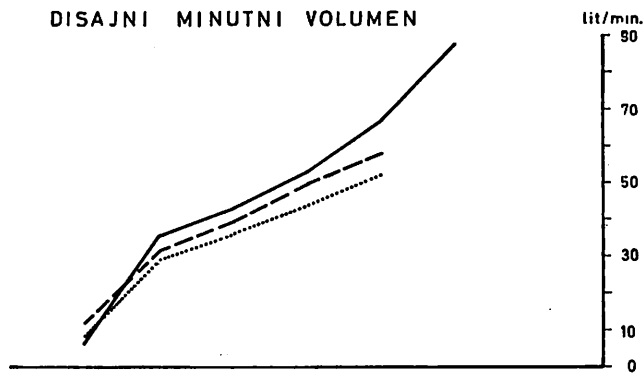
FREKVENCIJA DISANJA



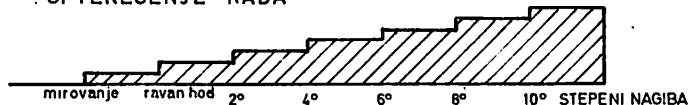
DUBINA DISANJA



DISAJNI MINUTNI VOLUMEN

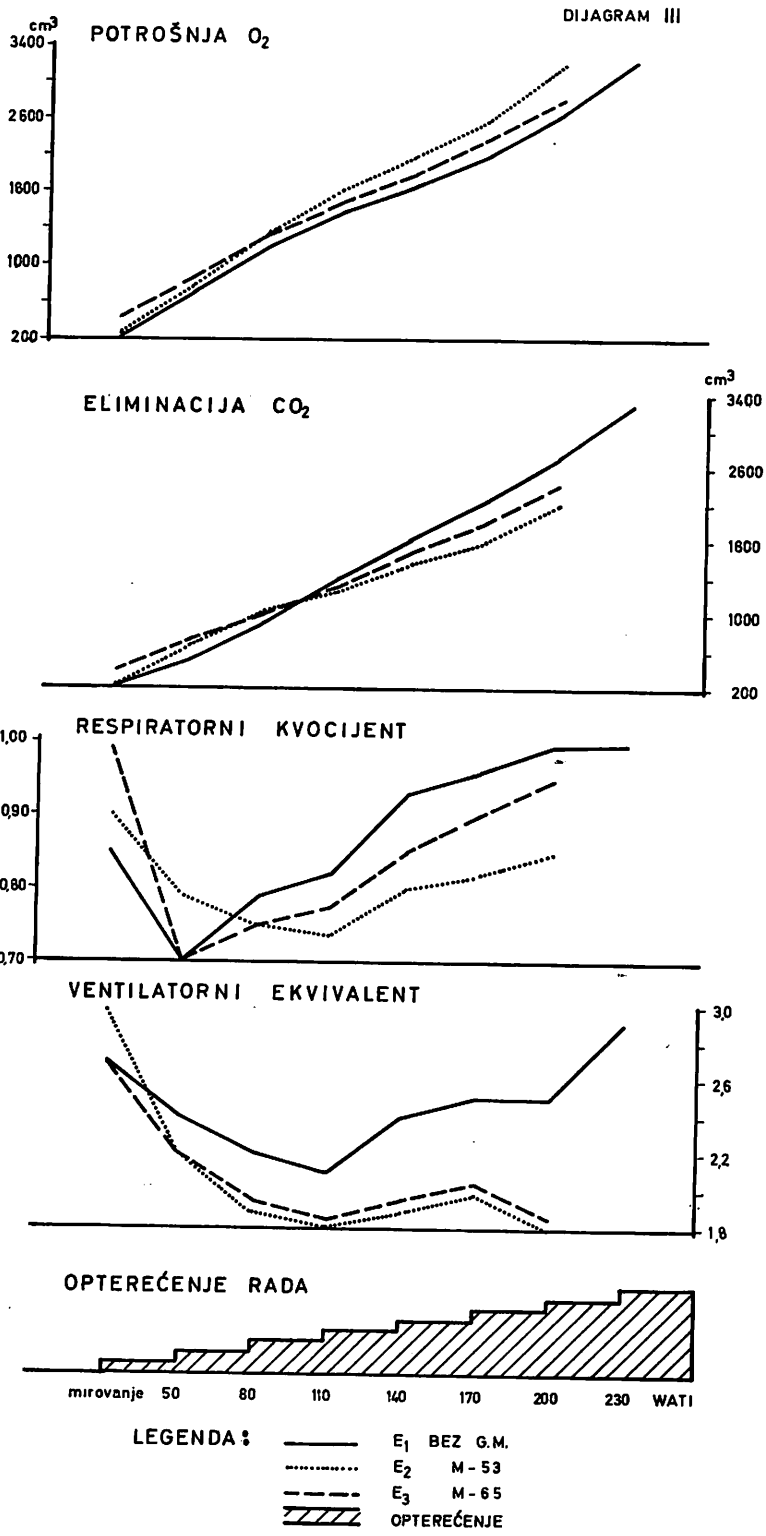


OPTEREĆENJE RADA

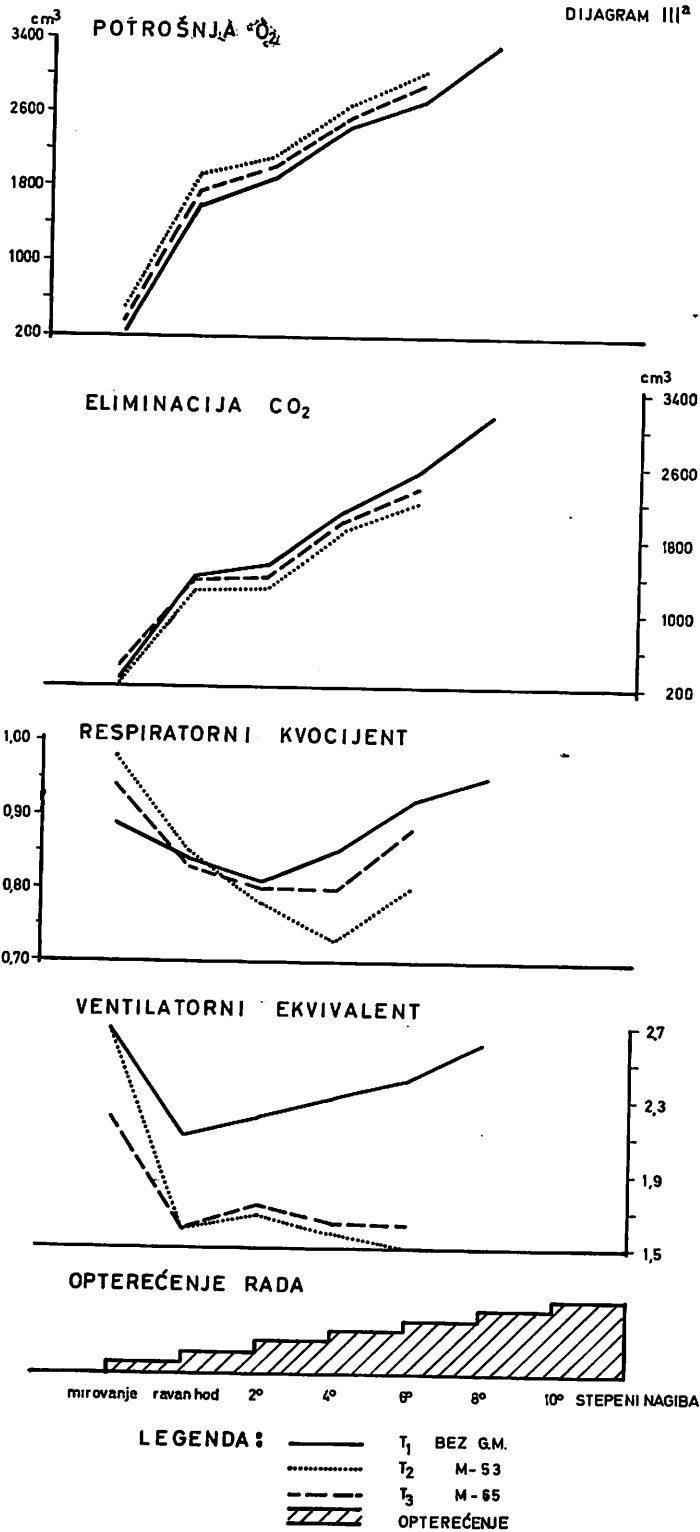


LEGENDA : ——— T₁ BEZ G.M.
 T₂ M - 53
 - - - - T₃ M - 65
 // // // OPTEREĆENJE

Dijagram 2a — Ventilatorne funkcije (Treadmill).
 Diagram 2a — Ventilatorische Funktionen.



Dijagram 3 — Promet gasova (Ergocikl).
 Diagram 3 — Gass-Methabolismus.



Dijagram 3a — Promet gasova (Treadmill).
 Diagram 3a — Gass-Methabolismus.

Promet gasova

Rezultati ispitivanja posmatrani u celini pri kontinuiranim telesnim naprezanjima kako na *Ergociklu* (dijagram III) tako i na *Traedmillu* (dijagram IIIa) ukazuju:

- da je potrošnja kiseonika veća pri disanju kroz industrijsku gasmasku ($E_1 = 2728$; $E_2 = 3238$; $E_3 = 2775$ cm³/min., a $T_1 = 2744$; $T_2 = 3050$; $T_3 = 2900$ cm³/min.) u odnosu na slobodno disanje što je direktna posledica s jedne strane otpora industrijske gasmaske, a s druge strane povećanja rada disajne muskulature;
- da je eliminacija ugljendioksida za vreme telesnih naprezanja izrazito manja pri disanju kroz industrijsku gasmasku ($E_1 = 2744$; $T_2 = 3050$; $T_3 = 2900$ cm³/min.) u $T_1 = 2532$; $T_2 = 2250$; $T_3 = 3220$ cm³/min.), a što je uzrok uticaja mrtvog prostora industrijske gasmaske gde prilikom udisanja dolazi do retencije ugljendioksida, koja je kod vrlo teških telesnih naprezanja mnogo veća u odnosu na lakša telesna naprezanja ili na slobodno disanje.

— Ventilatorni ekvivalent je za vreme opterećenja radom znatno manji pri disanju kroz industrijsku gasmasku nego pri slobodnom disanju ($E_1 = 2,5$; $E_2 = 1,8$; $E_3 = 1,8$ l/min., a $T_1 = 2,4$; $T_2 = 1,5$; $T_3 = 1,6$ l/min.), što znači, da je veća potrošnja kiseonika pri datoj ventilaciji pluća zbog ranije napomenutih uticaja otpora, mrtvog prostora, cedila, ventila, izdisanja i obrazine industrijske gasmaske.

— Respiratorni koeficijent pokazuje za vreme telesnih naprezanja znatno manje vrednosti pri disanju kroz industrijsku gasmasku ($E_1 = 1,00$; $E_2 = 0,77$; $E_3 = 0,95$, a $T_1 = 0,95$; $T_2 = 0,80$; $T_3 = 0,88$) u odnosu na slobodno disanje. To je posledica sporije eliminacije ugljendioksida i izmenjenog prometa gasova koji nastaje zbog promenjenog načina disanja usled slabije ventilacije pluća zbog otpora cedila i ventila izdisanja kod gasmaske.

