

suzbijati jednu od najstrašnijih bolesti. Zanimljivo je, da prema nekim statistikama ima u novije doba sve više slučajeva oboljenja od raka.

Kod svih istraživanja na području terapijske kemije dolazi, kako smo to već u uvodu spomenuli, do uske saradnje kemičara s medicinarima, specijalno s farmakolozima, bakteriolozima i parazitolozima s jedne i sa kliničarima s druge strane. Mnogobrojni spojevi, koje kemičari u svojim laboratorijama priređuju, ispituju se najprije obzirom na svoju toksičnost, a onda se podvrgavaju točnoj farmakološkoj analizi na pokusnim životinjama (pijavicama, žabama, miševima, zamorcima, kunićima i t. d.). Tek ako koji spoj pokazuje osobito dobre terapijske osobine uz relativno malu otrovnost i ako se dode do čvrstog uvjerenja, da je potpuno neškodljiv, može se ispitati klinički na bolesnicima. Klinika će dati svoj konačni sud o dotičnom spoju i na osnovu te ocjene se produkt zabacuje ili se pristupa njegovoj proizvodnji. Dug je to i mučan put i prema nekim statistikama se prosječno između 1000 novo priređenih spojeva nađe samo 4, koji pokazuju tako dobra svojstva, da se mogu primijeniti u terapiji.

Vidjeli smo već iz malobrojnih podataka, koje smo naveli, kako je raznoliko područje rada i kako su mnogobrojni neriješeni problemi terapijske kemije. S druge strane mislim, da ne treba posebno naglasiti, od kolike su praktične važnosti pozitivni rezultati ove mlade discipline i uolikoj mjeri je potrebno, da joj se posveti najveća pažnja. Može se sa sigurnošću očekivati, da će u svom daljnjem razvitku terapijska kemija postići još mnogo značajnih uspjeha, koji će biti od najvećeg značenja ne samo za napredak terapije, nego i za poboljšanje zdravstvenih i higijenskih prilika najširih narodnih masa.

Naša domaća djelatnost na području terapijske kemije i proizvodnje farmaceutskih preparata tek je na početku svoga razvitka. Potrebno je stoga, da joj se pruži sva potrebna potpora i podrška, kako bi mogla svladati poteškoće s kojima se bori. Tako će ona već u skoroj budućnosti ispuniti svoj veliki zadatak: da stvori dobre, savremene lijekove uz najnižu cijenu koštanja i da time doprinese svoj obol općem poboljšanju zdravstvenih prilika u našoj zemlji.

DR. MARKO BASIĆ

ATMOSFERA U RUDARSKOJ JAMI

Zvanje je rudara teško i opasno. Razne su i mnogobrojne pogibelji, koje prijete rudaru prigodom njegovog ozbiljnog i napornog rada u utrobi zemlje. Kod traženja i vađenja rude, napose ugljena, pod zemljom, vrebaju smrt na rudara na svakom koraku. Podzemne vode, pritisak brijega, odroni i padanje zemlje, kamenja i rudače, jamski požari i eksplozije, prašina, zagušljivi i otrovni plinovi ugrožavaju zdravlje i život rudara. Slab, težak zrak, prašina, vlaga, toplina, nagle promjene temperature i propusi nepovoljno djeluju na život pod zemljom. Obavljanje posla kod umjetnog, nedovoljnog i nestalnog svjetla slabi vid i oštećuje oči. Redoviti, dnevni dulji boravak — tri četvrtine života i više — pod zemljom, bez sunčanog, danjeg svjetla nepovoljno djeluje na cijeli čo-

vjeđji organizam. Baratanje sa teškim oruđem, strojevima i napravama u uskim, niskim, tjesnim podzemnim hodnicima i radilištima prouzrokuje vrlo veliki broj poslovnih nezgoda, i t. d. Ali od mnogih rudarevih neprijatelja najopasniji su jamski požari i jamske eksplozije radi zagušljivih i otrovnih plinova, koji kod toga nastaju. Ovi događaji nastaju iznenada, takvom brzinom i u takvom opsegu da većinom zahtjevaju velike žrtve. Rudarska jama postaje lahko i često zajednički, masovni grob marnih, hrabrih i požrtvovnih rudara.

Svježi vanjski zrak, koji sa površine ulazi u jamu, ulazna zračna struja, sadrži 20.922% kisika, 79.020% dušika, oko 0,034% ugljičnog dioxyda te osim vlage i prašine, tragove raznih plemenitih plinova kao argon, helium, krypton, Xenom, neon, koronium, aethorium i t. d.

Jedna litra svježeg zraka, kod temperature od 0° i barometrijskog stanja od 760 mm, teži 1.2936 gr.

Disanjem živih bića u jami, ljudi i životinja, gorenjem otvorenih svjetiljaka, trulenjem jamskog drveta i polaganim neprestanim oksidiranjem ugljena, troši se i smanjuje kisik u jamskoj atmosferi. Rudar kaže da zrak postaje »težak«. Izlazna zračna struja sadrži samo 20%, 19%, 18% i manje kisika. Zrak sa 20—19% kisika osjeća se već kao težak.

Da ljudi i životinje mogu zadržati svoju potpunu radnu sposobnost, da se zaustavi naglo propadanje jamskog građevnog drveta i da se snizi temperatura, osobito u jamama mrkog ugljena, koji posjeduje vlastitu toplinu, kao i u svrhu zaprečavanja sakupljanja zagušljivih, otrovnih i praskavih plinova, mora se jamski zrak neprestano odstranjivati, izsavsavati i na njegovo mjesto dopremati svježi zrak. To je zadaća provjetravanja, zračenja ili ventilacije.

Jamski zrak u rudnicima ugljena može, pod stanovitim okolnostima, osim navedenih plinova, odnosno para, — kisika, dušika, ugljičnog dioxyda, vlage, — sadržavati također još i zagušljivih, otrovnih, upaljivih i eksplozivnih plinova, — ugljičnog monoxyda, sumpornog vodika, dušičnih oksida, vodika, metana. — Svi ovi plinovi biti će predmet ovih naših razmatranja.

Kisik, oxygenium, O.

Kisik je plin bez boje, mirisa i okusa. Imade specifičnu težinu od 1.1, dakle je nešto teži od zraka. Jedna litra kisika važe 1.4336 g.

Kisik je onaj sastavni dio zraka, koji uzdržava svaki život. Bez kisika bi bilo nemoguće disanje, gorenje i svjetljenje. Kisik se spaja sa svim tvarima osim sa fluorom. Ovo spajanje nazivamo oksidacijom. Ako spajanje nastaje polagano, bez razvijanja topline i svjetla tada se govori o običnoj oksidaciji. Ako nastupa brže, sa znatnim razvijanjem topline i svjetla, nazivamo to gorenjem. Trenutačno spajanje kisika uz razvijanje velike topline i svjetla zove se eksplozijom.

