

Literatura

1. Blagojević M. et al., *Sistemi za otkrivanje i dojavu požara*, 2. izdanje, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2004., ISBN 86-50261-47-5
2. Bukowski, R.W., Moore W.D., *Fire Alarm Signaling Systems*, 3rd edition, NFPA, 2003., ISBN-13: 9780877655411
3. ISO 7240, *Fire detection and alarm systems - Part 10: Point type flame detectors*, 2007.
4. Fraden J., *Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications*, Springer-Verlag, 2004., ISBN 0-387-00750-4
5. Piotrowski J., Rogalski A., *High-Operating Temperature Infrared Photo-detectors*, SPIE, 2007., ISBN 978-0-8194-6535-1
6. Petković D. Krstić D., Stanković V., *Elektromagnetna zračenja, sveska V - Elektromagnetni talasi i zračenje*, Fakultet zaštite na radu u Nišu, 2008., ISBN 978-86-80261-89-8

POGLAVLJE

10

JAVLJAČI UGLJEN-MONOKSIDA

Ugljen-monoksid predstavlja jedan od najopasnijih produkata nepotpunog sagorevanja čije prisustvo u manjoj ili većoj koncentraciji, što zavisi od vremena ekspozicije, može da ima fatalne posledice po ljudski organizam. Javljači ugljen-monoksida treba da brzo reaguju na prisustvo ugljen-monoksida tokom tinjajućih požara, jer se prostiranje ugljen-monoksida ne obavlja samo konvekcijom, već i difuzijom, tako da oni predstavljaju najbolje rešenje u primenama gde druge tehnike detekcije mogu da daju lažne alarme, kao na primer u prisustvu prašine ili raznih isparenja u ambijentu. Iako ugljen-monoksid ima veću pokretljivost od dima, njegova koncentracija se umanjuje ventilacijom i konvektivnim strujama, tako da za primenu javljača ugljen-monoksida važe slična razmatranja kao i kod primene tačkastih javljača dima. Međutim, kada se razmatra primena javljača u prostoriji, treba imati u vidu da recirkulacija vazduha u prostoriji ne utiče mnogo na pad koncentracije ugljen-monoksida, što znači da stratifikacija manje utiče na javljače ugljen-monoksida u poređenju sa ostalim tipovima javljača.

10.1. Uticaj ugljen-monoksida na organizam

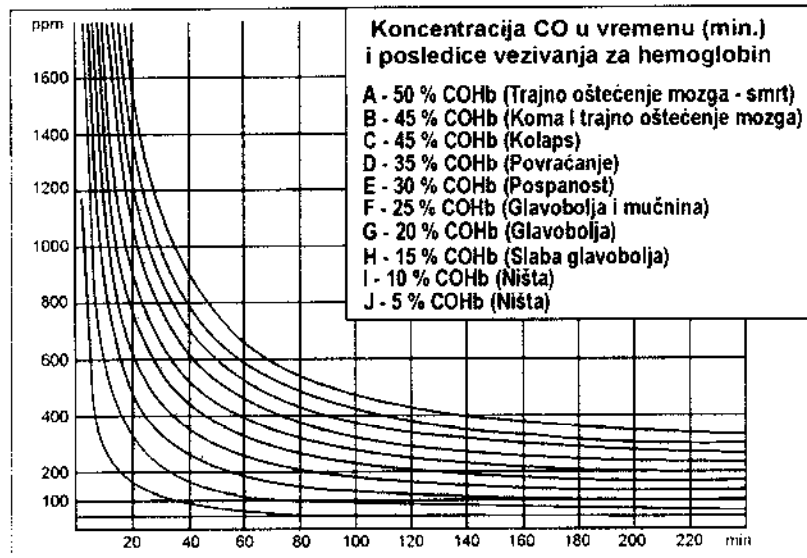
10.2. Principi konstrukcije javljača CO

10.3. Primena javljača CO

10.1. Uticaj ugljen-monoksida na organizam

Prisustvo javljača ugljen-monoksida (CO) na tržištu i njihova praktična upotreba u sistemima za dojavu požara je relativno novijeg datuma. Ugljen-monoksid je prateći produkt tinjajućih požara, gas bez boje i mirisa. Nastaje kao posledica nepotpunog sagorevanja čvrstih, tečnih i gasovitih gorivih materijala i može da se nagomila u stanovima, kućama, hotelskim sobama, itd.

