

Izrazi, Definicije, i Skraćenice

Merne Jedinice za Gasnu Koncentraciju



ppm: delova na milion zapreminski (*videti Tabelu 1*)

ppb: delova na milijardu zapreminski

mg/m³: miligrama po metru kubnom

mg/cc: miligrama po santimetru kubnom

g/m³: grama po metru kubnom

g/cc: grama po santimetru kubnom

Za Zapaljive Gasove

Tačka Paljenja (FLP): Temperatura pri kojoj zapaljiva tečnost daje dovoljno isparenja koja mogu formirati zapaljivu i eksplozivnu mešavinu kada je vazduh prisutan u blizini površine tečnosti.

Ovo je, temperatura pri kojoj zapaljiva tečna hemikalija poseduje dovoljan parcijalni pritisak³ u vazduhu za paljenje. Krive parcijalnog pritiska hemikalija su dostupne iz hemiskih priručnika ili proizvođača hemikalije.

Tabela 1. Jednačine za Izvođenje Jedinica Gasne Koncentracije

Gasna koncentracija se često izražava kao procenat (%), ppm, ili ppb. Matematički, ovo su neimenovani izrazi pošto ne nose jedinice za zapreminu ili težinu već jednostavno izražavaju odnos gasova u odnosu na okolni vazduh. Na primer, jedan ppm CH₄ jednostavno znači jedan deo metana u 999,999 delova okolnog vazduha. Ovo se izražava prema sledećem

$$\frac{V_g}{V_a + V_g} = \frac{V_g}{V_t}$$

V_g = zapremina gasa; V_a = zapremina vazduha; V_t = ukupna zapremina vazduha i gasa

Pomnožite razlomak izveden iz gornje formule:

a) sa **10² %** da bi dobili **procentualno**

b) sa **10⁶ ppm** da bi dobili u **ppm**

c) sa **10⁹ ppb** da bi dobili u **ppb**

Na primer, ako pomešate 1 cc gasa sa 99 cc vazduha, proračun je sledeći:

$$\frac{1cc}{1cc + 99cc} = 0,01$$

³ Zakon o parcijalnim pritiscima, prvi je formulisao James Dalton 1802, koji kaže da je pritisak smeše gasova, P, koji hemiski ne reaguju međusobno, jednak zbiru pojedinačnih pritisaka (parcijalnih pritisaka) svakog od gasova: P = P₁ + P₂ + ... + P_n

Dakle: $0,01 \times 10^2 \% = 1\%$
 $0,01 \times 10^6 \text{ ppm} = 10,000 \text{ ppm}$
 $0,01 \times 10^9 \text{ ppb} = 10,000,000 \text{ ppb} = 10^7 \text{ ppb}$

U ovakvim slučajevima, niko naravno neće da ovako nezgrapno izražava jedinice kao deset miliona delova na milijardu. Umesto toga, jednostavniji prikaz, 1%, je prikladniji.

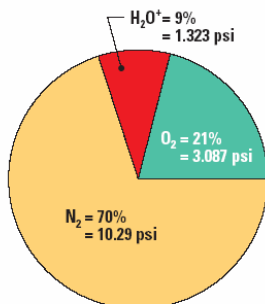
Ovaj volumetrički izraz koncentracije je jasan. Dodatno, zapreminski odnos je jednak odnosu pritisa u skladu sa Daltonovim zakonom parcijalnih pritisa. On se izražava kao

$$\frac{P_g}{P_g + P_a} = \frac{P_g}{P_T} = \frac{V_g}{V_T}$$

P_g je parcijalni pritisak gasa unutar ukupnog pritiska P_T ,
 P_a je parcijalni pritisak vazduha.

Kao primer, 1 psi gasa unutar 99 psi vazduha sa ukupnim pritiskom od 100 psi ima koncentraciju od 1% kao u zapreminskom izrazu.

Druga jedinica, često upotrebljavana u medicini i metalurškoj industriji, je mg/m^3 ili miligrama po kubnom metru, u situacijama kada je hemikalija ili u tečnom ili u čvrstom stanju pri sobnoj temperaturi. Da bi ste konvertovali mg/m^3 u procenat ili ppm, mora se koristiti zakon o idealnom gasu. Faktori hemijske konverzije su dati u delu Podaci o gasovima u Dodatku II, strana 199, a formula za konverziju je data na strani 173 u poglavlju 11, Kalibracija gasnog senzora.



$$\begin{aligned}
 P &= P_{\text{O}_2} + P_{\text{N}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}^*} \\
 &= 3.087 \text{ psi} + 10.29 \text{ psi} + 1.323 \text{ psi} \\
 &= 14.7 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Donja Granica Eksplozivnosti (LEL) ili Donja Granica Zapaljivosti (LFL): Minimalna koncentracija gasa ili pare pomešana sa vazduhom (procenat zapremine, pri sobnoj temperaturi) koji će dovesti do širenja plamena kada dođe u kontakt sa izvorom paljenja.

Gornja Granica Eksplozivnosti (UEL) ili Gornja Granica Zapaljivosti (UFL): Maksimalna koncentracija gasa ili pare pomešana sa vazduhom (procenat zapremine, pri sobnoj temperaturi) koji će dovesti do širenja plamena kada dođe u kontakt sa izvorom paljenja.

U uobičajenoj terminologiji, mečavine iznad UEL ili UFL su previše bogate da bi podržavale sagorevanje. Zapaljivi opseg je, prema tome, između LEL i UEL.



Slika 1. Prozor zapaljivosti

Specifična Gravitacija (Sp.Gr.): Odnos težine po jedinici zapremine ili mase supstance pri 20⁰ C u odnosu na masu jednake zapremine destilovane vode na (4⁰ C)⁴

Gustina Pare: Težina po zapremini gasa ili pare u odnosu na suvi vazduh; obe komponente imaju istu temperaturu i pritisak. Na primer, vazduh poseduje gustinu od 1; ugljen-dioksid 1,52; vodonik 0,07; metan 0,55; i propan 1,52.