Diskusija

Opisane promene u funkcionalnom toku adaptacije organizma naših ispitanika, kako pri slobodnom disanju ($E_1 - T_1$), tako i pri disanju kroz industrijsku gasmasku M-65-MZ,

a naročito kroz M-53-MZ u toku većih telesnih naprezanja imaju značajan odnos prema maksimalnoj frekvenciji pulsa tj. radnoj tahikardiji i prema maksimalno postignutim vrednostima sistolnog odnosno minimalnim vrednostima dijastolnog krvnog pritiska tj. radnoj hipertenziji. Stoga u našim odnosima uzimamo kao kriterijum za procenu nefiziološkog uticaja industrijskih gasmaski na organizam ljudi trenutak, kada radna tahikardija i radna hipertenzija dostignu svoj maksimum odnosno kada su ove vrednosti dostigle do kritičnih granica najveće sposobnosti krvotoka. Istovremeno zbog prekoračenja efektivnih mogućnosti organa za disanje u obe varijante sa industrijskom gasmaskom na *Ergociklu* i *Traedmillu*, a posle maksimalno dostignutih vrednosti frekvencije i dubine disanja, kao i disajnog minutnog volumena dolazi do naglog pada svih ovih funkcija. Osnovni uzrok ovim promenama je povećan otpor u vidu pritiska koji pruža industrijska gasmaska M-65-MZ a naročito M-53-MZ, koji u našim ogledima počinje da raste kada disajni minutni volumen dostigne vrednosti od 45—50 l/min., čime se kod intenzivnih telesnih naprezanja ograničava disanje. Osim naprezanja na gornju granicu opadanja funkcionalne adaptabilnosti kardio-respiratornog sistema pri disanju kroz industrijsku gasmasku u datom momentu utiču i nastale izrazite promene sastava vazduha uz povećanje temperature i vlažnosti unutar industrijske gasmaske. Ovo stanje deluje na još veće ograničenje efekta ventilacije pluća, zbog čega pri disanju kroz industrijsku gasmasku (naročito M-53-MZ) nastaje nagomilavanje ekspirisanog ugljendioksida, što utiče na znatno smanjenje respiratornog koeficijenta i ventilatornog ekvivalenta. Sve ovo ukazuje na nastalo pogoršanje razmene gasova na respiratornoj površini pluća pri disanju kroz industrijsku gasmasku, kao i na sve teži položaj respiratornog sistema, što potvrđuju nađene vrednosti izrazito povećane potrošnje kiseonika, ali zato i posebno smanjenje eliminacije ugljendioksida u odnosu na slobodno disanje. Zbog toga, kao što se vidi iz dobivenih rezultata, ni dodatni napor kardiovaskularnog sistema, što dokazuju vrednosti kiseonik-pulsa, nije u mogućnosti da zadovolji sve veće potrebe organizma za kiseonikom, te u ovom momentu zbog nefizioloških uslova

koje čini nošenje industrijske gasmaske, dolazi do ograničenja radne sposobnosti kod ispitanika.

Zbog svega navedenog, pri disanju kroz industrijsku gasmasku (naročito M-53-MZ) u intenzivnijim telesnim naprezanjima naši ispitanici pokazuju brojno povećanje kardio-respiratornih funkcija u odnosu na ista opterećenja kad slobodno dišu, samo što su povećane funkcije mnogo manje efikasne i ograničavaju njihovu radnu sposobnost te dolazi do ranijeg prekida rada. Osim toga, što ovaj kriterijum predstavlja gornju granicu radne sposobnosti kod ispitanika pri disanju kroz industrijsku gasmasku, on istovremeno odgovara i optimalnom radnom kapacitetu ispitanika i može se izraziti u kilogram-metrima na minut. Granica optimalnog radnog kapaciteta kod ispitanika pri disanju kroz industrijsku gasmasku, pod uslovima telesnih naprezanja, pomaknuta je ulevo tj. smanjena je u odnosu na optimalni radni kapacitet pod istim uslovima opterećenja, ali pri slobodnom disanju.

Kao što se iz izloženog vidi, fiziološka podobnost industrijske gasmaske M-65-MZ, a naročito M-53-MZ, vezana je samo za srednje teški rad na *Ergociklu* (od 50W—17W odnosno od 306—1040 mkg/min.) kao i težak rad na *Traedmillu* (od hoda po ravnom —R do 4^o nagiba odnosno od 688—1136 mkg/min.) posle koga počinje da nastupa ograničen radnog kapaciteta kod ispitanika, da bi na opterećenju od 200W odnosno 1224 mkg/min. i na 6^o nagiba odnosno 1560 mkg/min. došlo do naglog prekida rada. Nasuprot tome, pri slobodnom disanju ispitanici su izdržali veća telesna naprezanja, i to na *Ergociklu* do 230W odnosno 1408 mkg/min. a na *Traedmillu* do 8^o nagiba odnosno 1588 mkg/min. Ovo služi kao dokaz, da je usled nefiziološkog dejstva industrijskih gasmaski radni kapacitet naših ispitanika kod vrlo teškog rada smanjen pri disanju kroz industrijsku gasmasku na *Ergociklu* za 30W odnosno 184 mkg/min., a na *Traedmillu* za 2^o nagiba odnosno 280 mkg/min.

Produžetak telesnih naprezanja kod naših ispitanika preko ove optimalne granice svakako je bio moguć, ali kardiorespiratorne funkcije u svom međusobnom dejstvu nisu u mogućnosti da i dalje pokrivaju potrebu organizma za kiseonikom i da izvrše raste-

rećenje organizma od ranijih produkata, čime se izrazito menja biohemija krvi (povećanje koncentracije mlečne kiseline u krvi, smanjenje vrednosti Ph i dr.), a što sa svoje strane u daljem toku deluje kao negativni faktor na stanje adaptacije organizma. S obzirom na ovu činjenicu produženje rada preko tog vremena ne bi imalo važnosti za procenu funkcionalne adaptacije organizma odnosno nefiziološkog uticaja industrijskih gasmaski na radnu sposobnost ispitanika. Jer, u produžetku maksimalnog telesnog naprezanja, zavisno od sposobnosti nadoknađivanja kiseonik-duga, psiho-fiziološki faktori igraju veliku ulogu u daljem izvođenju rada. Prema tome, objektivno prosuđivanje funkcionalne adaptacije organizma naših ispitanika pri disanju kroz industrijsku gasmasku u odnosu na slobodno disanje, to jest ocena njihove radne sposobnosti postaje prosto nemoguća.

Zaključak

Na osnovu analize i diskusije postignutih rezultata došli smo do sledećeg zaključka:

— u stanju mirovanja pri disanju kroz industrijske gasmaske postoji lako povećanje kardiorespiratornih funkcija, što je posledica izvesnih specifičnosti adaptacije organizma naših ispitanika na uticaj otpora i mrtvog prostora gasmaske;

— srednje teško i delimično teško kontinuelno telesno naprezanje ne utiče znatno na kardiorespiratorne funkcije pri radu sa industrijskom gasmaskom M-65-MZ, dok kod industrijske gasmaske M-53-MZ pokazuje veliku razliku kako u odnosu na slobodno disanje tako isto i na samu industrijsku gasmasku M-65-MZ;

— vrlo teško kontinuelno telesno naprezanje brzo dovodi do povećanja odnosno smanjenja pojedinih kardiorespiratornih funkcija, što utiče na poremećaj funkcionalnog toka adaptacije organizma, čije su neposredne posledice smanjenje radnog kapaciteta, jače izražen zamor i prestanak rada pri disanju kako kroz industrijsku gasmasku M-65-MZ, tako naročito kroz industrijsku gasmasku M-53-MZ;

— najveći radni kapacitet pri disanju kroz industrijske gasmaske je smanjen i odgovara telesnom naprezanju koji iznosi na *Ergociklu* 1224 mkg/min. nasuprot najvećem rad-

nom kapacitetu pri slobodnom disanju koji iznosi na *Ergociklu* 1408 mkg/min., dok na *Traedmillu* on iznosi 1588 mkg/min;

— industrijska gasmaska M-65-MZ može da posluži u proizvodnom radu kako pri srednje teškom tako i pri teškom telesnom naprezanju u dužem periodu vremena (sa malim prekidima i do osam časova) bez izrazitije reperkusije na organizam ljudi, a pri vrlo teškim telesnim naprezanjima deluje odmah nefiziološki te se može koristiti samo u

kratkom vremenskom periodu (oko 10—15 min). Nasuprot tome, industrijska gasmaska M-53-MZ može da posluži pri proizvodnom radu samo kod mladih i zdravih ljudi pri lakšim i delimično srednje teškim telesnim naprezanjima, dok pri teškim i vrlo teškim telesnim naprezanjima može da služi u relativno vrlo kratkom vremenskom periodu, ali se ne preporučuje upotreba ove zaštitne gasmaske kod teških radova zbog ispuštanja vazduha tj. slabe hermetičnosti pri disanju kroz nju.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der Industrie-Gasmaske (M-53-MZ und M-65-MZ) auf die kardiorespiratorischen Funktionen bei gegebenen körperlichen Anstrengungen

Dr Ž. Stojiljković*)

Der Autor setzt es sich zum Ziel, mittels Untersuchungen festzustellen ob die neue Industriegasmaske M-65-MZ, die gewisse spezifische Eigenschaften im Vergleich mit der alten Gasmaske M-53-MZ besitzt, bei längeren körperlichen Anstrengungen gewisse Rückwirkungen auf die kardio-respiratorischen Funktionen bei Arbeitern aufweist, beziehungsweise ob sie durch ihre nichtphysiologische Wirkung die Arbeitsfähigkeit jener Arbeiter die mit ihr arbeiten müssen verringert und in welchem Masse.

Die Untersuchungen sind im physiologischen Laboratorium durchgeführt worden bei Arbeitsbelastung am beweglichen Band — Traedmill am Bizyklergometer auf kontinuierliche Registrierung der kardio-respiratorischen Funktionen aus EKG »Simens« und Metabograph nach Fleisch.

Auf Grund dieser Untersuchungen und der dabei erzielten Resultate, gelangte man zur Feststellung, dass im Ruhezustand keine wesentlichen Unterschiede zwischen diesen beiden Gasmasken bestehen, währendes bei mittelschweren, schweren und besonders bei ausnehmend schweren Arbeitsbelastungen zu einem nichtphysiologischen Einfluss der Industriemasken auf den Organismus der untersuchten Personen gelangte und zu einer Verminderung der Arbeitskapazität und einer bedeutend früheren stärkeren Ermüdung bei Gebrauch der Maske M-53-MZ im Vergleich mit der Industrie-Schutzmaske M-65-MZ.

Literatura

- Adams, J. K., 1955: Basic statistical Concepts — Student's distributions, New York — Toronto — London.
- Astrand, P. O., 1958: Sport, Alter und Geschlecht, Bem, t. 1—53.
- Best, C. H., Tayler, N. B., 1950: The Physiological Basis of Medical Practise — Baltimore.
- Baader, E. W., 1961: Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin, Berlin — München.
- Barić, I., Barić, O., 1957: Prilog poznavanju energetskih potreba građevinskih radnika. — Zbornik radova SAN, knj. IV, 39—53.

*) Dr Živko Stojiljković, viši naučni saradnik ITMZ-a, Beograd.

- Barić, I., Barić, O., 1956: Prilozi poznavanju utroška energije u poljoprivrednim radovima II i III. — Zbornik radova SAN, knj. III, 35—59.
- Berković, E. M., 1964: Energičeskij obmen v norme i patologiji. — Izdatel'stvo »Medicina«, Moskva.
- Davies, C. H., 1962: Design and Use of Respirators, Symposium publicatio, Pergamon Press. — Oxford, London, New York, Paris.
- Đuričić, I., 1958: Fiziologija rada, I gl. u knjizi Medicina rada, Beograd—Zagreb.
- Gyton, C. A., 1963: Medicinska fiziologija (prevod) Beograd—Zagreb.
- Kaminski, C. L., 1967: Vozdejstvie na čeloveka soprotivlenija dihaniju i obosnovanie dopustimyh ego veličin pri rabote v respiratore. — Vsesojuznyj naučno-issledovatel'skij Institut ohrany truda VCSPS v Leningrade, Leningrad.
- Lindhölm, A., Lagerhof, E., 1966: Arbete med Andningsskydd del I. Rapport N. 104. 66/II. Stockholm.
- Lindhölm, A., 1965: Hur ansträngande är att arbeta med andningsskydd Rapport No. 113 65/IV. — Arbetsfysiologiska Institutet, Stockholm.
- Lehman, G., 1963: Praktische Arbeitsphysiologie, Stuttgart.
- Lerman, G., Müller, E. A., Spitzer, A., 1966: Arbeitsphysiologie 14.
- Matthes, H. K., 1940: Arbeitsphysiologie II, 117—128.
- Mellerowicz, H., 1962: Ergometrie, München—Berlin.
- Ridman, R. S., 1962: Fiziologija rada i sporta (prevod), Zagreb.
- Schuster, H., 1940: Über den Einfluss der Gasmaske auf inhen Träger in Ruhe und der körperlicher Arbeit — Berlin.
- Schneider, K., 1937: Blutgass und Kreislauf bei Arbeit unter Gasmaske — Arbeitsphysiologie II. 10—24.
- Solovjev, V. K., 1944: Posobyje po protivgasovnoj trenirovki. — Medgiz, Moskva
- Stojiljković, Ž., Mandić, H., 1964: Fiziološki uticaj respiratora za zaštitu od prašine na organizam radnika pri radu. — Rudarski glasnik, god. III, sv. 4.
- Stojiljković, Ž., Mandić, H., 1965: Prilog poznavanju utroška energije pri radu sa respiratorom za zaštitu od prašine tipa FF-M-62 Kruševac. — Simpozijum o pneumokoniozama održan u Vrnjačkoj Banji.
- Stojiljković, Ž., Mandić, H., 1967: Prilog poznavanju energetske potrošnje industrijskih gasmaski (M-53 i M-65-MZ) Kruševac pri datim telesnim naprezanjima. Simpozijum o industrijskim zaštitnim sredstvima na Jastrepcu.