Poznato je da se kiseonik koji se unosi disanjem distribuira kroz organizam posredstvom hemoglobina u krvi, međutim, kada je ugljen-monoksid prisutan u okolnoj sredini on se daleko brže od kiseonika vezuje za hemoglobin. Brzina vezivanja i uticaj CO na organizam zavisi od mnogo faktora, kao što su: pol, starost, fizička kondicija, postojanje akutnih i hroničnih bolesti, itd. Do fatalnog ishoda dovodi velika doza CO u kratkom vremenskom periodu, ali i mala doza u kombinaciji sa dugim vremenom ekspozicije.



Slika 10.1. Uticaj CO na organizam

Na slici 10.1. su prikazani efekti izloženosti ugljen-monoksidu za različita vremena ekspozicije ($\text{ppm}^{42})/\text{min}$), a u tabeli 10.1. simptomi trovanja i odgovarajuća koncentracija koja izaziva te simptome. Sa slike se vidi da nema posledica pri izloženosti koncentraciji do 50 ppm u trajanju do 8 sati, i da je gornja granica tolerancije na CO do 100 ppm, pod uslovom da vreme ekspozicije nije duže od par sati.

Tabela 10.1. Simptomi uticaja CO na organizam

Konc. [ppm]	Simptomi
50	Bez efekata pri izlaganju do 8 sati.
200	Slaba glavobolja posle 2-3 sata.
400	Glavobolja i mučnina posle 1-2 sata.
800	Glavobolja, mučnina, vrtoglavica posle 45 min., gubitak svesti posle 2 sata.
1000	Gubitak svesti posle 1 sata.
1600	Mučnina, vrtoglavica posle 20 min.
3200	Mučnina, vrtoglavica posle 5-10 min., gubitak svesti posle 30 min.
6400	Mučnina, vrtoglavica posle 1-2 min., gubitak svesti posle 10-15 min.
12800 (1.28 %)	Momentalni psihološki efekti, gubitak svesti, smrt posle 1-3 min.

Prema istraživanjima koja su sprovedena u SAD, u periodu od 2004. do 2006. godine, dva najčešća izvora CO su bili peći u kući i automobili. Najčešći razlozi i mesta nastanka CO su sledeći:

- blokirani ili loše projektovani dimovodni kanali i loša ventilacija,
- sistemi za grejanje na gas,
- izduvni gasovi automobila, generatora, itd.,
- upotreba roštilja u zatvorenim prostorima,
- u hotelskim sobama: kvar peći, bojlera i slično.

10.2. Principi konstrukcije javljača CO

Namena javljača ugljen-monoksida je da signalizira premašenje određene koncentracije CO u toku nekog vremenskog perioda. Zavisno od tehnologije koja je iskorišćena za realizaciju senzora, i samim tim načina detekcije, postoje četiri tipa javljača CO:

⁴²⁾ ppm - milioniti deo (eng. *parts per million*), tj. u masi - 1 ppm odgovara 1 mg u 1 kg, ili zapreminski - u procentima 0.1% zapremine gasa u vazduhu je 1000 ppm.

- optičko-hemijski javljači CO (eng. *opto-chemical CO detector*),
- bioimitacioni javljači CO (eng. *biomimetic CO detector*),
- poluprovodnički javljači CO (eng. *metal oxide semiconductor CO detector*) i
- elektrohemijski javljači CO (eng. *electrochemical detector CO*).

