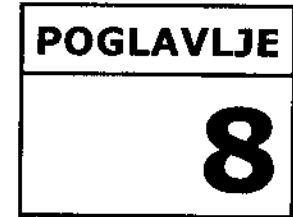


Literatura

1. Asch G. et al., *Датчики измерительных систем* (пр. на рус.), Мир, Москва, 1992., ISBN 5-03-001642-2
2. Blagojević M., Jovanović D., *On the front edge of fire detection signal*, "Pozarni ochrana 2003", Czech Republic, 2003., pp. 41-49
3. Blagojević M., Petković D., Simić D., *A New Algorithm for Adaptive Alarm Threshold in Fire Detection System*, 12th International Conference on Automatic Fire Detection - AUBE 2001., 2001. (Internet izdanje: www.bfrl.nist.gov/publications)
4. Blagojević M., Petković D., *A new approach to the interpretation of signals from temperature sensors*, Communications, No. 4/2006., Slovakia, 2006., pp. 57-60, ISSN 1335-4205
5. Carvel R., Beard A., *The Handbook of Tunnel Safety*, Thomas Telford, London, 2005, ISBN 0-7277-3168-8
6. Cote E. A., Bugbee P., *Principles of Fire Protection*, 2nd edition, Jones&Bartlett Learning, 1988., ISBN 0877653453
7. Cote E.A., *Operation of Fire Protection Systems - A special edition of the fire protection handbook*, 2003, NFPA, 2003. ISBN 0-87765-584-7
8. JUS N.S6.211, *Elementi sistema za automatsko otkrivanje požara - Detektori toplote - Tačkasti detektori sa statičkim elementom*, 1985.
9. JUS EN 54-8, *Komponente sistema za automatsko otkrivanje požara - Deo 8: Specifikacija za detektore toplote u području visokih temperatura*, 1994.
10. Котюк А.Ф., *Датчики в современных измерениях*, Радио и связь, Москва, 2006. ISBN 5-256-01782-6
11. Fraden J., *Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications*, Springer-Verlag, 2004., ISBN 0-387-00750-4
12. Hall R., Adams B., *Essential of Fire Fighting*, 4th edition, Chapter 15 *Fire Detection, Alarm, and Suppression Systems*, IFSTA, 1998, ISBN-13: 9780879391492
13. Ripka P., Tipek A. ed., *Modern Sensors Handbook*, ISTE, USA, 2007, ISBN 978-1905209-66-8
14. Solomon S., *Sensors Handbook*, 2nd ed., McGraw-Hill, 1997., ISBN 0-07-059630-1



JAVLJAČI DIMA

Činjenica da se prilikom nastanka većine požara prvo javlja dim, a da kasnije dolazi do razvoja plamena i povećanja temperature, uticala je na veoma veliku primenu javljača dima u sistemima za dojavu požara. Javljači dima su najefikasniji u situacijama gde je sastav gorive materije takav da pri samom nastanku požara dolazi do stvaranja manje ili veće količine dima. Njihova konstrukcija se bazira na dva principa otkrivanja dima: radioaktivnom i optičkom, s tim da su javljači koji koriste radioaktivni element danas izbačeni iz upotrebe. Realizuju se kao tačkasti i linijski javljači, dok se za specijalne namene koriste posebne vrste javljača dima.

8.1. Principi konstrukcije javljača dima

8.2. Jonizacioni javljači dima

8.3. Optički javljači dima

8.4. Linijski javljači dima

8.5. Posebne vrste javljača dima

8.1. Principi konstrukcije javljača dima

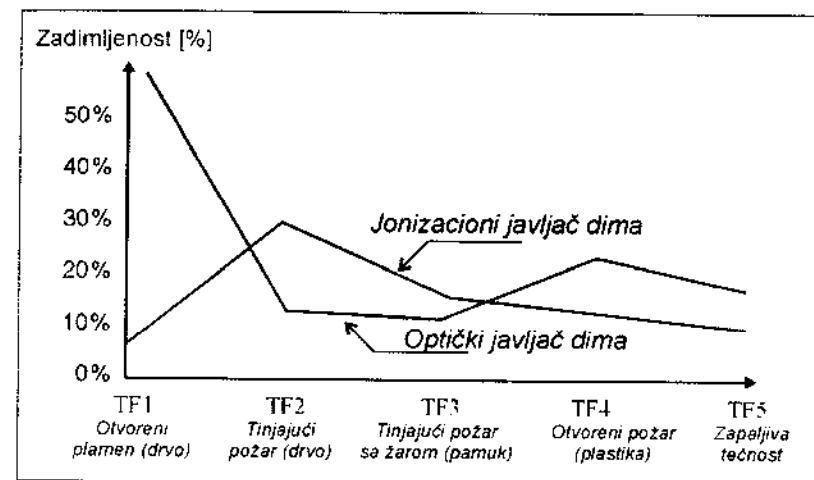
Osim dima i čađi koja nastaje nepotpunim sagorevanjem ugljenika, proizvodi sagorevanja u opštem slučaju, dele se u tri osnovne kategorije: otrovi (*ugljen-monoksid, cijan-vodonik, sumpor-vodonik, fosgen, ...*), kiseline (*hloro-vodonična, sulfat oksid, azot oksid, ...*) i materije koje oštećuju čula (*formaldehid, akrolin, ...*). Sa aspekta detekcije požara, činjenica da se pri požaru prvo javlja dim, a da kasnije dolazi do povećanja temperature, uticala je na veoma veliko korišćenje javljača dima. Tačkasti javljači dima se odlikuju visokom osetljivošću i malom inernošću te se zbog toga koriste u objektima gde može doći do velikih materijalnih gubitaka, pa čak i ljudskih žrtava. Najefikasniji su u situacijama gde je sastav gorive materije takav da pri samom nastanku požara dolazi do stvaranja velike količine dima.

