

PROTUPOŽARNA ŽASTITA

Stabilni protupožarni uređaji s ugljičnim dioksidom (CO₂)

Mr ŽELJKO ĐIDARA, dipl. ing.

UDK 614.84:634.0.83

Primljeno: 3. veljače 1982.
Prihvaćeno: 1. ožujka 1982.

Stručni rad

Sažetak

Jedna od vrlo efikasnih protupožarnih zaštita u drvnoj industriji, osim sprinklera, jest zaštita stabilnim protupožarnim uređajem s ugljičnim dioksidom (CO₂). Gašenje ugljičnim dioksidom postiže se gušenjem požara, tj. istiskivanjem kisika koji je neophodan za gorenje.

Količina CO₂ za gašenje ovisi o veličini prostorije i iznosi od 0,70 do 1 kg/m³, a kod lokalne zaštite do 3 kg/m³. Za površinske zaštite potrebno je čak do 8 kg/m³. Cjevovodi služe za transportiranje CO₂ od baterije boca do objekata. Mlaznice služe za usmjeravanje i oblikovanje mlaza. Uređaji s CO₂ aktiviraju se automatskim javljačima požara.

Ako su u prostoriji koja se štiti prisutni ljudi, instalacija mora imati alarmni uređaj i »vremenski zadržać« koji upozorava prisutne da napuste prostoriju u roku od 30 sekundi, i nakon toga aktivira boce s ugljičnim dioksidom koji gasi požar. Ključne riječi: Javljači požara — CO₂ mlaznice — alarmni uređaj — vremenski zadržać.

FIRE PREVENTION — STATIONARY FIRE PROTECTION SYSTEMS BASED ON CARBON DIOXIDE (CO₂)

Summary

One of the very effective fire protection systems in woodworking industry, besides the sprinkler system, is the stationary fire extinguisher with carbon dioxide (CO₂). Carbon dioxide extinguishes the fire by forcing out oxygen which is necessary for combustion.

The quantity of CO₂ needed for extinguishing depends on the room size and amounts from 0,70 to 1 kg/m³, and for local protection to 3 kg/m³. For surface protection it is required even up to 8 kg/m³.

The pipe-lines serve for transportation of CO₂ from containers to the building. Nozzles are used for directing and forming of the jet. System with CO₂ is activated by automatic fire alarms.

If such protected room is foreseen for people to stay in, the system must be equipped with an alarm contrivance and a »time delay« device, warning those present to leave the place within 30 seconds and then activating the containers with carbon dioxide which extinguishes the fire.

Key words: fire alarms — CO₂ nozzles — alarm contrivance — »time delay« device.

U V O D

Upotreba drva danas je velika i raznolika, ali se i dalje najveća količina drva podvrgava mehaničkoj obradi. Ova činjenica je vrlo značajna za zaštitu od požara, Naime, takva obrada vezana je uz niz opasnosti, ne samo s obzirom na karakteristike glavne sirovine, tj. drva, nego i u pogledu načina obrade, kojim se drvo prerađuje u oblike što ga čine lakše zapaljivim.

Pri tome upravo tehnološki proces, a i ostale sirovine koje se rabe, još više povećavaju opasnost od požara. Zbog toga je potrebno ukratko analizirati dijelove tehnološkog procesa, pojedine pogone, pa čak i pojedine radne postupke, da bi se identificirale i locirale opasnosti od požara, te odgovarajućim protupožarnim uređajima spriječilo izbijanje požara. Jedna od vrlo efikasnih protupožarnih zaštita u drvnjoj industriji, osim sprinklera, jest zaštita stabilnim protupožarnim uređajima s ugljičnim dioksidom (CO₂).

Uvijek novi požari upozoravaju na stalno prisutnu opasnost. O tome još očitije govore statistike: u Engleskoj svaki dvadeseti požar u drvnjoj industriji uzrokuje štetu preko 10.000 funti, dok se takva šteta u prosjeku cjelokupne industrije postigne tek u svakom stotom požaru. Dok je godišnje u Engleskoj pogodeno od požara svako 133. industrijsko poduzeće, u drvnjoj industriji to je svako 74. Prema tome, drvna industrija svrstava se na drugo mjesto po ugroženosti od požara.

O uzrocima požara u drvnjoj industriji bila su provedena već mnoga istraživanja. U glavne i najčešće uzroke spadaju: iskrenje, pogreške i kvarovi na električnim instalacijama i strojevima, pušenje neodgovornih pojedinaca, oštećena ili neodgovarajuća ložišta, te samozapaljenje ostataka boje, drvene prašine natopljene uljem ili slično. Prema statistikama Nacionalnog udruženja za zaštitu od požara u SAD (NFPA), slijedeći je redoslijed uzroka požara u drvnjoj industriji:

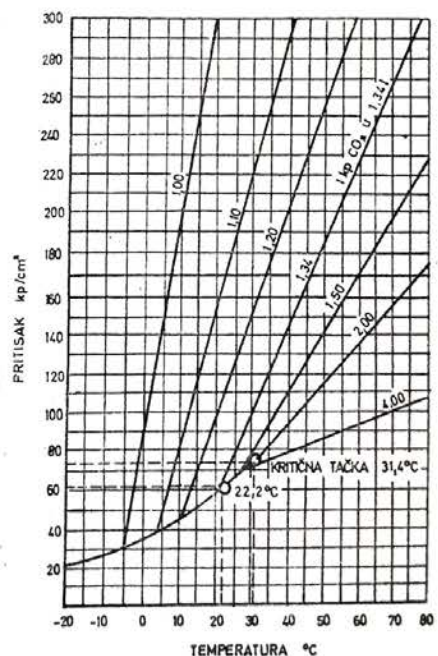
rasvjeta	18,2%
kvarovi na el. instalacijama i opremi	13,1%
kvarovi na uređajima za grijanje	12,9%
prekomjerna toplina	12,5%
podmetnuti požari (ovdje su ubrojeni i požari koje uzrokuju djeca)	12,3%
pušenje, šibice	11,2%
iskrenje	9,7%
vatra na otvorenom prostoru (trava, smeće)	4,1%
samozapaljenje	2,9%
ostali uzroci	3,1%