Za Toksične Gasove

Nacionalni Institut za bezbednost na radu i zdravlje (NIOSH) je ogranak Američkog ministarstva za zdravlje i socijalna pitanja, Servis za opšte zdravstvo, Centri za kontrolu zaraza i prevenciju. Rad uz poštovanje propisa za bezbednost na radu i zdravlje iz 1970 i federalni zakon o bezbednosti za rudnike i zdravlje iz 1977, donosi *preporučene granice izloženosti* (RELs) za opasne supstance ili uslove na radu.

Da bi formulisali ove preporuke, NIOSH sakuplja i procenjuje podatke iz oblasti industrijske higijene, toksikologije, medicine rada, i analitičke hemije.

Ove preporuke se zatim publikuju i prenose administraciji za bezbenost na radu i administraciji u zdravstvu (OSHA) i administraciji za bezbednost u rudnicima i zdravlje (MSHA) za upotrebu pri donošenju pravnih standarda.

OSHA publikuje *dozvoljene granice izloženosti* (PELs) koje su poznate pod nazivom Opšti Standard o Industriskom Zagađenju Vazduha.

Američki odbor za Vladine Industriske Higijeničare (ACGIH) je profesionalno udruženje, a ne zvanična vladina agencija. Članstvo je ograničeno na profesionalce u vladinim agencijama ili obrazovnim ustanovama koji se bave bezbednošću na radu i zdravstvenim programima u Americi i širom sveta. ACGIH publikuje standarde o izloženosti, *granične vrednosti praga* (TLV).

⁴ Voda pri 4°C poseduje NAJMANJU zapreminu po gramu. Led se širi kada temperatura opadne ispod 0⁰ C i može polomiti tvrda kućišta pa čak i kada su načinjena od cementa

Ova tri različita standarda NIOSH-ov, RELs-ov, OSHA's PELs i ACGIH's TLVs su međusobno slična, međutim u nekim delovima postoje varijacije među njima. Svi se baziraju na *vremenskom proseku (TWA)*, *granica kratkotrajne izloženosti (STEL)*, *vršna vrednost (C)* i *momentalna opasnost po život ili zdravlje (IDLH)* koncepti. Sledeće definicije ovih uslova služe samo za informisanje. Detaljna objašnjenja svake od njih su van fokusa interesovanja ove knjige.

Vremenski prosek (TWA) je prosek koncentracije zagađivača tokom određenog vremenskog perioda. Matematički, TWA je integrisano područje ispod krive koncentracije u vremenskom domenu podeljen sa vremenskim periodom. Da bi smo ilustrovali koncept TWA (Slika 2), pretpostavimo da je tokom tro-satnog perioda, koncentracija CO konstantna sa 50 ppm tokom prvog sata; zatim se CO koncentracija povećava linearno do 100 ppm na kraju trećeg časa. TWA u bilo kom datom trenutku se predstavlja crvenom linijom.

Tokom prvog sata, TWA je:
 $(50 \text{ ppm} \times 1 \text{ hr.}) / 1 \text{ hr.} = 50 \text{ ppm}$

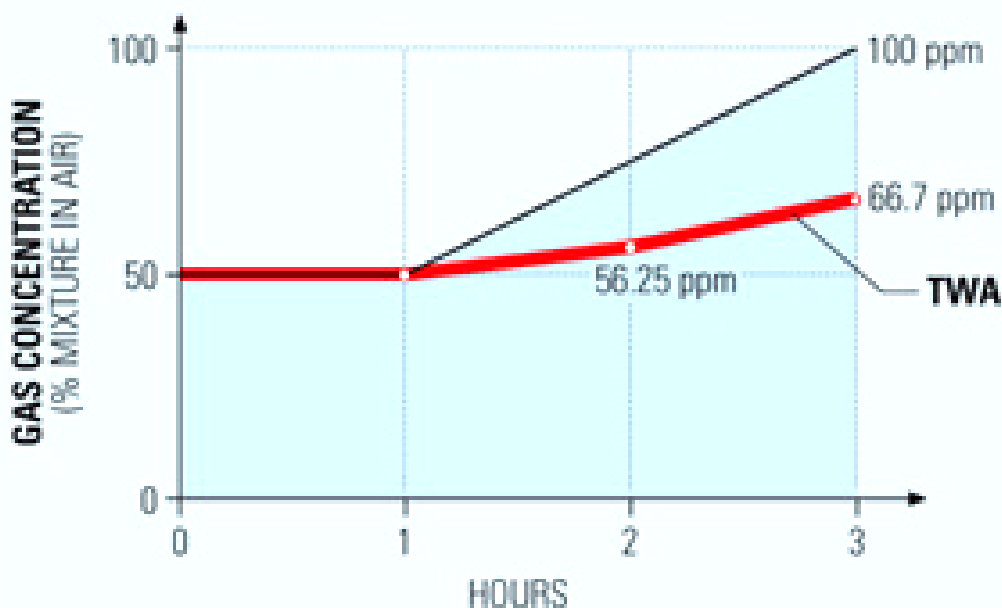
Do kraja drugog sata, TWA je:

$$\frac{(50 \text{ ppm} * 1 \text{ sat}) + (50 \text{ ppm} * 1 \text{ sat}) + \frac{(25 \text{ ppm} * 1 \text{ sat})}{2}}{2} = 65,25 \text{ ppm}$$

Do kraja trećeg sata, TWA je:

$$\frac{(50 \text{ ppm} * 3 \text{ sat}) + \frac{(50 \text{ ppm} * 2 \text{ sat})}{2}}{3} = 66,7 \text{ ppm}$$

Brojevi unutar zagrada predstavljaju područja ispod krive.

