

koji redom daju žutu, plavu, zelenu i ljubičastu otopinu.

Oksidi. *Vanadijev(V) oksid (vanadijev pentoksid)*, V_2O_5 , najvažniji je vanadijev spoj. Služi kao katalizator u mnogim tehničkim procesima (npr. oksidacija SO_2 u SO_3 , oksidacija alkohola, hidrogenacija alkena). Upotrebljava se i za dobivanje vanadijevih spojeva ostalih oksidacijskih stupnjeva. To je prah crvene ili narančaste boje, topljiv u lužinama i kiselinama, pa u vodenim otopinama tvori žuti vanadan-ion i niz ortovanadata i metavanadata s različitim brojem vanadijevih atoma u anionu. Jedan je od važnijih amonijev tetrametavanadat, $(NH_4VO_3)_4 \cdot H_2O$, koji se iz ortovanadata taloži amonijevim kloridom i koji žarenjem prelazi u čisti vanadijev(V) oksid.

Vanadijev(IV) oksid (vanadijev dioksid), VO_2 , može se dobiti redukcijom pentoksida, najčešće reakcijom sa sumpornim(IV) oksidom na povišenoj temperaturi. Tamnomodar je, topljiv u kiselinama (tvori vanadilni ion) i u lužinama (tvori vanadite).

Vanadijev(III) oksid, V_2O_3 , nastaje zagrijavanjem pentoksida s vodikom. Crne je boje, topljiv u većini kiselina, a na zraku se polako oksidira do dioksida.

Vanadijev(II) oksid, VO , također crne boje, sklon je nestehiometrijskom omjeru konstituenata, a nastaje zagrijavanjem vanadijeva(III) oksida s elementarnim vanadijem.

Sulfidi. Poznata su tri vanadijeva sulfida koji odgovaraju oksidacijskim stupnjevima +2, +3 i +5: VS , V_2S_3 i V_2S_5 , i svi su crne boje.

Halogenidi i oksid-halogenidi. Od vanadijevih pentahalogenida poznat je samo plinoviti *vanadijev(V) fluorid*, VF_5 , koji, uz čvrsti VF_3 , nastaje disproporcioniranjem *tetrafluorida*, VF_4 . Međutim, poznati su *oksid-tetra-trihalogenidi* fluora, klora i broma, čvrsti VOF_3 , te kapljevit $VOCl_3$ i $VOBr_3$. Oksid-triklorid miješa se s mnogim organskim tvarima i otapa ih.

Od tetrahalogenida, osim čvrstoga smeđega vanadijeva tetrafluorida, VF_4 , poznat je i crvenosmeđi kapljevit tetraklorid, VCl_4 , koji se dobiva zagrijavanjem vanadija u struji klora i može se reakcijom s fluorovodikom prevesti u VF_4 . Poznate su i soli koje se odvođe od vanadilnog iona: *vanadilni fluorid*, VOF_2 , *vanadilni klorid*, $VOCl_2$ i *vanadilni bromid*, $VOBr_2$.

Vanadij oksidacijskog stupnja +3 tvori sva četiri halogenida. Ljubičasti *triklorid*, VCl_3 , dobiva se redukcijom tetraklorida vodikom na visokoj temperaturi. On se može duljim zagrijavanjem u struji suhog fluorovodika prevesti u zeleni trifluorid, VF_3 . Crni *tribromid*, VBr_3 , i crni *trijodid*, VI_3 , dobiju se izravnom sintezom elemenata u vakuumu.

Triklorid se zagrijavanjem pri $800^\circ C$ u struji dušika disproporcionira, pa uz VCl_4 , koji se lako ukloni destilacijom, nastaje zeleni *diklorid*, VCl_2 . Analogno se dobiva i *vanadijev dijodid*, VI_2 , koji je važan za proizvodnju malih količina čistog vanadija (de Boer-van Arkelovim postupkom).