100,0%

Prema njemačkim VdS propisima (Verband der Sachversicherer) e.v. Köln i američkim NFPO propisima (National Fire Protection Organization), potrebno je zaštititi prostorije, strojeve i uređaje u drvnjoj industriji (specifične objekte) automatskim protupožarnim sprinkler ili CO₂ stalbnim uređajima.

Specifični objekti u drvnjoj industriji su:

1. Lakirnice
2. Otvorene kabine za ručno lakiranje
3. Zatvorene kabine s ručnim i elektrostatskim lakiranjem.
4. Strojevi za nanošenje laka
5. Skladišta boja i lakova
6. Sušionice drva, iverja, sušionice lakiranih ili obojenih predmeta (tunelske sušionice).
7. Silosi za iverje, piljevinu i drvenu prašinu
8. Uređaji za odsisavanje iverja, piljevine i drvene prašine.
9. Filtri za drvenu prašinu
10. Radni strojevi za drvo (brusilice i sl.)
11. Energetski objekti (trafostanice, kotlovnice).



Slika 1 — Dijagram pritiska CO₂ u boci ovisno o stupnju punjenja i temperature

Fig. 1 — Graph of CO₂ pressure in container depending on degree of filling and temperature

1. OPĆENITO O STABILNIM CO₂ UREĐAJIMA

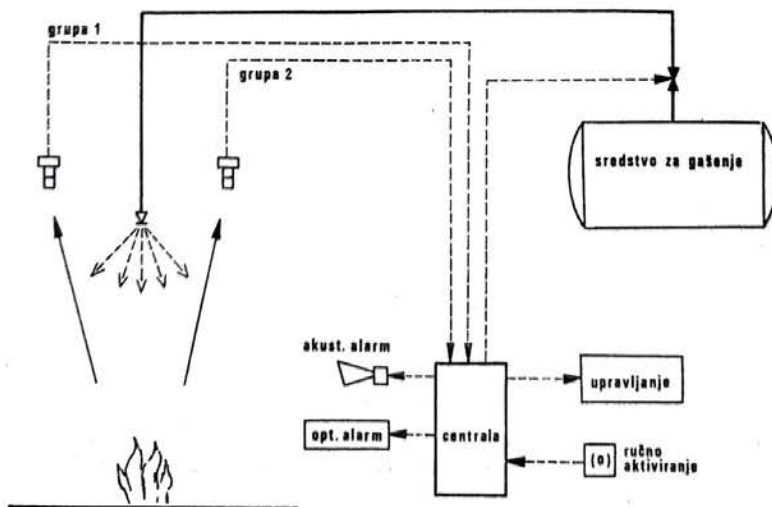
Gašenje požara pomoću stabilnih instalacija ugljičnim dioksidom najčešće se primjenjuje u zatvorenim prostorijama, gdje sredstvo za gašenje ne smije prouzrokovati nikakve štete na zaštićenim objektima i uređajima. Kao moguća mjesta primjene su lakirnice, skladišta boja, peći za sušenje, električni uređaji, kao što su generatori i transformatori, ispitne stanice motora, telefonske centrale itd. Ugljični dioksid je inertni plin, bez boje i mirisa, nije vodič električne struje i ne podržava gorenje.

Ugljični dioksid, namijenjen za gašenje požara, uskladišten je pod pritiskom, a kad ga se oslobodi, brzo se širi. Jedan kg CO₂ oslobođen u atmosferski tlak daje oko 510 litara plina CO₂, te je 1,5 veće mase od zraka i zaposjeda najniže dijelove prostorija u koje se ubacuje. Gašenje se sastoji u takozvanom ugušivanju požara, a postiže se ubacivanjem ugljičnog dioksida u određeni prostor, čime se razrjeđuje sadržaj kisika u zraku od 21% na nešto niži postotak (najčešće manji od 15%). Osim toga, ekspanzijom tekućeg plina postiže se efekt hlađenja, jer se oko 25% CO₂ izbacuje u obliku finih čestica snijega, koje se pretvaraju u plin i apsorbiraju toplinu energije koja gori. Sa stanovišta vatrozaštite, ovaj efekt gašenja hlađenjem je sekundaran.