Prilog proučavanju zaštite od prašine

Dipl. ing. Kazimir Kauzlaric

Uvod

Kao posljedica brzog razvoja industrije kod nas i u svijetu i sve veće primjene mehanizacije i automatizacije, u proizvodnom procesu se pojavljuje sve veća zaprašenost radnih prostorija, a s njom i sve veći broj slučajeva oboljenja disajnih organa uslijed štetnog djelovanja udisane industrijske prašine.

Prašine kao industrijske aerosoli spadaju bez sumnje među najštetnije faktore radne okoline, a broj onespoblijenih radnika za rad uslijed djelovanja industrijske prašine predstavlja najveći broj onespoblijenih radnika uslijed faktora radne okoline.

Prašine su disperzni sistemi koji se sastoje od krutih čestica dispergiranih u zraku. Nastaju procesima usitnjavanja kao što su mrvljenje, mljevenje, bušenje, otpucavanje i sl. Veličina čestica*) kreće se uglavnom između 0,1 i 500 mikrona.

Tako su u podzemnim rudnicima željezne rude najvažniji izvori prašine bušenje i otpucavanje, te se nastala prašina prema izvoru može rasporediti kako slijedi:

kod bušenja	85%
kod otpucavanja	10%
kod ostalih radova	5%

Kod optimalne primjene mokrog bušenja, ovi se odnosi mjenjaju i iznose:

kod bušenja	50%
kod otpucavanja	40%
kod ostalih radova	10%

Kod bušenja, otpucavanja, utovara i drugih radova dolazi do velikih koncentracija prašine, koje daleko prelaze dopuštene koncentracije prema JUS-u. Tako prema podacima Landwehr-a srednje koncentracije prašine bez sredstava za borbu protiv prašine su slijedeće:

Tablica 1

	Bušenje	Otpucavanje	Utovar
Dubljenje okna	500 — 2000 mg/m ³	250 — 1000 mg/m ³	50 — 250 mg/m ³
Rad na čelu	100 — 250 "	200 — 500 "	20 — 150 "
Uskop	300 — 2000 "	400 — 2000 "	20 — 100 "
Otkop	10 — 150 "	100 — 250 "	15 — 80 "

Štetnost prašine

Danas u svijetu sve više preovladava mišljenje da svaka prašina bilo mineralna, animalna ili vegetabilna može da ošteti pluća. Mineralna i metalna prašina izazivaju bronhitis, pneumokoniozu i teško oštećenje sluz-

*) Ovi podaci su dati na osnovu rezultata merenja lebdećih čestica u jamskom vazduhu, koja je posle miniranja izvršio Institut za higijenu i socijalnu medicinu u Sarajevu. Ovi podaci približuju se podacima koje su utvrdili Sačkov i Nigruzilate, a to je da posle miniranja 90—97% čestica prašine u zračnoj masi su veličine do 5 mikrona («Staub und Silikose bekämpfung im Bergbau»).

nice bronhija. Organske vrste prašine draže mehanički, djeluju alergično i izazivaju, već prema prisustvu bakterije i gljivica, akutno zapaljenje pluća. Prema zaključcima donijetim na Simpozijumu o pneumokoniozama, održanom u oktobru 1965. godine u Vrnjačkoj Banji, svaka prašina bez obzira na njen kemijski sastav i porijeklo škodi zdravlju radnika.

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

- veličina čestica,
- stepen zaprašenosti radne atmosfere,
- kemijski sastav,
- sposobnost ulaska u organizam i
- oblik čestica.

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

Utvrđeno je da čestice veće od 10 mikrona potpuno zaostaju u nosu, dok čestice manje od 3 mikrona nos praktično ne zadržava. Čestice veličine oko 5 mikrona talože se sedimentacijom u bronhima, a samo mali dio može da proдре do plućnih alveola. Od čestica manjih od 5 mikrona najviše se talože u alveolama čestice od 0,8—1,6 mikrona.

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

U pogledu stepena zaprašenosti je veoma teško navesti strogo definirane granice za količinu prašine, zbog teškoća kod određivanja tačnog sastava i patološkog djelovanja lebdeće prašine. Brojne zemlje preporučuju standarde do kojih su došli na osnovu njihovog iskustva kroz dugi vremenski period. Oni se ipak ne mogu u svakom slučaju prihvatiti kao baza za poređivanje bez odgovarajuće modifikacije, kao što je metoda analiziranja sastava prašine i veličine prostora koji se

razmatra. Ipak, uprkos empiričkog karaktera i ograničenosti standarda, koji su usvojeni od raznih zemalja, može se tvrditi da su oni korisni praktični vodiči za usmjeravanje razvoja u pravcu eliminisanja štetne prašine.

Navodim samo neke izvode iz standarda koji su usvojeni u raznim zemljama:

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

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

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

U Velikoj Britaniji se dozvoljeni broj čestica prašine kreće od 450 — 650 čestica/cm³ zraka, već prema vrsti rudnika.

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

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

Imajući u vidu ovakvu situaciju, ne može nas iznenaditi podatak da je 26% radnika zaposlenih oko upotrebe kvarcnog pijeska nađeno sa pneumokoniozom (početnom i izraženom).

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

Specifične osobine prašine

Prašina nastupa u različitim veličinama. Veće čestice prašine se nalaze u zraku samo kod jakog provjetravanja, miniranja i drugih poremećaja zračne atmosfere. Međutim, te čestice se ne zadržavaju dugo u atmosferi podzemnih jamskih prostorija, niti ih struja provjetravanja odnosi daleko. Dužina puta tih čestica zavisi od oblika čestica, brzine struje provjetravanja, specifične težine i vrste kretanja. Sa povećanjem prečnika se smanjuje broj čestica po jedinici težine, što se može vidjeti iz priložene tablice 2, a odnosi se na kremenu prašinu.

Tablica 2

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

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

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

$$v = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (\sigma - \rho)}{9 \cdot \eta} \left(1 + \frac{A \times 1}{r}\right)$$

gdje je:

- v — brzina slobodnog padanja čestica, cm/sek
- r — poluprečnik čestice prašine, cm
- g — ubrzanje (9,81 cm/sek²)
- σ — specifična težina padajuće čestice, g/cm³ (za kremen iznosi 2,65)
- ρ — specifična težina medija u kojem pada čestica, g/cm³ (za zrak iznosi 0,0013 g/cm³)
- η — viskozitet (za zrak kod 15°C iznosi 17×10^{-5})
- A — konstanta
- l — slobodan put čestice u okolnom mediju (za prosječne jamske uslove produkt A1 iznosi $1,467 \times 10^{-5}$ cm).

Za zrak i kremenu prašinu važi:

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

gdje je:

- v_{st} — brzina padanja po Stokes-u
- v_c — Cumingham dopuna

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

Prema gornjoj jednažbi u tablici 3 je prikazano vrijeme padanja čestica kremenca različitih veličina na putu 100 cm u mirnom zraku.

Tablica 3

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

Navedene vrijednosti su dobivene pod određenim uslovima, te se zbog toga ne mogu smatrati kao apsolutno tačne, već kao orijentacione i važe samo za čestice okruglog oblika i miran zrak. Zbog naprijed navedenih razloga čestice prašine koje dođu u zračnu struju odlaze sa zračnom strujom i talože se, već prema veličini čestica, na većoj ili manjoj udaljenosti. Tako je npr. za česticu prašine veličine 5 mikrona put kretanja čestice 440 m kod brzine zračne struje od 1 m/sek,

dok je put iste čestice kod brzine 6 m/sek. dug preko 2,5 km. Kod čestice prašine veličine 1 mikron, put kretanja čestica se kreće od 9 km — 54 km, već prema tome da li je brzina zračne struje 1 m/sek ili 6 m/sek.

Čestice manje od 0,1 mikron uopšte ne padaju na zemlju već se kreću u cikcak linijama u svim pravcima i, u stvari, predstavljaju poznata Brownova gibanja (kretanja). To kretanje je, u stvari, izazvano sudarima plinske molekule i čestice prašine. Brzina tog kretanja je funkcija temperature i gustoće plina.

Ovo se kretanje može izraziti kroz odnos $\frac{s^2}{t}$ — «, odnosno kroz konstantu difuzije »D«.

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

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

gdje je:

R — plinska konstanta ($8,319 \times 10^7$)
 T — temperatura u stepenima Kelvina
 r — prečnik čestice prašine, cm
 η — viskozitet sredine, g sek/cm²
 s — srednji put čestice prašine, cm
 t — vrijeme, sek

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

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

Problem neutralizacije prašine

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

Mjerenja, koja su u posljednjim godinama sprovedena u rudnicima metala i nemetala i u crnoj metalurgiji, potvrđuju dominantno prisustvo čestica prašine prečnika ispod jednog mikrona. Ta činjenica ukazuje na komplikovanost odvođenja takve prašine iz radne atmosfere, u uslovima permanentnog stvaranja iste. Zbog toga dosadašnja praksa u rudnicima u borbi protiv prašine pokazuje veoma slabe rezultate, iako je rasprostranjeno mišljenje da uz mokro bušenje i dobru ventilaciju može doći do suzbijanja pneumo-konioze. Međutim, mjerenja koja su izvršena u podzemnim rudnicima gdje se bušenje vrši uz upotrebu vodne isplake i gdje je ventilacija relativno dobra, pokazuju relativno visoku koncentraciju prašine. Tako se koncentracije agresivne mineralne prašine u nekim rudnicima kreću u slijedećim granicama (bez obzira na mokro bušenje i relativno dobru ventilaciju):

— rudnik Vareš (jama Droškovac)	450 — 17.000 č/cm ³
— rudnik antimona Zajača	400 — 6.500 „
— rudnici Vrška Čuka i Ajvalija	400 — 6.000 „

Slična je situacija i u drugim rudnicima.

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

Ispitivanja koja su vršili Deutrebände, Highman, Alford, Weaver i Thompson su pokazala, da je i u slučaju da sitne čestice prašine pustimo pod pritiskom kroz flašu vode, na izlazu flaše mo-

žemo naći veliki broj čestica prašine od kojih 97% ima promjer manji od jednog mikrona, dok ni jedna čestica veća od 2 mikrona nije prošla kroz vodu. Voda bi mogla efikasno da djeluje ako bi se čestica prašine mogla obložiti vlažnom opnom, čime bi se povećala veličina tj. težina čestica. Međutim, kod praktične provedbe raspršivanja čestica vode iz određene količine vode može se proizvesti određeni broj većih kapi koje su u prostoru veoma raštrkane. Udaljenost jedne kapi od druge je relativno velika, te je veoma mala vjerojatnost da će čestice prašine naići na kapi vode. Zbog toga se teži da se proizvede velika količina sitnih kapi vode, čime je vjerojatnost sudara čestica prašine sa kapima vode veća. Međutim, nedostatak sitnih čestica vode je taj, što su iste veoma sklone isparavanju, pošto im je vanjska površina velika u odnosu na njihovu zapreminu. Ispitivanja su pokazala da su najpogodnije kapljice veličine od 1—50 mikrona, ali za obaranje čestica prašine veličine iznad 2 mikrona.

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

Borba protiv opasne koncentracije prašine

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

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

Voda ima puno primjena i služi za:

- natapanje rudnog sloja,
- vlaženje rastresenog materijala,
- prskanje površina kod kojih se može osloboditi prašina kao rezultat miniranja i sl.,
- vezanje prašine u uređajima za obaranje prašine.

Voda je veoma djelotvorno sredstvo za suzbijanje i vezivanje prašine, iako zbog svog visokog površinskog napona slabo kvasi sitne čestice prašine koje su i najopasnije za stvaranje pneumokonioze.

Da bi sitne čestice prašine dobile mogućnost vezanja sa vodom, vršeni su pokusi u nekoliko zemalja da se vodi dodaju površinski aktivne supstance — deterdženti, koje smanjuju površinski napon vode i koje se apsorbiraju na površini čestica prašine. Djelovanje površinski aktivnih materija se sastoji u tome što se molekule ugljikovodičnih grupa u rastvoru uslijed polarne strukture molekula postave suprotno na površini, obrazuju površinsku oblogu, smanjuju površinski napon, te povećavaju prijemčivost — odnosno sposobnost vezanja tečnosti.