Kako je već spomenuto, kisik se u jamama ugljena brzo troši disanjem ljudi i životinja, gnjilenjem drveta, gorenjem otvorenih svjetiljaka i neprestanom oksidacijom samog ugljena i sumpornog pirita.

Odrastao, zdrav čovjek diše u minuti 10—15 puta i udiše i izdiše oko 5—7 litara zraka za to vrijeme. Kod gibanja i za vrijeme rada pove-

čava se broj i dubljina disanja tako da je za disanje potrebno i do 20, a kod osobito teškog tjelesnog napora 40, 60 i više litara zraka. Konj treba oko pet puta toliko zraka koliko čovjek.

Dok udisani zrak sadrži oko 21% kisika, nalazi se u izdisanom zraku samo oko 17% (16—18%) kisika. 4% kisika nadomješteno je sa 4% ugljičnog dioxyda. Prema tomu sadrži izdisani zrak 79% dušika, 17% kisika i 4% ugljičnog dioxyda. Ovakav je zrak neprikladan za daljnje disanje.

Sadržina kisika u udisanom zraku od 15% prema dr. prof. Leonardu Hillu, odnosno 12% prema prof. dr. Johnu Haldaneu prouzrokuje kod fizičkog rada nelagodnost, napada je vrtoglavice sa jakim poteškoćama disanja. Ako sadržina kisika padne izpod ovih postotaka, tada je život ugrožen i smrt može brzo nastupiti. Pogibelj zavisi od toga da li čovjek miruje ili radi. Kod mirovanja troši se znatno manje kisika.

Otvoreno svjetlo ugasne već prije — kod okruglo 17% —, dakle prije nego se pomanjkanje kisika u atmosferi osjeti od čovječjeg organizma, odnosno prije nego mu postane pogibeljno. Prema prof. dr. J. Haldaneu utrne obična svjećica ili uljena svjetiljka već kod sadržine kisika u zraku od 17.5%.

Potrebno je, da se rudar povuče sa onoga mjesta na kojem njegova otvorena svjetiljka neće dalje da gori, nego se počima gasiti. Od tada počima pogibelj, jer za ustanovljenje količine kisika u atmosferi, nakon utrnuća svjetiljke, ne postoji više nikakvi indikator. Osobito oprezan mora biti sa acetilenskim svjetlom, koje je otpornije prema smanjenoj količini kisika.

Čovjek koji udiše zrak sa manje kisika, osjeća samo neznatnu nelagodnost, tako da on zapravo nema nikakvog upozorenja o pogibelji u kojoj lebdi. On postaje svjestan opasnosti istom onda, kada je već kasno i kada se uslijed nemogućnosti kretanja sa rukama i nogama same ne može da spasi, odnosno kad klone.

Udisanjem atmosfere sa smanjenim količinama kisika nastaje pomanjkanje kisika u čovječjem organizmu. Uslijed nedovoljne količine kisika u krvi dobiva i mozak manje kisika i time se iritira normalno rasuđivanje. Takav čovjek može na pr. zaboraviti na pravovremeno otvaranje ventila boce sa kisikom u aparatu za spasavanje, te unatoč dovoljne količine kisika može umrijeti na pomanjkanju istoga. Čovjek sa malo kisika u mozgu može također postati neuračuniv, nemiran dapače i vrlo opasan. Kako ćemo poslije čuti iste pojave prouzrokuje i udisanje zraka, koji sadrži ugljični monoksid što je i posve razumljivo, jer i ovdje nastaje pomanjkanje kisika u organizmu.

Udisanje zraka sa mnogo kisika, pa i samog čistog kisika ne imade nikakvog utjecaja na oksidacioni proces u organizmu. Izdisani zrak u ovim slučajevima ne sadržava niti manje kisika niti više ugljičnog dioxyda nego kod disanja u običnom zraku. Udisanje zraka sa mnogo kisika pa i samog čistog kisika prema tomu ne utječe štetno na čovječji organizam.

Kod truljenja drveta troši se kisik iz zraka. Drvo, koje se sastoji iz ugljika, vodika i kisika, raspada se kod toga u plinoviti ugljični dio-

xyd i vodu. Ovaj se proces ubrzava i djelovanjem gljivica koje se nalaze na jamskom drvetu u toplom i vlažnom zasićenom zraku.

I sam ugljen podliježe utjecaju kisika. Kisik prodire u pukotine i pore ugljena, adsorbira se i spaja sa ugljenom uz razvijanje ugljičnog dioxyda. U jamama kamenog ugljena veći je potrošak kisika uslijed oksidacije ugljena i jamskog drveta, nego uslijed disanja ljudi i životinja.

Prema izloženom se množina kisika u zraku na putu kroz jamu ugljena polagano ali neprekidno smanjuje kako je već istaknuto.

Dušik, Nitrogenium N.

Dušik je plin bez boje, bez mirisa i bez okusa. Imade specifičnu težinu 0.97 i radi toga je lakši od zraka. Jedna litra ovog plina važe 1.2936 g. Dušik ne podržava gorenje ni disanje i vrlo se teško kemijski spaja. Čovjek se u njemu uguši, ali isti nije otrovan. Dušik ostane uvijek u zraku, kad se ovom, bilo iz kojeg razloga, djelomično ili posvema, oduzme kisik (kod eksplozija, požara).

Dušik se katkada nalazi u velikim količinama kako u samom ugljenu tako i u pukotinama i šuplinama drugog kamenja. U nekim revirima kamenog ugljena sadrže u ugljenu zatvoreni plinovi, osim metana, ugljičnog dioxyda i velike količine dušika. U jednom francuskom rudniku je iz rastvorenog pjeskovitog kamenja kroz šest mjeseci izašlo 200 m³ plina, koji je sadržavao 98.55% dušika i samo 1.45% kisika.

U eksplozivnim plinovima većine praskavih tvari nalazi se i dušik. Tako proizvoda 1 kg crnog praha 81 l, a 1 kg gelatinskog dinamita daje 135 l dušika.