Primjena ugljičnog dioksida za gašenje požara na otvorenom prostoru daje slabe rezultate, jer

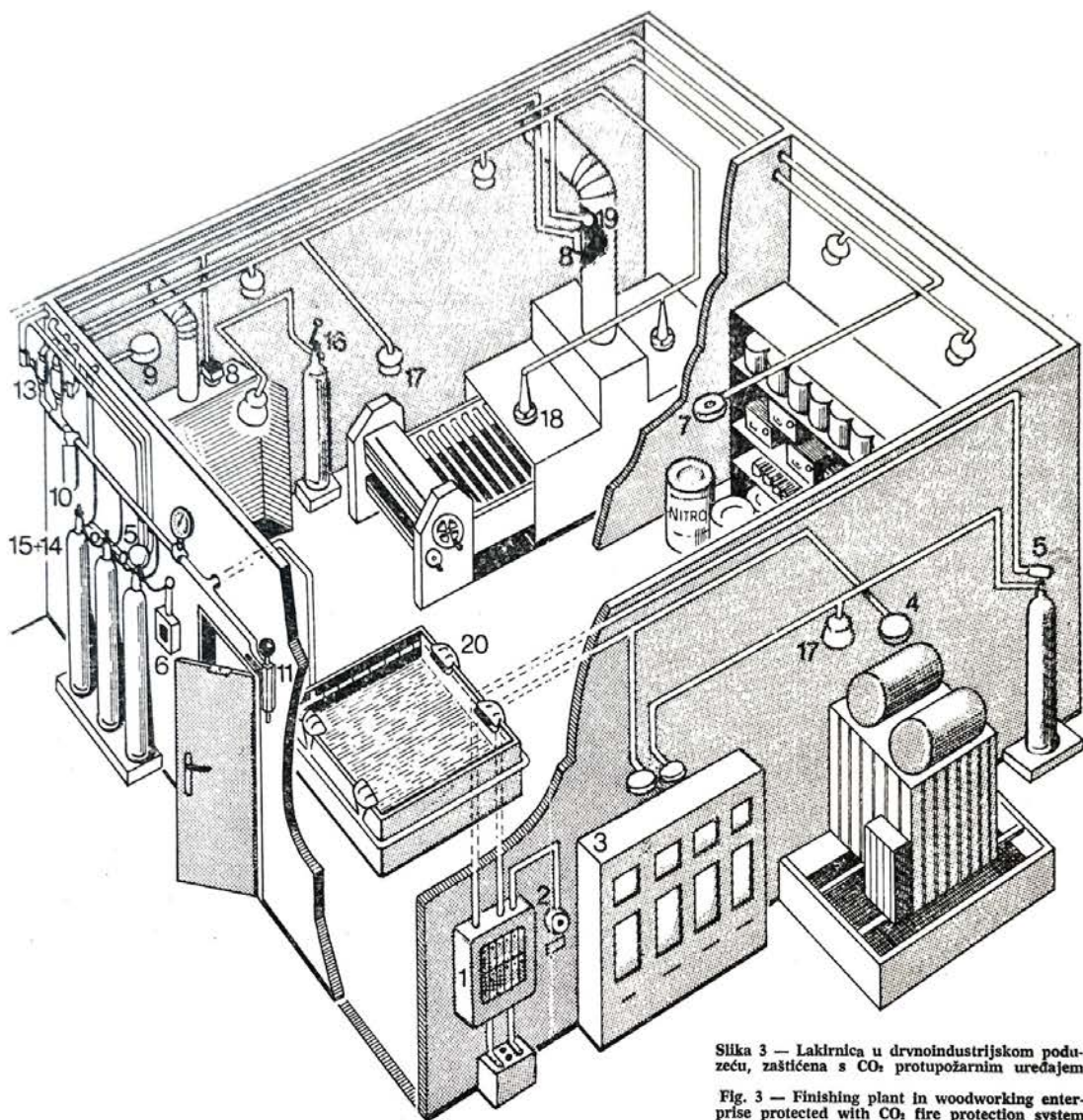
je mlaz malog dometa, a koncentracija slaba. Negativna mu je strana i u tome što, zbog brzih strujanja kroz cijevi, stvara naboje statičkog elektriciteta, a, osim toga, pri većim koncentracijama u zraku postaje štetan za čovječji organizam. Mnogi smatraju ugljični dioksid bezazlenim ili malo opasnim plinom. Kod koncentracije 2—2,5 volumnog postotka CO₂ (tj. na 100 litara zraka 2—2,5 litara ugljičnog dioksida) ne ispoljava se nikakvo štetno djelovanje na ljudski organizam, što znači da je u toj koncentraciji bezopasno udisanje zraka. Međutim, kod koncentracije od 3 volumnog postotka CO₂, disanje postaje ubrzanije i dublje, a kod 4% javlja se pritisak u glavi, tj. glavobolja, zujanje u ušima, opadanje pulsa i sklonost nesvjestici. Očigledno je da koncentracija CO₂ iznad 3% u zraku postaje opasna za ljudski organizam. Koncentracije od 8 do 10% izazivaju nastupe nesvjestice, a kod slabijih osoba i prestanak rada srčanih mišića. Kod koncentracije od 20% nastupa u toku nekoliko sekundi oduzetost nervnih centara, dok kod koncentracije od 25% nastupa vrlo brzo smrt.

Kod gašenja požara s aparatom CO₂, mora se posebna pažnja obratiti na opasne koncentracije, koje mogu nastati ako su u pitanju podrumi, zatvorene prostorije, razne niše, tijesni prolazi, vagoni i dr. Kod gašenja požara pomoću automatskih stabilnih uređaja, mora se osigurati sigurno upozorenje za osoblje, da bi pravovremeno napustilo prostoriju.