Vanadati. Ti se spojevi odvođe od kiseloga vanadijeva(V) oksida, V_2O_5 , a sadrže peterovalentni vanadij. Najpoznatiji su amonijevi i natrijevi vanadati. Komercijalno je najvažniji *amonijev metavanadat*, NH_4VO_3 , od kojeg se dobiva V_2O_5 . Od natrijevih soli najstabilniji je *natrijev metavanadat*, $NaVO_3$, jedan od među-proizvoda pri industrijskom dobivanju V_2O_5 , a poznati su i *natrijev ortovanadat*, Na_2VO_4 , te *natrijev pirovanadat*, $Na_4V_2O_7$. Za razliku od amonijeva metavanadata, natrijevi su vanadati dobro topljivi u vodi. *Natrijev amonijev polivanadat*, poznat pod nazivom crveni kolač, $2(NH_4)_2O \cdot Na_2O \cdot 5V_2O_5 \cdot 15H_2O$, služi kao oksidacijsko sredstvo prilikom odsumporavanja plinova.

Kompleksni vanadijevi spojevi. Najbrojniji kompleksni vanadijevi spojevi odvođe se od iona V^{3+} i vanadilnog iona. Ion V^{3+} daje nakon hidratacije akvakompleksni kation $[V(H_2O)_6]^{3+}$, a s fluoridnim ionom niz kompleksnih aniona, od kojih neki sadrže i molekule vode: $[VF_6]^{3-}$, $[VF_5]^{2-}$, $[VF_4(H_2O)]^{2-}$ i $[VF_4(H_2O)_2]^{-}$. S kloridnim, cijanidnim i cijanatnim ionom kao ligandima (L) tvori komplekse sa šest liganada, $[VL_6]^{3-}$. Od kompleksa koji se odvođe od vanadilnog iona, VO^{2+} , mogu se spomenuti oni s fluoridnim ionom, $[VOF_4]^{2-}$, s kloridnim ionom, $[VOCl_6]^{4-}$, s tiocijanatnim ionom, $[VO(SCN)_4]^{2-}$, sa sulfatnim ionom, $[VO(SO_4)_2]^{2-}$, te s oksalatnim ionom, $[VO(C_2O_4)_2]^{2-}$.

Vanadij čini i spojeve s organskim molekulama. Zanimljiv je oksovanadijev(IV) acetilacetonat, $VO(C_5H_7O_2)_2$, koji se pojavljuje s rijetkim koordinacijskim brojem 5 (četverostrana pirami-

da). Spoj koji nastaje dodatkom kupferona (amonijev nitrozofenilhidroksilamin) u neutralnu ili kiselu otopinu s ionima vanadija temelj je separacije vanadija precipitacijom u analitičkom postupku. Kao selektivni separacijski reagensi za vanadij mogu poslužiti i 8-hidroksikinolin i N-benzoilfenilhidroksilamin, koji, iako ne kvantitativno, pri određenoj vrijednosti pH tvore precipitat s vanadijem.

Organovanadijevi spojevi mogu se svrstati u alkilne, arilne, ciklopentadienilne, cikloheksadienilne i cikloheptatrienilne derivate, arenske derivate, komplekse s olefinima i bimetalne komplekse. Najvažniji su ciklopentadienilni derivati, npr. tetrakarbonilciklopentadienilvanadij, $C_5H_5V(CO)_4$, u kojem je vanadij peterostruko vezan (služi kao katalizator polimerizacije, sušilo i agens za platanje), te bis(ciklopentadienil)vanadij, $(C_5H_5)_2V$, koji se upotrebljava za prevlačenje međumetalnih supravodljivih tankih slojeva.

LIT.: C. A. Hampel, Rare Metals Handbook. Reinhold, New York 1956. – W. Rastoker, The Metallurgy of Vanadium. J. Wiley and Sons, New York 1959. – P. Villars, L. D. Calvert, Pearson's Handbook of Crystallographic Data for Intermetallic Phases, Vol. I–III. American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1986. – N. N. Greenwood, A. Earnshaw, Chemie der Elemente. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1988.

D. Maljković

VATROGASNI I PROTUPOŽARNI UREĐAJI,

uređaji s opremom i sredstvima za gašenje požara, dojavu požara, zaštitu od požara, razne tehničke intervencije te za spašavanje ljudi i materijalnih dobara. Namijenjeni su u prvom redu vatrogascima, ali i ostalima koji u određenim prilikama sudjeluju u gašenju požara ili drugim akcijama.