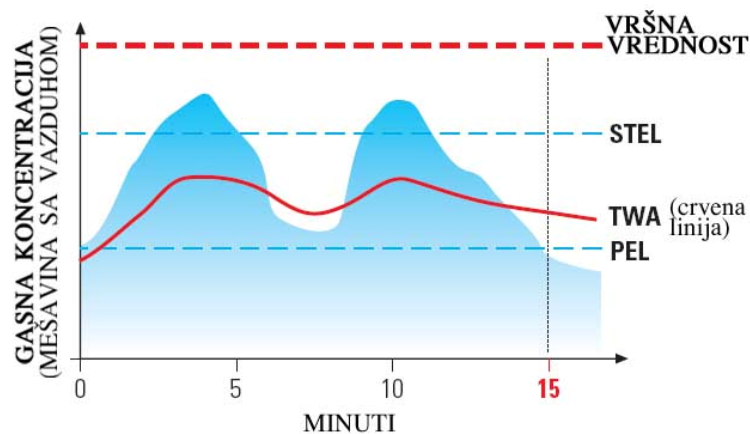


Većina instrumenata baziranih na mikroprocesorima i sa mogućnošću pohranjivanja programa, su sposobni da vrše izračunavanje TWA, i vremenski intervali koje ovi instrumenti koriste za računanje TWA su mnogo kraći od jednog sata.

Preporučena granica izloženosti (REL) je TWA koncentracija dozvoljena za maksimalno desetosatno radno vreme u toku 40-satne radne nedelje.

Dozvoljena granica izloženosti (PEL) i **Granična vrednost praga (TLV)** su TWA dozvoljene koncentracije, do kojih radnici mogu biti izloženi trajno, iz dana u dan, bez štetnih efekata, za normalni 8-časovni radni dan i 40-satnu radnu nedelju.

Granična kratkotrajna izloženost (STEL) se definiše kao 15-minutna TWA izloženost koja se ne sme premašiti tokom radnog dana čak i kada je 8-časovna TWA unutar granica. Izloženost pri STEL ne sme biti duža od 15 minuta i nesme se ponoviti više od 4 puta dnevno. Trebalo bi da prođe najmanje 60 minuta između uzastopnih izloženosti pri STEL. Koncept STEL je ilustrovan na Slici 3.



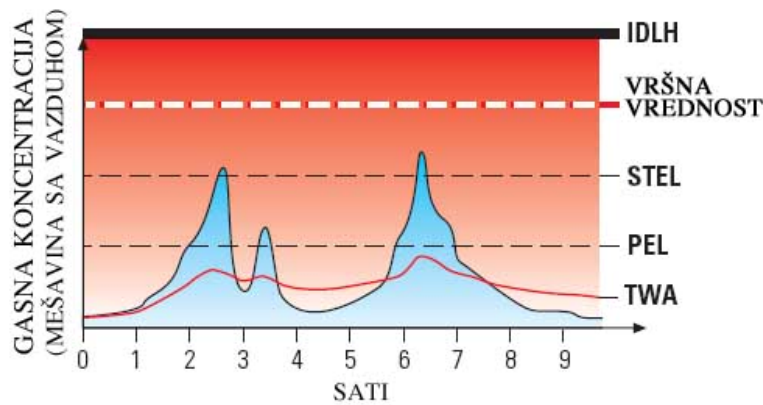
Slika 3. Grafički primer dozvoljenih TWA premašenja iznad STEL, uz uslov da 15-minutna TWA ne premaši STEL.

Vršna granica: Koncentracija koja se ne sme premašiti bez obzira na vreme izloženosti.

Momentalna Opasnost po Život ili Zdravlje (IDLH) koncentracija je maksimalna koncentracija iznad koje je dozvoljen rad samo sa visokopouzdanim uređajima za disanje koji obezbeđuju maksimalnu zaštitu za radnika. IDLH vrednost se bazira na sposobnosti radnika da pobjegne bez gubitka života, i bez trajnih posledica po zdravlje, ili drugih zdravstvenih efekata kao što su dezorijentacija ili nekordinacija koje mogu sprečiti bekstvo.

Prethodne informacije su pojednostavljena verzija, interpretirane iz NIOSH *Džepnog Uputstva o Hemijskim Rizicima*. Dodatak II na kraju ove knjige daje podatke izvučene iz istog uputstva koja obuhvataju REL, PEL i IDLH koncentracije.

Slika 4 ilustruje uopšteni zaključak o konceptu bezbednosti za toksične gasove.



Slika 4. Osnovna Pravila za Pridržavanje: TWA za osam radnih sati ne premašuje PEL/TLV. Obratiti pažnju na definiciju STEL i nikad ne premašivati vršnu vrednost.

Kombinacija Supstanci. Kada su dve ili više opasnih supstanci prisutne na istom području, zbirni efekti se moraju uzeti u obzir. Ovo važi, ako zbir koncentracija frakcija opasnih supstanci podeljen sa odgovarajućim PEL premašuje jedinicu, stoga granični prag mešavine se mora smatrati premašen. Ovaj slučaj je ilustrovan u sledećoj formuli:

$$\frac{C_1}{PEL_1} + \frac{C_2}{PEL_2} + \frac{C_3}{PEL_3} + \dots + \frac{C_n}{PEL_n} < 1$$

Ako je ovo veće od 1, onda je PEL premašen. C1, C2 i C3 predstavljaju TWA različitih opasnih supstanci.

Na primer, ako okolni vazduh sadrži 35 ppm ugljen-monoksida (PEL 50 ppm) i 350 ppm ugljen-dioksida (PEL 5000 ppm), računica je sledeća:

$$\frac{35}{50} + \frac{350}{5000} = 0,77$$

Granični prag nije premašen.

Ovo objašnjenje je dato samo za konceptualne svrhe. Ono ne uzima u obzir efekte kombinovanja hemikalija koje mogu da reaguju međusobno, rezultirajući sa konačnom smešom koja može biti toksičnija za ljude od pojedinačnih toksičnosti svakog od gasova.

Specifikacije Osobina

Preciznost: Webster-ov rečnik definiše preciznost kao “kvalitet ili nivo preciznosti ili tačnosti; preciznost; tačnost.” Preciznost je definisana kao “odsustvo greške ili netačnosti; precizno; držati se standarda.” Precizno se definiše kao “striktno definisano; konstantno tačan; mala tolerancija; itd.” U skladu sa ovim, merenje može biti precizno ali to ne znači neophodno da je i tačno. Tačnost se jedino može odrediti kada se poredi sa standardom.