Slika 2 — Shema automatskog CO₂ protupožarnog uređaja

Fig. 2 — Scheme of automatic CO₂ fire protection system



Slika 3 — Lakirnica u drvnoindustrijskom poduzeću, zaštićena s CO₂ protupožarnim uređajem

Fig. 3 — Finishing plant in woodworking enterprise protected with CO₂ fire protection system

Kubni metar CO₂ plina kod temperature od 0° C i 760 mm Hg ima masu od 1,977 kg, a zrak ima 1,293 kg. Kritična temperatura ugljičnog dioksida je kod 31° C, kritični tlak kod 75 bara, a gustoća iznosi 0,46. Pri kritičnoj temperaturi i iznad nje, nije moguće nikakvim povećanjem tlaka dovesti plin u tekuće stanje. Kod kritične temperature, tekući i plinoviti CO₂ imaju jednaku gustoću i ujedno prestaje tekuća faza CO₂. Iz dijagrama na slici 1. vidljivo je da se CO₂ plin može prevesti u tekuće stanje kod 0° C pod pritiskom od 35,54 bara, kod -20° C pod pritiskom od 20,06 bara, a

kod -50° C pod pritiskom od 6,97 bara. Kod -56,6° C i uz pritisak od 5,28 bara, nastaje trofazna točka kod koje se ugljični dioksid nalazi u sva tri agregatna stanja (kruto, tekuće i plinovito). Daljim sniženjem temperature CO₂, stvaraju se kristali, a kod -78,9° C i 0 bara dobije se takozvani suhi led.

Tlak ugljičnog dioksida u čeličnim bocama nije ovisan samo o temperaturi nego i o stupnju punjenja čelične boce. Pod stupnjem punjenja čelične boce označava se odnos između obujma boce u litrama i CO₂ u kp.

Tablica I pokazuje podatke o specifičnoj težini i specifičnom volumenu CO₂ u čeličnoj boci.

Tablica I

Temperatura u (°C)	Tlak (daN/cm ²)	Obujamska masa (kg/lit)	Specifični volumen (lit/kg)
-30	13,55	1,07	0,93
-20	19,06	1,03	0,97
-10	25,99	0,98	1,02
0	34,54	0,92	1,08
10	44,95	0,86	1,16
20	57,46	0,77	1,30
22,2	61,50	0,75	1,34
25	73,50	0,75	1,34
30	93,50	0,75	1,34
31,4	99,00	0,75	1,34

Povećanjem temperature u čeličnoj boci, tekući ugljični dioksid širi se dok ne zauzme cijeli obujam boce, a to stanje je u sjecištu krivulje stupnja punjenja s krivuljom zasićenja. Pri stupnju punjenja od 1,34 lit/kg, sjecište je kod 22,2° C. Daljim porastom temperature, tlak naglo raste, kao što je vidljivo u dijagramu. Kod stupnja punjenja od 1,34 lit/kg i temperature od 52° C, ugljični dioksid se nalazi pod tlakom od 190 bara. To je ujedno minimalni pritisak ispitivanja čeličnih boca, te je maksimalni pogonski pritisak 2/3 ispitnog tlaka, što iznosi 125 bara kod 35° C. U praksi je to najčešće od 52—80 daN/cm². Kad se ispuštanjem jednog dijela ugljičnog dioksida smanji tlak u čeličnoj boci, dio tekućeg dijela CO₂ prelazi u plinovito stanje, te se tekući dio još više ohladi. Daljim smanjenjem tlaka do atmosferskog, smanjuje se temperatura, pa se dio ugljičnog dioksida može pretvoriti u led. Isti se proces odvija kod pražnjenja CO₂ u atmosferu, kada veći dio prelazi u plin s osjetnim povećanjem volumena, a manji dio u sitne čestice leda koje daju izgled bijelog oblaka. Niska temperatura pare CO₂ kondenzira vodu iz zraka, te je na račun toga smanjena vidljivost.

Ugljični dioksid, namijenjen za stabilne uređaje, mora biti čist i suh. Volumen plina mijenja se s temperaturom, kako je to navedeno u sljedećem pregledu:

Temperatura u (°C)	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Količina u (lit/kg)	449	468	487	506	525	544	565	581

Iz ovog se vidi da se, ovisno o temperaturi, može prilikom gašenja računati i s većom količinom plina. Područje gdje se uspješno primjenjuje ugljični dioksid proteže se od -20° C do +45° C. Ispod točke smrzavanja postepeno opadaju gasilačka svojstva ugljičnog dioksida, zbog čega je njegova primjena vrlo ograničena za temperature niže od -20° C. Praksa je pokazala da se u smjesi s dušikom može rabiti i u polarnom području, tj. kod vrlo niskih temperatura.

2. OSNOVE ZA PROJEKTIRANJE AUTOMATSKIH CO₂ UREĐAJA

Prema namjeni, mogu se CO₂ uređaji podijeliti u dvije grupe: za gašenje požara prostorija (zastvorenog prostora) i za gašenje požara na objektima unutar prostorija. Izvedba prostorije treba da onemogući veći gubitak plina CO₂, jer o njegovoj količini ovisi uspješnost gašenja. Radi toga neophodno je osigurati automatsko zatvaranje svih otvora na prostoriji, isključenje ventilacije, klimatizacijskih uređaja, grijalica i drugih uređaja prije puštanja CO₂ u prostorije.