Dušik djeluje u atmosferskom zraku kao razređujuće sredstvo kisika. On u glavnom ublažuje proces osidacije. Kako smo prije spomenuli, potrošnja kisika kod udisanja čistog kisika nije veća nego kod udisanja normalnog zraka, jer bi inače izdisajni zrak morao biti bogatiji na ugljičnog dioxydu, a to nije slučaj. Ublažujuće djelovanje dušika na oksidaciju ne postoji dakle kod procesa disanja. Prema tomu oksidacioni proces kod disanja obzirom na oksidaciju ugljika odnosi se također drukčije. Dok inače svuda kod izgaranja ugljičnih supstancu uz pomanjkanje kisika — kod istovremene veće temperature — mjesto ugljičnog dioxyda nastaje na kisiku siromašniji spoj, ugljični monoksid, stvara se kod udisanja zraka sa manje kisika u organizmu namjesto ugljičnog dioksida mlječna kiselina (C₃ H₆ O₃). Ova doduše podražuje centar za disanje jednako kao i ugljični dioxyd, ali ne biva kao ovaj disanjem iz organizma odstranjena, nego ostaje u tijelu i prouzrokuje otrovanja.

Dušik ostaje indiferentan kod procesa disanja; radi toga se nalazi u izdisanom zraku u nepromjenjenoj količini. Jer svaki kisikov plin sa drži uvijek više ili manje dušika i jer se dušik nalazi u izdisajnom zraku uvijek u nepromjenjenoj količini i budući za ovaj plin ne imademo apsorpciono sredstvo, to on pretstavlja kod svih aparata za spasavanje, kod kojih se izdisajni zrak ne odstranjuje na otvoreno, nego biva u aparatu natrag udisan — dakle postoji zatvoreni optok plina, — posebnu pogibelj, t. zv. pogibelj od dušika, narkozu sa dušikom.

Također i kod ronilačkih aparata postaje dušik neugodan i prouzrokuje t. zv. bolest ronilaca.

Ugljični dioxyd, dvokis, C O₂

Ugljični je dioxyd plin bez boje, bez mirisa, slabokiselastog — slatkog okusa. Ne podržaje disanje ni gorenje. Imade specifičnu težinu od 1.52, dakle okruglo je 1½ puta teži od atmosferskog zraka. Radi toga se ovaj plin u rudarskim jamama sakuplja uvijek na podu, dnu, u udubinama. Jedna litra ugljičnog dioxyda važe 1.9712 g.

Ugljični dioxyd, nepravilno nazvan i ugljična kiselina, nastaje posvuda, gdje su supstance, koje sadrže ugljik, podvržene procesu oksidacije kod dovoljno zraka, bez obzira da li se oksidacija odvija polagano ili trenutačno. U jamama ugljena nastaje ugljični dioxyd disanjem ljudi i životinja, gorenjem otvorenog svjetla, gnjilenjem drveta, procesom pougljivanja, kod svake vatre, kod jamskih požara i eksplozija kao i kod upucavanja.

Vanjski zrak sadrži 0.04 do 0.03% ugljičnog dioxyda. Izdisajni zrak sadrži 4% C O₂. Čovjek koji marljivo radi, kod udisanja i izdisanja 20 litara zraka u minuti, proizvada prosječno 0.8 l za to vrijeme. Benzinska rudarska svjetiljka troši kod 9-satnog gorenja 50 g benzina, kod čega se proizvodi 0.15 l ugljičnog dioxyda u minuti. Prema ing. dr. mont J. Jičinsky-u potječe samo 10% ugljičnog dioxyda od disanja ljudi i životinja i jamskih otvorenih svjetiljaka, dok najveći dio otpada na laganu oksidaciju ugljena, na gnjilenje drveta i ostale izvore.

Trulo drvo izvrženo je jako utjecaju kisika iz zraka. Kisik prodire i u sam ugljen i to tim lakše što je površina ugljena veća. Posljedica je polagana ali trajna oksidacija ugljena i razvijanje ugljičnog dioxyda.

Veće količine ugljičnog dioxyda nastaju i skupljaju se uvijek u starim radilištima (»stari čovjek«), gdje, kod neurednog rada, znatne količine drveta i ugljena podliježu oksidiranju. Nastajanju ugljičnog dioxyda na ovim mjestima pogoduje i znatna toplina, koja se, uslijed neprovetravanja, ne snizuje.

Ugljični dioxyd nastaje kod rastvaranja biljnih ili životinjskih supstancija kod odsutnosti zraka. Radi toga se ugljični dioxyd može naći ne samo u naslagama ugljena, nego u svim slojevima zemlje, u kojima su se ostaci biljaka i životinja pougljili. Plin se nalazi zatvoren pod velikim pritiskom. On može najedamput, iznenada u velikim količinama — na hiljade kubičnih metara — provaliti i u tren oka ispuniti veći dio jamskih prohoda i time ugroziti radnike, kako se to već više puta dogodilo. To se zbiva osobito kod naglog pada barometrijskog tlaka. Podzemne vode, pod velikim pritiskom zemlje, upijaju znatne količine ugljičnog dioxyda koji izlazi iz vode, kad se ista oslobodi od pritiska, odnosno utiče u jamu.

Kod izgaranja eksplozivnog materijala (dinamita i t. d.) razvija se uvijek ugljični dioxyd, ali ovo nema većeg značenja.

Kod laganog razvijanja ugljičnog dioxyda sakuplja se isti, radi svoje težine, na najdubljim točkama jame, odakle lagano difundira u gornje slojeve zraka. Sakupljene su količine znatno veće, ako se zrak nije dulje vremena gibao, na pr. kod prekinuća rada u jami bilo iz kojih razloga, na pr. blagdana. Radi toga se mora biti oprezan na ovakvim mjestima. Prije spuštavanja na ovakva radilišta mora se učiniti pokus s otvorenom svjetiljkom. Ako svjetlo ugasne, tada je zabranjeno svako daljnje napredovanje.

vanje i kod spasavanja, bez aparata za spasavanje. U pomanjkanju drugih naprava za provjetravanje polijeva se prostor s vodom na brizgalice ili se pravi promaja s lakim, širokim predmetima (krpama ili odijelom); spuštaju se i posude s vapnom ili vapnenim mlijekom. Neoprezne ćete za spasavanje gube često živote na ovakvim mjestima.

Ugljični dioxyd nije otrovan i mnogo je bolji nego njegov glas. Prema dr. L. Hillu uzrok smrti u plinovima poslije eksplozije jest pomanjkanje kisika.

Lješine osoba, koje se uguše u ugljičnom dioxydu, imaju smeđu mrtvačku boju.