Požar je nekontrolirano gorenje koje uzrokuje materijalnu štetu i ugrožava ljudske živote. S obzirom na raširenost upotrebe vatre i mnogobrojne potencijalne uzročnike požara (nepažnja, nepoštivanje propisa, elementarne nepogode, diverzije itd.) vrlo je važna dobra opremljenost i izobraženost za gašenje požara, kako profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasaca tako i ostalog pučanstva. To je posebno važno stoga što se pravodobnim opažanjem i pravilnim načinom gašenja uvelike smanjuju štete od požara.

Vatra je pomogla čovjeku da se održi u teškim životnim uvjetima, omogućila mu je da razvije svoje stvaralačke sposobnosti, postigne visok stupanj razvoja i ovlada sredinom u kojoj živi. Arheološki nalazi u Keniji pokazuju da se čovjek (*homo erectus*) još prije 1400000 godina služio vatrom. To su potvrdila i nedavna istraživanja u kineskoj provinciji Liaoning, blizu grada Yingkou. Osim koristi koju je imao od vatre, čovjek je upoznao i njezinu drugu stranu: nekontrolirano gorenje ili požar. Prema usmenoj predaji i arheološkim nalazima žrtve su požara bili i neki poznati gradovi i građevine Starog svijeta, npr. Troja (izgorjela više puta) i glavošivka biblioteka u Aleksandriji (izgorjela ←47. godine).

Prvi trag o gašenju požara potječe iz ←IX. st., a pronađen je u ruševinama grada Kalhu (Nimrud) u Mezopotamiji. Godine ←250. Ctesibius je konstruirao u Aleksandriji prvi stroj za gašenje vatre. To je bila dvo cilindarska stapna štrcaljka, najvjerojatnije od bakrenog lijeva. Ima podataka da je u to doba i u Japanu izrađivan sličan uređaj od bambusove cijevi.

Dobro organiziranu vatrogasnu službu imao je Rim u doba cara Augusta (←63–14). Umjesto postrojbi sastavljenih od robova, August uvodi državnu vatrogasnu jedinicu koja je imala 7 kohorti vatrogasaca (kohorta je vojna jedinica sa 400–600 ljudi). Vatrogasci su se zvali *vigiles*, a bili su podređeni jednom zapovjedniku. Te su kohorte štitile 14 gradskih četvrti starog Rima. Slično kao i danas, vatrogasci su imali svoje dužnosti i nazive (sifonarius – strojar, aquarius – vodonoša, centonarius – rukovatelj pokrivačima za gašenje, sebacarius – osvjetljivač garišta). Osim državnih vatrogasaca postojale su i privatne vatrogasne satnije sastavljene od robova. Poznata je bila dobro organizirana i osposobljena vatrogasna jedinica rimskog trijumvira Marka Krasa (←115–53).

Rimljani su tada imali djelotvornu opremu i sredstva za gašenje požara. Početne požare često su gasili vunenim pokrivačima namočenim u ocat. U kućama su držali posude s vodenom otopinom amonijevih soli, potaše i vinskog octa. Na temelju Heronove zamisli konstruirana je 60. godine dvolindarska stapna crpka koja je bila sastavni dio vatrogasne tehnike, a svojedobno je bila propisana i kao obvezna protupožarna oprema u patricijskim domovima. U tadašnjim se ratnim sukobima upotrebljavala tzv. *vatrena lopta*, mješavina smole, nafte i sumpora, koja se pomoću katalupa izbacivala na neprijatelja. Rimljani su vatrene lopte uspješno gasili mješavinom pijeska, urina, octene kiseline i potaše.