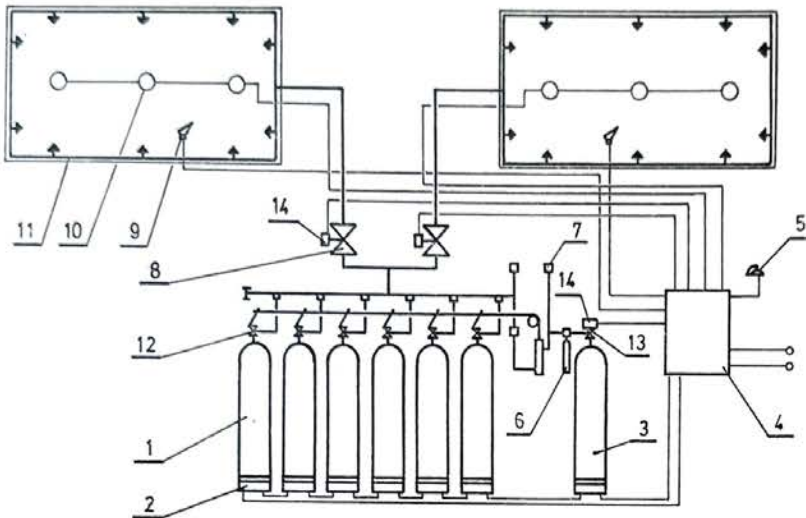
Ako nije moguće automatski zatvoriti sve otvore na prostoriji, površina izlaznih otvora, u pravilu, ne bi trebala biti veća od 2% od ukupnog volumena zaštićene prostorije. Ako bi tlak u prostoriji narastao iznad dozvoljene granice, dovodeњem plina CO₂ u prostoriju, mora se automatski otvoriti poklopac otvora vezanog za vanjsku atmosferu (posebna izvedba). U slučaju povećanog tlaka, može doći do oštećenja zidova i stakala, što bi dovelo do neuspjeha u gašenju požara. Najčešće se dozvoljava nadtlak do 350 mm VS.

Zaštita objekata unutar prostorije provodi se individualno za svaki takav objekt ili grupu objekata. Međutim, kod toga treba imati u vidu mogućnost širenja eventualnog požara na ostale susjedne objekte u prostoriji, pa se moraju poduzeti posebne mjere za sprečavanje širenja požara.

Često puta postoje suprotna mišljenja o potrebi osiguranja količine CO₂ plina za gašenje požara. Te količine ovise o volumenu prostorija, zaposjednutosti prostorije i vrsti materijala. U tablici II prikazane su te količine.

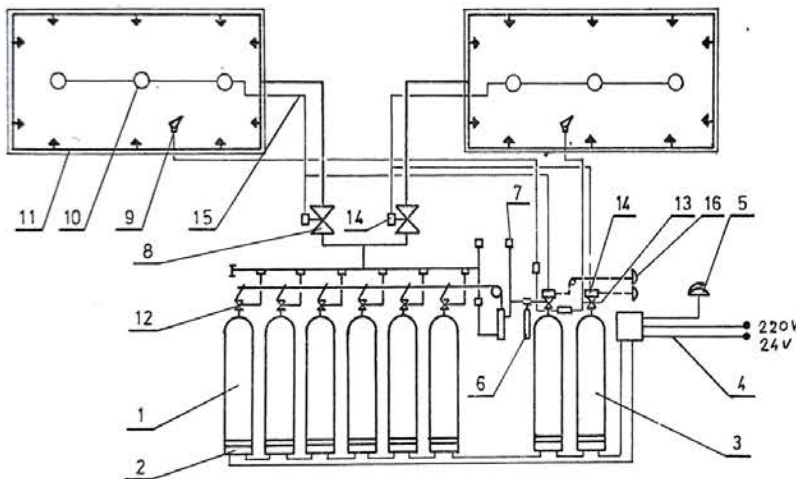
Tablica II

Volumen prostorije u m ³	Količina CO ₂ potrebna za gašenje u (kg/m ³)
do 100	1,00
od 101 do 300	0,95
od 301 do 500	0,90
od 501 do 1.000	0,85
od 1.000 do 1.500	0,80
od 1.501 do 2.000	0,75
od 2.000 na dalje	0,70



Slika 4 — Električni sistem:
1) Baterija boca, 2) Vage, 3) Pilot boca, 4) Dojavna centrala, 5) El. zvon, 6) Vremenski zadrživač, 7) CO₂ sklopka, 8) Zonski ventil, 9) El. strop, 10) Detektor, 11) Cjevovod s mlaznicama, 12) Brzootvarajući ventil, 13) Tlačni ventil za pilot bocu, 14) Elektromagnetski okidač

Fig. 4 — Electrical system



Slika 5 — Pneumatski sistem:
1) Baterija boca, 2) Vaga, 3) Pilot boca, 4) Signalni ormarić, 5) El. zvon, 6) Vremenski zadrživač, 7) CO₂ sklopka, 8) Zonski ventil, 9) Pneumatska sirena, 10) Pneumatski detektor, 11) Cjevovod s mlaznicama, 12) Brzootvarajući ventil, 13) Tlačni ventil za pilot bocu, 14) Elektro magnetski okidač, 15) Ručno atkiviranje.

Fig. 5 — Pneumatic system

U drugim uvjetima, kada je potrebno gasiti neku materiju za čiji prestanak gorenja treba osigurati veću količinu ugljičnog dioksida, odnosno smanjiti postotak kisika u zraku ispod 15%, predviđaju se iznosi koji su karakteristični za gašenje u drvnoj industriji, kao:

- | | |
|--|--|
| 1. Lakirnice (zatvorene prostorije) | 1,2 kg CO ₂ /m ³ |
| 2. Sušionice (tunelske) | 1,2 kg CO ₂ /m ³ |
| 3. Zatvorene kabine s ručnim ili elektrostatskim bojenjem i lakiranjem | 1,5 kg CO ₂ /m ³ |
| 4. Otvorene kabine za ručno bojenje i lakiranje | 6 kg CO ₂ /m ³ gabaritnog volumena |

5. Kada s bojom za umakanje predmeta

7 kg CO₂/m³ gabaritnog volumena

Prema novim propisima VdS, kod zaštite objekata na kojima je velika opasnost od požara, kao npr. objekata pod toč. 4. i 5, količina CO₂ određuje se na osnovi tzv. virtualnog volumena. On se dobije tako da se za objekt dodaje na dužinu i širinu po 2 m, a na visinu 1,5 m, pa bi količine CO₂ pod točkama 4. i 5. iznosile 2 kg CO₂/m³ i 2,5 kg CO₂/m³ virtualnog volumena.