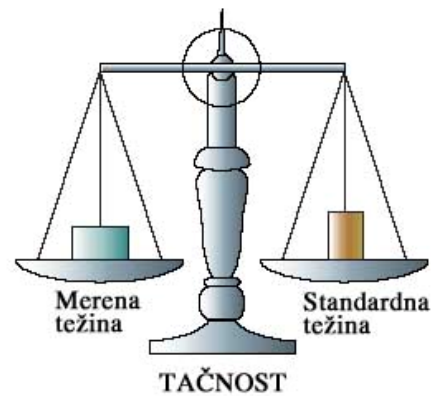
Tačnost je najbitnija definicija kvaliteta izvedbe za većinu objekata sa kojima se srećemo svakoga dana; na primer, vaš sat, termometar, vaga za merenje, i merna traka, su neki od njih. Definicije ovih mernih standarda su dobro definisane.

U Nacionalnom Institutu Nauke i Tehnologije (NIST; bivši Nacionalni Biro za Standarde), standardi za težinu, dužinu, temperaturu, itd. se čuvaju. Internacionalno, postoji potpuna saglasnost o “absolutnosti” ovih standarda.

U realnom životu, većina tačnih instrumenata nije uvek i najbolji izbor. Na primer, merna traka koju koriste krojači nije vrlo tačna, ali ona je praktična za dati zadatak. Šubleri koji se koriste u mašinskim radionicama su tačniji od krojačke trake ali nisu pogodni za upotrebu krojačima. Zbog toga, svaki instrument služi za drugačiju namenu. Gasni monitori služe više kao krojačka traka nego kao mašinski šubler.

Izazov tačnosti. Sa sistemima za gasni monitoring, ne postoje standardi sa kojima se može upoređivati tačnost. Postoje stotine različitih hemikalija, i svaka poseduje sopstvene jedinstvene hemiske i fizičke osobine.

Na primer, šta su 100 ppm ugljen-monoksida (CO) u vazduhu? Matematički, ovo je jednako 0.01% CO i 99.99% vazduha. Nakon mešanja, njena tačnost se teško određuje pošto ne postoji standard 100 ppm CO za upoređivanje i ne postoji opšti konsenzus koji definiše 100 ppm CO mešavinu.



Internacionalni Rečnik Osnovnih Opštih Izraza u Metrologiji definiše izraze za rezultate merenja prema sledećem:

1. Tačnost: Bliskost ili saglasnost između rezultata merenja i prave vrednosti merene veličine.*
2. Ponovljivost: Bliskost ili saglasnost između rezultata uzastopnih merenja iste merne veličine izvršenih pod istim uslovima merenja.
3. Reproducibilnost: Bliskost ili saglasnost između rezultata merenja iste merne veličine izvršenih pod promenjenim uslovima merenja.
4. Linearnost opsega: Opseg u kome je svaki podeok povezan za odgovarajući interval opsega koeficijentom proporcionalnosti koji je konstantan u celom opsegu.

* merena veličina - određena količina koja se meri; npr., pritisak pare
Za dati uzorak vode na 20°C.

Zbog poteškoća pri definisanju kalibracionih standarda u praksi, tačnost je izraz koji se najčešće pogrešno shvata i zloupotreblava u oblasti monitoringa gasova. Postoji nekoliko sporazuma između proizvođača instrumenata, i uopšteno gledajući ne postoji zajedničko shvatanje u principu. Realno, najbolje je uspostaviti metod kalibracije koji može da da *konzistentnost i precizne* kalibracione podatke. Tačnost ovog kalibracionog metoda se može uporediti sa prihvaćenim standardom kada se isti ustoliči.

Sve dok se kalibracija vrši sa visokom *preciznošću*, tačnost vaše kalibracije se može uspostaviti kada se pojavi prihvatljivi standard.

Ponovljivost: Ponovljivost predstavlja mogućnost senzora da ponove merenje gasne koncentracije kada se isti podvrgnu precizno kalibrisanim gasnim uzorcima.

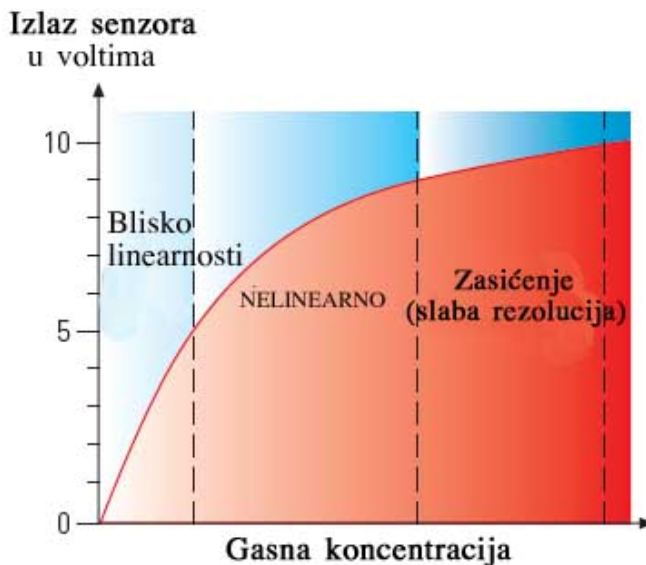


Nulti (čisti) vazduh: “Nulti vazduh” je dostupan na tržištu u vidu mešavine kiseonika i azota u bocama za visoki pritisak. Pri normalnim primenama, međutim, senzori za gasni monitoring se stavljaju da rade u “ne-idealnim” uslovima i, zbog toga, postoji puno drugih komponenti u okolnom vazduhu pored O₂ i N₂, kao što su vodena para, ugljen-dioksid, ugljen-monoksid, i drugi prateći gasovi.