Na otvorenoj svjetiljci raspoznaje se ugljični dioxyd već kod 3% slabim gorenjem. Rudarima je poznato, da čovjek može još disati u atmosferi, koja sadrži ugljični dioxyd, a u kojoj se već gasi svijetlo. Ali od tada već počima pogibelj, kojoj se ljudi ne smiju izlagati bez nužde. Količina ugljičnog dioxyda, koja gasi svjetlo različita je već prema samoj svjetiljci. Sigurnosna benzinska svjetiljka gasi se prije nego otvorena uljena, ova opet prije nego acetilenska. Kod acetilenskog svjetla mora rudar biti osobito oprezan, jer ono gori još kod one količine ugljičnog dioxyda, kod koje čovjek ne može dugo izdržati, doduše ne sa blještavim bijelim, nego sa slabijim crvenkastim plamenom, koji je protegnut u vis i ciči. U jamama se ugljena nađu ležeći mrtvi rudari, ugušeni u ugljičnom dioxydu, a kraj njih gori još uvijek njihova acetilenska svjetiljka. Prema prof. Clowesu imala bi se svijeća i uljena svjetiljka ugasiti kod 15%, prema drugima već kod 10% ugljičnog dioxyda. Jamska atmosfera može teoretski sadržavati najviše cko 21% ugljičnog dioxyda, dakle onda kad je sav kisik nadomještan s ugljičnim dioxydom.

Manje količine ugljičnog dioxyda u udisajnom zraku mogu se kroz sate udisati bez posljedica. Tri do pet posto podražuje centar za disanje, pojačava i produbljuje disanje. Kod preko 5%, osim dubokog disanja, pojavljuje se pritisak u glavi, glavobolja, šum u ušima, lupanje srca, lahka vrtoglavica, nemir. Kod 8% nastupa jaka dyspnoe. Kod koncentracije od 8 do 10% nastupa brzo besvjesno stanje, a zatim smrt sa cyanozom. Srce kuca još neko vrijeme nakon prestanka disanja. Kod sadržine od 20% nastupa smrt za nekoliko sekunda i to bez podražajnih znakova, bez grčeva, kao što je to kod pomanjkanja kisika ili kod otrovanja s ugljičnim monoxidom.

Ugljični monoxyd (jednokis) CO

Ugljični je monoxyd plin bez boje, bez okusa, vrlo slabog, jedva primjetljivog mirisa, koji potsjeća na bijeli luk (češnjak). Imade specifičnu težinu 0,97, dakle gotovo isto tako težak kao i atmosferski zrak.

Ugljični monoxyd nastaje svagdje, gdje su supstance, koje sadrže ugljik, izvršene procesu oksidacije i to uz veću temperaturu i nedovoljnu količinu zraka. Tada nastaje umjesto zasićenog spoja između ugljika i kisika — ugljičnog dioxyda — samo nezasićeni spoj obih plinova, ugljični monoxyd. Ovaj plin pokazuje jaku tendencu, da, uzimanjem kisika, pređe u zasićeni spoj, u ugljični dioxyd, prema formuli $CO + O = CO_2$. To je razlog da se količina ugljičnog monoxyda u plinovima ograđenih jamskih požara sve više smanjuje i konačno potpuno nestaje, dok se sadržina ugljičnog dioxyda povećava.

Ne smije se smetnuti s uma, da je za nastajanje ugljičnog monoxyda potrebna, osim nedovoljne količine zraka, također i veća temperatura. Kod izgaranja mrkog ugljena razvija se kod temperature ispod + 300° C samo ugljični dioxyd, preko + 300° C pojavljuje se ugljični monoxyd: kod + 400° C je omjer između CO i CO₂ kao 1 : 4; kod + 600° C vlada između ugljičnog monoxyda i ugljičnog dioxyda ravnoteža; kod većih temperatura prevladava ugljični monoxyd. Kod izgaranja drveta počima razvijanje ugljičnog monoxyda već prije i to kod + 200° C do 280° C, već prema vrstama drveta.

U ugljenim jamama stvara se ugljični monoxyd iz najrazličitijih povoda, od kojih ćemo spomenuti samo nekoje. Ugljični monoxyd nastaje kod svake vatre. Kod izgaranja većih količina jamskog građevnog drveta sadržavaju vatreni plinovi uvijek veće količine CO.

Nadalje se razvija ugljični monoxyd kod jamskih požara, (gorenja ugljena), do kojih ne dolaze dovoljne količine zraka. To se događa kad se požar zaruši; zatim u zagrađenim požarnim poljima, kad je zatvaranje uslijedilo u kasnijem stadiju požara tako, da se mogla razviti velika temperatura koja pogoduje razvijanju CO; ili kad požar nije potpuno izoliran, tako da se i dalje podržava uz pristup makar i malih količina zraka.

U velikim se količinama razvija ugljični monoxyd prigodom požara u oknima u slučaju gašenja sa vodom. Na jednoj strani mlazovi vode priječe prilaz zraka gorućem ugljenu, a na drugoj strani nastale vodene pare sa užarenim ugljenim masama proizvode kod temperature preko + 1.200° C vodik i ugljični monoxyd prema formuli $C + H_2O = CO + H_2$.

Ugljični monoxyd se nadalje razvija u većim količinama kod eksplozija ugljene prašine, kod kojih kisik iz jamske atmosfere ne dostaje za potpuno izgaranje znatnih količina ugljika do ugljičnog dioxyda. Mora se uvažiti činjenica, da su čiste eksplozije praskavog plina, bez sudjelovanja ugljene prašine, rijetke, i da kod svih većih jamskih eksplozija sa velikim žrtvama, glavnu ulogu igra ugljena prašina. Ona raznosi plamen eksplozije u sve kuteve jame i prouzrokuje ne samo potpuni nestanak kisika nego i velike količine ugljičnog monoxyda u atmosferi nakon eksplozije.

Ugljični monoxyd nastaje i kod neuspjelog zapucavanja, zatim kod nekih eksplozivnih supstancija, kao crnog praha, ugljičnog karbonita, kod razbijanja ugljena s tekućim zrakom.

Eksplozivni motori (na pogon s benzinom) jamskih lokomotiva, sisaljki i drugih strojeva mogu također razvijati znatnije količine ugljičnog monoxyda.

Ugljični monoxyd se nalazi u svakom dimu, također i u dimu od duhana. Glavobolje, koje nastupaju nakon duljeg boravka u zađimljenim lokalima ili nakon vožnje kroz duge tunele, jedino su posljedica otrovanja sa ugljičnim monoxydom. Pred više je godina u jednom švicarskom tunelu zastao teretni vlak i sve je osoblje nađeno mrtvo uslijed otrovanja sa ugljičnim monoxydom. Prof. Dr. Lewin, jedan od najboljih poznavaca otrovanja sa ugljičnim monoxydom, najozbiljnije upozorava na vrlo štetno djelovanje pušenja, odnosno inhaliranja dima od cigareta. Umirenje, koje nastupa kod uzrujanog stanja nakon pušenja nekoliko cigareta, nije ništa drugo, nego znak otrovanja sa ugljičnim monoxydom. Jedna cigareta sadrži 18 cm³ ovog plina. Ako samo 40%

od ove količine dospije inhaliranjem u krv, to iznaša kod 40 cigareta dnevno, u jednoj godini dana $18 \times 40 \times 365 \times 0,4 = 105.120$ ccm ili okruglo 105 l. Jedna litra ugljičnog monoxyda udisana najedamput ubija čovjeka na mjestu.