Plinije Stariji (23–79) opisuje u djelu Prirodnoznanstvo (*Naturalis historia*) filtre za zaštitu dišnih organa, kojima su se služili vatrogasci i radnici u rudnicima žive. Širenjem Rimskog Carstva vojna je uprava dovodila izvježbane vatrogasne jedinice i u gradove rimskih provincija. Prilikom arheoloških iskapanja u nekađšnjem rimskom naselju Aquincumu (okolica Budimpešte) pronađeni su ostaci

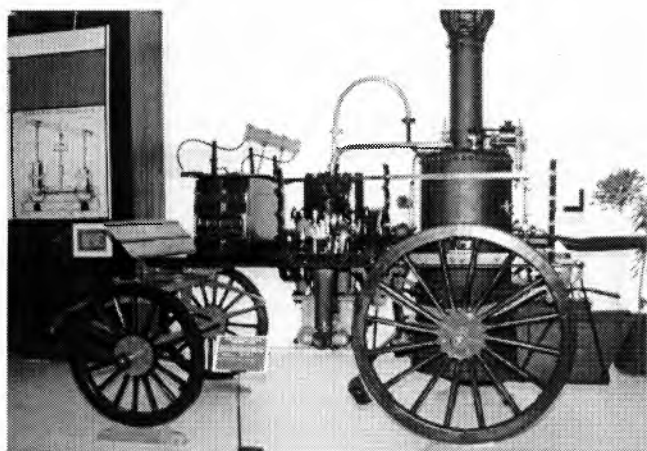
mjesne vatrogasne zgrade iz ~160. godine. S propašću Rimskog Carstva prestale su postojati i vatrogasne jedinice.

U ranom srednjem vijeku pojavljuju se ponovno neki oblici organizirane vatrogasne službe za vrijeme Karla I. Velikog (742–814), koji uvodi noćne straže u gradovima, a građane obvezuje na držanje osnovne opreme za gašenje. U kineskim je gradovima za vrijeme dinastije Sung (960–1279) postojala dobro organizirana vatrogasna služba. Pisac Zen Gun'Yan (1044) opisao je vatrogasnu štrcaljku kao višenamjensku napravu. Nalikovala je stapnoj crpki koja je služila za gašenje požara, a napunjena naftom mogla je u ratnim prilikama poslužiti i kao bacač plamena. Marko Polo (1254–1324) izvješćuje iz kineskog grada Hangchou o vatrogasnoj straži od 10 ljudi, koja je u slučaju požara uzbuđivala građane drvenim instrumentima i gasila požar. Građevni je plan kineskih gradova bio podređen protupožarnim propisima, kako bi se spriječilo prenošenje požara iz stambenog dijela na carske palače i vladine urede.

Spoznaja da se pojedinac teško može suprotstaviti požaru navela je srednjovjekovne ljude na udruživanje u borbi protiv požara. Gradovi su donosili *požarne redove* kojima su propisivali način gradnje kuća, materijale za gradnju i potrebnu vatrogasnu opremu. Gradska knjiga njemačkoga grada Augsburga iz 1276. sadrži jedan od najstarijih poznatih propisa o protupožarnoj zaštiti, kojim su obrtnicima raznih struka određene dužnosti u slučaju požara. U Dubrovniku je 1314. donesen gradski statut kojim se obvezuju obrtnici i ostali građani da sudjeluju pri gašenju požara, a navedene su i kazne za one koji se ogluše na naredbu. Protupožarne su propise donosili mnogi europski gradovi: Erfurt (1351), München (1370), Köln (1403), Beč (1534), Samobor (1788). Godine 1788. objavljuje car Josip II. protupožarnu naredbu s 56 točaka. I zagrebački *Gasnik* iz 1857. sadrži propise o organiziranju protupožarne zaštite i načinu gašenja požara.

Krajem srednjeg vijeka, uz bolju organizaciju vatrogasne službe, postignuta su i poboljšanja u tehnici i sredstvima za gašenje požara. Godine 1450. u njemačkom je gradu Würzburgu načinjena jednostapna drvena štrcaljka, a ~1500. izrađuju se i metalne jednostapne štrcaljke. Dvocilindarsku stapnu vatrogasnu štrcaljku izradio je 1518. A. Platner u Augsburgu. Nizozemac J. van der Heyden prvi je primijenio (1673) vatrogasne cijevi načinjene od kože. Povezivanjem pomoću spojnica povećava se ukupna duljina cijevi i usavršava tehnika gašenja. J. Ericsson (1803–1889) konstruirao je 1829. prvu parnu štrcaljku, a 1888. G. Daimler (1834–1900) prvu stapnu štrcaljku s benzinskim motorom.