Zbog ovog, nije praktično nulirati senzor sa jednostavnom mešavinom kiseonika i azota. Neki senzori se mogu nulirati sa suvim vazduhom ili N₂ a neki ne. Na primer, većina infra-crvenih (IR) detektora se mogu nulirati suvim vazduhom ili N₂ sve dok detektovana talasna dužina poseduje minimalne efekte vodene pare. Međutim, senzori u čvrstom stanju ili fotojonizacioni detektori (PIDs), mogu dati različita očitavanja između suvog i vlažnog vazduha.

U većini primena, senzori se mogu zadovoljavajuće nulirati njihovim izlaganjem u kesu sa vazduhom sakupljenim sa lokacije gde je vazduh “normalan” U principu, ovo je najjednostavniji način za potvrdu dali senzor daje stvarni ili lažni alarm.

Linearnost: Kvantitativno, linearnost se odnosi na izlazni signal u zavisnosti od koncentracije gasa: Ako je 1 volt jednak 10 ppm a pun opseg 5 volti predstavljen sa 50 ppm, onda će izlaz biti linearan. Kod većine senzora, inicijalni izlaz senzora je linearan ili blizak linearnosti, ali kako se koncentracija gasa povećava, izlazni signal se postepeno smanjuje.



Slika. 5. Tipična kriva izlaza senzora. Kako gasna koncentracija raste, izlazni signal postaje manji u odnosu na povećanje gasne koncentracije, dovodeći do slabe rezolucije. Većina senzora poseduje bolju tačnost pri nižim koncentracijama nego pri vrlo visokim koncentracijama.

Zbog ovoga, instrumenti koji se mogu naći na tržištu uglavnom poseduju izlazne signale koji su digitalno linearizovani.

Specifičnost ili Selektivnost: Ovo podrazumeva mogućnost instrumenta da detektuje željeni gas bez uticaja drugih prisutnih gasova.

Većina senzora je osetljiva na više sličnih gasova, i ne postoje senzori specifični za samo jedan gas.

Među specifičnije senzore spadaju elektrohemiski senzori za detekciju kiseonika.

Različite tehnike se primenjuju kako bi se postigao određeni stepen selektivnosti koji odgovara praktičnim primenama. Na primer, filter sa drvenim ugljem se koristi za filtraciju većine ugljovodonika propuštajući samo CO, H₂, i CH₄ da prođu.

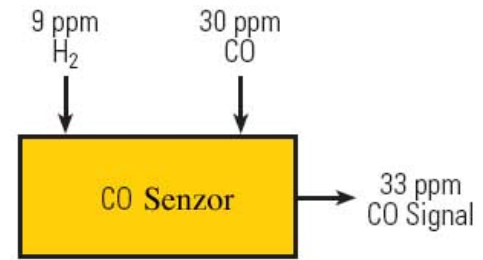
Kod senzora u čvrstom stanju, površinska temperatura senzora se može podešavati različito kako bi bio osetljiviji na jedan gas a manje osetljiv na ostale gasove.

Najčešće se koristi analitička kolona, u kojoj se tok gasnog uzorka uvodi u kolonu i hemiske komponente se razdvajaju i izlaze na kraju kolone u različitim vremenskim trenutcima, gde se zatim detektuju pomoću senzora.

Ova metoda je dobra u labalatoriskoj primeni ali je dokazano nepraktična za gasni monitoring jer zahteva visok stepen obučenosti korisnika i visok stepen održavanja. Dodatno, pošto se uzorak mora propustiti kroz kolonu, vreme potrebno za očitavanje može biti relativno dugo. Vremena uzorkovanja od 15 do 30 minuta nisu neuobičajena.

Za monitoring okolnog vazduha, mnogo je praktičnije upotrebiti senzor direktno instaliran na lokaciji na kojoj se vrši monitoring i kompenzovan za druge gasove koji mogu biti prisutni.

Nivo Interferencije: Kao što je ranije pomenuto, senzori nisu selektivni na samo jedan gas i očitavaće takođe i ostale gasove. Zbog ovoga, učestala je praksa kod proizvođača opreme za gasni monitoring da obezbede podatke koji ukazuju na nivoe koji drugi gasovi daju na očitavanje senzora. Na primer, na 100 ppm ugljen-monoksidnom senzoru, 9 ppm vodonika rezultira očitavanje 1 ppm CO.

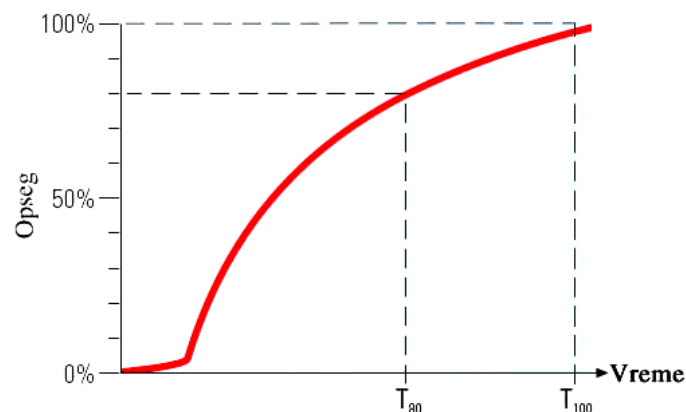


9ppm H₂ se prikazuje kao 3ppm CO

U većini slučajeva, čak i ako je istaknuto da određeni gas ne utiče na očitavanje, ako je njegova koncentracija dovoljno visoka, on će zapravo izvršiti uticaj na očitavanje. Na primer, dok na CO senzor sa filterom sa drvenim ugljem određeni rastvarači imaju mali uticaj pri 100 ppm, kada koncentracija poraste na 1,000 ppm, oni mogu da utiču drastično.

Zbog vrlo velikog broja gasova, proizvođači nisu u mogućnosti da daju podatke o uticaju za sve gasove. Zbog toga, ako podaci o interferenciji nisu dati za gas koji vas interesuje, trebate se informisati kod proizvođača da li je senzor selektivan na specifični gas koji nas zanima; u ovom slučaju, proizvođač treba obezbediti potrebne podatke.