Otvoreno svjetlo gori još kod 1% sadržine ugljičnog monoxyda u zraku, makar i sa aureolom, dok je sadržina od 0.1% ugljičnog monoxyda u zraku već nakon 8 do 18 minuta, prema fizičkom naprezanju, za čovjeka pogibeljna. Ali kod toga čovjeka, osim lakog probadanja i udaranja u sljepočnim arterijama ili sljepočicama ni ne sluti u kakovoj se pogibelji nalazi. Ako se odmah ne povuče na čisti zrak, nastupa iza ovih znakova, koji upozoruju na pogibelj, vrlo brzo opća slabost sa pojavama oduzeća udova, koja onemogućuje svako samostalno povlačenje. I u tomu leži osobita opasnost ovog najpodmuklijeg neprijatelja rudara, kojeg se ne može primijetiti niti sa ćutilima niti sa otvorenim svjetiljkama.

Ugljični monoxyd je upaljiv i izgara samo na vlažnom zraku u ugljični dioxyd. Jer je goriv, on je, pomiješan sa zrakom u granicama od 15 do 28.6% i eksplozivan i to ne u suhom stanju nego kod najmanjih tragova vlage. Ali nama je poznato, da je jamski zrak uvijek više ili manje vlažan. Najpovoljnija mješavina za eksploziju nalazi se kod 28.6%. Donja granica eksplozije zavisi od temperature. Gore navedenih 15% vrijedi za obične temperature. Kod + 400° C prema prof. Dr. Lewin u, dovoljna je sadržina od 142%, kod 490° C samo 9.3%, a kod + 600° C dapače 7.4% sadržine ugljičnog monoxyda za nastanak eksplozije. Do ovako visoke mješavine u jamama ne dolazi tako lako, ali nije posve isključena.

Ugljični je monoxyd neobično jak otrov. On djeluje na čovječiji i životinjski organizam samo putem krvi, i to samo preko one krvi koja sadrži crvena krvna tjelešca. Živa bića, bez crvenih krvnih tjelešaca, mogu dane i dane boraviti u atmosferi sa velikim količinama ugljičnog monoxyda samo ako imaju za disanje dovoljne količine kisika (za čovjeka 15%). Takve su životinje na pr. puževi, školjke, rakovi, pčele, brašneni crvi i drugi insekti. Ovamo spadaju i za rudare važni kuhinjski žohari, koji se u nekojim jamama ugljena nalaze na stotine, hiljade na toplim stjenama ugljena kao profeti požara, tako da stjene izgledaju potpuno crne.

Ovaj jaki otrov može unići u tijelo samo kroz krv, dakle kroz otvorene rane koje krvare ili disanjem, kod kojega ugljični monoxyd, pomiješan sa zrakom, dolazi u najuži dodir sa krvlju. Ugljični monoxyd ne ulazi u tijelo kroz neozlijeđenu kožu, putem tako zvanog kožnog disanja. U jednom reviru kamenog ugljena boravile su čete za spasavanje mnogo sati u atmosferi sa 6% sadržinom CO. Kod ovih su ljudi naknadno sprovedene spektroskopske pretrage krvi na CO bile negativne.

Prema prof. dr. Lewin u spaja se sa ugljičnim monoxydom onaj dio haemoglobina, odnosno crvenih krvnih tjelešaca, koji sadrži željezo, t. j. hëmatin. Samo se tako može rastumačiti, da od više ljudi, koji se istodobno zadržavaju u istoj atmosferi sa sadržinom CO, jedan brzo podliježe ovom otrovu, drugi dulje odoljeva, a treći zadobije samo neznatne smetnje, što i rudari mogu iz iskustva potvrditi. Ugljični mo-

noxyd napada energičnije čvrste, punokrvne ljude, sa mnogo krvi, mnogo krvnih tjelešaca, sa velikim množinama željeza u krvi i ovi mnogo brže njemu podležu, nego mršavi, slabokrvni sa malo željeza u krvi. Zene, koje su većinom slabokrvne, reagiraju na CO sporije od muškaraca. Među muškarcima reagiraju, pod istim uslovima, nepušači mnogo prije na ugljični monoxyd nego pušači, kojih je krv neprestanim inhaliranjem duvanskoga dima postala donekle imuna proti CO.

Reakcija između kisika, ugljičnog monoxyda i haemoglobina jest labava, reversibilna, što se vidi iz ove jednadžbe: $\text{Hb O}_2 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{CO Hb} + \text{O}_2$.

CO istiskuje dakle O iz haemoglobina; obratno može kisik opet istisnuti ugljični monoxyd iz njegove veze sa haemoglobinom. Crvena krvna tjelešca, kojih je haemoglobin istom stupio u spoj sa ugljičnim monoxydom i tada bude opet od ovoga oslobođen, ne pokazuju nikakove znakove oštećenja. Ona mogu još i dalje fungirati kao nosioci kisika, kao da nijesu uopće bili izvršeni utjecaju stranog plina. Samo tako dugo, dok vežu CO, ne mogu ispunjavati svoju fiziološku zadaću.

Ugljični monoxyd imade mnogo veći afinitet prema haemoglobinu nego kisik, prema Hüfneru 200 puta, prema drugima i do 300 puta. Crvena krvna tjelešca radi toga mnogo pohlepnije upijaju ugljični monoxyd iz zraka nego kisik. Posljedica je toga, da kod udisanja zraka pomiješanog sa ugljičnim monoxydom, kisik biva s vremenom iz krvi istisnut od ugljičnog monoxyda i oksidacioni procesi u tijelu, neophodno potrebni za život, ne mogu se odvijati sa potrebnom intenzivnošću i uopće prestaju, a smrt nastupa uslijed pomanjkanja kisika, slično kao da udisajni zrak sadržava vrlo malo ili ništa kisika.

Pojave koje nastaju u organizmu uslijed otrovanja sa ugljičnim monoxydom, slične su prema tome onima kod udisanja zraka sa malim količinama kisika. Otroavno djelovanje ugljičnog monoxyda sastoji se najprije u t. zv. anoxaemii (pomanjkanje kisika u krvi), čega je posljedica asphyxia (ugušenje).