Prvi su dojavnici požara bili promatrači na tornjevima gradskih kuća, crkava i vatrogasnih domova. Godine 1767. načinjen je prvi uređaj kojim se moglo s crkvenog tornja utvrditi mjesto požara. U Jeni je 1799. konstruiran pokazivač požara koji se sastojao od okretnog dioptera i dalekozora. U Zagrebu, radi što brže dojave požara, na grad motre stalne straže iz kule *Lotrščak* i s *Popova tornja*. Požar se dojavljuje gasciocima isticanjem crvene zastave danju, a crvenog Jennifera noću, na prozoru one strane koja gleda na požar. Krajem XIX. st. Zagreb dobiva *vatrojave*, aparate slične telegrafima, koji su bili smješteni u svakom požarnom kotaru. Vatrogasnom se dežurnom vatrogascu u *gasilani* moglo dojaviti mjesto i vrsta požara.



Sl. 1. Juliusova parnjača, vatrogasna parna štrcaljka koju je J. Zigeuner 1889. poklonio vatrogasnoj brigadi u Zagrebu

Uz profesionalne vatrogasne jedinice (1878. u današnjem brodogradilištu Uljanik u Puli, 1910. gradska profesionalna vatrogasna jedinica u Zagrebu) velik teret u borbi protiv požara nose i dobrovoljna vatrogasna društva. Najstarija su dobrovoljna vatrogasna društva u našim krajevima *Prvi hrvatski dobrovoljni vatrogasni zbor* osnovan 1864. u Varaždinu na inicijativu Ota Majera, zatim društva u Sisku (1865), Otočcu (1868), Ludbregu (1869) i Zagrebu (1870, sl. 1). Osnivač dobrovoljnog vatrogasnog društva u Zagrebu bio je Gjuro Deželić, gradski senator i književnik.

I. Horvat

SREDSTVA ZA GAŠENJE POŽARA

Gorenje je oksidacija, spajanje tvari s kisikom uz oslobađanje topline i pojavu svjetlosti (tabl. 1). Za početak gorenja potrebna je goriva tvar, kisik i izvor topline kojim se goriva tvar zagrijava do temperature paljenja. Da bi se spriječilo zapaljenje ili prekinulo već započeto gorenje, potrebno je ukloniti barem jedan od uvjeta bitnih za početak gorenja. Treba, dakle, primijeniti jednu od metoda gašenja požara: ohlađivanje, gušenje (smanjenje kon-

centracije kisika istiskivanjem zraka), izolaciju (onemogućavanje pristupa zraka, odnosno kisika) ili inhibicijsko djelovanje. Sredstva za gašenje požara jesu tvari koje se pomoću uređaja za gašenje unose u požar i svojim djelovanjem sprečavaju i prekidaju gorenje. S obzirom na metodu gašenja sredstva za gašenje dijele se na rashladna, ugušujuća, izolacijska i inhibicijska.

Tablica 1
KLASE POŽARA

Klasa	Karakteristika
A	Požari čvrstih tvari koje gore plamenom ili žarom (osim metala): drva, tekstila, ugljena, biljnih tvari, plastike, slame, papira i sl.
B	Požari zapaljivih tekućina: benzina, benzena, ulja, masti, lakova, asfalta, smola, voskova, etera, alkohola i dr.
C	Požari plinovitih tvari: metana, butana, propana, vodika, acetilena, gradskog plina i dr.
D	Požari lakih metala koji gore jakim žarom: aluminija, magnezija i njihovih slitina, titana i drugih, osim natrija i kalija
E	Požari A do D u blizini električnih instalacija i postrojenja, odnosno požari tih postrojenja: kabela, sklopki, motora, generatora, transformatora i sl.

Voda (oznaka u vatrogastvu V) najstarije je i najčešće sredstvo za gašenje požara čvrstih tvari (klasa A, tabl. 1). Zbog velikog specifičnog toplinskog kapaciteta voda je najdjelotvornije sredstvo za ohlađivanje zapaljenog materijala. Pri gašenju vodom toplina požara troši se na zagrijavanje i isparivanje vode te na zagrijavanje vodene pare. Nastala vodena para potpomaže gašenje požara gušenjem plamena, ali se brzo diže iznad požara jer joj je gustoća manja od gustoće zraka. Vodom se nikako ne smiju gasiti požari klase E.