Senzor *optičko-hemijskog* javljača CO je predstavljen umetkom od materije koja je u dodiru sa ugljen-monoksidom menja boju čime se signalizira prisustvo ugljen-monoksida. Najveća prednost ovog tipa javljača CO je niska cena, međutim oni pružaju nizak nivo zaštite zbog toga što se informacija o promeni boje senzora teže prenosi na daljinu (centrali). Danas se ovaj tip javljača smatra zastarelim i ne primenjuje se u sistemima za dojavu požara.

Senzor *bioimitacionog* javljača CO je disk od sintetičkog hemoglobina koji reaguje u dodiru sa CO na isti način kao i hemoglobin u organizmu, tako da se u javljaču nadgleda infracrveni snop svetlosti koji prolazi kroz disk. Drugim rečima, sa porastom koncentracije CO protok IC snopa kroz disk se smanjuje, što je uslov za signalizaciju alarma.

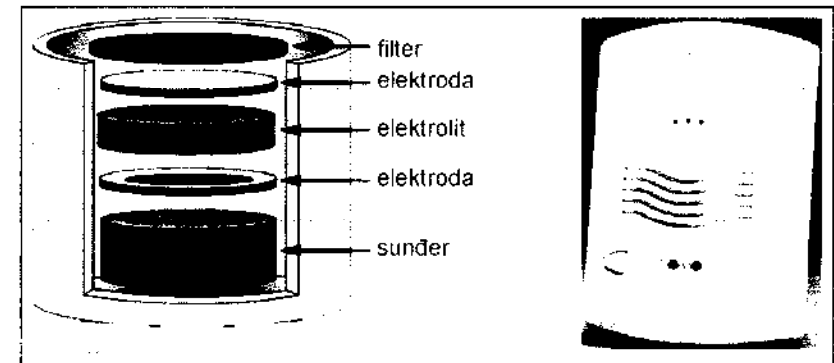
Princip rada *poluprovodničkog* javljača CO se sastoji u tome da se poluprovodnik od kalaj dioksida (SnO_2) zagreva električnom strujom u određenim vremenskim intervalima, sve dok ne dostigne temperaturu na kojoj reaguje (oko 400°C) u dodiru sa ugljen-monoksidom tako što menja otpor (O_2 povećava, a CO smanjuje otpor). Ovaj tip javljača karakteriše dugotrajnost u radu i brzi odziv, međutim, njihova eksploatacija i održavanje su daleko skuplji od ostalih tipova javljača. Takođe, podložan je lažnim alarmima koji mogu biti izazvani gasovima i isparenjima koji ne sadrže ugljen-monoksid. Iako ima vek trajanja od 5-10 godina, u poslednje vreme se sve više zamenjuje elektrohemijskim javljačima CO.

Kao senzori u *elektrohemijskim* javljačima CO najviše se koriste senzorski elementi *Taguchi*⁴³⁾ tipa (senzor je poznat i kao *TGS - Taguchi Gas Sensor*), koji inače mogu da se koriste i za otkrivanje ugljovodonika, kao što su metan ili propan. Suština rada senzora *Taguchi* tipa je u tome što je senzorski element oklopljen slojem oksida kalaja (SnO_2) ili oksida cinka (ZnO) koji u kombinaciji sa ugljen-monoksidom menja električni otpor senzora. Da bi se izbegao potpuni utrošak oksida, element se

⁴³⁾ Naoyoshi Taguchi, u oktobru 1968. je predstavio prvi poluprovodnički senzor kojim mogu da se detektuju gasovi koji nastaju sagorevanjem poznat kao TGS (Taguchi Gas Sensor).

povremeno zagreva da bi se izazvao obrnuti hemijski proces koji obnavlja potrošeni sloj oksida kalaja ili cinka.

Elektrohemijski javljači CO koriste dve elektrode od platine i elektrolit - najčešće sumpornu kiselinu. Ugljen-monoksid oksidacijom na jednoj elektrodi prelazi u ugljen-dioksid, dok se na drugoj elektrodi izdvaja kiseonik. Na osnovu merenja struje moguće je veoma precizno odrediti koncentraciju CO u okolnoj atmosferi. U odnosu na druge tipove senzora, opisana elektrohemijska ćelija ima veoma veliku preciznost i skoro linearan odziv na porast koncentracije CO. Vek trajanja ćelije je oko 5 godina i danas je ovaj tip javljača prevladajući u SAD i zapadnoj Evropi.