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

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

Daljnje mjere u borbi protiv opasne koncentracije prašine su slijedeće:

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

Kalcijum-kloridni postupak

Postupak čije su osnove razrađene u fabrici Kalk GmbH u Kölnu služi za to da u podzemnim pogonima za eksploataciju mineralnih sirovina veže svježe uzvitlanu prašinu i da već vezanoj i istaloženoj prašini onemogućujući da se ona ponovno uzvitla. Kao sredstvo za vezivanje prašine upotrebljava se vodena otopina koja sadrži kalcijum klorid i sredstvo za kvašenje. Toj otopini je primiješana mala količina jednog anorganskog sredstva

za geliranje, da bi se ta otopina do te mjere otvrdnula da stvara neku vrstu gela ili paste koja se može zadržati (prionuti) na bokovima i stropovima jamskih prostorija u relativno debelom sloju. Za pod jamskih prostorija dovoljno je upotrebiti čistu otopinu, odnosno mješavinu kalcijum-klorne lužine i sredstva za kvašenje koja prodire u istaloženi sloj prašine i već prema utrošenoj količini mješavine pretvara taj sloj u vlažnu i plastičnu masu, odnosno dovodi do njezinog slabog ukrućivanja (očvršćavanja). Umjesto da se pod prostorija prska mješavinom kalcijum klorida i sredstvom za kvašenje, mogu se upotrebiti i ljuške ili granule sa 76 do 80% CaCl_2 i primjesom sredstava za kvašenje, jer se zbog vlažnosti jamskog zraka ove čvrste čestice CaCl_2 — higroskopnom apsorpcijom vlage pretvore u kalijum kloridnu otopinu sa 25 do 45% CaCl_2 .

Postupak sa gelom MgCl_2

U rudnicima koncerna Saarbergwerke AG se sada primjenom MgCl_2 — postupka prelazi na novi način suzbijanja prašine i ispituje nova metoda koja povezuje 3 prednosti u pogledu sigurnosti:

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

Postupak sa gelom MgCl_2 razvio se u prvom redu kao zamjena za zaprašivanje kamenom prašinom. Dok se kod posljednjeg načina zaštite eksplozivna ugljena prašina koja se istaložila po jamskim prostorijama čini neškodljivom dodatkom (posipanjem) nezapaljive prašine vapnenca, kod MgCl_2 postupka dolazi do vlažnog vezivanja prašine. Gel (pasta) MgCl_2 tako čvrsto vezuje prašinu, da ona sasvim izgubi svoju sposobnost lebdenja pa je ne može uzvitiati ne samo vjetrena struja nego čak ni udar eksplozije.

Efikasnost postupka zasniva se na tome, što se otopine higroskopnog MgCl_2 pod klimatskim uslovima koji vladaju u jamama ne mogu isušiti pa na taj način uvijek sa drže dovoljne količine vode za vezivanje prašine. Svaki je rudar već nesumnjivo i sam utvrdio da se prašina uglja vodom vrlo teško kvasi. Fina prašina pliva na površini vode bez da kod toga izgubi svoju sposobnost lebdenja. Budući da i otopine soli imaju skoro isto tako visoku »površinsku napetost«,

kao i voda, to se dodavanjem sredstava za kvašenje (površinski aktivne materije) smanjuje otpor kojim se površina odupire da prašina prodre u nju. Na taj način se postiže brzo kvašenje prašine. Tekuća otopina soli ima, međutim, malu sposobnost prianjanja, tj. ona se na kose površine može nanijeti samo u vrlo tankom sloju (filmu). Budući da se opasna prašina taloži ne samo na podu nego i po cijelom obodu hodnika, treba se pobrinuti da se i na bokove i na strop nanesu dovoljne količine otopine soli. To se postiže na taj način, što se otopini MgCl_2 dodaje jedno gelirajuće sredstvo, čijim djelovanjem se ova otopina zgusne u gel (pastu) koja ima sposobnost prianjanja na bokove. Gel se iz rezervoara istiskuje komprimiranim zrakom pa se pomoću specijalne mlaznice prska po površini hodnika.

Ventilacija radilišta

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

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

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

gdje je:

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

Ostale metode neutralizacije prašine

Ostale metode i faktore, koji dolaze do izražaja u borbi protiv prašine, kao što su:

- rasprskavanje aerosola,
- mjere lične zaštite,
- zavisnost količine prašine od vrste eksploziva i potrošnje eksploziva, te dužine, broja i rasporeda bušotina,
- veličina i gustoća maglene zavjese,
- izbor materijala za zapunjavanje bušotina (vodene patrone),
- upotreba balona napunjenih vodom kod miniranja,
- mjere sprečavanja prašine kod bušenja,
- izbor najpovoljnije otkopne metode,
- izbor najpovoljnijeg načina mokrog bušenja,
- primjena i izbor uređaja za obaranje prašine,
- utjecaj mehanizacije i koncentracija radi-lišta na količinu prašine,
- odmor poslije otpucavanja, nisam ovdje obradio, jer predstavljaju posebnu studiju.

PRIMEDBA UREDNIŠTVA

Termin prašina obuhvata veličine čestica od 0,1—500 mikrona i jedna od podela u odnosu na krupnoću je sledeća:

- a) gruba prašina od 100—500 mikrona, zastupljena sa cca 80%
- b) sitna prašina od 5—100 mikrona, zastupljena sa cca 20%
- c) fina (lebdeća) prašina od 0,1—5 mikrona, zastupljena od 0,1—1%.

Klasa A i B mogu imati i sve druge procentualne odnose zavisno od fizičko-mehaničkih osobina, dok se klasa C zadržava, uglavnom, u datim granicama, te se ne može reći da je prašina disperzni sistem krutih čestica dispergovanih u zraku veličine od 0,5—5 mikrona, već je to samo njen najmanji deo (0,1—1%).

Ova frakcija jedino je značajna sa stanovišta agresivnog delovanja na organizam zaposlenih radnika, te je autor verovatno zbog toga i izdvaja. Drugih 99% prašine igra veoma važnu ulogu kod eksplozivnih i zapaljivih karakteristika prašine.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zum Studium des Staubschutzes

Dipl. Ing. K. Kauzlarić*)

In dem Aufsatz werden die allgemeinen Erkenntnisse aus der Literatur über Staubquellen, Konzentrationen, Dispersionszusammensetzung, chemische und mineralogisch-petrographische Eigenschaften, Fähigkeiten zum Schweben und Ausscheiden, schädliche Wirkung auf den menschlichen Organismus und komplexe heute in der Praxis verwendete Schutzmassnahmen, behandelt.

In dem Aufsatz wird der Leser über die allgemeinen Kenntnisse unterrichtet, sofern das durch den begrenzten Raum möglich ist und verweist gleichzeitig auf die Massnahmen die Länder mit hohem Stand des Staubschutzes verwenden.

Literatura

- | | |
|---|---|
| <p>Jung, H.: Luft verunreinigung und industrielle Staubbekämpfung. Akademie Verlag — Berlin.</p> <p>Klinker, H. G., 1964: Salzpaste bindet Staub, »Schacht und Heim« No. 5.</p> <p>Nedin, V. V., Neikov, O. D.: Borba s pylju na rudnikah. — Nedra, Moskva.</p> | <p>Novi aspekti borbe protiv prašine, Beograd, 1962.</p> <p>Referati i koreferati sa prvog jugoslovenskog kongresa za medicinu rada.</p> <p>Zbornik radova sa simpozijuma o pneumokozijama u Vrnjačkoj Banji.</p> <p>»Staub und Silikosebekämpfung im Bergbau«.</p> |
|---|---|

*) Dipl. ing. Kazimir Kauzlarić, Rudnik i željezara Vareš.

Univerzalni sporogoreći štapin „Unikord“

(sa 1 slikom)

Jože Colarić

Uvod

U našoj zemlji su se do sada nalazila u prometu i u upotrebi dve vrste sporogorećeg štapina — dupli i specijalni podvodni. Dupli sporogoreći štapin u sadašnjem obliku sa minimalnim promenama u sastavu proizvodi se kod nas od 1922. godine. Specijalni podvodni sporogoreći štapin sa plastičnom izolacijom od PVC mase kod nas je u proizvodnji i upotrebi od 1957. godine. Pre toga je upotrebljavan podvodni sporogoreći štapin sa izolacijom od gutaperke.

Državni sekretarijat za narodnu odbranu rešenjem od 10. X 1968. godine odobrio je puštanje u promet novog sporogorećeg štapina, pod nazivom »Unikord«. To je univerzalni tip sporogorećeg štapina, jer je namenjen za upotrebu na suvim, vlažnim (mokrim) i podvodnim radilištima.

Ovaj sporogoreći štapin po svojoj osnovnoj konstrukciji bitno se ne razlikuje od specijalnog podvodnog sporogorećeg štapina. Razlika je u tome, što specijalni podvodni sporogoreći štapin ima pored zaštitne prevlake od PVC mase i jedan zaštitni sloj od bitumena i što je površinski izolacioni sloj od PVC mase zamenjen polietilenskom masom.

Univerzalni sporogoreći štapin »Unikord« trebalo bi, da izvesno vreme posle uvođenja u upotrebu, potpuno zameni sadašnja dva tipa, dupli i specijalni podvodni. Do zamene bi trebalo da dođe, kako će se to iz daljeg izlaganja videti, jer su bitumenska izolacija

i izolacija od PVC mase uzrok mnogih nepoželjnih pojava koje su ponekad bile uzrok i nesrećnih slučajeva.

Štetno dejstvo bitumenske i PVC izolacije na minersko-tehničke karakteristike sporogorećeg štapina

Bitumen u sastavu sporogorećeg štapina ima za zadatak da pruži zaštitu barutne srži od uticaja vlage, ne samo za vreme čuvanja štapina već i prilikom njegove upotrebe. Bitumen ne može da daje zaštitu barutne srži u slučajevima podvodnog miniranja. Međutim, bitumen može u određenim uslovima da ima veoma negativan uticaj na minersko-tehničke karakteristike i njegovu upotrebu, kao i na bezbednost ljudi kod rada s njim što se vidi iz sledećeg:

— kod duplog sporogorećeg štapina, gde bitumen predstavlja glavni sloj za zaštitu barutne srži od vlage, u zimskim uslovima dolazi do krtosti izolacije i njenog pucanja pri savijanju ili ispravljanju (odvijanju iz koturova). To slabi otpornost izolacionog sloja protiv vlage i omogućuje kvarenje, usled čega dolazi do produženja vremena gorenja, i do zatajenja, naročito kod upotrebe na vlažnim radilištima.

— Usled prilične hemijske nedefinisanosti sastava i osobina bitumena i neujednačenosti njegovog kvaliteta i kod najbrižljivije analitičke kontrole može se desiti da se upotrebe partije bitumena, u kojima je sadržaj

uljnih komponenti veći od normalne. Dokazano je da baš ovi sastojci svojom postepenom difuzijom kroz slojeve prodru do barutne srži i izazivaju velike promene najbitnijih minersko-tehničkih karakteristika štapina. Dolazi do flegmatizacije barutne srži i time do usporenja brzine gorenja, što je svakako nepoželjno s obzirom na njegovu primenu uopšte, a posebno s obzirom na sigurnost.

Ova pojava je znatno brža i izrazitija kada je štapin izložen visokoj temperaturi, pri čemu dolazi do delimičnog topljenja bitumena usled čega se uljni sastojci brže izdvajaju i prodiru u barut.

— Kod specijalnog podvodnog sporogorećeg štapina, pored pojava opisanih kod duplog sporogorećeg štapina koje su zbog zatvorenosti sistema zbog plastične izolacije još brže i izrazitije, dolazi još i do drugog ne manje štetnog uticaja na barutnu srž, koji potiče od omekšivača sadržanih u sloju PVC mase. Naime, kod ekstruzije izolacionog sloja mekog PVC na površini štapina dolazi zbog visoke temperature ekstruzije do delimičnog isparavanja omekšivača iz PVC mase. Ovi omekšivači, zajedno sa sastojcima bitumena, postepeno difundiraju kroz slojeve i vrše ubranu flegmatizaciju baruta. Na povišenim temperaturama uskladištenja ovo može izazvati čak i trostruko produženje vremena gorenja, koje može postati i toliko sporo, da se štapin sam gasi i tako u minerskim radovima izazvati vrlo nepoželjna zatajivanja.

— Upotreba bitumena za izolaciju štapina nije pogodna, jer se kod njegove izrade (u fazi izolacije štapina sa bitumenom), kao i kod upotrebe pojavljuju štetne bitumenske pare, koje zagađuju vazduh, kako u radionici, tako i u već onako teškim uslovima rada ispod površine zemlje.

— Dosadašnji tip specijalnog podvodnog sporogorećeg štapina prema propisima JUS H. D3.050 izolovan je slojem PVC mase. Kod sagorevanja takvog štapina zbog velike temperature koju oslobađa barutna srž dolazi do delimičnog termičkog razlaganja PVC izolacionog sloja. Pri tome se u produktima sagorevanja, pored drugih štetnih gasova, koji se ne mogu potpuno eliminisati, pojavljuje i hlorovodonik (HCl) koji ne samo što neprijatno nadražuje organe za disanje i oči radnika, već je i otrovan, što sa polietilenskom izolacijom nije slučaj. Međutim, koncentracija

ovih gasova je vrlo mala i zbog toga nije bio zabeležen ni jedan slučaj trovanja radnika.