Voda se za gašenje požara upotrebljava u obliku punog mlaza, raspršenog mlaza, mlaza vodene magle i u obliku vodene pare. Puni se mlaz primjenjuje kada je vodu potrebno štrcati na veću udaljenost. Pri gašenju punim mlazom samo se manji dio vode pretvara u vodenu paru, dok veći dio ostaje neiskorišten i uzrokuje oštećenja. Iskoristivost punog mlaza iznosi 8·10%. Raspršeni vodeni mlaz sastoji se od sitnih kapljica kojima je srednji promjer veći od promjera koloidnih čestica. Iskoristivost raspršenog mlaza iznosi 20·25%. U mlazu vodene magle kapljice su vode višestruko sitnije od kapljica raspršenog vodenog mlaza pa mu je iskoristivost veća. Za razliku od punog mlaza, koji raspršuje čestice zapaljive tekućine i pospešuje gorenje, vodena je magla pogodna i za gašenje požara zapaljivih tekućina. Vodena para (zasitena i pregrijana) upotrebljava se za gašenje požara u zatvorenim prostorima, a ima ohlađujuće i ugušujuće djelovanje.

Za djelotvornije gašenje šumskih požara vodi se dodaju tekući *usporivači*. Osim osnovnih aktivnih tvari (amonijev fosfat i sl.), usporivači sadrže i tvari koje povećavaju viskoznost vodene otopine. Povećana viskoznost otopine utječe na to da kapljice ne budu previše male i da se zbog otpora zraka previše ne rasprše, tako da pri padu mogu prionuti na raslinje. Osim toga, takve otopine na još nezapaljenom raslinju stvaraju sloj dovoljne debljine koji ga štiti od zapaljenja. Za primjenu s tla potrebna je viskoznost otopine 200·800 mm²/s, a 1000·2000 mm²/s za primjenu iz zrakoplova.

Viskoznost otopine i potpuno otapanje usporivača ovisi o udjelu usporivača u vodi. Udio usporivača iznosi 0,2·1% (0,3% za bolje prodiranje kroz krošnju, 0,6% za opću namjenu i 1% za ispuštanje iz zrakoplova s manjih visina).

Pjena (oznaka P) služi u prvom redu za gašenje požara zapaljivih tekućina (klasa B), ali se može upotrijebiti i za gašenje požara klase A. Gašenje požara pjenom temelji se na gušenju plamena i ohlađivanju zapaljenog materijala. Danas se uglavnom upotrebljavaju zračne (mehaničke) pjene za gašenje požara (oznaka Pz).

Pjene za gašenje razlikuju se prema *faktoru opjnenja*, što je omjer obujma dobivene pjene prema obujmu upotrijebljene vode i pjenila. On može biti 4·20 za tešku, 20·200 za srednje tešku i veći od 200 za laku pjenu. Teška i srednje teška pjena primjenjuje se za gašenje na otvorenom i u zatvorenom prostoru, dok se lakom

ljenom može djelotvorno gasiti samo u zatvorenom prostoru jer je na otvorenome vjetar lako otpuše.

Zračna pjena nastaje doziranjem pjenuša u vodu u masenom udjelu 2...6% te miješanjem nastale otopine sa zrakom. Cijeli se postupak provodi mehanički pomoću miješalica, mlaznica za pjenu koje rade na injektorskom principu ili generatora pjene koji pomoću tlačnog ventilatora u raspršenu mješavinu ubacuju zrak.