Konstrukcija javljača dima (eng. *smoke detectors*, rus. *дымовые извещатели*) zasnovana je na dva principa otkrivanja dima: *radioaktivnom i optičkom*. U skladu sa tom podelom izdvajaju se dve osnovne grupe javljača dima:

- jonizacioni javljači dima (eng. *ionization smoke detector*, rus. *ионизационные извещатели*) i
- optički javljači dima (eng. *photoelectric smoke detector*, rus. *оптические извещатели*)

Čestice dima neposredno posle generisanja su veoma male i imaju veličinu od $0.01 \mu\text{m}$ do $0.4 \mu\text{m}$. Kretanjem dolazi do spajanja čestica dima, pri čemu se njihova prosečna veličina povećava. Vidljivi dim čine čestice veličine $0.4 \mu\text{m}$ i veće. Koncentracija dima može biti izražena ili preko mase (u mg/l ili u mg/m^3) ili preko optičke gustine (u $\%/m$). Prethodne dve veličine su uzajamno zavisne, a većina proizvođača navodi kao opseg osetljivosti za jonizacione javljače opseg veličine čestica dima od $0.01 - 1 \mu\text{m}$ i od $0.5 - 10 \mu\text{m}$ za optičke javljače dima.

Na slici 8.1. je prikazana osetljivost konvencionalnih javljača dima u odnosu na tipove požara TF1 - TF5. Prikaz se odnosi na izlazni signal jonizacionog i optičkog javljača dima u zavisnosti od veličina čestica dima, pri čemu se podrazumeva da je dim konstantne gustine.



Slika 8.1. Osetljivost tačkastih javljača dima u odnosu na požare TF1 - TF5

Osetljivost tačkastog javljača dima zavisi od veličine čestica dima - jonizacioni javljači dima su pogodniji za detekciju dimova koji sadrže manje, „nevidljive“, čestice, optički bolje detektuju dimove koje čine veće, „vidljive“, čestice.

8.2. Jonizacioni javljači dima

Javljači sa jonizacionom komorom detektuju sitne čestice dima koje su nevidljive golim okom. Jonizacioni javljači su veoma pogodni u slučajevima „čiste“ vatre, bez velikog prisustva dima, ali su manje osetljivi od optičkih na veće čestice, tj. u slučajevima prisustva gustih dimova i kada vatra tinja. Ta činjenica je uslovlila veliku primenu jonizacionih javljača jer su za njihovo aktiviranje dovoljne i neznatne količine dima.

Jonizacioni javljači dima su javljači sa radioaktivnim elementom koji se sastoje iz dve elektrode udaljene oko 1 cm i izvora α zračenja. Elektrode su na različitim potencijalima, a radioaktivni izvor³⁰⁾ (oko 0.2 mg za Am_{241}) emituje α čestice koje jonizuju prostor između elektroda što omogućava da se između njih uspostavi strujni tok. Pozitivno naelektrisani atomi kiseonika i azota se kreću prema negativnoj elektrodi,

³⁰⁾ Americijum 241 kod zapadnih proizvođača ili Plutonijum 239 u ruskim javljačima.

dok pozitivna elektroda privlači elektrone. Pojava dima u komori javljača utiče na smanjenje stepena jonizacije gasa a samim tim se smanjuje i protok struje. Naime, ukoliko u mernu komoru prodru čestice dima one se „zalepe“ za jone. Zbog povećane mase usled zalepljenih čestica dima, joni usporavaju svoje kretanje čime se smanjuje jačina struje. Na bazi procene smanjenja jačine struje donosi se odluka o alarmu. Jačina struje zavisi od pritiska u komori (gustine vazduha), jačine radioaktivnog izvora i, u manjoj meri, od napajanja.

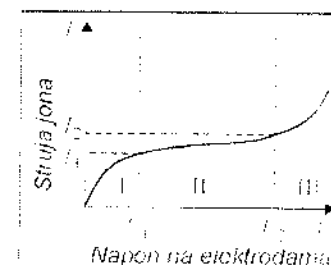
Zahvaljujući činjenici da vreme poluraspada Am_{241} iznosi 457.7 godina, izvor zračenja ima istu aktivnost tokom perioda eksploatacije što garantuje stabilnost u radu. Imajući u vidu da je srednji domet α čestica nešto veći od 4 cm, a da je udeo γ zračenja, posebno kod Am_{241} veoma mali, štetno delovanje zračenja je svedeno na minimum, naročito kod savremenih javljača ovog tipa.

Naponsko - strujnu karakteristiku jonizacione komore odlikuju tri dela, slika 8.2. Ovakav oblik naponsko strujne krive objašnjava se procesima rekombinacije jona (obrazovanjem neutralnih molekula iz jonizujućeg gasa pri sudaru čestica). Pri povećanju napona na elektrodama od 0 do U_1 dolazi do povećanja jačine struje (deo I). U tom delu je od suštinske važnosti za rekombinaciju brzina kretanja jona koja zavisi od napona. Povećanjem napona do U_2 se smanjuje broj rekombinujućih jona. Pri dovoljno visokom naponu (deo II) smanjuje se verovatnoća sudaranja jona u toj meri da se praktično može smatrati da su svi joni koji su se obrazovali u gasu došli do elektrode te dalje povećanje napona ne može uticati na povećavanja jačine struje, tako da nastupa stanje zasićenja. Pri daljem povećanju napona dolazi do naglog povećanja jačine struje što se objašnjava ne toliko uticajem jonizacije od radioaktivnog izvora, koliko ponovljenim procesom jonizacije pod dejstvom udara brzih elektrona u neutralne molekule (deo III).

U praksi se najčešće koriste javljači sa dve komore, otvorenom (merna komora) i zatvorenom (referentna komora). Otvorena komora je izložena dejstvu ambijentalnih uslova, a zatvorena komora igra ulogu kompenzacione komore (temperatura, pritisak u ambijentu). U odsustvu dima obe komore na isti način menjaju svoje karakteristike. Pri pojavi dima merna komora znatno brže menja svoju karakteristiku pa se na osnovu poređenja generiše signal alarma.