Slika 10.2. Javljač CO - senzor i spoljašnji izgled

Na slici levo je prikazana elektro-hemijska ćelija - senzor javljača CO. Senzor se odlikuje visokom pouzdanošću u radu, ali su moguće lažne signalizacije alarma u prisustvu preparata za čišćenje u kući koje sadrže amonijak, kao na primer, tečnost za pranje stakla. Na slici desno je prikazan izgled jednog komercijalnog elektrohemijskog javljača CO.

Postoji nekoliko zahteva u skladu sa savremenim standardima, koje javljači CO treba da zadovolje:

- prema najnovijim izmenama standarda većine razvijenih zemalja, upotreba javljača CO je obavezna u školama, bolnicama, hotelskim sobama i svim prostorijama gde gde duže borave deca, stare ili hendikepirane osobe,
- signal alarma koji se generiše na osnovu otkrivanja CO u okruženju mora da se razlikuje od ostalih signala alarma,

- javljač CO mora da ima indikaciju o svim tipovima kvara kao i drugi tipovi javljača požara, a posebno indikaciju kraja operativne sposobnosti - životnog veka senzora,
- napajanje sistema koji sadrži javljače CO mora da bude takvo da obezbedi nesmetan rad javljača CO, čak i ako centralna jedinica (centrala za dojavu požara) nije u funkciji,
- svi javljači CO u okviru sistema moraju da imaju mogućnost testiranja ispravnosti i funkcionalnosti.

10.3. Primena javljača CO

Kod požara sa izraženim plamenom gde se stvara veoma mala količina ugljen-monoksida ovi javljači su uglavnom neprimenljivi, s tim što mogu da se iskoriste za veoma rano otkrivanje požara, pre nego što dođe do razbuktavanja plamena. Tehnologija koja je upotrebljena za elektrohemijski senzor u javljaču je takva da omogućava veliku brzinu odziva i tačnost uz malu potrošnju.

Javljači ugljen-monoksida ne predstavljaju zamenu za javljače dima i njihovo postavljanje se **ne preporučuje** u slučajevima:

- kada je prostor koji se štiti put za evakuaciju,
- kada je u prostoriji moguće pregrevanje mašina, opreme, itd.,
- kada je prostorija izložena izduvnim gasovima ili alkoholnim parama,
- kada postoji zahtev za otkrivanje požara zapaljivih tečnosti.

Na drugoj strani, javljači ugljen-monoksida se postavljaju kao **dopunska zaštita** uz javljače dima u slučajevima:

- kada postoji rizik od tinjajućih požara,
- kada postoji rizik od nastanka požara u zatvorenom prostoru.

Otkrivanje ugljen-monoksida ovim javljačima može da se iskoristi kao **glavni metod detekcije** u slučajevima:

- kada postoji rizik isključivo od tinjajućih požara,
- kada su optički javljači dima neprimenljivi zbog mogućih izvora lažnih alarmiranja,
- ako prostorija ima površinu do 50 m².

Osetljivost javljača ugljen-monoksida mora da bude podešena posebno za svaku primenu na nivo iznad normalnog nivoa CO za dati ambijent, tako da savremeni javljači imaju mogućnost podešavanja na

više načina rada. Prag alarma javljača ugljen-monoksida je različito definisan u standardima pojedinih zemalja. Na primer, zahtevi ruskog standarda su da javljač mora da reaguje u opsegu od 20 do 80 ppm, pri čemu postoje dve klase javljača:

1. klasa koja može da detektuje (i alarmira) koncentracije u opsegu od 20 do 40 ppm i
2. klasa javljača sa osetljivošću u opsegu od 41 do 80 ppm.

U zapadnim standardima ne postoji takva podela na klase, već prag koncentracije i vreme potrebno za alarmiranje zavise od proizvođača. U tabeli 10.2. su prikazane najčešće karakteristike javljača CO većine proizvođača koje se odnose na prag alarmiranja i brzinu odziva.