Pjenila mogu biti proteinska, fluoroproteinska, sintetska, fluorosintetska ili univerzalna. *Proteinska pjenila* su tekućine velike viskoznosti koje sadrže životinjske ili biljne bjelančevine, u prvom redu albumine i globuline. Upotrebljavaju se za dobivanje teške pjene. *Fluoroproteinska pjenila* su kombinacija pjene proteinske osnovne i fluoriranog površinski aktivnog sredstva. Ta pjenila, uz karakteristike proteinskog pjenuša, imaju i dodatne karakteristike koje im daju fluorirani dodatci. Pjene proizvedene pomoću fluoroproteinskih pjenuša, nakon gušenja plamena, stvaraju na površini zapaljivih tekućina tanak sloj koji ne dopušta ponovno zapaljenje. *Sintetska pjenila* sastoje se od tenzida, sintetskih površinski aktivnih tvari (v. *Detergenti*, TE 3, str. 248). Prikladna su za dobivanje svih vrsta pjena, a posebno za dobivanje srednje teške i lake pjene.

Fluorosintetska pjenila sastoje se od dugolančanih ugljikovodika s dodatkom fluora i imaju posebne površinskoaktivne karakteristike. Početkom osamdesetih godina pojavila su se *univerzalna pjenila* prikladna za gašenje požara ugljikovodika i polarnih otapala. Sastoje se od sintetskih tekućih pjenuša i fluorosintetskih pjenuša kojima su dodani polisaharidi.

Ugljični dioksid (oznaka CO₂) gasi požar gušenjem plamena. Već pri smanjenju obujamnog udjela kisika u zraku sa 21 na 15% većina tvari prestaje gorjeti. Ako se ugljični dioksid primijeni u čvrstom stanju (tzv. suhi led), požar se istodobno gasi i ohlađivanjem zapaljenog materijala.

Ugljični dioksid namijenjen je gašenju požara klase E, a može se upotrijebiti i za gašenje manjih požara klase B i C, i to ponajprije u zatvorenim prostorima. Nije djelotvoran protiv požara na otvorenim povišenim mjestima, gdje ga vjetar može otpuhati. Gasi bez oštećenja i tragova.

Ugljični dioksid čuva se ukapljen u čeličnim bocama pod tlakom od 50...60 bar ili pothlađen u velikim spremnicima pod tlakom od 22 bar. Kako se pri gašenju istiskuje zrak, gašenje ugljičnim dioksidom može biti opasno za ljude koji se nalaze u tom prostoru.

Halon (oznaka HI) iz američke je literature preuzet skraćeni naziv za halogenide, a označuje skupinu plinovitih halogenida koji imaju sposobnost gašenja požara. To su u prvom redu jednostavni halogenirani alkani koji sadrže fluor, klor i brom. Gašenje požara halonom temelji se na njegovu inhibicijskom djelovanju. Haloni su namijenjeni gašenju požara klase B, C i E, a iznimno se mogu upotrijebiti i za manje požare klase A. Gase također bez oštećenja i tragova. Zbog razaranja ozonškoga Zemljina omotača haloni se postupno izbacuju iz upotrebe. Ranije su se u Europi najviše upotrebljavali bromdifluorklorometan (CBrF₂Cl) i bromtrifluormetan (CBrF₃).

Prah (oznaka S) gasi požar gušenjem, rashlađivanjem, prekrivanjem (izoliranjem) i inhibicijskim djelovanjem. Prahovi na bazi natrijeva i kalijeva hidrogenkarbonata služe za gašenje požara klase B, C i E. Osim svojih osnovnih komponenata sadrže i 1...3% magnezijeva ili aluminijeva stearata koji se dodaju radi povećanja hidrofobnosti, jer se sprečavanjem upijanja vlage omogućuje stvaranje grudičaste strukture praha.

Prah na bazi amonijeva fosfata služi za gašenje svih vrsta požara pa se naziva univerzalni ili ABCDE-prah. Osnovna je komponenta tog praha amonijev hidrogenfosfat, a sadrži i amonijev sulfat, zemnoalkalijske karbonate, sintetske smole i azbestno brašno.