Slika 8.2. Naponsko strujna karakteristika radioaktivne komore

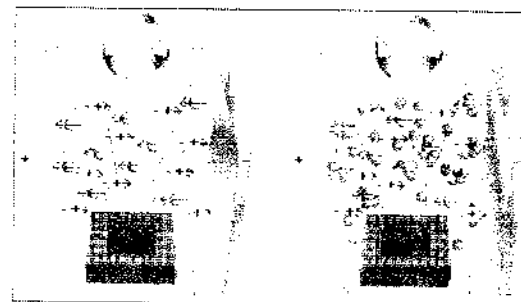
Povećanjem napona na elektrodama do U_1 nastaje jačina struje (deo I). Povećanjem napona do U_2 smanjuje se broj rekombinujućih jona (deo II) i nastupa stanje zasićenja. Pri daljem povećanju napona jačina struje naglo raste ponovljenim procesom jonizacije (deo III).



Opisani princip rada jonizacionog javljača ilustrovan je na slici 8.3. Intenzitet zračenja radioaktivnog izvora je obično manji od 33.3 kBq, tj. 0,9 μCi .⁴¹

Slika 8.3. Princip rada jonizacionog javljača

Čestice dima se „lepe“ za jone koji zbog povećane mase usporavaju svoje kretanje. Na osnovu naponsko strujne karakteristike donosi se odluka o alarmu.



Ovaj tip javljača je posebno osetljiv na male čestice dima koje nastaju pri požarima koji se brzo razvijaju (otvoreni požari), ali je relativno neosetljiv na velike čestice dima kao što su one koje nastaju pri gorenju PVC-a, ili tinjajućim požarima pri gorenju poliuretanskih pena. Ovaj javljač je primenljiv na vidljive i na nevidljive produkte sagorevanja.

U novijim varijantama realizacije ovog tipa javljača analogni naponski signal koji odgovara koncentraciji dima u komori konvertuje se u digitalni preko elektronskih kola i prosleđuje dalje u kontrolnu opremu. Mikroprocesor u kontrolnoj opremi upoređuje signale već upamćenih podataka i podataka od javljača i inicira predalarmno i alarmno stanje proporcionalno porastu dima u komori. Lažne dojave mogu da nastanu kao posledica prodora čestica prašine, vodene pare ili usled turbulencije

⁴¹ Kiri (Ci) - starija jedinica za radioaktivnost: 1 Bq (Becquerel) = 2,7 · 10⁻¹¹ Ci

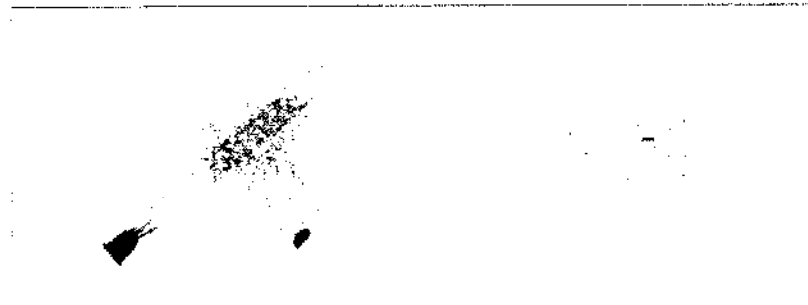
cazduba. Pri rukovanju treba se pridržavati pravila koja se odnose na zaštitu od jonizacionog zračenja. Takođe, problematično je rashodovanje javljača, jer jonizacione javljače treba skladištiti kao radioaktivni otpad što zahteva dodatne troškove.

8.3. Optički javljači dima

Rad optičkih javljača dima je baziran na korišćenju odnosa veličine čestice dima i talasne dužine svetlosti koja pada na dim. Promene optičkih osobina sredine, kao posledice prisustva dima, mogu se otkriti na dva načina:

- na osnovu intenziteta prelamanja svetlosti - *princip refleksije* (eng. *light scattering principle*) i
- na osnovu slabljenja protoka svetlosti - *princip apsorpcije* (eng. *light obscuration principle*).

Refleksioni javljač dima (eng. *light-scattering smoke detector, reflected light smoke detector*) sadrži izvor svetlosti, svetlosnu pregradu i svetlosnu prijemnik koji se postavljaju na način koji ne dozvoljava da svetlost direktnom putanjom dospe do prijemnika. Ukoliko su čestice dima prisutne u lavirintu komore javljača, svetlost iz izvora refleksijom može doći do prijemnika. Izvor svetlosti emituje kratke, intenzivne svetlosne bljeske specifične učestanosti u lavirint. Signal iz prijemnika se proračunava samo u slučaju kad je učestanost primljene svetlosti u prijemniku sinhronizovana sa učestanošću iz izvora svetlosti.



Slika 8.4. Princip refleksije svetlosti i poprečni izgled refleksionog javljača

Detektuje se reflektovana svetlost od čestica dima u komori.

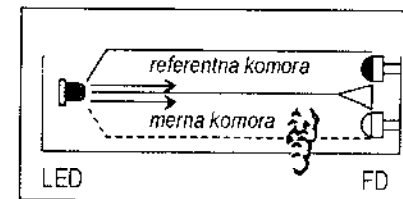
U prisustvu čestica dima svetlost se od njih difuzno reflektuje (eng. *Tyndallov effect*)³². Da bi došlo do alarmiranja potrebno je da u lavirintu javljača postoji određena koncentracija dima u trajanju od 5-10 s, s obzirom da treba proizvesti dva do tri bljeska na svake 2-3 s. Ukoliko fotoelement „vidi“ dva uzastopna bljeska, javljač menja stanje u alarmno. U normalnim okolnostima svetlosni snop se skoro u potpunosti apsorbira na zidovima komore. Signal fotoelementa se pojačava, procenjuje i donosi se odluka. Slično kao i kod jonizacionih javljača novijeg datuma, ovi javljači ne reaguju na definisani alarmni prag već vrše A/D konverziju signala i proslеđuju ga do kontrolne opreme koja donosi odluku o alarmu.