Tabela 10.2. Odziv i pragovi alarma javljača ugljen-monoksida

Način rada	Prag alarma [ppm]	Vreme dojave alarma [s]	Primena
1	30	60	Prostorije za spavanje bez prisustva CO
2	45	30	Dopunska zaštita u predvorjima
3	45	60	Prostorije za spavanje sa niskim nivoom CO
4	60	30	Prostorije sa nagomilanim materijalom
5	75	30	Dopunska zaštita u kuhinjama i kotlarnicama

Pri izboru odgovarajućeg javljača ugljen-monoksida za određenu primenu, osim podataka koji se odnose na prag alarmiranja i brzinu odziva, danas se sve više insistira na podatku o veku trajanja javljača, jer je još uvek mali broj javljača koji mogu da signaliziraju utrošak elektrohemijske ćelije, tj. da signaliziraju da senzor nije više u funkciji.

Danas su najzastupljeniji javljači ugljen-monoksida koji sadrže elektrohemijski senzor samostalno, ili u kombinaciji sa senzorom toplote.⁴⁴⁾

⁴⁴⁾ Javljači ugljen-monoksida se međunarodnim standardom obrađuju u dva dela: ISO 7240-6: Carbon-monoxide fire detectors using an electro-chemical cell i ISO 7240-8: Carbon-monoxide fire detectors using an electro-chemical cell in combination with a heat sensor.

Literatura

1. Blagojević M. et al., *Sistemi za otkrivanje i dojavu požara*, 2. izdanje, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2004., ISBN 86-50261-47-5
2. Black A., *Carbon Monoxide Detection in Residential Occupancies*, Chapter 9 in *Operation of Fire Protection Systems - A special edition of the fire protection handbook*, 2003, NFPA, 2003., ISBN 0-87765-584-7
3. Bukowski R.W., Bright R.G., *Some problems noted in the use of Taguchi semiconductor gas sensors as residential fire/smoke detectors*, NBSIR 74-591, 1997.
4. Cholin J.M., *Gas and Vapor Detection Systems and Monitors*, Chapter 8 in *Operation of Fire Protection Systems - A special edition of the fire protection handbook*, 2003, NFPA, 2003., ISBN 0-87765-584-7
5. ISO 7240, *Fire detection and alarm systems - Part 6: Carbon-monoxide fire detectors using an electro-chemical cell*, 2004.
6. ISO 7240, *Fire detection and alarm systems - Part 8: Carbon-monoxide fire detectors using an electro-chemical cell in combination with a heat sensor*, 2007.
7. NFPA 720, *Recommended Practice for the Installation of Household Carbon Monoxide (CO) Warning Equipment*, NFPA, 1998.
8. *System-Connected Carbon Monoxide Detectors, Applications Guide*, System Sensor, 2009.
9. www.figarosensor.com/products/5042pdf.pdf

POGLAVLJE
11

VIŠESENZORSKI (VIŠEKRITERIJUMSKI) JAVLJAČI

Prisustvo više senzora različitog tipa, što je najčešći oblik realizacije višesenzorskih javljača požara, omogućava viši nivo pouzdanosti pri donošenju odluke o alarmnom stanju. Višesenzorski javljači mogu da se sastoje iz dva ili više različitih tipova senzora koji se nalaze u istom kućištu javljača. Samim tim, donošenje odluke o alarmu ne mora da se bazira samo na premašenju praga alarma pojedinih parametara požara koji se prate, već na nizu pravila zaključivanja o alarmnom stanju koja mogu da se postave u skladu sa konkretnim ambijentalnim okolnostima u kojima se sistem za dojavu požara nalazi. U ovom poglavlju su opisane najčešće kombinacije senzora pomoću kojih se realizuju višesenzorski javljači i načini zaključivanja o alarmnom stanju na bazi više kriterijuma.

11.1. Osnovi višesenzorske detekcije