3. IZVEDBE CO₂ UREĐAJA

Baterija boca CO₂ s pripadajućim ventilima, mehanizmom za aktiviranje i ostalim sastavnim

Slika 6 — Mehanički sistem:
 1) Baterija boca, 2) Vaga, 3) Pilot boca, 4) Signalni el. ormarić, 5) El. zvon, 6) Vremenski zadrživač, 7) CO₂ sklopka, 8) Zonski ventil, 9) Pneumatska sirena, 10) Topivi element na čeličnom užetu, 11) Cjevovod s mlaznicama, 12) Vodilica s utegom, 13) Kolotur, 14) Brzotvarajući ventil, 15) Tlačna glava

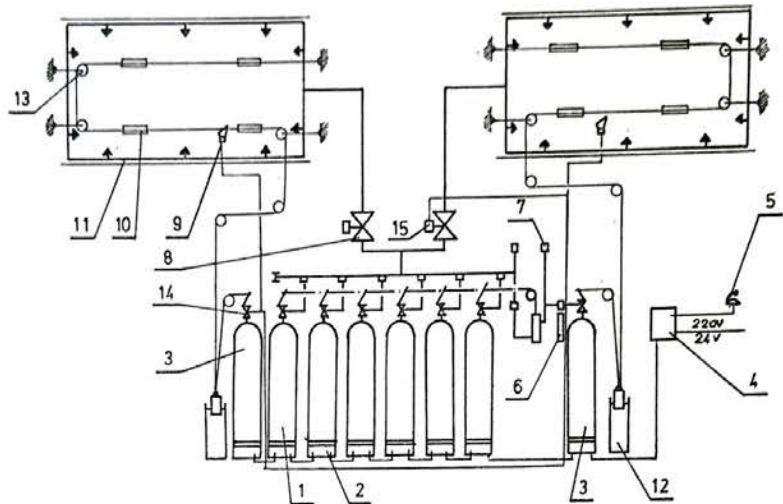


Fig. 6 — Mechanical system

dijelovima treba da je smještena u posebno pristupačnoj prostoriji koja se može dobro zračiti. Ukupno potrebna količina CO₂ treba da je smještena u grupi čeličnih boca, ili u posebnim spremnicima. Za zaštitu više prostorija ili više objekata u jednoj prostoriji može se rabiti jedna centralna CO₂ baterija, kao što je prikazano na slici 2. i 3.

Postoji mogućnost da se kod osobito opasnih materijala, gdje se nakon gašenja očekuje ponovno izbijanje požara, postavi i jedna rezervna baterija koja omogućava ponovno gašenje požara. Rezervna baterija mora biti priključena na isti cijevni sistem.

Ako nisu osigurane mogućnosti brzog punjenja boca kada se isprazne zbog gašenja požara, potrebno je osigurati rezervne količine boca koje će se uvijek nalaziti napunjene. Njih treba smjestiti u posebne prostorije koje su zaštićene isto kao i baterija koja je namijenjena za gašenje požara. Temperatura prostorije gdje se drže boce ili baterija boca ne smije prelaziti 35° C za boce koje su ispitane na pokusni tlak od 190 bara, odnosno 45° C za boce ispitane na 250 bara. Osim toga, boce ne smiju biti izložene sunčanim zrakama ili drugim izvorima topline, napose ne smiju biti ugrožene od lakohlapljivih i eksplozivnih materijala.

Provjera punjenja CO₂ u bocama vrši se vaganjem, radi čega je neophodno da boce budu konstantno na vazi. Ako se provjerom utvrdi da je smanjena količina CO₂ u boci za 10% od ukupne količine te boce, potrebno ju je zamijeniti punom bocom. Iz ovog razloga, svaka boca pojedinačno mora biti tako priključena na kolektor da se može jednostavno izuzeti, a da se pri tome ne stavlja van pogona cijela baterija. Prilikom aktiviranja protupožarnog uređaja treba da se istovremeno aktiviraju svi ventili na svim bocama koje su namijenjene za gašenje određenog objekta.

Da bi se osiguralo efikasno gašenje i pražnjenje svih boca s CO₂, treba to izvršiti u roku od

50 sekundi, a prema tome je i dimenzioniran cjevovod. Kod nekih objekata traži se produženo isticanje plina CO₂, pa se već prema tome i dimenzionira cjevovod.

Kod osiguranja više prostorija jednom baterijom postavlja se razdjelni ventil koji omogućava gašenje svakog područja posebno. Razdjelni se ventil otvara prije ili istovremeno s ventilom na pilot boci koja poslije aktivira ostale boce. U pogledu izvedbe i dimenzioniranja cjevovoda, od baterije boca do pojedinih mlaznica polazi se od toga da se do svakog objekta dovede odgovarajuća količina CO₂ plina potrebna da se požar ugasi.

Također je potrebno izbjeći naglo ekspanziranje CO₂ u cjevovodima i stvaranje krute faze (led).