Refleksioni javljač dima reaguje na požare u fazi nastanka i nije osetljiv na turbulencije vazduha, te se može koristiti i u ventilacionim kanalima sa brzinom vazduha čak i do 15 m/s. Ovaj tip javljača ne otkriva „čiste“ (bezdimne) požare (gas, špiritus). Lažne dojave mogu poticati od čestica prašine ili od prisustva vodene pare.

Optički apsorpcioni javljač dima (javljač sa prolaznom svetlošću, optički javljač sa slabljenjem, eng. *light obscuration smoke detector*) rad bazira na slabljenju svetlosti u komori javljača. Svetlosni snop se iz izvora svetlosti (LED) deli i šalje fotodiodama (FD) u dve komore, otvorenu (mernu) i zatvorenu (referentnu) komoru.

Slika 8.5. Detekcija dima na principu apsorpcije

Na osnovu stepena zamračenja (%/m ili %/ft) u mernoj komori donosi se odluka o alarmu.



Izlazna vrednost jačine struje iz merne komore je proporcionalna količini dima koja se nalazi u komori. Vrednost iz referentne komore se koristi za kompenzaciju smetnji (starenje, prljanje) i za samotestiranje javljača. Pri tome se proračunavaju: srednja vrednost merenog signala, brzina porasta, brze promene signala i korekcija „drifta“ i ove vrednosti služe za donošenje odluke o alarmu.

³² John Tyndall (1820-1893) - engleski fizičar.

Stepen zamračenosti merne komore javljača dima koji radi na principu apsorpcije je kriterijum za odlučivanje o alarmu. Zamračenost je direktna posledica optičke vidljivosti koja se definiše kao logaritamski odnos intenziteta upadne i propuštene svetlosti kroz neku sredinu.³³⁾

Umesto veličine optičke vidljivosti, za definisanje alarmnih nivoa javljača dima sa apsorpcijom, načešće se koristi zamračenje u mernoj komori koje se definiše ili po jedinici dužine ili pomoću procenta.³⁴⁾ Takođe, koncentracija dima u komori jonizacionog javljača dima koja se određuje na osnovu naponsko strujne karakteristike, korespondira sa procentom zamračenosti komore. U tabeli 8.1. su prikazani načini zadavanja alarmnih pragova javljača dima u odnosu na gustinu dima za otvoreni požar.

Tabela 8.1. Alarmni pragovi jonizacionog i optičkog javljača dima zadati procentima gustine, optičkom vidljivošću po metru (OD/m) i procentom zamračenja (Obs) po metru

Prag alarma	Jonizacioni javljač		Optički javljač	
	OD/m	Obs	OD/m	Obs
20%	0.007±0.004	1.6 %/m	0.031±0.016	7.2 %/m
50%	0.021±0.005	4.9 %/m	0.063±0.029	14.0 %/m
80%	0.072±0.027	16.0 %/m	0.106±0.039	23.6 %/m

Proizvođači javljača dima pragove alarma zadaju na osnovu ispitivanja UL laboratorije³⁵⁾, odn. standarda UL 268, *Standard for Safety, Smoke Detectors for Fire Protective Signalling Systems*. U tabeli 8.2. su dati kriterijumi za prihvatljiv opseg reagovanja javljača dima u skladu sa ispitivanjem ove laboratorije.

³³⁾ Optička vidljivost (eng. *optical density* - OD) se definiše relacijom

$$OD = -\log \frac{I}{I_0}$$

gde su: I_0 - intenzitet ulaznog svetlosnog snopa u sredinu i
 I - intenzitet propuštene svetlosti.

Kada se optička vidljivost definiše za određeno rastojanje, ona onda predstavlja gubitak u dB po jedinici dužine, pa na primer, optička vidljivost od 0.3 odgovara gubitku koji nastaje pri prenosu svetlosti od 3 dB/cm.

³⁴⁾ Odnos stope (eng. *foot*) i metra - 1 ft = 0.3058 m.

³⁵⁾ *Underwriters Laboratories* - nezavisna organizacija za sertifikaciju proizvoda iz različitih oblasti zaštite. Ispitivanja obavljena u laboratorijama ove organizacije su u najvećoj meri odredila elemente i karakteristike alarmnih sistema, tako da se govori o *UL standardima*. (Detaljnije: www.ul.com)

Zapadni standardi nemaju klasifikaciju za javljače dima u smislu osetljivosti i vremena odziva, već se zahtevi svode na to da odnos najmanje i najveće vrednosti praga alarma $y_{\max} : y_{\min}$ i $m_{\max} : m_{\min}$ ne bude veći od 1.6, pri čemu je $y_{\min} \geq 0.2$ ili $m_{\min} \geq 0.05$ dB/m. Posebno se naglašava da kompenzacija „drifta“ kao posledica zaprljanosti javljača ne sme da utiče na njegovu osetljivost, čak i kod požara sa sporim razvojem.

Za bilo koju brzinu porasta gustine dima R , koja je veća od $A/4$ za jedan sat, gde je A inicijalno postavljena vrednost praga alarma javljača dima, vreme za koje javljač treba da generiše signal alarma ne sme da bude veće od $1.6 \cdot A/R$ za više od 100 s. Takođe, opseg vrednosti kompenzacije mora da bude takav, da kompenzacija ne sme da izazove povećanje praga alarma više od 1.6 puta u odnosu na inicijalnu vrednost.³⁶⁾