Samim prolazom zraka kroz krv, koja sadržava CO, biva ovaj iz krvi izlučen. Mnogo brže, i to pet puta, jer je u zraku samo petina volumena ispunjena sa kisikom, uslijeduje izlučivanje ugljičnog monoxyda iz krvi kod upotrebe čistog kisika. Na ovoj se činjenici bazira inhaliranje kisika kod otrovanja sa ugljičnim monoxydom. Od osobite je važnosti da se izlučenje ugljičnog monoxyda iz krvi pospješi udisanjem kisika sa primjesom 4—5% ugljičnog dioxyda, da se zapriječi asphyxia. To potvrđuje slijedeće iskustvo: Od dva radnika koji su bili kratkotrajnim udisanjem velike koncentracije ugljičnog monoxyda jednako otrovani, jedan je bio iznešen na svježem zraku; on je ostao neko vrijeme bez svijesti i bio je bolestan dva dana. Drugi je bio liječen inhaliranjem čistog kisika sa primjesom ugljičnog monoxyda; on je mogao za pola sata nastaviti posao i osjećao se tako dobro kao i prije otrovanja. Ali u svakom slučaju izlučuje se ugljični monoxyd iz krvi mnogo polaganije, nego što se upija, a osobito se zadnji ostaci plina žilavo zadržavaju.

Volumen disanja, t. j. potrošak zraka odnosno kisika je približno proporcionalan težini i točno proporcionalan površini tijela. Kod tjelesa istog oblika, svedeno da li je to kugla, kocka ili čovječje tijelo, relativna je površina time veća, što je masa odnosno težina manja. I množina krvi

mijenja se prema težini tijela. Ako dva individuuma razne veličine, ili jedan odrasli čovjek i jedno dijete u stanju mirovanja udišu jednaku atmosferu u kojoj se nalazi ugljični monoxyd, tada manji odnosno mlađi individuum apsorbira znatno brže ugljični monoxyd. Radi toga podliježu manji i slabiji individui ugljičnom monoxydu lakše nego veći i jaki, jer je njihov volumen disanja razmjerno veći nego njihova množina krvi. Ova razlika nalazi ekstremni izražaj i praktičnu važnost na jednoj strani kod ljudi, na drugoj kod malih životinja, kao miševa i ptičica. Kod radova oko spasavanja u rudarskim jamama upotrebljavaju se ove životinje kao indikatori na ugljični monoxyd u sumnjivom zraku. Čete za spasavanje nose sa sobom ove male životinje, miševe, kanarince ili golubove. Ako se miš počima prevraćati ili ptičica padne sa svoje prečke ili uginu, tada se ljudi mogu još u ovoj atmosferi osigurati, odnosno od prilike izračunati vrijeme koje im stoji na raspolaganju za osiguranje.

Međutim indikacija plina sa životinjama nije pouzdana, i to iz razumljivih razloga. Kao što kod ljudi postoji individualno reagiranje na ugljični monoxyd, nije isključeno da i životinje također različito reaguju na taj plin; konačno postoji i razlika u tomu, da se životinje nalaze u stanju mirovanja, a čovjek u stanju fizičkog naprezanja.

Krv odraslog, normalnog čovjeka, u količini od okruglo 5 litara, može, kod potpunog zasićenja, primiti otprilike 1.1 litar ugljičnog monoxyda. Od udisanog plina dospije samo oko 60% u krv, dočim ostatak od 40% biva natrag izdisan. Kad je krv zasićena sa 50% CO izgubi čovjek moć nad svojim tijelom, ekstremitetima; kod 67% nastupa duboka besvijest, a kod 79% nastupa smrt, dakle još prije nego što je sav kisik istisnut iz krvi od ugljičnog monoxyda.

Upliv atmosfere sa sadržinom ugljičnog monoxyda na čovječiji organizam zavisi od mnogih okolnosti. Od sadržine ugljičnog monoxyda u zraku, od trajanja i dubljine udisanja, od množine krvi odnosno od množine crvenih krvnih tjelešaca u krvi i o količini željeza i konačno od potrebe zraka, koja je ovisna od spola, starosti, veličine tijela, te od stanja u kojem se nalazi t. j. od mirovanja, fizičkog rada i intenziteta toga rada.

Odrakli normalni čovjek troši u stanju mirovanja 6—9 litara zraka u minuti, kod umjerenog rada 20—30 m/l, kod intenzivnog fizičkog napora 60—100 m/l.

Upotrebom ovih brojeva može se od prilike izračunati kako dugo može čovjek izdržati u atmosferi sa određenom količinom ugljičnog monoxyda, a da ne nastupa poglobeljno 25% zasićenje krvi sa CO.

Od 1.1 litre ugljičnog monoxyda, koju može krv odraslog čovjeka primiti do potpunog zasićenja, smije ispod 25% doći u krv, a da čovjek ne klone. Ako uzmemo za primjer potrebu zraka sa 60 m/l kod fizičkog naprezanja i da 60% udisanog zraka ostane u krvi, a zrak da sadrži 0.1% ugljičnog monoxyda, tada račun izgleda ovako:

$$(1,1 \times 0,25) : (60 \times 0,60 \times 0,001) = 7,6 \text{ minuta.}$$

To znači kod sadržine od 0.1% CO u atmosferi čovjek kod napornog fizičkog rada klone nakon 8 minuta.

Ako uzmemo za primjer sadržinu ugljičnog monoxyda od 0.3% i potrebu zraka sa 70 m/l, onda slijedi:

$$(1,1 \times 0,25) : (70 \times 0,60 \times 0,003) = 2,5 \text{ minuta, t. j. čovjek klone već nakon 2,5 minute.}$$

Boja kože i samih mrtvačkih pjega kod lješina otrovanih sa ugljičnim monoxydom jest ružičasto-crvena, tako da unesrećeni čini utisak živog čovjeka. Jer kod otrovanja sa ugljičnim monoxydom nastupaju grčevi i oduzeća, nalaze se lješine ljudi otrovanih sa CO u najrazličitijim položajima, sjedeći, ležeći, naslonjeni, dapače i stojeći.

Ne možemo se u okviru ovoga članka upuštati u daljnja razmatranja o značenju i važnosti ugljičnog monoxyda u svagdašnjem životu i u ostaloj industriji, kao ni na opisivanja raznolikih i mnogobrojnih simptoma i slika otrovanja sa ovim plinom. Zelimo samo naglasiti, da je ugljični monoxyd jedan od najjačih i najraširenijih otrova, a ujedno i jedan od vrlo korisnih plinova u industrijskoj privredi osobito u metalurgiji.

Sumporni vodik, H₂S

Sumporni vodik ima specifičnu težinu 1.2. Mnogo je otrovniji od ugljičnog monoxyda. U suprotnosti sa CO lako se raspoznaje po intenzivnom zadahu na pokvarena, gnjila jaja. Ovaj se zadah osjeća već kod vrlo malih količina, koje nijesu za čovjeka još pogibeljne. Sadržina od 0.07% ovog plina u zraku prouzrokuje teška oboljenja, a kod 0.1% gubi čovjek brzo svijest i umire. 0.25% ubija konja. Plin je upaljiv i uslijed toga u određenoj mješavini sa zrakom može biti eksplozivan.