Unutrašnji promjeri cjevovoda, ovisno o dužini cijevi i protoka količine CO₂ plina u jednoj minuti, prikazani su u tablici III.

Tablica III

Unutrašnji promjer cijevi u (mm)	Duljina cijevi u m				
	15	30	60	150	210
	Protok ugljičnog dioksida (kg/min.)				
15	36	28	—	—	—
20	75	61	48	—	—
25	136	113	88	—	—
32	276	340	183	—	—
40	400	612	272	—	—
50	703 v	930	508	—	—
70	1.040	1.540	794	575	—
80	1.720	2.900	1.340	1.005	—
100	3.170	4.900	2.560	2.000	1.755

Kod izgradnje cjevovoda za ugljični dioksid, potrebno je pokloniti pažnju elastičnosti postavljajna spojeva u takozvanoj »mekoj vezi«, da bi se izbjegle posljedice termičkog opterećivanja. Kod istjecanja ugljičnog dioksida od temperature + 30 na - 40° C, cjevovod duljine od 100 m skuplja se za oko 80 mm.

Na osnovi promjera cijevi i njegove čiste površine, određuju se i promjeri svih mlaznica priključenih na tu cijev. Površina presjeka svih mlaznica mora biti 18% manja od površine presjeka cijevi koje napajaju te mlaznice, čime se osigurava istjecanje tekuće faze CO₂ iz mlaznica, a potom ekspanzija u plinovitu fazu.

Određeni normativi predviđaju maksimalnu duljinu cjevovoda, ovisno o položaju baterije prema prostoriji koja se štiti. Za boce čiji su ventilji 10 mm promjera, cjevovod ne smije biti udaljen više od 80 m, ako je prostorija na visinskoj razlici do 30 m iznad baterije. Ako se štitićene prostorije nalaze na istoj visini s baterijom, duljina se može povećati i do 250 m.

Proračun duljine cjevovoda vrlo je složen zbog proračuna gubitka tlaka kod prolaza ugljičnog dioksida, pa se radi toga primjenjuju laboratorijska ispitivanja i rezultati. Gubitak tlaka nije linearan, zbog čega se teško određuje. Smanjenjem tlaka snižava se toplina tekuće faze CO₂, a oslobođena toplina troši se na isparavanje određene količine tekućine CO₂. U takvom procesu nastaje kretanje tekućine i plina u smjesi. Gubitak tlaka zbog trenja, također, oslobađa određenu količinu*topline koja se troši za nova isparavanja, zatim, razni otpori koji se suprotstavljaju na mjestima gdje su postavljena koljena i savijene cijevi. Zbog svega toga, treba računati na usporeno stvaranje koncentracije plina za gašenje požara.

Mlaznice za ugljični dioksid izrađuju se ovisno o kapacitetu cjevovoda i baterije, odnosno zahtjevu vremena za stvaranje koncentracije. Položaj mlaznice određuje se ovisno o objektu koji se štiti. Uobičajeno je postavljanje mlaznice na svakih 30 m² površine koja se štiti. Kod visokih prostorija do 5 m, mlaznice treba postaviti na visini 1/3 prostorije.

Sve linije cjevovoda moraju imati nagib radi spuštanja kondenzata. Nagib se usmjerava od baterije prema mlaznicama, za cjevovode promjera do 50 mm najmanje 0,01,a za veće promjere 0,005. Na najnižoj točki cjevovoda, kao i na svakom kondenzatoru, treba postaviti pipac radi ispuštanja kondenzata.

Cjevovodi se ispituju od baterije do sektorskih ventila na 190 bara a radni je pritisak dozvoljen do 100 bara. Od sektorskih ventila do mlaznica cjevovod se ispituje na 80 bara, a radni mu pritisak može biti 70 bara.

3.0. SISTEMI SIGNALIZACIJE I AKTIVIRANJA CO₂ UREĐAJA

Kod automatskih CO₂ uređaja, aktiviranje se vrši putem sistema automatske instalacije dojava požara. Postoje razni sistemi uređaja za dojavu požara, kao što su: mehanički, pneumatski i električni, ili kombinacija tih sistema.

Mehanički sistem koristi se topivim ili gorivim elementima smještenim na razapetom užetu i nategnutim utegom; pneumatski sistem koristi se pneumatskim elementima i detektorima, a električni sistem koristi se termičkim detektorima koji mogu biti maksimalni, diferencijalni i ionizacijski, a koji reagiraju na dim, plamen i temperaturu.

Izbor sistema za dojavu požara ovisi o uvjetima koji vladaju u zaštićenoj prostoriji. Svaki automatski CO₂ — uređaj mora biti snabdjeven uređajem za signalizaciju, koja može biti akustična ili optička. Akustički alarm mora biti neprekidan i jasno se mora razlikovati od drugih signala koji se daju u neposrednoj okolini. Gašenje požara nastupit će kad se boce s CO₂ otvore mehaničkim, pneumatskim ili električnim aktiviranjem.

Ako u prostoriji koja se štiti nema zaposlenog osoblja, tada gašenje treba započeti odmah. Prema tome, CO₂ iz čeličnih boca izravno ulazi u prostoriju i stvara potrebnu koncentraciju koja ugušuje vatru. Ako se radi o prostoriji gdje je potrebno da radnici najprije napuste prostoriju, protupožarni uređaj mora osigurati vremensko usporavanje ekspanzije plina CO₂ i za cijelo to vrijeme vršiti alarmiranje, tj. upozoravati radnike da napuste prostoriju, a tek nakon toga će početi s gašenjem. To vrijeme iznosi oko 30 sekundi. Prostorija koja se štiti mora imati jasno obilježene putove koji omogućuju radnicima da je napuste. Svaki automatski uređaj za aktiviranje mora imati i elemente za ručno aktiviranje, postavljene na više mjesta.