Odziv/Vreme Oporavka: Ovo je tipično definisano kao vreme koje je potrebno senzoru da očitava određeni procenat od punog opsega nakon izlaganja koncentraciji punog opsega određenog gasa. Na primer, $T_{80} = 30$ sekundi znači da je senzoru potrebno 30 sekundi da dostigne 80% pune skale nakon izlaganja koncentraciji gasa jednakoj punom opsegu.



Slika 6. Tipični odziv senzora

Temperatura i Vlažnost: Specifikacije za ove parametre je jednostavno razumeti, ali se pažnja mora obratiti na specifikaciju vlažnosti. Relativna vlažnost je pokazatelj količine vodene pare u vazduhu kao procenat od maksimalno moguće količine na datoj temperaturi.

Kvantitativno, količina prisutne vodene pare je funkcija temperature. Na primer, pri 80% relativne vlažnosti i pri temperaturi od 25°C, vodena para je prisutna sa nivoom od 3%. Međutim, istih 80% relativne vlažnosti pri temperaturi od 48°C daje nivo vodene pare od 10%. U prisustvu hemikalija, kombinovano sa promenama u temperaturi tokom dana i noći, moguća kondenzacija vode i rezultujuće korozivne mešavine mogu ugroziti životni vek senzora.

Histerezis: Razlika u odzivu senzora kada se kalibriše sa nultog nivoa do sredine opsega u poređenju sa odzivom kada se kalibracija vrši od vršnog opsega do sredine opsega, naziva se histerezis. Ova količina se normalno izražava kao procenat punog opsega. Na primer, 100 ppm instrument, kada se kalibriše od 0 do 50 ppm i izloži 50 ppm kalibracionom gasu, će prikazati 50 ppm. Međutim, kada se senzor kalibriše na 100 ppm gasa a izloži na 50 ppm senzor može prikazati 55 ppm. Ova varijacija od 5 ppm je histerezis 5% pune skale. Većina infracrvenih i fotojonizacionih instrumenata ne poseduje histerezis, međutim puno drugih senzora, uključujući elektrohemiske, u čvrstom stanju, i katalitički senzori poseduju histerezis.

Pri podešavanju alarma, razlika između tačke aktiviranja i deaktiviranja se takođe naziva *histerezis*. Na primer, ako se alarm aktivira na 100 ppm, alarm se neće deaktivirati sve dok gas ne padne ispod 90 ppm. Ovaj histerezis je potreban; u suprotnom, alarm može oscilovati oko podešene tačke od 100 ppm.

Nula i Odstupanje mernog opsega: Iako ne postoji specifična definicija za ova dva termina, opšte prihvaćena definicija kaže da je ovo odstupanje procentualna promena nule ili kalibracije mernog opsega tokom definisanog vremenskog perioda, tipično 30 dana ili duže.

Opasna područja

Instrumenti za gasni monitoring se često instaliraju u industriskim procesima i proizvodnim područjima. Ova područja su često klasifikovana kao opasna područja ili zone. Industriska postrojenja u kojima potencijalno može postojati eksplozivna gasna atmosfera ili je stalno prisutna moraju biti opremljena sa odgovarajućim metodima za protiveksplozisku zaštitu kada se koriste ovi tipovi instrumenata. Van interesovanja ove knjige su puni detalji o ovome; međutim, sledeće informacije mogu biti od pomoći. Čitaocu se savetuje da se konsultuje sa proizvođačem oko specifičnih zahteva.

Severna Amerika i drugi delovi sveta koji su pod uticajem Severno Američkih normi tradicionalno koriste Nacionalni Električni Kod (NEC®) odredbe 500-503.

Oni upotrebljavaju sistem klasa i podela:

Klase označavaju tip prisutne opasnosti kao što su gasovi ili pare, zapaljive prašine, i zapaljiva vlakna.

Podele definišu uslove pod kojima opasni materijali mogu biti prisutni.

Uređaji dizajnirani i proizvedeni za ova opasna područja moraju biti testirani i odobreni za upotrebu od strane nacionalno priznate laboratorije kao što su Underwriter's Laboratories (UL®), Factory Mutual (FM), ili Canadian Standards Association (CSA®).

Severno Američke agencije za sertifikovanje

Underwriters Laboratories



Factory Mutual



Canadian Standards Association



NEC 500 klasifikacije opasnosti su sledeće:

Klasa I: Zapaljivi gasovi ili pare.

Klasa II: Zapaljive prašine

Klasa III: Lako zapaljiva vlakna i leteće čestice

Grupe se baziraju na karakteristike prostiranja plamena, temperaturu paljenja, i pritiska stvorenog tokom eksplozije raznih gasova i para. Postoje četiri različite grupe u Klasi I. Ove grupe su sledeće:

Grupa A: Acetilen

Grupa B: Akrolein, butadien, etilen oksid, formaldehid, vodonik, propilen oksid, i propil nitrat

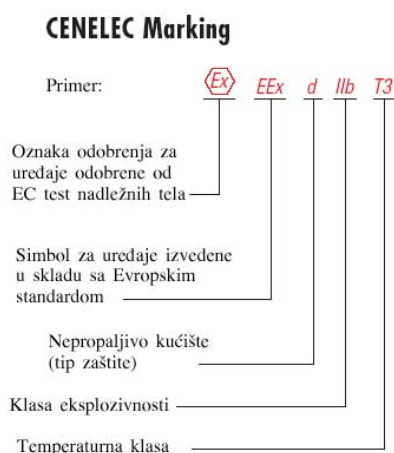
Grupe C i D: Svi ostali zapaljivi gasovi pripadaju grupama C i D

Divizija 1: Gde zapaljive koncentracije gasova, para, prašina, i vlakana mogu biti prisutne sve vreme ili neko vreme pod normalnim radnim uslovima.

Divizija 2: Gde zapaljive koncentracije gasova, para, prašina, i vlakana ne postoje pod normalnim radnim uslovima. Opasni uslovi postoje samo u slučaju nenormalnih uslova, kao što su kidanja, cepanja ili pukotine na kontejnerima, cisternama itd.