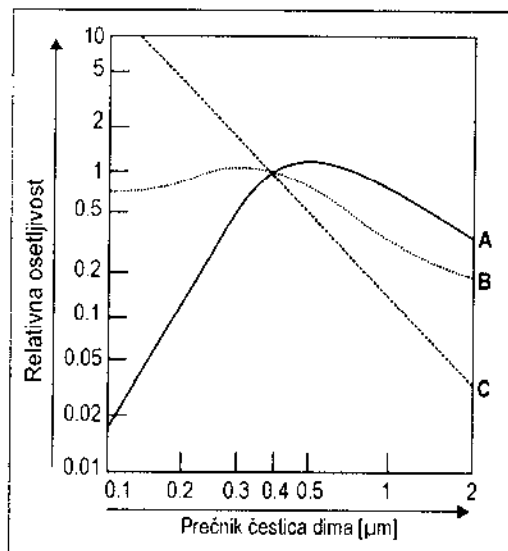
Tabela 8.2. Kriterijumi za opseg reagovanja javljača dima u skladu sa UL 268, za sivi i crni dim

Boja dima	Opseg reagovanja	
	[%/m]	[%/ft]
Sivi	1.6 - 12.5	0.5 - 4.0
Crni	1.6 - 29.2	0.5 - 10.0

Na osnovu ovoga vrednosti opsega reagovanja većine proizvođača jonizacionih javljača dima se kreću od 2.6 do 5.0 %/m (0.8 - 1.5 %/ft), i optičkih javljača dima od 6.5 do 13.0 %/m (2.0 - 4.0 %/ft).

Jasno je da relativna osetljivost javljača dima direktno zavisi od veličine čestica dima, kao i primenjenog principa detekcije, tj. primenjene tehnologije. Na slici 8.6. je prikazan izlazni signal jonizacionog javljača, optičkog javljača na principu refleksije i optičkog javljača na principu apsorpcije, u zavisnosti od veličine čestica dima, pri čemu se podrazumeva da je dim konstantne gustine. Sa slike se vidi da su jonizacioni javljači dima najosetljiviji za „nevidljive“ dimove, javljači koji rade na principu refleksije su najosetljiviji za čestice od 0.5 do 1 μ m, dok javljači dima koji rade na principu apsorpcije imaju relativno konstantnu osetljivost.

³⁶⁾ ISO 7240-7: Point-type smoke detectors using scattered light, transmitted light or ionization - 4.8. Response to slowly developing fires.



Slika 8.6. Signal javljača dima u funkciji veličina čestica

Relativna osetljivost javljača dima zavisi od veličine čestica dima i principa koji se koristi za detekciju:

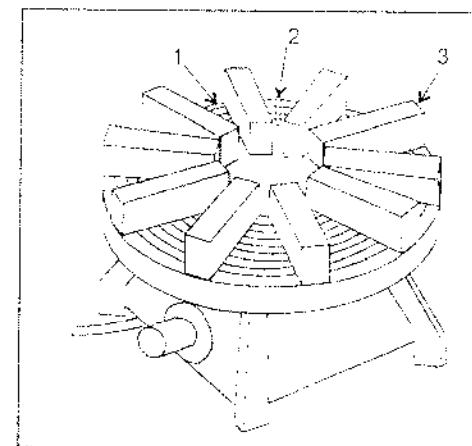
- A - princip refleksije
- B - princip apsorpcije
- C - jonizacioni javljač

Iako su javljači dima najzastupljeniji u sistemima za dojavu požara, pri izboru javljača požara kao jednog od inicijalnih koraka u projektovanju sistema za dojavu požara, osim činjenica koje se odnose na osetljivost izabranog javljača dima, treba da se uzme u obzir tip mogućeg požara koji može da nastane na osnovu materija i materijala koji se nalaze u objektu. U tom smislu treba uzeti u obzir i opšte karakteristike tipskih požara TF1-TF6 koje se odnose na razvoj toplote i dima - vidljivog (crnog) i nevidljivog (belog).

Uslovi pod kojima su dobijeni odnosi vidljivog i nevidljivog dima i toplote su precizno definisani ISO standardom za izvođenje test požara. Na primer, ispitni požar TF2 se izvodi sa gorivim materijalom koga čini 10 zrakasto poredanih drvenih letvica od bukve koje su dimenzija 75 mm × 25 mm × 20 mm, sa sadržajem vlage ispod 5%. Letvice se zagrevaju na „rešou“ koji oslobađa količinu toplote do 2 kW (slika 8.7.). Na sličan način su definisani uslovi i oprema za ostale ispitne požare. Procentualno učešće toplote, belog i crnog dima u ukupnoj količini nastalih produkata sagorevanja, prikazano je na slici 8.8. za pojedine ispitne požare.

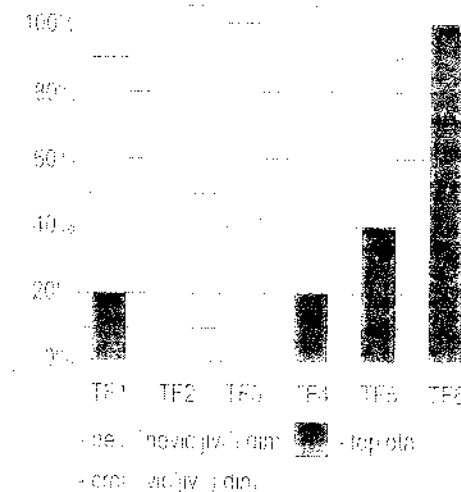
Slika 8.7. Oprema i gorivi materijal za ispitni požar TF2

- 1 - zagrevana ploča rešou
- 2 - termometar
- 3 - drvene letvice



Slika 8.8. Karakteristike test požara TF1 - TF6 definisane standardom EN 54

Sustavanje tipa mogućeg požara u neki od prikazanih tipova test požara, uz poznavanje relativne osetljivosti javljača dima značajnu ulogu igra izbor javljača požara za konkretnu primenu.



Razvojem tehnologije nisu napušteni osnovni principi metoda detekcije optičkih javljača dima - princip refleksije i apsorpcije, razlika je u tome što se kod nekih tipova javljača umesto diode (LED) kao izvor svetlosti koristi laserski snop fiksne talasne dužine, dodaju se komponente za uzimanje uzorka iz ambijenta, ubacuju dodatni senzorski elementi (više-senzorski javljači), itd.