3.0.1. Opis rada električnog sistema CO₂ uređaja

Ovaj se uređaj automatski uključuje preko odgovarajućih detektora (termostata), prema shemi na slici 4. Detektora ima različitih vrsta, gledajući sa stanovišta efekata koji izazivaju njihovu reakciju. Neki djeluju na određenu fiksnu temperaturu (maksimalni detektori), neki na brzinu porasta temperature u objektu koji se štiti (diferencijalni detektori), a neki na pojavu dima ili svjetlosti. Koja će se vrsta detektora upotrijebiti, određuje se prema karakteristikama objekta koji se zaštićuje.

U slučaju požara i aktiviranja detektora, električni impulsi prenose se na signalnu dojavnu centralu. Ona aktivira pilot bocu i zonski ventil montiran na cjevovodu koji vodi plin u požarom ugroženi objekt. Plin iz pilot boce prelazi kroz tzv. »vremenski zadržać« koji zadržava plin, toliko da ljudi mogu izaći iz prostorije prije nego naiđe plin. Nakon toga dolazi do aktiviranja ostalog dijela baterije boca, a plin kroz otvoreni zonski ventil odlazi u objekt u kojem je požar. Ovakvim uređajima mogu se štiti kompletne prostorije ili pojedini objekti unutar velikih prostora.

Uređaj se u slučaju potrebe može i ručno aktivirati. Ovaj uređaj je spreman za gašenje i onda ako dođe do prekida električne struje u mreži, jer se tada koristi strujom iz akumulatorske baterije. Svi eventualni kvarovi na uređaju, kao i ispuštanje plina iz boca, signaliziraju se na dojavnoj centrali svjetlosnim i zvučnim signalima. Ovakvi uređaji imaju široku primjenu i mogu se upotrebljavati za zaštitu različitih objekata.

3.0.2. Opis rada pneumatskog sistema CO₂ uređaja

Pneumatski detektor radi na principu ugrijanog zraka, shema na slici 5. Ako dođe do porasta temperature u prostoriji koja se zaštićuje, poraste tlak zraka na detektoru. Time se preko bakrene cijevi uključuje pneumatske okidače na pilot-boci i zonskim ventilima, a plin CO₂ iz pilot-boce ide u »vremenski zadržać«.

Nakon stanovitog zadržavanja CO₂ dalje preko poteznog elementa otvara cijelu bateriju boca, iz koje CO₂ kroz mlaznice ulazi u prostoriju u kojoj se dogodio požar.

3.0.3. Opis mehaničkog sistema CO₂ uređaja

Kod ovih uređaja jedna baterija boca služi za zaštitu dviju ili više prostorija, shema na slici 6.

Ako u šticenoj prostoriji izbije požar, uslijedi povišenje temperature, dolazi do taljenja topljivog elementa i raskidanja užeta. Uteg na pilot-boci otvara ventil CO₂, a iz pilot-boce najprije se otvara zonski ventil, a zatim on preko poteznog elementa aktivira cijelu bateriju. CO₂ kroz odgovarajući cjevovod i mlaznice ulazi u prostoriju u kojoj je izbio požar.

Kod sva tri opisana sistema postoji konstantna kontrola mase boca, tako da eventualno ispuštanje neke boce, zbog kvara, ne može ostati neprimijećeno. Ako neka boca ispusti više od 10% svog sadržaja, koliko je propisima dopušteno, to se signalizira preko električnog zvonca.

* * *

Uvođenje i primjena stabilnih protupožarnih uređaja s ugljičnim dioksidom u drvnoj industriji važna je za zaštitu od vatre ljudskih i materijalnih dobara. Opasnosti od zapaljivanja materijala u drvnoj industriji su brojne, pa je osiguranje efikasnih načina protupožarne zaštite neophodna investicija.

LITERATURA

- [1] ***: Pravilnik o tehničkim normativima za uređaje za lakiranje prskanjem ili potapanjem i za uređaje za sušenje, Službeni list br. 12, 1979.
- [2] ***: Standardi DIN
- [3] ***: Standardi JUS
- [4] ***: Standardi NFPA
- [5] ***: Tehničke informacije tvrtke »D. Đaković: Slavonski Brod, 1981.
- [6] ***: Tehničke informacije tvrtke »Total« BRD, 1981.
- [7] ***: Tehničke informacije tvrtke »Walter Kidde« BRD, 1981.
- [8] ***: VdS Richtlinien für Kohlendioxyd, Verband der Sachversicherer e. V. Köln, 1980.
- [9] BUJANDRIĆ, V.: Tehnički priručnik za protupožarnu zaštitu, Privredni pregled, Beograd, 1973.
- [10] ĐIDARA, Z.: Stabilni protupožarni uređaji za gašenje vodom, »Drvna industrija« br. 5—6, 1981.
- [11] PODBREZNIK, F.: Preventivna požarna zaštita u poduzećima, »Privreda« Zagreb, 1962.
- [12] REDŽIĆ, D.: Opasnosti i mjere zaštite od požara u drvnoj industriji, Vatrogasni savez Jugoslavije.

Recenzirao: Franjo Bošnjak, dipl. ing. stroj.
Rukovodilac projektnog biroa
protupožarnih uređaja poduzeća
»Đuro Đaković«, Slavonski Brod