Instrumenti za gasni monitoring su tipično dizajnirani i odobreni za upotrebu u Klasi I, Diviziji 1, Grupe B, C i D opasnih područja za upotrebu na Severno Američkim tržištima.

Zone. Evropske države, kao i većina drugih nacija sveta, su pod uticajem Internacionalne Elektrotehničke Komisije (IEC) tro-zonskog pristupa. IEC klasifikuje potencijalno eksplozivne atmosfere u Zone 0, 1, i 2 bazirano na verovatnoći pojave i trajanja pojave potencijalno eksplozivne smeše.



Uređaji dizajnirani za upotrebu u ovim područjima su obično testirani i odobreni za upotrebu od strane Evropskog Komiteta za Elektrotehničku Standardizaciju (CENELEC) test nadležnih organa korišćenjem Euronorm (EN) standarda. Podela ove tri zone je:

Zona 0: Područje u kome je eksplozivna gasna atmosfera trajno prisutna u dugim vremenskim periodima.

Zona 1: Područje u kome se eksplozivna gasna atmosfera može pojaviti u toku normalnog rada.

Zona 2: Područje u kome nije verovatna pojava eksplozivne gasne atmosfere u normalnom radu, a i ako se pojavi, traje u kratkom vremenskom periodu.

Zone 20, 21, i 22 su a podskup Kodova 0, 1, i 2 koje se odnose na pojavu zapaljivih oblaka prašine.

Definicija Poređenja. U skladu sa njihovim eksplozivnim osobinama, zapaljivi gasovi i pare su podeljeni u temperaturne klase i podgrupe protiveksplozijske zaštite. Ne postoje direktna poređenja između trenutnih NEC i IEC standarda. Nacionalna Agencija za Zaštitu od Požara (NFPA) u Americi je usvojila član NEC 505 koji se može uporediti sa IEC standardima. Kratko poređenje IEC (svet), CENELEC (Evropa) i NEC (Amerika) je prema sledećem:

1. *Uslov:* Rizični uslovi su prisutni konstantno ili u toku dugog vremenskog perioda.

NEC 505: Klasa 1, Zona 0
NEC 500: Klasa 1, Divizija 1
IEC: Zona 0.
CENELEC: Zone 0

2. *Uslov:* Rizični uslovi se mogu javiti pri normalnom radu.

NEC 505: Klasa 1, Zona 1
NEC 500: Klasa 1, Divizija 1
IEC: Zona 1
CENELEC: Zona 1

3. *Uslov:* Rizični uslovi se ne javljaju pri normalnom radu a i ako se pojave, to je retko i u vrlo kratkom periodu.

NEC 505: Klasa 1, Zona 2
NEC 500: Klasa 1, Divizija 2.
IEC: Zona 2
CENELEC: Zona 2

Tipovi zaštite

Postoji više prihvatljivih tipova zaštite za električnu opremu u rizičnim područjima. Najčešći tipovi su sledeći:

A. Nepropaljivo kućište (d)⁵: Kućište, koje je prikazano na slici 6, će izdržati unutrašnju eksploziju, bez izazivanja upale spoljne eksplozivne atmosfere.

Spojevi kućišta i struktura oklopa su dizajnirani i proizvedeni za ovakve namene.

Ovaj tip zaštite se najčešće koristi za primene gasnog monitoringa i ispunjava norme:

NEC 500 - Klasa 1, Divizija 1 i 2.
NEC 505 - Klasa 1, Zona 1 i 2, AExd.
IEC - Exd.
CENELEC - EExd.



Slika 6. Nepropaljivo kućište

⁵ Malo slovo u CENELEC oznaci označava tip zaštite koje kućište pruža

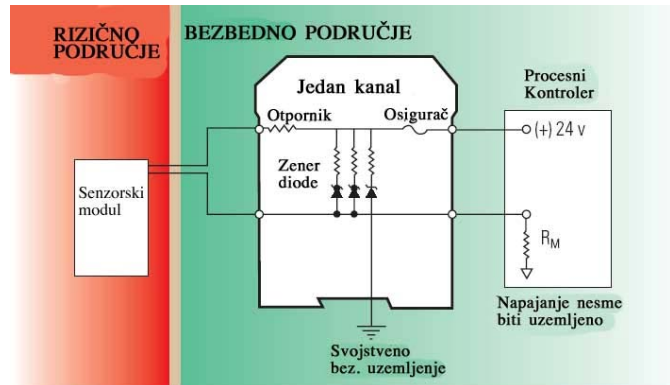
Tipovi spojeva u nepropaljivim kućištima



Upotrebljeni materijali: Aluminijum, gvožđe

B. Svojtvena bezbednost (i):

Električna energija u kolima svojstvene bezbednosti koja ulazi u kućište nije dovoljna da izazove varnicu i upali zapaljivu smešu u rizičnom području, u najgorem slučaju. Da bi ispunili ovaj uslov, bezbedonosna barijera ili drugi uređaji koji ograničavaju



električnu energiju su postavljeni na liniji kako bi limitirali električnu energiju koja je dozvoljena da teče kroz kolo pre nego što linija uđe u rizično područje.

Bezbedonosne barijere su kombinacija zener dioda, otpornika, i osigurača koji su dizajnirani da ograniče količinu električne energije koja sme da teče kroz liniju. Različite odobrene i sertifikovane bezbedonosne barijere su dostupne u vidu standardnih električnih komponenti. One su ograničene na primene za uređaje sa malom potrošnjom. Ovaj metod zaštite može ispunjavati zahteve:

NEC 500 - Klasa 1, Divizija 1 i 2.

NEC-505 - Klasa 1, Zona 0, 1 i 2.

AExi(a).

IEC - Exi(a).

CENELEC - EExi(a).

C. Zalivanje i pod Pritiskom (p): Ovo je proces obezbeđivanja zaptivanja električnih kućišta zaštitnim gasom kako bi se sprečio ulazak zapaljivih gasova održavanjem pozitivnog pritiska unutar kućišta.