— Pored toga, slojevi (filmi) PVC relativno su dosta propustljivi za vodenu paru, znatno više nego polimeri parafinskog tipa, kao što je polietilen i drugi. Zbog toga je izolacija od polietilena i sa gledišta zaštite od vlage znatno bolja od PVC izolacije.

Sva ova negativna svojstva bitumena i PVC uticali su na to, da se pristupi proizvodnji novog, univerzalnog sporogorećeg štapina, koji bi po svojoj nameni i upotrebljivosti bio univerzalan, tj. koji bi zamenio oba dosadašnja tipa, dupli i specijalni podvodni štapin. Posle takve zamene neće se morati paziti na to, da se zbog neznanja dupli sporogoreći štapin ne upotrebi na mokrim radilištima, suprotno odredbi JUS-a i uputstvu za njegovu upotrebu koji zabranjuju upotrebu tog štapina na takvim radilištima.

Sastav i osobine sporogorećeg štapina »Unikord«

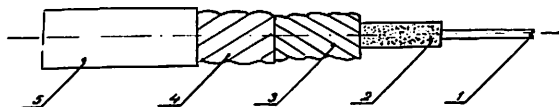
Štapin »Unikord« predstavlja poboljšan i usavršen, a istovremeno pojednostavljen tip sporogorećeg štapina, kod kojeg su otklonjeni već navedeni značajni nedostaci duplog i specijalnog podvodnog sporogorećeg štapina, izrađenih prema JUS H. D3.055 odnosno JUS H. D3.050.

Međutim, svojstva i minersko-tehničke karakteristike kao i sirovinski sastav »Unikord«-a zadovoljava oba, već navedena JUS standarda.

»Unikord« ima u sredini dve vodeće niti od pamučnog konca, koje služe za ravnomerno doziranje barutne srži. U slučaju prekida jedne niti, što se pri proizvodnji ovog štapina dešava, barutna srž se normalno dozira, što ranije, kada je štapin imao samo jednu nit, nije bio slučaj.

Barutna srž sastoji se od specijalnog granuliranog crnog baruta u količini od 4,5—5,7 g/m. Omot (oplet) oko barutnog jezgra sastoji se od dva sloja meke pređe od pamučnog ili veštačkog vlakna koji obavijaju barutnu srž u suprotnim pravcima. Preko drugog sloja pređe nalazi se izolacioni sloj visokotlačnog polietilena obojen svetlo crvenom bojom. Ova boja istovremeno služi za bolju vidljivost štapina, jer u svim uslovima odudara od okoline. Time se smanjuje mogućnost da pri paljenju više mina usled slabe

vidljivosti štapina neka mina ostaje neaktivirana, a to se u praksi često dešava. Ova boja istovremeno služi za obeležavanje tog proizvoda i njegove razlike od drugih tipova štapina.



Sl. 1 — Novi tip sporogorećeg štapina »Unikord«
1 — vodeće niti; 2 — barutna srž; 3 — prvi sloj prediva; 4 — drugi sloj prediva; 5 — obloga od polietilena.
Abb. 1 — Neue Type des langsambrennenden Zünders »Unicord«.

Sličnu konstrukciju sporogorećeg štapina primenjuju i mnoge industrijski razvijene zemlje (npr. Švedska, Zapadna Nemačka i dr.).

Ovaj štapin je podvrgnut svim potrebnim ispitivanjima, laboratorijskim i na radilištima nekih rudnika. Za laboratorijsko ispitivanje pored ostalih opita izvršene su probe funkcije ovog štapina sa po 20 uzoraka (ukupno 80 uzoraka za svaki opit posebno) uzetog:

- direktno iz fabrikacije
- izloženog 4 sata temperaturi od 20 do 30° C
- izloženog 24 sata temperaturi + 50° C
- potopljenog 24 sata u vodu pod pritiskom od 5 atm., što odgovara 50 m vodenog stuba.

Vreme za koje izgori 1 m štapina iznosilo je najmanje 114, a najviše 116 sek, osim kod sporogorećeg štapina koji je bio 24 sata izložen temperaturi + 50° C, čije gorenje je bilo najmanje 116 a najviše 118 sek. Iz ovog se vidi, da je razlika u vremenu gorenja mi-

nimalna, imajući u vidu da vreme gorenja, prema pomenutom JUS-u može da varira ± 10 sek, od prosečnog vremena gorenja, koje mora da bude u granici od 110—140 sek.

Prenos plamena u staklenoj cevčici sa jednog štapina na drugi kod svih 80 opita iznosio je od 30 do 70 mm, a propisan minimum je 30 mm. Isto tako svih 80 ispitanih uzoraka ispravno je inicirao fulminatsku ili azidnu detonatorsku kapislu broj 8.

Zapaženo je da »Unikord« ima veliku fleksibilnost (savitljivost), što kod duplog i specijalnog podvodnog sporogorećeg štapina nije slučaj. Isti se može do maksimuma savijati, prelamati, vezivati u čvorove i sl. bez bojazni da će doći do loma, oštećenja izolacije ili prekida barutne srži ili prekida gorenja. Fleksibilnost nije umanjena ni u slučaju izlaganja 80 uzoraka ovog štapina temperaturi od - 30° C i + 50° C. To je dokaz da se ovaj štapin može upotrebljavati kako u letnjem vrućem vremenu tako i u najhladnijim zimama.

Pored toga, više kilometara ovog štapina, po odobrenju nadležnog organa uprave, utrošeno je za praktična miniranja u rudniku olova Mežice i rudniku kaolina Črna. Ispitivanje je vršeno pod raznim vremenskim uslovima i na raznim radnim mestima. Pri tome nije primećen ni jedan nedostatak.

Ovaj sporogoreći štapin će znatno doprijeti povećanju sigurnosti pri njegovoj upotrebi. Naime, smanjena je mogućnost zatajavanja, obezbeđena ravnomerna, propisana brzina gorenja i dat dovoljan impuls za iniciranje detonatorske kapisle.

ZUSAMMENFASSUNG

Langsambrennender Universalzündler »Unicord«

Techn. Obersleutnant, J. Colarić*)

Bisherige zwei Arten von langsambrennenden Zündern sind Ursachen vieler Missgeschicke sogar von Unglücksfällen bei ihrem Einsatz. Deswegen wurde Erzeugung von neuem langsambrennendem Universalzündler unternommen, der eine grössere Sicherheit beim Einsatz bieten soll.

Der Zünder Unicord stellt eine verbesserte und vervollkommnete und gleichzeitig vereinfachte Type von langsambrennendem Zünder dar, bei dem alle Mängel des Doppel- und langsambrennendem Spezialunterwasser-Zünder, hergestellt nach JUS — H. D3.055 bzw. JUS H. D3.050 beseitigt sind.

Seine Eigenheiten und sprengtechnische Charakteristiken als auch Rohstoffzusammensetzung entsprechen den beiden erwähnten JUS-Standarden.

*) Jože Colarić, teh. potpukovnik — Beograd.

Kongresi i savetovanja

Aktuelni zadaci u vezi sa sprovođenjem rezolucije Šestog kongresa SSJ o uslovima rada i zaštiti na radu

Šesti kongres Saveza sindikata Jugoslavije stavio je u dužnost svim organizacijama i organima Saveza sindikata da se odlučno založe za efikasno i dosledno sprovođenje u život zadataka i stavova utvrđenih u Rezoluciji o uslovima rada i zaštiti na radu. Imajući u vidu sadašnje i buduće potrebe razvoja zaštite na radu i stvaranja sve povoljnijih uslova rada, Kongres je preporučio široku saradnju i koordinaciju svih zainteresovanih organa i organizacija, a naročito u konkretizaciji i realizaciji zadataka sa ovog društveno veoma značajnog područja.

Efikasna i puna realizacija političkih zahteva i stavova Šestog kongresa SSJ pretpostavlja široko aktiviziranje samoupravljačkih snaga u radnim organizacijama u kreiranju i konkretizovanju, kao i sprovođenju politike u oblasti zaštite na radu i stvaranja sve povoljnijih uslova rada, a istovremeno i stvaranje odgovarajućih oblika i mehanizma samoupravnog dogovaranja preko kojih bi se dovodile u kontakt i usklađivale aktivnosti samoupravnih subjekata. Ova druga funkcija — funkcija samoupravnog dogovaranja postala je danas od prvorazrednog političkog i praktičnog značaja za realizaciju ciljeva i zadataka proklamovanih i utvrđenih u Rezoluciji Šestog kongresa SSJ. Složen i međuzavisam karakter zadataka sa područja zaštite na radu imperativno zahteva stvaranje novih samoupravnih društvenih oblika u kojima maksimalno mora da dođu do izražaja zajednički rad, zajedničko dogovaranje i donošenje odluka i zajedničko sprovođenje ovih u život. Nikada izrazitije nego danas ispoljava se potreba da se preko mehanizma samoupravnog dogovaranja usklade odnosi, potrebe i zahtevi između proizvođača sredstava zaštite na radu i njenih korisnika-potrošača, da se uspostave racionalni i adekvatni odnosi između proizvođača mašina i drugih opasnih uređaja i svih onih koji su zainteresirani za smanjenje povreda na radu i smrtnih slučajeva, da se uspostave jasniji i čistiji ekonomski odnosi koji nastaju u vezi i povodom zaštite na radu između pojedinih interesnih grupacija.

Razvijanje samoupravnog dogovaranja u oblasti zaštite na radu pretpostavlja aktivnu ulogu sindikata, koji svoju aktivnost ne mogu i ne smeju da svedu na okvire jedne radne organizacije, određene grane ili pojedinačnog zadatka utvrđenog u Rezoluciji Šestog kongresa SSJ. Sindikati se danas nalaze pred krupnim zadatkom da doprinesu i aktivno učestvuju u stvaranju one samoupravne platforme, na kojoj će se šire razrešavati i usklađivati problemi zaštite na radu, koji se javljaju u uslovima savremenog naučno-tehnološkog i društvenog preobražaja.

Nalazimo se u periodu intenzivnog menjanja zaštite na radu za koje je karakteristično jačanje uloge radnog čoveka. U tom procesu nekoliko pitanja, u okviru široke skale iznete na kongresu, dominiraju i od njih bitno zavisi realizacija ciljeva i zadataka zacrtane politike na ovom području. U red ovih pitanja naročito dolaze sledeća:

- pitanje obrazovanja i vaspitanja u vezi zaštite na radu;
- dalji razvoj sistema informisanosti o zaštiti na radu;
- revizija zakonodavstva u oblasti zaštite na radu;
- zadaci u vezi sa daljim naučno-istraživačkim radom u ovoj oblasti.

Obrazovanje je veoma značajan faktor zaštite i povodom njega javlja se čitav niz konkretnih kratkoročnih i dugoročnih zadataka. Može se slobodno reći, da danas nema skoro nijedne ljudske delatnosti i aktivnosti gde obrazovanje nije neophodno i gde ono ne predstavlja faktor od prvorazrednog značaja, kako sa stanovišta potreba određenog trenutka tako i sa stanovišta dugoročnog razvoja. To posebno važi za oblast savremenog industrijskog rada i zaštite na radu, gde je centralno pitanje način ponašanja radnika kao proizvođača i upravljača. Danas se sve više ispoljava potreba sistematskog obrazovanja radnih ljudi i njihovog pripremanja za preuzimanje odgovornosti za rad i zaštitu na radu u uslovima sve razvijenije tehnike i privrede. Otuda proističe i zadatak preduzimanja konkretnih mera u procesu reformisanja školstva koje treba da omoguće čvršće povezivanje rada i obrazovanja i unošenje u obrazovne programe takvih sadržaja koji će biti u funkciji rada i zaštite radnika od opasnosti i profesionalnih rizika, povreda i oboljenja kao i nesreća na poslu uopšte.

Obrazovanje radnika u vezi sa zaštitom sastavni je deo kulture rada. Otuda se ono ne može programski izdvajati u neke posebne programske celine već treba da bude protkano kroz integralno obrazovanje radnika vezano za rad. Konkretno, obrazovni sadržaji iz oblasti zaštite na radu treba da se uključe u obrazovni proces u celini. Kod nas se još uvek u tom pogledu nije otišlo daleko u praksi. Moramo da se založimo da se ovaj zadatak dosledno sprovodi kod izrade svih programa ili njihove revizije, kao i da obrazovanje u vezi zaštite na radu bude prošireno na sve stupnjeve obrazovanja. Ono mora da obuhvati i decu u osnovnim školama i na drugim stupnjevima obrazovanja, kao i sve zaposlene u svim fazama njihovog rada. Posebni zadaci u tom pogledu leže na radnim organizacijama i na programerima u centrima za stručno obrazovanje radnika. Dalji razvoj zaštite na radu i unapređenje obrazovanja za potrebe zaštite iziskuje da svi zainteresovani i odgovorni faktori u radnim organizacijama stalno koordiniraju i saraduju u cilju poboljšanja postojećih programa obuke radnika i njihovog prilagođavanja savremenim zahtevima.