S obzirom na činjenicu da prisustvo prašine ili vodene pare u komori javljača može da izazove isti efekat kao i prisustvo dima, bez obzira na metod detekcije, konstruktivna rešenja tačkastih optičkih javljača nekih proizvođača uključuju ventilator i filter u kućištu javljača sa ciljem da se nezavisno od brzine strujanja vazduha u ambijentu obezbedi konstantan priliv vazduha u komoru javljača uz filtriranje prašine i ostalih neželjenih čestica (slika 8.9.), čime se smanjuje broj lažnih alarma.



Slika 8.9. Primer javljača dima za "priljave" sredine

Uzgorak vazduha se ubacuje u komoru svakih 35 s i ispituje 5 s. Javljač sadrži dva filtera koji zadržavaju čestice prašine ili vodene pare u dimu tako da oni ne utiču na detekciju. Da bi se obezbedila pouzdanost javljača, na svaka četiri sata se obavlja testiranje ventilatora u javljaču koji je zadužen da obezbedi uplaćenje vazduha u komoru.

8.4. Linijski javljači dima

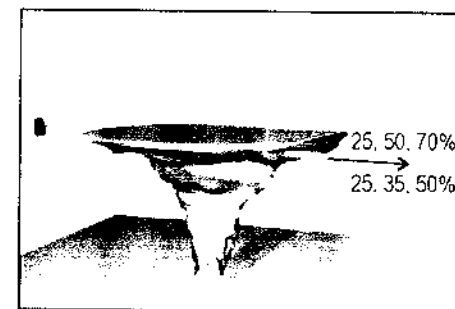
Linijski javljači dima (linarni javljač dima, „bim“ javljač - eng. *linear smoke detector, infrared beam detector*, rus. *линейные дымовые оптические усечтатели*) rad baziraju na sličnom principu kao i tačkasti javljači dima sa apsorpcijom, tj. na merenju slabljenja svetlosti koje se javlja kao posledica prisustva dima. Sastoje se iz predajnog i prijemnog (mernog) dela. Predajnik emituje strogo usmeren infracrveni svetlosni snop prema prijemniku ili prema ogledalu - reflektoru. Ukoliko nema dima, veliki deo svetlosti dolazi ili do reflektora i vraća se istim putem na polaznu tačku, ili do prijemnika gde proizvodi električni signal na fotodiodi. U ovoj varijanti inicijalno stanje snopa u prijemniku se memoriše kao referentna vrednost za kasnija merenja.

U ovoj varijanti, u prisustvu dima deo svetlosti se apsorbuje a deo se reflektuje od strane čestica dima, tj. svetlost menja pravac. Ostatak svetlosti stiže do reflektora, vraća se do mernog dela i ponovo oslabljuje što ima za posledicu da veoma mali deo svetlosti stiže do prijemnika. Signal postaje sve slabiji što rezultuje pojavom alarma.

U varijanti predajnik/prijemnik dobijeni podatak o stanju infracrvenog snopa se upoređuje sa referentnom vrednošću i na bazi toga donosi odluka. Kod većine linijskih javljača dima postoji mogućnost podešavanja javljača na 3 alarmna praga, pri čemu procenat zamračenja koji odgovara pragu alarma zavisi od proizvođača. Najčešće kombinacije su: 25%, 50% i 70% ili 25%, 35% i 50% zamračenja infracrvenog snopa. Linijski javljač dima se koristi u prostorijama gde se ne očekuju druge smetnje koje prekidaju snop svetlosnog uređaja. Veličina čestica koja može biti detektovana ovim tipom javljača iznosi od 0.5 μm do 10 μm i daje izlaz proporcionalan gustini dima.

Slika 8.10. Linijski javljač dima

Izbor visine na kojoj će se postaviti linijski detektor dima zavisi od očekivanog tipa (očekivanog razvoja) požara. U poziciji na slici linijski javljač je u ravni gde je najveći prečnik plafonskog sloja iznad žarišta požara.



Prijemnik sadrži mikroprocesor koji kompenzuje spore promene signala izazvane prašinom na sočivima (1% u odnosu na referentni signal za vreme od 1h). Iznenaadni, potpuni prestanak prijema svetlosnog snopa iz predajnika se tumači kao otkaz od strane javljača. Većina današnjih javljača ovog tipa ima mogućnost postavljanja para predajnik/prijemnik na udaljenosti do 100 m i međusobnom rastojanju od 7.5 m, što daje površinu pokrivanja od 1500 m^2 . Najveća visina postavljanja iznosi 25 m. Zbog toga, ovaj tip javljača je posebno primenljiv u slučajevima gde preovlađuje rizik od tinjajućih požara koji se sporo razvijaju i omogućava detekciju požara i kad je dim rasejan po velikoj površini.

Lažni alarmi kod ovog tipa javljača mogu biti izazvani prisustvom „oblaka“ prašine ili vodene pare u snopu. Problem potpunog zamračenja snopa za izvesno vreme se najčešće rešava tako što se alarm signalizira posle nekoliko sukcesivnih skeniranja snopa (najčešće tri puta).

Navedene vrste optičkih javljača imaju dovoljan opseg osetljivosti koja je potrebna za zaštitu od požara. Prilikom izbora treba se rukovoditi i ambijentalnim uslovima koji mogu izazivati lažne alarme - jonizacioni javljači su osetljiviji na izduvne gasove i vlažnost, dok su optički osetljiviji na duvanski dim. Tačkasti javljači su široko primenljivi za detektovanje većine požara, dok se u slučajevima velikih i visokih prostorija koriste linijski javljači dima.