Sumporni vodik nastaje kod truljenja organskih supstancu uz prisutnost tjelesa, koja sadržavaju sumpor; dakle u jami kod skupljanja vode na starim gradilištima gdje trune drvo u blizini sumpornog pirita. Voda vrlo pohlepno upija plin i to 1 lit. vode kod 15° C i normalnog barometrijskog tlaka uzima 3.23 lit. plina. Ako se voda nalazi pod pritiskom tada uzima i veće količine plina, ali ga i otpušta kad tlak padne. Na ovaj se plin mora računati kod ispuštanja vode iz starih radilišta, jer tom prilikom izlazi plin iz vode.

Sumporni vodik djeluje na čovječji organizam slično kao i CO. Napada također crvena krvna tjelešca, kod čega se kisikov haemoglobin pretvara u sumporni haemoglobin. Haematin se spaja sa sumpornim vodikom, krv postaje zelenkasto-zamazane boje.

Oxydi dušika, nitrozni plinovi.

Podražljivi i otrovni plinovi, koji nastaju kod požara jesu CO₂, CO, jako podražljivi formaldehyd, nakrolein i prema okolnostima razni oxydi dušika poznati pod imenom nitroza ili nitrozni plinovi.

Od oxyda dušika dolaze u požarnim plinovima dušikov oxyd (NO) i anhidryt dušične kiseline (N₂O₃).

Praktično iskustvo pokazuje, da se kod vanjskih, površinskih požara plinovi iz požara u zraku razrijede. Otrovanje sa CO ne dolazi u obzir. Teška, odnosno smrtna oboljenja, nakon udisanja vatrenih plinova na otvorenom prostoru, prouzročena su samo sa mnogo otrovnijim nitroznim plinovima. Protiv ovih nitrozni plinova može se čovjek štititi s određenim filterom, što kod CO nije moguće. Simptomi otrovanja nakon udisanja požarnih plinova ne odgovaraju onima kod otrovanja sa ugljičnim monoxydom. Teške upale pluća prouzrokuju nitrozni plinovi.

U rudarskim jamama nastaju nitrozni plinovi kod neuspjelih eksplozija praskavog materijala, dinamita i sl. Mjesto da eksploziv eksplo-

dira, on deflagrira, vrije. Žuto crveni dim, koji nastaje kod upotrebe eksploziva sadrži ove nitrozne plinove.

Nitrozni su plinovi mnogo otrovniji od ugljičnog monoxyda tako, da nisu isključene i smrtne nezgode kod nepotpune eksplozije eksploziva. Ovakav neuspjeli pucanj može izazvati i požar naslaga ugljena i jamsku eksploziju.

Nitrozni plinovi jako draže i grizu organe za disanje. Može se razviti neobično teška upala pluća s iskašljavanjem krvi, jakim bolovima, koja svršava smrću za 1—2 dana.

Ako se nakon eksplozije praskavog materijala za upucavanje osjeti osobito jaki zadah ili se pojavi žuto crveni dim, mora se biti na oprezu i ne smije se približavati mjestu eksplozije prije temeljitog zračenja.

Sumporov dioxyd, SO_2 .

Sumporov je dioxyd jedan od najjačih plinova. On se može pojaviti u plinovima nakon jamskih eksplozija eslijed izgaranja čestica sumpora. 0,001% ovog plina u udisajnom zraku podražuje organe za disanje, a kod 0,003% mogu nastati i upale. Kod duljeg udisanja sadržine od 0.1% u zraku, nastupa smrt. Imade prednost pred ugljičnim monoxydom, da njegov zadah čovjeka guši, po čemu se odmah izdaje.

Sumporasta kiselina, H_2SO_3 .

Sumporasta je kiselina bezbojni plin, neugodnog zadaha, koji grize i otrovnog je djelovanja. U malim količinama nalazi se u atmosferi poslije jamskih eksplozija i požara. Podražuje sluznice; sadržina od 0.1% u zraku prouzročuje odmah smrt. Rastvara crvena krvna tjelešca.

Methan, laki ugljični vodik (jamski plin) CH_4 .

Methan nazvan i močvarnim plinom imade specifičnu težinu 0.558. Lakši je od zraka i uvijek se skuplja na najvišim mjestima jame. Plin je bez boje, mirisa i okusa. Ne može se primjetiti osjetilima.

Methan se neprestano razvija kod truljenja biljnih tvari bez pristupa zraka, t. j. kod pretvaranja biljaka u ugljen. U prvim počecima pougljivanja nastaje voda i ugljični dioxyd, tako da kod mrkog ugljena ovo prevladava. Čim se pougljivanje intenzivnije razvija, tim se više javlja methan. Osobito je golema proizvodnja methana kod prelaza ugljena u antracit.

Methan se nalazi redovito u naslagama kamenog ugljena, ali se pojavljuje i u mrkom ugljenu. Methan neprestano izlazi iz ugljena. U nekim naslagama kamenog ugljena ispunjava ovaj plin pukotine i šupljine i nalazi se pod neobično visokim pritiskom i do 45 atmosfera. Uslijed ove napetosti može methan probiti ugljene naslage, provaliti u jamu i u kratko vrijeme ispuniti sve jamske prostorije i izaći kroz vanjske otvore na površinu. 1879. god. dogodila se takva jedna provala methana u jednom rudniku. Količina od oko 500.000 m^3 trenutačno je ispunila cijelu jamu, zapalila se na izvoznom oknu i gorila 2½ sata sa plamenom visokim 50 metara. Tom je prilikom poginulo 132 radnika.

Methan izgara na zraku, nakon upaljenja, sa svjetlo-modrim slabo svjetlećim plamenom. Pomiješan sa zrakom plin je eksplozivan. Izgaranje i eksplozija nastaju prema ovoj formuli: $1 \text{CH}_4 + 2 \text{O} + 8 \text{N}_2 =$

$1 \text{ CO}_2 + 8 \text{ N}_2 + 2 \text{ H}_2 \text{ O}$. Ako dakle na jedan dijel methana otpadaju dva dijela kisika t. j. 10 dijelova atmosferskog zraka, tada upravo dostaje kisik za izgaranje cijelog methana i eksplozija je najjača. Najpogodniji je omjer 9.5% CH_4 i 90.5% zraka. Ako ima u mješavini više CH_4 , onda se stvara ugljični monoxyd i jedan dio methana ne izgara; ako ima manje methana, tada ostane kisika u zraku. U svakom je slučaju eksplozija slabija. Temperatura kod eksplozije iznaša oko 650° C .