Sve više se postavljaju zahtevi u pogledu samoupravnog dogovaranja po ovim pitanjima

na nivou određene grane ili oblasti. Združeno delovanje radnih organizacija uz veću i aktivniju ulogu privrednih komora znatno bi doprinelo efikasnijem i racionalnijem radu na programiranju i realizovanju obrazovanja za zaštitu na radu.

Šesti kongres Saveza sindikata Jugoslavije ukazao je na veliki značaj informisanosti i upoznavanja radnika i radnih organizacija sa savremenim dostignućima na području zaštite na radu, kao i sa pravima i obavezama pojedinaca i radnih zajednica. Jedan od krupnih zadataka sa ovog područja jeste jačanje i širenje propagande zaštite na radu.

Oseća se potreba da se organizuje jedna pokretna Jugoslovenska izložba o zaštiti na radu koja bi obišla sve veće naše privredne centre i pružila mogućnost šireg informisanja naše javnosti o najvažnijim pitanjima zaštite na radu. Jedna ovako zamišljena pokretna izložba kao popularno i pristupačno sredstvo informisanja trebalo bi da dovede do susreta proizvođača zaštitnih sredstava i radnika i njihove radne organizacije. Isto tako ona bi trebalo da obezbedi saradnju naučnih i drugih stručnih ustanova iz oblasti zaštite, zdravlja, privrede, obrazovanja, zavoda za socijalno osiguranje, osiguravajućih zavoda i drugih zainteresovanih institucija i organizacija.

Stručne institucije sa područja zaštite na radu stoje pred zadatkom da šire organizuju razne instruktivne seminare i druge tečajeve preko kojih bi se pružala neposredna pomoć radnicima i radnim organizacijama. Izdavačka delatnost, a posebno informativnog karaktera, kod nas nije se u dovoljnoj meri spustila do radnih organizacija i radnika kao čitaoca. Neophodno je ubuduće u propagandnoj delatnosti više koristiti razna sredstva kao što su plakate, radio, televiziju, film i td.

Sledeća grupa zadataka vezana je za reviziju našeg celokupnog zakonodavstva, a posebno zakonodavstva u oblasti radnih odnosa gde nesumnjivo dolazi i zakonodavstvo iz zaštite na radu. U skladu sa Rezolucijom o zakonodavnoj politici federacije u Saveznoj skupštini formirana je komisija za reviziju zakonodavstva iz oblasti radnih odnosa. Predstoji rad na takvoj reviziji saveznog zakonodavstva, koja će omogućiti više prostora za samoupravno regulisanje ovih odnosa i prenošenje ovlašćenja za donošenje propisa na socijalističke republike. To, sa svoje strane, iziskuje da se sa jedne strane preispitaju postojeći propisi, ali istovremeno i da se dalje razvije rad na donošenju i usavršavanju opštih akata radnih organizacija.

Jedno od centralnih pitanja, koje će sve više dobijati u značaju, jeste pitanje podizanja kvaliteta opštih akata. Sindikati se moraju zalagati da se ovi akti oslobode formalizma i da u većoj meri budu izraz stvarnih potreba u pogledu zaštite radnika. Oni u daleko većoj meri treba da se zasnivaju na rešenjima koja idu u susret savremenim tehnološkim privrednim i društvenim zahtevima. Međutim, oseća se potreba organizovanog pružanja pomoći radnim organizacijama na ovom poslu, s obzirom da sve radne organizacije, a naročito male radne orga-

nizacije, nisu u stanju da samostalno rešavaju ove veoma složene zadatke i poslove. Samo na osnovu dobro ostvarene saradnje između radnih organizacija i njihovih samoupravnih organa i stručnih institucija i njihove stručne pomoći mogu se očekivati veći rezultati na ovom području i podizanje kvaliteta samoupravnih opštih akata kojima se reguliše zaštita na radu.

Rad na donošenju podzakonskih propisa i normativa je dug i trajan zadatak na kome se, pored nadležnih organa za njihovo donošenje, moraju više i neposrednije angažovati radne organizacije, koje svojim sugestijama, inicijativama i predlozima, kao i drugim oblicima saradnje, mogu znatno poboljšati i ubrzati rad na donošenju propisa, od kojih u znatnoj meri zavisi punija i sadržajnije primena zakonskih propisa o zaštiti na radu.

Najzad, ukazaćemo i na grupu zadataka koji se postavljaju u vezi naučno-istraživačkog rada u oblasti zaštite na radu. Činjenica je da ovaj rad kod nas još nije ni približno doveden u sklad sa savremenim potrebama našeg društva. Čitav niz problema iziskuje naučna istraživanja. Međutim, nedostaju sredstva i izvori finansiranja ovih naučnih projekata. Treba istaći, da je do sada iz sredstava za naučna istraživanja najmanje izdvojeno za pitanja zaštite na radu, iako od povreda, profesionalnih oboljenja, raznih nesreća na poslu naša privreda trpi milionske gubitke. Veoma je značajno i danas aktuelno da se postavi osnova i izgradi programska orijentacija naučno-istraživačkog rada, da se utvrde prioritetna pitanja sa ovog područja i da se zaštita na radu izučava kao kompleksan društveni fenomen, a ne samo sa pojedinih aspekata i parcijalno. Pred naučnim radnicima stoje u oblasti zaštite na radu krupni i nerešeni problemi koji zahtevaju pionirski rad i zaoravanje prve brazde. To se posebno odnosi na pitanja u vezi sa nekim ekonomskim aspektima zaštite na radu, kao i odnosa zaštite na radu i funkcije socijalnog osiguranja.

Dr Milenko Grujić

O radu stalne konferencije o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH u 1968. godini

Aktivnost Stalne konferencije u toku ove godine na planu zaštite bila je veoma intenzivna i plodna. U ovoj godini održana su dva zasedanja Konferencije i to u Rudniku željezne rude u Ljubiji 24. aprila 1968. godine i u Rudniku lignita Kreka 31. oktobra 1968. godine.

Predsjedništvo Konferencije održalo je šest sjednica.

U Rudniku Ljubija na dnevnom redu bio je izvještaj o izvršenju zaključaka sa šeste Konferencije održane 6. decembra 1967. godine u rudnicima »Tito« Banovići, i to o zaštiti na radu u rudnicima u 1967. godini i u I kvartalu 1968. godine, zatim o donošenju odluke u ustanovljenju posebnih priznanja pojedincima i kolektivima koji se istaknu na unapređenju zaštite i spasavanju života ljudi i društvene imovine, o pitanju izbora Predsjedništva Stalne konferen-

cije kao i o drugim tekućim pitanjima. Na ovoj konferenciji predominala je rasprava o zaštiti na radu u rudnicima u 1967. godini i I kvartalu 1968. godine. Od 52 prisutna predstavnika rudnika u diskusiji po ovom pitanju učestvovalo je 15 prisutnih, pa su u vezi sa diskusijom doneseni sledeći zaključci:

— da svi rudnici analiziraju stanje zaštite u svojim pogonima kao i izvršenje zaključaka o zaštiti donesenih poslije kakanjske katastrofe. Preporučeno je svim rudnicima da formiraju savjete zaštite na radu u čiji sastav treba da uđu najodgovorniji društveno-politički, privredni i tehnički kadrovi koji će biti nosioci i pokretači aktivnosti na polju zaštite na radu,

— da se mjesec juni u svim rudnicima SR BiH proglasi »mjesec zaštite na radu«,

— da se izradi jedna analiza stanja nadzornog i tehničkog osoblja po radnim mjesecima, po stvarnim kvalifikacijama, stvarnoj strukturi i pregled organa koji ih postavljaju na dužnost, odnosno na radno mjesto i da se podnese na razmatranje Konferenciji.

Konferencija predlaže organima upravljanja u rudnicima da razmotre mogućnost i forme ličnog i kolektivnog stimulisanja radnika kroz raspodjelu ličnih dohodaka u cilju smanjenja nesreće i povreda na radu. I na kraju, radi mogućnosti nužnog praćenja kretanja povreda i oboljenja u rudnicima, Konferencija predlaže Republičkom sekretarijatu za industriju i trgovinu — organu nadležnom za poslove rudarstva, da propiše jedinstvenu evidenciju o povredama u rudarstvu, specifičnu za sagledavanje kretanja povreda u rudarstvu, pored propisane evidencije o povredama koje se vode po propisima u oblasti rada, koja je nedovoljna za praćenje ovoga problema u rudarstvu.

Osim toga, donesena je odluka o ustanovljenju znački, plaketa i pehara u cilju odavanja priznanja pojedincima, pogonima, četama za spašavanje i vatrogasnim četama u rudnicima, koji se istaknu u unapređenju zaštite, te spašavanju života i društvene imovine. Ova priznanja će se davati svake godine 21. decembra na Dan rudara Bosne i Hercegovine. Predsjedništvo je izradilo i Pravilnik o dodjeljivanju pomenutih priznanja.

Na ovom zasjedanju izabrano je Predsjedništvo Konferencije od 11 članova s predsjednikom Pavić Ivanom, direktorom rudnika mrkog uglja Mostar.

Drugo zasjedanje Konferencije održano je 31. oktobra u rudnicima lignita Kreka — Tuzla. Na dnevnom redu bila su slijedeća pitanja:

— problemi povećanog broja smrtnih i teških povreda u prvih 9 mjeseci 1968. godine sa posebnim osvrtom na povrede koje su se dogodile na širokim čelima u rudnicima uglja,

— ekonomski aspekti povređivanja i metode stimulacije u cilju smanjenja povreda u rudarstvu,

— sagledavanje daljih potreba za priznavanje beneficiranog radnog staža na nekim radnim mjestima u rudarstvu.

Prisutno je bilo 54 predstavnika rudnika a u diskusiji uzelo je učešće 17 prisutnih.

S obzirom na ozbiljan problem smrtnih i teških povreda koje su se desile u periodu januar—septembar 1968. godine, Konferencija je ovom pitanju posvetila najviše pažnje, pa su doneseni slijedeći zaključci:

— ovoliki broj smrtnih i težih povreda predstavlja vrlo ozbiljno upozorenje svim faktorima kako u rudnicima, tako i van rudnika, da energičnije pristupe rješavanju mnogobrojnih problema iz oblasti zaštite na radu,

— u vezi sa problemima zarušavanja na otkopima širokih čela, na kojima se u posljednje vrijeme desilo više nesretnih slučajeva u rudnicima Srednjobosanskog i Tuzlanskog bazena, potrebno je da se organizira savjetovanje zainteresovanih rudnika i drugih institucija sa konkretnim i stručnim prijedlozima — šta treba dalje preduzimati, i da na savjetovanju istupe stručne institucije koje se bave ovom problematikom. Predstavnici rudnika Breza predložili su da bude Breza domaćin narednog savetovanja,

— uočeno je da vlada prilična nesigurnost u rudnicima u vezi sa upotrebom eksplozivnih sredstava zbog nekih uočenih nedostataka, pa je zato potrebno da Predsjedništvo Konferencije izradi informaciju o ovom problemu i da se ista dostavi sekretaru Republičkog sekretarijata za unutrašnje poslove, sekretaru Republičkog sekretarijata za rad, sekretaru Republičkog sekretarijata za industriju i trgovinu,

— da Predsjedništvo razmotri ponudu Rudarskog instituta — Beograd i Instituta za rudarsko-hemijska i tehnološka istraživanja Tuzla, za izradu jedinstvenih kriterijuma u pogledu klasifikacije povreda na radu u rudarstvu i da detaljnije razmotri sve iznesene prijedloge svih učesnika Konferencije, koje su se odnosile na ovu problematiku,

— predloženo je da Poslovno udruženje rudarskih preduzeća »Rudarstvo«, Sarajevo i Republički odbor sindikata radnika industrije i rudarstva BiH na osnovu dokumentacije kojom se raspolaze, zatraže od nadležnih organa tumačenje Zakona o utvrđivanju radnih mjesta na kojima se staž osiguranja računata sa uvećanim trajanjem (Sl. list SFRJ, br. 17/68) sa gledišta propisa »punog radnog vremena«, s obzirom da mnogi rudarski kadrovi (upravnički pogona, poslovode, tehnički direktori itd) ne mogu po nekim tumačenjima propisa koristiti odredbe pomenutog Zakona,

— Konferencija je usvojila informaciju i dala punu podršku daljnjem radu oko benifi-

ficiranog radnog staža za rudare u podzemnom radu, s tim da se traži sa današnjih 12/15 na 12/16 i 12/16 na 12/18 mjeseci,

- takode je prihvaćen kao vrlo koristan materijal »Neki aspekti zaštite na radu u Rudniku i željezari Vareš, naročito sa gledišta ekonomskih aspekata povređivanja i metode stimulacije u cilju smanjenja povreda u rudnicima«. Ovaj materijal treba šire proučiti u rudnicima i koristiti rješenje na koje se ukazuje.