8.5. Posebne vrste javljača dima

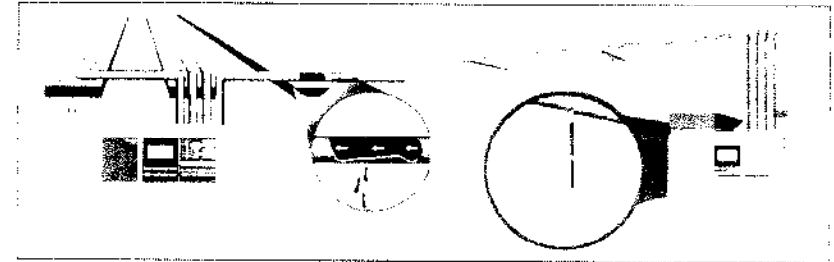
Posebnu vrstu javljača dima čine aspiracioni javljački sistemi za dim, koji mogu da se koriste i kao nezavisni sistemi za dojavu požara. Nazivaju se još i javljači dima sa uzorkovanjem (eng. *air sampling smoke detection system*, aspirating smoke detection systems, rus. *пожарный аспирационный извещатель*)³⁷⁾, javljači sa ventilacijom, višetačkasti javljači dima ili usisni sistemi za dim, slika 8.11. ISO standard klasifikuje ovu vrstu javljača u klase A, B i C, u odnosu na zahtevan nivo osetljivost i tip požara koji može da se uspešno detektuje.

Tabela 8.3. Klasifikacija javljača fiksne temperature

Klasa	Osetljivost	Primena	Test požari
A	veoma velika osetljivost	Vrlo rana detekcija veoma male koncentracije dima, na primer, za ekološki čiste prostorije, ulazak ekstremno malo dima u klima vodove, ..	TF2A, TF3A, TF4, TF5A
B	velika osetljivost	Rana detekcija; na primer, specijalni slučajevi detekcije - na primer, elektronski i računarski kabineti	TF2B, TF3B, TF4, TF5B
C	normalna osetljivost	Standardna detekcija; detekcija u normalnim sobama i prostorima koja daje istu pouzdanost detekcije kao na primer, linijski bim javljač	TF2, TF3, TF4, TF5

³⁷⁾ ISO 7240-20 Aspirating smoke detectors: 3.1.1. aspirating smoke detector - smoke detector, in which air and aerosols are drawn through a sampling device and carried to one and more smoke sensing elements by an integral aspirator (e.g. fan or pump).

Princip rada ovih javljača je da se vazduh kroz cevi dovodi do komora za uzorkovanje gde se vrši analiza pomoću javljača dima. Sastoje se od cevi sa usisnim otvorima, ventilatora za uzimanje uzoraka vazduha iz prostora koji se štiti i dojavne jedinice koju čini javljač dima i prateća elektronika.



Slika 8.11. Usisni javljački sistem za dim

Sistem se sastoji od cevi koje su uniformno raspoređene na tavanici čim se formira mreža cevi sa otvorima za uzorkovanje vazduha. Mreža cevi je spojena sa centralnom jedinicom koja sadrži ventilator za usisavanje i jedinicu za detektovanje čestica dima u uzorku.

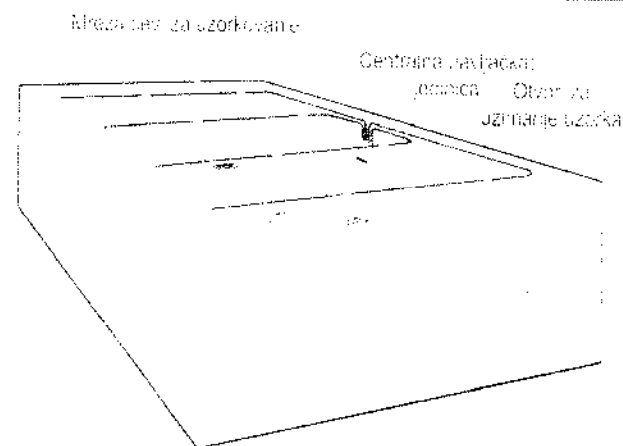
Javljači dima sa uzorkovanjem koriste dva principa za detekciju dima: princip detekcije zamagljenosti (oblaka) u komori (eng. *cloud chamber smoke detection principle*) i princip detekcije dima kontinualnim uzorkovanjem (eng. *continuous air-sampling smoke detection*).

Kod korišćenja prvog principa, uzorak vazduha se uzima na taj način što pumpa usisava vazduh iz prostora koji se štiti u komoru sa visokim procentom vlažnosti. U prisustvu čestica dima dolazi do kondenzacije u komoti, tj. do stvaranja „oblaka“ čije prisustvo se detektuje optičkim javljačem.

Kod sistema koji koriste drugi princip detekcije, vazduh se kontinualno uzorkuje iz prostorije koja se štiti. Uzorkovani vazduh posle filtriranja dospeva u komotu gde se osetljivim optičkim javljačem detektuju i najmanje čestice dima.

Pošto postoji više ulaznih ućaka kroz koje se uzima uzorak, može doći do razređivanja dima koji ulazi na jedan otvor ukoliko kroz ostale ulazi čist vazduh, pa se ova pojava kompenzuje korišćenjem mnogo osetljivijih javljača nego što su tačkasti dimni javljači. Vrlo česta je varijanta sa dva javljača u dojavnoj jedinici, gde se informacija o

povećanoj koncentraciji na jednom javljaču smatra kao predalarm. Ukoliko dođe do aktiviranja oba javljača, u skladu sa principom dvozonске (dvojavljačke) zavisnosti signalizira se alarm.



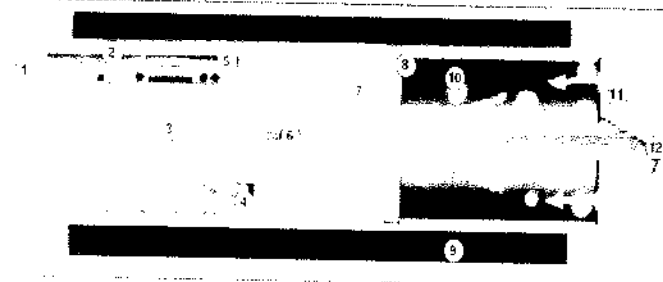
Slika 8.12. Postavljanje usisnog sistema za dim

Na isti način je moguće postaviti i mrežu cevi u podignutom podu, zavisno od namene sistema. I u jednom i u drugom slučaju je poželjno da se uzorak vazduha poste ispitivanja izbací u spoljašnju sredinu.