Methan nije otrovan, ali je neprikladan za disanje. Njegov je utjecaj na čovječji organizam jednak onom od dušika, t. j. posredan, prouzrokovan pomanjkanjem kisika. Smetnje kod disanja nastaju istom onda, kad mješavina zraka sa methanom ne sadrži dovoljne količine kisika za disanje. Nama je poznato, da prema prof. Dr. J. Haldane-u kod 12%, odnosno prema prof. dr. L. Hillu već kod 15% sadržine kisika u zraku, nastupaju jake poteškoće u disanju. Ako u mješavini zraka sa methanom padne sadržina kisika, usljed daljnje primjese methana još niže, tada nastupaju slične pojave, koje smo već upoznali kod zraka sa malo kisika, t. j. ugušenje. A to je već više puta dokazano.

Vodena para, $\text{H}_2 \text{ O}$.

Jamski zrak sadrži uvijek vodene pare, kojih množina zavisi od temperature i vremenskih prilika. Vodena para imade važnu ulogu u jamskoj atmosferi.

Atmosferski je zrak rijetko potpuno zasićen sa vlagom. Stupanj zasićenosti je različit na različitim mjestima i u različito vrijeme. Sa rashlađivanjem raste stupanj zasićenosti. Kad se postigne potpuna zasićenost, tada se vodena para iz zraka pretvara u maglu ili u male vodene kapljice koje se skupljaju na hladnim zidovima i plohama. Ako se zasićeni zrak ugrije, tada gubi svoju zasićenost i može primiti veće količine vodenih para.

Stupanj zasićenosti jamskog zraka zavisi u glavnom od temperature i vlage vanjskog zraka kao i od temperature i vlage u samoj jami.

Rašireno mišljenje da je jamski zrak potpuno zasićen sa vlagom, važi u pravilu samo za izlaznu zračnu struju. Istom u izlaznom oknu može se dostići potpuna zasićenost, tako da se načini magla, koja u nekim izlaznim oknima prouzrokuje kišu.

Prema stupnju zasićenosti osjeća se zrak u jami kao suh ili kao vlažan. Za ugodno osjećanje i radnu sposobnost rudara pogodniji je sušji zrak. Ako je zrak potpuno zasićen vlagom, tada se ne može znoj radnika isparivati i time nestaje rashlađivanje tijela, koje je spojeno sa isparivanjem znoja. Raditi se može, makar i kratko vrijeme, u blizini požara i kod temperature od $+ 60$ i $+ 70^\circ \text{ C}$, što je omogućeno jer je zrak ovdje suh. Ako je jamski zrak zasićen sa vlagom, tada su fizički radovi neizdrživi već kod topline od $+ 30$ i $+ 40^\circ \text{ C}$. U čovječjem tijelu, koje imade toplinu oko 37° C , nastupa za život pogibeljni zastoj topline. Konji su još osjetljiviji prema vlažnoj toplini, i oni podliježu već kod 32° C i kod najmanjih napora. Vlažan jamski zrak pogoduje bržem propadanju jamskog drveta.

Dobrim zračenjem jame otstranjuju se i znatne količine vode i time doprinosi isušivanju jame.

Temperatura.

Temperatura jame zavisi od vanjske, t. j. od temperature ulazne zračne struje. Ujedno je ovisna i od samih prilika u jami, od temperature same jame, od kemijskih procesa, t. j. oksidacije drveta i ugljena, u manjoj mjeri od topline koju proizvode strojevi, ljudi i životinje.

Vanjska je, t. j. površinska temperatura promjenljiva; u zimi je hladnija, u ljeti toplija. Kroz cijelu godinu gotovo jednaka jamska temperatura odgovara prosječnoj godišnjoj vanjskoj temperaturi dotičnog mjesta povećanoj sa mjesnim geotermičnim stupnjem dubljine i temperaturom koja odgovara dubini jame. Dnevna temperatura vanjskog zraka osjeća se u zemaljskoj kori samo u malim dublinama. U našim predjelima ne može se primjetiti u dubini od 25 metara. U ovoj je dubini postignuta jednaka, nepromjenjena temperatura. To se zove neutralna zona. Temperatura u ovoj dubini odgovara prosječnoj godišnjoj temperaturi nad zemljom i iznaša u našim krajevima oko $+ 10^{\circ}$ C. Dublje, prema unutrazi zemlje, povećava se toplina na svakih 33 metra za 1° C. Broj metara, nakon kojih se temperatura diže za 1° C, nazivamo geotermičkim stupnjem dubljine. Ovaj geotermički stupanj dubljine nije svuda jednak, jer je ovisan od mnogih okolnosti. Navedena brojka od 33 metra samo je veliki prosjek. U Przibramu u Češkoj ustanovljena je sa 64 metra. U brijegovima mrkog ugljena, uslijed vlastite topline ugljenih naslaga, ona je manja, 23—20 metara i manje.

Uzmimo prosječnu godišnju vanjsku, površinsku temperaturu jednoga mjesta sa $+ 8^{\circ}$ C, dubinu jame sa 200 metara i geotermički stupanj sa 21 metrom, tada iznaša nepromijenjena temperatura jame za vrijeme cijele godine $8 + (200 - 25) = 8 + 8,3 = 16,3^{\circ}$ C.

21

Temperatura sama po sebi, a osobito u povezanosti sa vlagom ima veliko značenje za zdravlje i radnu sposobnost radnika u jami, kako je to istaknuto u poglavlju o vodenim parama.

Ugljena prašina.

Ugljena se prašina razvija u svim jamama ugljena sa suhim, prhkim ugljenom, dakle u dubokim jamama. Razvija se obično u velikim količinama i to svagdje od otkopavanja pa sve do utovara u željeznička kola na površini. Prašina lebdi u zraku i skuplja se u velikim množinama na svim mjestima i na svim predmetima. Osobito se intenzivno sakuplja prašina na izlaznim putevima, gdje se na ogradama mogu naći cijeli grozdovi ugljene prašine, koji se mogu lahko upaliti i tako prouzročiti eksplozije. Prašina vrši također znatan utjecaj na zdravlje i radnu sposobnost radnika.

Ovom prilikom navadamo, da osim ugljene prašine, mogu eksplodirati i mnoge druge organske prašine, kao one od brašna, žita, šećera, celuloida, čokolade, pluta, pamuka, vune, papira, gumije, drveta, nadalje aluminijska, sumpora i t. d. Poznate su eksplozije brašna u mlinovima, naročito kod požara.

Literatura:

- 1) Ing. Gustav Ryba: Handbuch des Grubenrettungswesens;
- 2) prof. Dr. Lewin: Die Kohlenoxydvergiftung;
- 3) F. Flury u. F. Zernik: Schädliche Gase;
- 4) Heise-Herbst-Fritsch: Lehrbuch der Bergbaukunde.