Predsjedništvo je uglavnom na svim sjednicama raspravljalo o zaključcima donesenim na zasjedanjima sa Konferencije i preduzimalo mjere za njihovo sprovođenje. Osim toga predsjedništvo vrši pripreme za održavanje Konferencije.

Alija Šehović

Prikazi iz literature

Određivanje sklonosti ugljenih prašina ka samozapaljenju (Bestimmung der Selbstentzündungsneigung von Kohlenstäuben). — »Bergbau und Hütte« (1968), 3, st. 50—51.

U industrijskim pogonima često dolazi do požara, prouzrokovanih samozapaljenjem uglja, čiji uzroci nisu dovoljno ispitani ni poznati da bi se ovakve pojave mogle predupređiti, jer na rudnicima lignita još uvek nije bilo uslova i mogućnosti da se potencijalne opasnosti isporučnog uglja lignita utvrde i ocene.

U okviru jedne studije određeno su prikazani prikupljeni literaturni podaci i saznanja o karakteristikama lignita sklonih samozapaljenju. Na osnovu ovog materijala razrađena je metoda za utvrđivanje sklonosti lignitskih ugljeva ka samozapaljenju. Do sada utvrđene karakteristike u ispitnom rovu u Freibergu statistički su sređene i ocenjene. Bilo je potrebno utvrditi da li postoji određeni odnos između litoloških tipova lignita i njihove sklonosti samozapaljenju.

Najvažniji rezultati ispitivanja iz ove studije potvrdili su sledeće:

1. Prema broju i sadržini publikacija konstatovano je da se ova ispitivanja vrše na principu sorpcije.

2. Ispitivanja pet litoloških vrsta ugljeva, primenom četiri različite metode (aparatura Dennstedt; ispitna aparatura sa vertikalnim ispitnim cevima; sorpciona metoda pod izoternim uslovima u klipu Erlenmeyera i sorpcija u kalorimetrijskoj bombi); pokazala su da je naklonost ka samozapaljenju uglja zavisna od litološkog tipa.

Zavisnost između različite samozapaljivosti pojedinih litoloških vrsta ugljeva od njihovog mikropetrografskog sastava nije se mogla ustanoviti.

3. Za ispitivanja na principu zagrevanja sa dovodom kiseonika predlaže se aparatura sa vertikalnim ispitnim cevima, kao zamena za uobičajenu metodu sa ispitnom aparaturom Dennstedt-a.

4. Ispitivanja za određivanje sorpcionih naklonosti lignita u Erlenmeyerovom klipu i u kalorimetrijskoj bombi daje samo orijentaciona saznanja. Prema dosadašnjim rezultatima, postoje određeni odnosi između preuzimanja kiseonika i naklonosti ka samozapaljenju uglja.

5. Rekapitulacija i procena izveštaja o dosadašnjim rezultatima ispitivanja u ispitnom rovu u Freibergu ukazuju na činjenicu da se u jednom ugljenom sloju, koji se eksploatiše površinskim otkopavanjem, nalaze ugljevi različitog stepena opasnosti, da se naklonost ka samozapaljenju menja u toku vremena i da se u jednom industrijskom pogonu prerađuju velike količine lignita, čije karakteristike u pogledu potencijalnih opasnosti nisu ispitivane niti poznate.

6. Između temperature zapaljenja po Dennstedt-u i potrebnog vremena za zapaljenje na vrućim površinama, zagrejanim do 200° C (sa i bez prigušivanja toplote) nije ustanovljena nikakva međuzavisnost (korelacioni faktori 0,19; 0,25 i 0,48.) Između temperature samozapaljenja u Dennstedt-ovoj aparaturi i temperature upaljenja u vrućim prostorijama, utvrđeni su povoljni odnosi (korelacioni faktor $r = 0,87$).

M. S.

Doprinos analognih računara ekonomičnosti ventilacije i sigurnosti u rudnicima (Wirtschaftliche Wetterführung und erhöhte Grubensicherheit durch Analogrechnergerät). — »Bergbau und Hütte« 1968), 3, str. 49—50.

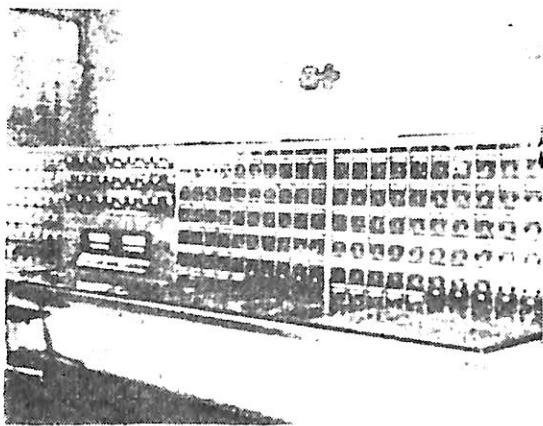
»Zadatak ventilacije u rudnicima je da uz minimalne troškove obezbedi maksimum sigurnosti i ekonomičnosti. Silaz i razvođenje vazdušne struje ne sme biti prepušteno slučajnosti već se mora planski sprovođiti. Još pre nekoliko godina bila je uobičajena praksa da se eksperimentalno dođe do optimalnih parametara i efekata. Međutim, to nije dovoljno i projektovanje se ne može vršiti bez odgovarajućih proračuna ventilacione mreže. Ovakvi proračuni zahtevaju dosta vremena, a zbog mnogobrojnih dijagonalnih ventilacionih veza su vrlo komplikovani. Stoga su uvedeni modeli ventilacionih mreža i time je znatno skraćeno vreme potrebno za izradu proračuna.

U odeljenju za tehničku ventilaciju Instituta za sigurnost u rudnicima nalazi se još od 1961. g. ovakav model ventilacione mreže i to analogna računarska mašina WMK firme »Montanforschung« iz Düsseldorfa, koji omogućuje simulaciju ventilacionih prilika u jami na modelu električnim putem (slika 1). Pri tome jačina struje odgovara količini vazduha, a pad napona padu pritiska. U cilju simulacije ventilacionih otpora jamskih radova (prostorija) koriste se kombinacije otpora tj. čelije otpora koje obezbe-

duju približnu kvadratičnu zavisnost struje od napona. Čelije obuhvataju područje otpora od 0,001 Wb do 100 Wb (Wb — Weisbach — jedinica vrednosti za ventilacioni otpor). Podešavanje bilo koje vrednosti jedne čelije otpora vrši se preko tastera, pri čemu vrednost za svaki taster odgovara jednoj određenoj vrednosti otpora, koji je dat u sastavu tabličnog pregleda.

Pored čelija za otpor, analogni računar ima i čelije za prigušivanje, koje omogućuju prolaz konstantne količine vazduha i služe uglavnom za prikaz vazдушnih struja kratkih spojeva.

Depresije glavnih i pomoćnih ventilatora i prirodna depresija mogu se prikazati preko izvora napona (ventilacione jedinice). Ove jedinice imaju jedan transformator sa jedinicama za ispravljanje i za stabiliziranje.



U sastavu analognog računara ima tri ormara za čelije sa po 60 čelija za otpor. Modeli ventilatora smešteni su u ormaru za merne instrumente i komande. Kontaktne ploče sa ukrštenim šinama, koje služe za spajanje čelija otpora, čelija prigušivanja i čelija ventilacionih jedinica, postavljeni su u vidu pulta po dužini ormara.

Vrednosti za pritisak i za količine čelija i ventilatorskih jedinica prenose se pomoću odabirača mernih mesta na centralni ormar za komandu i očitavaju na dva merna instrumenta. Na računaru se raspodela pritiska i količine dokazuje merenjem napona i jačine struje.

Vreme potrebno za izračunavanje jedne ventilacione mreže sa analognom mašinom relativno je kratko.

Tokom poslednjih godina, a prema zahtevima rudnika, izrađen je veći broj ventilacionih planova i proračuna ventilacionih mreža pomoću analogne računarske mašine. Neosporno je utvrđeno, da troškovi ovih radova čine jedan neznatan iznos ekonomske koristi, koja se postiže utvrđivanjem optimalne varijante. Međutim, odljenje za ventilacionu tehniku nije u mogućnosti da utvrdi konkretnu procenu uštede odnosno ostvarene koristi, jer ne raspolaže odgovarajućim podacima rudnika i preduzeća. Prema jednoj publikaciji E'nhenkel-a (Die sozialistische Rekonstruktion» sveska 5/66) ventilaciono-tehničkim proračunima za eksploataciono područje

razvoja rudnika »Martin Hoop«, koje je planirano do početka 1970. g., ustanovljeno je da ne postoji potrebna izrada ranije planiranih poprečnih hodnika u vrednosti od preko 2 mil. maraka. Stvarni troškovi ventilaciono-tehničkih proračuna iznosili bi 1—2% od ostvarene uštede. Po informacijama VEB rudnika Rottleberode (Harz), naknadnim tehničkim proračunima ventilacione mreže ostvarena ušteda iznosila je oko 3 marke po 1 toni proizvodnje.

Broj rudničkih pogona koji na ventilacionim modelima vrše proračunavanje mreže provetranja, naglo se povećava poslednjih godina. Sve više se dolazi do saznanja da se iznalaženjem optimalne varijante za ventilaciju istovremeno dobija i ekonomski najpovoljnije rešenje ventilacije rudnika.

Ovo se pozitivno odražava i na broj potrebnih ventilatora i mesta za njihovo postavljanje, na dužinu saobraćajnica i ventilacionih puteva, na utrošak električne energije i dr. Danas se uz pomoć analognih računara na mnogim rudarskim pogonima ispituje uticaj ispadanja nekih važnih ventilacionih jedinica iz pogona na razvođenje vazdušne struje u slučaju havarija, da bi se u takvim slučajevima hitno preduzele neophodne i unapred određene mere za sigurnost radnika i za održavanje tekuće proizvodnje.

Na ovaj način analogni računari daju značajan doprinos za povećanje pogonske sigurnosti i za zaštitu zaposlenih jamskih radnika u podzemnim rudnicima.

M. S.

Bibliografija

Bystron, H. — **Depresija ventilatora u svetlu I i II zakona termodinamike.** (Depresja wentylatora w swietle I u II zasady termodynamiki). »Przeglad gorniczy«, (1968) 7—8, 314—323.

Stefanov, V. — **Rezultati ispitivanja toplotnog režima u rudnicima »Vrli Breg«, »Rosen«, »Erma Reka« i »Stratijev Kamen«.** (Rezultati ot izsledveaneto na toplinnija režim na rudnicite »Vrli Brjag«, »Rosen«, »Erma Reka« i »Stratijev Kam'n«). »Rudodobiv i metalurgija«, (1968) 11, 5—9.

Markov, Nanovska, i dr. — **Stanje i način obesprašivanja u separaciji u Perniku.** (S'tojanie i p'lišta za obesprašivanje na COF — Pernik). »V'glišta«, (1968) 8, 27—32.

Hrbač, J. — **Merenje aeromehaničkih parametara jamske ventilacione mreže.** (M'éreni aeromechanických parametru dulnich vétrnich siti). »Rudy«, (1933) 5, 138—141.

Rež, M. — **Buka u rudničkim pogonima — rešenje problema buke kod kugličnih mlinova.** (Hluk v dulnich zavodech rešeni hlučnosti kulovych mlynu). »Rudy«, (1968) 6, 181—184.