Kod ovakvog sistema treba obezbediti da brzina vazduha u cevima usisnim kanalima bude manja od maksimalno dozvoljene za upotrebljeni javljač. Takođe, jedinica za dojavu mora biti postavljena tako da uzima uzorak po celom poprečnom preseku kanala za dovod vazduha. U najsavremenijim rešenjima cevi sa otvorima za uzorkovanje se postavljaju u formi „matrice“ sa posebnim javljačima za svaku cev.

Usisni sistemi za dim zahtevaju i prisustvo opreme za kontrolu „curenja“ koje može da se desi u cevima kroz koje se dovodi vazduh iz prostorije. Ako dođe do gubitka od 20% i više zapremine vazduha koji se prenosi cevima u jedinicu za detekciju, sistem treba da generiše signal kvara u roku od najviše 300 s. Što se tiče kompenzacije u slučaju zaprljanosti senzora u mernoj komori, i ovdje važe uslovi koji su navedeni u glavi 8.3. za tačkaste optičke javljače dima.

U savremenim oblicima realizacije ovih sistema za detekciju u kontrolnoj jedinici se koriste laserski optički javljači (eng. *laser optical detector*, rus. *лазерный оптический*), u kojima se umesto diode kao izvor svetlosti koristi laserski snop. Na ovaj način se detektuju i minimalni uglovi skretanja laserskog snopa, što omogućava opseg detekcije zamagljenosti u komori od 0,0005 do 20,5 %/m (0,0015 - 6,25 %/ft), tj. detekciju čestica dima koje su nevidljive za ljudsko oko. Na slici 8.13. je prikazan laserski optički javljač dima koji se koristi u usisnim sistemima za dim.



Slika 8.13. Laserski optički javljač dima

Koristi se za detekciju uzorka vazduha koji je „usisan“ iz prostorije koja se nadgleda
1 - komunikacija, 2 - podešavanje protoka vazduha, 3 - laserski modul, 4 - prijemnik svetlosti, 5 - protok vazduha, 6 - laserski snop, 7 - reflektovana svetlost, 8 - ogledalo, 9 - telo javljača, 10 - čestice dima, 11 - ventilacija i 12 - propušteni snop.

Javljači sa uzorkovanjem imaju prednost nad ostalima kod specifičnih primena kao što su stara zdanja gde prisustvo tačkastih javljača narušava estetiku zgrade, u prostorijama u kojima se održava stalno određena temperatura i vlažnost (npr. računarski kabinet), u prostorijama sa visokim tavanicama (zbog visoke osetljivosti), u hladnjačama gde cevi za odvođenje vazduha moraju biti od plastike da bi se izbeglo hvatanje leda i gde sam javljač mora da bude udaljen najmanje 10 m od prostorije sa normalnom temperaturom ambijenta. Zbog specifičnosti i raznolikosti primene, ni u jednom međunarodnom ni evropskom standardu nisu precizno definisani uslovi za postavljanje usisnog sistema za dim.¹⁰¹

¹⁰¹ Problematiku postavljanja najdetaljnije obrađuje američki standard NFPA 72.

Literatura

1. Asch G. et al., *Датчики измерительных систем* (пр. на рус.), Мир, Москва, 1992., ISBN 5-03-001642-2
2. Bukowski, R.W., Moore W.D., *Fire Alarm Signaling Systems*, 3rd edition, NFPA, 2003., ISBN-13: 9780877655411
3. Carvel R., Beard A., *The Handbook of Tunnel Safety*, Thomas Telford, London, 2005, ISBN 0-7277-3168-8
4. Cote E. A., Bugbee P., *Principles of Fire Protection*, 2nd edition, Jones&Bartlett Learning, 1988., ISBN 0877653453
5. Cote E.A., *Operation of Fire Protection Systems - A special edition of the fire protection handbook*, 2003, NFPA, 2003., ISBN 0-87765-584-7
6. ISO 7240, *Fire detection and Alarm Systems, Part 7: Point-type smoke detectors using scattered light, transmitted light or ionization*, 2003.
7. ISO 7240, *Fire detection and Alarm Systems, Part 20: Aspirating smoke detectors*, 2010.
8. ISO 7240, *Fire detection and Alarm Systems, Part 22: Smoke detection equipment for ducts*, 2007.
9. NFPA 72, *National Fire Alarm and Signaling Code*, NFPA, 2000.
10. SRPS EN 54-7-VS, *Komponente sistema za automatsko otkrivanje požara - Deo 7: Specifikacija za tačkaste detektore dima koji rade na principu rasipanja svetlosti, propuštanja svetlosti ili jonizacije*, 1994.
11. *System Smoke Detectors, Application Note*, System Sensor, 2002.
12. UL 268, *Standard for Safety, Smoke Detectors for Fire Protective Signalling Systems*, 1989.

POGLAVLJE

9

JAVLJAČI PLAMENA

Požari nekih materija, kao na primer, derivata nafte ili hemijskih materija, odmah po svom nastanku su praćeni nastankom plamena, bez ili sa zanemarljivom količinom dima. Za detekciju takvih tipova požara javljači plamena su jedino pouzdano rešenje. Takođe, detekcija požara na otvorenom prostoru i u objektima sa visokom tavanicom praktično nije moguća drugim metodima detekcije zbog velike razređenosti dima i blađenja konventivnih struja. Požari koji su u samom početku praćeni plamenom razvijaju se veoma brzo, tako da odziv ovih javljača treba da bude u deliću sekunde. Za detekciju plamena se koristi ultraljubičasti i infracrveni deo spektra zračenja plamena, kao i učestanost treperenja plamena.

9.1. Principi konstrukcije javljača plamena

9.2. Ultraljubičasti javljač plamena

9.3. Infracrveni javljač plamena

9.4. Posebne vrste javljača plamena