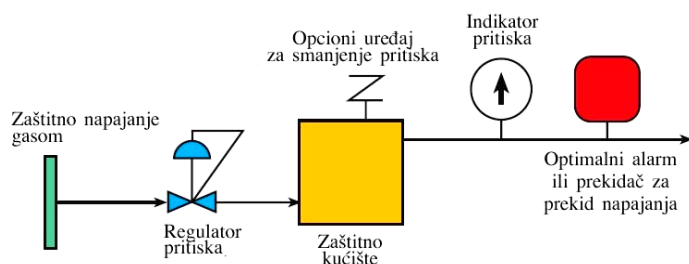
Ovaj tip zaštite može ispunjavati zahteve:

NEC 500 - Tip X, Y i Z.

NEC 505 - Tip X, Y i Z.

IEC - Exp.

CENELEC - EExp.



Tip X pod pritiskom: Smanjuje klasifikaciju unutar zaštićenog kućišta sa Klase 1, Divizije 1 ili Klasa 1, Zona 1 na neklasifikovanu.

Tip Y pod pritiskom: Smanjuje klasifikaciju unutar zaštićenog kućišta sa Divizije 1 na Diviziju 2 ili Zone 1 na Zonu 2.

Tip Z pod pritiskom: Smanjuje klasifikaciju unutar zaštićenog kućišta sa Klase 1, Divizije 2 ili Klase 1, Zone 2 na neklasifikovanu.

D. Povećana bezbednost (e): Ovo je tip zaštite od eksplozije primenjen na električne uređaje koji ne proizvode lukove niti varnice u normalnom radu, u kojima su primenjene dodatne mere kako bi im obezbedili povećanu sigurnost od mogućnosti premašenja temperature i od pojave luka ili varnica. Ovaj metod zaštite može ispunjavati zahteve:

NEC 500 - Bez Standarda.

NEC 505 - Klasa 1, Zona 1 i 2, AExe.

IEC - Exe.

CENELEC - EExe.

E. Ostaliu Metodi Zaštite: Potapanje u ulje(o), punjenje praškom(q) i zalivanje(m).

Klasifikacija kućišta za bezbedne zone

U Severnoj Americi, Nacionalno Udruženje Elektro Proizvođača (NEMA), kao način standardizacije performansi kućišta, klasifikovalo je kućišta različitim razredima koji su namenjeni da pruže informacije za korisnike kako bi isti mogli da naprave pravilan izbor kućišta.

Ovaj sistem klasifikacije identifikuje mogućnost kućišta da se odupre različitim mogućim uslovima. Klasifikacija je sledeća:

NEMA Tip 1: Za opštu-namenu i unutašnju upotrebu, obezbeđuju zaštitu od slučajnog kontakta sa zaštićenom opremom.

NEMA Tip 2: Dodatak NEMA Tipu 1, obezbeđuje zaštitu od ograničene količine padajuće vode i prljavština.

NEMA Tip 3: Za spoljnu upotrebu. Obezbeđuje zaštitu od prašine od vetra, kiše kao i od formacija leda na kućištu. Obezbeđuje zaštitu od korozije.

NEMA Tip 3R: Isto kao i NEMA Tip 3, ali ne pruža zaštitu od prašine.

NEMA Tip 4: Isto kao i NEMA Tip 3, osim što, je namenjen kako za unutrašnju tako i za spoljašnju upotrebu, obezbeđuje zaštitu od direktnog mlaza vode.

NEMA Tip 4X: Isto kao i NEMA Tip 4, ali takođe obezbeđuje otpornost na koroziju za unutrašnju upotrebu.

NEMA Tip 6: Isto kao i NEMA Tip 4X, ali obezbeđuje zaštitu od vode tokom privremenog potapanja na ograničenu dubinu.

NEMA Tip 7: Za unutrašnju upotrebu na rizičnim lokacijama, Klase 1, Grupe A, B, C, i D.

NEMA Tip 9: Za unutrašnju primenu u prostorijama sa prašinom, Klasa II, Grupe E, F, i G.

NEMA Tip 12: Za unutrašnju primenu, obezbeđuje zaštitu od prašine, padajućeg otpada, i kapljućih nekorozivnih tečnosti.

NEMA Tip 13: Za unutrašnju primenu, obezbeđuje zaštitu od prašine, prskajuće vode, ulja, i nekorozivnih tečnosti za hlađenje.

Internacionalna oznaka, za zaštitu za električne uređaje su date sa *ingress protection* (IP) (zaštita od prodora) iza koje se nalazi broj sa dve cifre koji definiše stepen zaštite.

Prva cifra (0-6) definiše zaštitu od kontakta i ulaska stranih tela dok druga cifra (0-8) definiše zaštitu od vode.

Zaštita	Prva cifra	Druga cifra
0	Bez zaštite	Bez zaštite
1	Veliki objekti veći od 50 mm u prečniku	Vertikalno padajuća voda
2	Objekti srednje veličine veći od 12 mm u prečniku	Padajuća voda do 15 stepeni od vertikale
3	Mali objekti veći od 2.5 mm	Padajuća voda do 60 stepeni od vertikale
4	Granularni objekti veći od 1 mm u prečniku	Zapluskivanje vode iz svih pravaca
5	Zaštićeno od prašine, bez totalne zaptivenosti	Voda iz mlaznice iz bilo kog pravca
6	Zaštićeno od prašine	Jaki mlazevi vode
7		Kratkotrajno potapanje
8		Trajno potapanje

IP klasifikacija je data od strane Internacionalne Elektrotehničke Komisije. Definicije za zaštitu se razlikuju od standarda NEMA. Zbog toga, IEC klasifikacija oklopljenosti se ne može direktno upoređivati sa NEMA standardom oklopljenosti.

Na primer, IP 66 je približno ekvivalentan sa NEMA 4 ili 4X , IP 67 je ekvivalentan sa NEMA 6, i IP 55 je ekvivalentan sa NEMA 12.