- Wronski, J. — **Detektor metana »Barbara WM-1« ugrađen u kapnu lampu.** (Détecteur de grisou »Barbara WM-1« incorporé à une lampe chapeau). »Revue de l'industrie minière«, (1968) 9, 683—684.
- Smith, F. W. — **Izgradnja i primena alarmnog manometra za jamsku mašinu.** (Mise au point et utilisation d' un grisou metre avertisseur declencheur pour machine de mine). »Revue de l'industrie minière«, (1968) 9, 683—684.
- Cervik, J. — **Istraživanje u vezi oslobađanja i kontrole metana iz ugljenog sloja.** (Recherche sur le dégagement et le contrôle du méthane dans la couche de charbon). »Revue de l'industrie minière«, (1968) 9, 703—704.
- Lidin, P. — **Metode za kontrolu oslobađanja metana u rudnicima uglja u SSSR.** (Methode de controle du degagement grisouteux dans les charbonages de l'URSS). »Revue de l'industrie minière«, (1968) 9, 705—708.
- Eksplozija metana 3. V 1968. u reviru Buchage u Loari — 6 žrtava.** (Accident du 3. mai 1968 au quartier du Buchage — la Loire — 6 tués). »Annales des mines«, (1968) oktobar, 65—68.
- Bernard, A. — **Nadzor nad glavnim ventilatorima u rudniku Eisden, N. V. Kempense Steenkolenmijnen.** (Surveillance des ventilateurs principaux au Siege Eisden de la N. V. Kempense Steenkolenmijnen). »Annales des mines de Belgique«, (1968) 10, 1135—1138.
- Ušakov, K. — **Osnovne dinamičke metode proračuna ventilacije rudnika opasnog po gasu.** (Zaklady dinamické metody výpočtu vetrení plynujících dolu). »Uhli«, (1968) 8, 299—304.
- Pučkov, L. — **Prelazni gasni dinamički procesi u rudnicima uglja.** (Prechodné dynamické jevy pri proudení plynu v uhelných dolech). »Uhli«, (1968) 8, 304—307.
- Coppée, G. — **Ljudski problemi rada. Efekti vibracija niske frekvencije.** (Les problèmes humains du travail. Les effets de vibrations de basse fréquence). »RUM — revue universelle«, (1968) 10, 297—299.
- Malčić, I. — **Onečišćenje atmosfere.** »Sigurnost u pogonu«, (1968) 5, 137—142.
- Veselinović, V. — **Provala vode u rudnicima.** »Sigurnost u pogonu«, (1968) 8—9, 197—207.
- Henich, D. — **Ispitivanje buke strojeva.** »Sigurnost u pogonu«, (1968) 8—9, 207—211.
- Kovačić, T. — **Študija o pojavih plina u južnem delu velenjskega premogovnega sloja.** »Rudarsko-metalurški zbornik«, (1968) 2, 149—171, 10 sl., 3 tab.
- Chavanel, A. — **Jamski gas i drugi eksplozivni gasovi prilikom izvođenja podzemnih radova u rudarstvu.** »Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu«, (1968) 7, 45—51.
- Williams, R. W. — **Analogi računar za rešavanje problema rudničke ventilacije.** (Mine Ventilation Analogues). »Mining Magazine«, (1968) juli, 24—29, 2 sl.
- Reily, J. D. — **Decenija bezbednosti u rudarstvu.** (Decade of safety in mining). »Mining Congress Journal«, (1968) 3, 35—38, 2 sl., 1 tab.
- Tomas, M. G. — **Jamski prevoz i nesreće pri transportu u Škotskoj.** (Underground haulage and transport accidents in Scottish Division). »The Mining Engr.«, (1968) 94, 575—586, 4 sl., 4 sk., 6 tab.
- Singhal, R. K. — **Izdvajanje prašine i čišćenje gasova u rudarstvu.** (Dust collection and gas cleaning in mineral industries). »Australian Mining«, (1968) 6, 50—61, 9 sl.
- Godard, R. R. — **Aktivnost suzbijanja prašine u ugljarstvu.** (Dust abatement activities in coal operations). »Mining Congress Journal«, (1968) 4, 70—75, 13 sl.
- Coons, J. D. — **Vidljivost dima kao osnova za kontrolu.** (Plume visibility as a control basis). »Mining Congress Journal«, (1968) 4, 83—88, 5 sl.
- Olson, K. C. — **Sigurnost na površinskim kopovima.** (Safety in open pit mining). »Mining Congress Journal«, (1968) 5, str. 23—27, 6 sl.
- Neill, G. — **Telematarski sistem merenja metana.** (A system of Telemethanometry). »Colliery Guardian«, (1968) 5579, 340—344, 8 sl.
- Ivanov, Kudravec. — **Određivanje optimalne depresije rudnika.** (Opredelenie optimal'noj depresii rudnikov). »Gornyj žurnal«, (1968) 6, 67—69.
- Bessonov, Filipov i dr. — **Pokušaj bušenja ventilacionih bušotina velikog prečnika.** (Opyt burenija ventiljacionnyh skvažin bol'sogo diametra). »Razvedka i ohrana nedr«, (1968) 8, 49—52.
- Podoba, Solov'eva. — **Fiziološka ocena napregnutosi rada za upravljajkim punktovima.** (Fiziologičeskaja ocenka naprjažennosti raboty za pul'tami upravlenija). »Gigiena truda i professional'nye zabolevanija«, (1968) 9, 47—49.

Spisak literaturnih elaborata — fond Rudarskog instituta

1. Dipl. ing. Milivoje Makar:
»Bager-glodar — naučno-tehnička dostignuća u pripremi i konstrukciji ovih bagera sa tehničkom analizom najnovijih tipova proizvedenih u svetu«
2. Dipl. ing. Janoš Kun:
»Proučavanje elemenata direktnog odlaganja jalovine na površinskim otkopima«
3. Dipl. ing. Anton Kocbek:
»Smanjenje stišljivosti i povećanje čvrstoće zasipa«
4. Dipl. ing. Siniša Stojanović:
»Savremena tehnička sredstva za mehanizovanu izradu horizontalnih i kosih prostorija i ekonomski uslovi za njihovu primenu u rudnicima SFRJ«
5. Dipl. ing. Dimitrije Dimović:
»Metode miniranja sa novim vrstama eksploziva (AN-PO-SLURY) kod podzemne i površinske eksploatacije«
6. Dipl. ing. Dragoljub Mitrović:
»Seizmički efekti pri različitim metodama miniranja i načini za umanjeње njihovih posledica na rudarske i druge objekte«
7. Dipl. ing. Jefta Bralić:
»Triaksijalno ispitivanje čvrstih stena«
8. Dipl. ing. Radmilo Obradović:
»Komparativne analize postojećih metoda za proračun stabilnosti površinskih otkopa i odlagališta«
9. Dr ing. Petar Milanović:
»Pregled i tendencija razvoja metoda instrumenata za merenje napona u sten-skom masivu«
10. Dipl. ing. Svetlana Maksimović:
»Ispitivanje fizičko-mehaničkih stena (osobina stena) na malim uzorcima«
11. Dipl. ing. Jovan Radojević:
»Metode i instrumenti za određivanje sile rezanja ugljeva«
12. Dipl. ing. Branko Kapor:
»Primena statike u rudarstvu«
13. Dipl. ing. Živorad Damjanović:
»Automatizacija kod površinske eksploatacije mineralnih sirovina«
14. Dipl. ing. Đura Marunić:
»Najoptimalniji metod praćenja investicionih radova u rudarstvu uz mogućnost sniženja troškova izgradnje objekata u našim uslovima«
15. Dipl. ing. Ignac Gornik:
»Izučavanje metode zasipavanja sa posebnim osvrtom na pneumatsko zasipavanje pri eksploataciji neslojevitih ležišta«
16. Dipl. ing. Janoš Kun:
»Metodologija proračuna transporta na površinskim otkopima sa osvrtom na najvažnije uticaje tehnologije rada«
17. Dipl. ing. Dragorad Ivanković:
»Ekonomski i naučni doprinos principa koncentracije siromašnih azbestnih ruda«
18. Dipl. ing. Mira Dinić:
»Ispitivanje uticaja rastvorenih soli u flotacijskoj pulpi na nestabilnost mineralizovane pene«
19. Dipl. ing. Zoran Pacić:
»Naučni prilog problemu selektivnog flotiranja arsenopirita od pirita«
20. Dipl. ing. Miomir Čeh:
»Flotacijska koncentracija nesulfidnih minerala cinka«
21. Dipl. ing. Živorad Lazarević:
»Koncentracija rude magnezita postupkom flotacije«

22. Dipl. biolog Ljiljana Lazić:
»Uloga mikroorganizama u luženju sulfidnih ruda bakra, sa posebnim osvrtom na izluživanje halkopirita«
23. Dipl. ing. Milan Milošević:
»Metode za pretkoncentraciju i koncentraciju ruda kalaja«
24. Dipl. ing. Olga Jovanović:
»Postupci za oplemenjivanje mineralnih sirovina u cilju postizanja veće beline, sa naročitim osvrtom na kaoline i barite«.
25. Dipl. ing. Predrag Brzaković:
»Novi aspekti korišćenja letećeg pepela u industriji građevinskog materijala«
26. Dipl. ing. Vera Stamenković:
»Postupci aktiviranja i primene bentonitnih glina«
27. Dipl. ing. Predrag Bulatović:
»Automatizacija u postrojenjima za PMS, sa naročitim osvrtom na procese drobljenja i mlevenja«
28. Dr ing. Gvozden Jovanović — dipl. hem. Branka Vukanović:
»Metode izučavanja eksplozivnih svojstava industrijskih prašina«
29. Dipl. ing. Aleksandar Ćurčić i dipl. hem. Branka Vukanović:
»Izučavanje uzroka endogenih požara u rudnicima sulfidnih ruda i iznalaženje tehničkih mera za sprečavanje njihovog nastajanja«
30. Dipl. ing. Vaso Elezović:
»Izučavanje problema strujanja fluida primenom analogne električne mašine«
31. Dipl. hem. Katarina Indin:
»Primena polarografske metode za određivanje plemenitih metala u mineralnim sirovinama«
32. Dr ing. Mileta Simić:
»Mineraloška studija polimetalnih Fe-Ni-Cr ruda i proizvodnja primene visokotemperaturnih produkata u oksidacionim i redukcionim uslovima«
33. Dipl. ing. Dušanka Stojsavljević:
»Iznalaženje metode za određivanje tragova etana i etilena u jamskom vazduhu«.

Navedeni elaborati završeni su u 1968. god. Sve elaborate možete nabaviti u Rudarskom institutu, Zemun, Batajnički put br. 2.

NOVO!**NOVO!****NOVO!**

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 14.000 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Rečnik je u štampi.

akvitanski kat (akvitanijen)	aquitania	aquitaniën (étage (m) aquitaniën)	Aquitän (aquitanische Stufe) (m)	АКВИТАНСКИЙ ярус
alabaster	alabaster; compact gypsum	albâtre (m)	Alabaster (m)	Алебастр
alabaster gips	alabaster gypsum	plâtre (m) d'albâtre	Alabaster Gips (m)	Алебастр (гипс)
alanit	allanite	allanite (m)	Allanit (Orthit) (m)	Алланит; ортит
alar, silumin tipa AISi ₂	alar	alar (m)	Alar Aluminium-Schweisdraht-legierung (f)	Алар — силумин
alat, rudarski	mining tools	outillage (m) de mineur	Gezähe (n)	Инструменты, горные
alatka za bušenje	drilling tools; boring tools	garniture (f) de forage; outils (mpl) de sondage	Bohrzeug (n)	Инструмент, бурильный
alatke za hvatanje	fishing tools	instruments (mpl) de repêchage	Fanggeräte (npl)	Инструмент, ловильный
alatke za skretanje	deflecting tools	instruments (mpl) de déviation	Ablenkungsgeräte (npl)	Инструменты, отклоняющие
alatki, hvatanje	fishing job; tool fishing	répêchage (m); instrumentation	Fangarbeit (f)	Ловильные работы в скважине

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik će imati format pogodan za upotrebu.

Redakcija

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD – ZEMUN

Batajnički put 2

Telefon 608.541-549

ZAVOD ZA VENTILACIJU I TEHNIČKU ZAŠTITU obavlja:

SVE ISTRAŽIVAČKE, PROJEKTANTSKE I IZVOĐAČKE RADOVE IZ OBLASTI VENTILACIJE, TEHNIČKE ZAŠTITE I ORGANIZACIJE RADA ZA SVE GRANE INDUSTRIJE

KAO OVLAŠĆENA USTANOVA (SL. LIST SFRJ, BR. 8/68) ZA RUDARSTVO I PRATEĆU INDUSTRIJU ZA CELU JUGOSLAVIJU, ZAVOD OBAVLJA:

ATESTACIONA, GARANCIJSKA I PERIODIČNA ISPITIVANJA I IZDAVANJE ODGOVARAJUĆIH DOKUMENATA ZA:

- Oruđa i uređaje za rad
- Kompletne objekte
- Lična zaštitna sredstva

IZDAVANJE STRUČNIH OCENA ZA:

- Investiciono-tehničku dokumentaciju
- Stavljanje objekata u pogon
- Uvoznu opremu
- Lična i kolektivna zaštitna sredstva

RUDARSKI INSTITUT izrađuje sve vrste studija i projekata i izvodi radove na principu inženjeringa iz oblasti rudarstva

ZAVOD ZA VENTILACIJU I TEHNIČKU
ZAŠTITU nudi:

- BRZE
- SAVREMENE
- RACIONALNE

usluge iz navedenih delatnosti.

Obratite se na:

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd-Zemun, Batajnički put broj 2.

Telefon 608.541-549 (Teleks 11.583)

Poštanski fah 116.

Ri