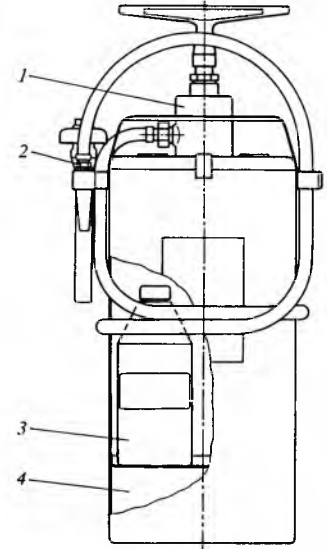
Prah za gašenje požara metala naziva se specijalni ili M-prah. Sastoji se od više komponenata, među kojima su bitne različite natrijeve i amonijeve soli (Na₂B₄O₇ + magnezijev stearat; SiO₂; NaCl + polietilen; NaCl + (NH₄)₂HPO₄ itd.). Na površini gorućeg metala prah stvara talinu soli i tako sprečava pristup zraku. Upotrebljava se za gašenje zapaljenog natrija, kalcija, litija, urana, barija i drugih metala.

VATROGASNI POKRETNI UREĐAJI I OPREMA

U vatrogasne se pokretne uređaje i opremu ubrajaju ručni i prijevozni aparati za gašenje početnih požara, vatrogasne cijevi i armature, vatrogasne pumpe, generatori pjene, bacači vode i pjene, vatrogasna vozila, te zrakoplovi, helikopteri, brodovi i vlakovi za gašenje požara.

Ručni i prijevozni aparati za gašenje početnih požara dijele se prema sredstvu za gašenje koje se u njima nalazi.

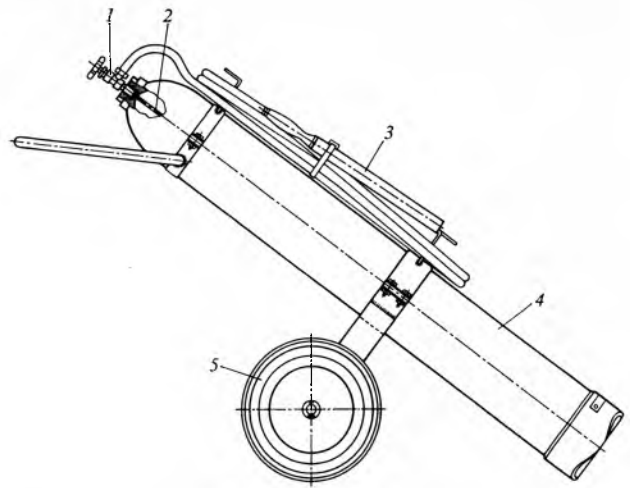
Aparati za gašenje vodom kapaciteta su, već prema tipu, 9, 15 ili 25 L vode, s oznakama VR-9, VP-15 (brentača) i V-25 (naprtnjača). Voda se iz aparata potiskuje ugljičnim dioksidom (nalazi se u bočici pod tlakom) ili ugrađenom ručnom pumpom. Aparat VP-15 (sl. 2) može se upotrijebiti za gašenje požara zračnom pjenom. U tu se svrhu aparat puni s 14 L vode i 1 L pjenuša, a mlaznica za vodu zamjenjuje se mlaznicom za pjenu.



Sl. 2. Ručni aparat za gašenje početnih požara vodom i pjenom (VP-15). 1 stepna pumpa s ručicom, 2 mlaznice za vodu i pjenu, 3 bočica s pjenušom, 4 spremnik za vodu

Aparati za gašenje zračnom pjenom napunjeni su mješavinom vode i pjenuša. Kao pogonsko sredstvo za izbacivanje mješavine upotrebljava se ugljični dioksid. Pjena se stvara na mlaznici aparata, gdje se u mješavinu usisava zrak. Normirane su veličine i oznake aparata za gašenje zračnom pjenom Pz-9 (9 L), Pz-50 i Pz-140.

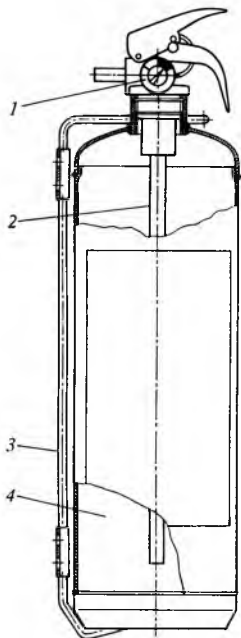
Aparati za gašenje ugljičnim dioksidom (sl. 3) punjeni su ukapljenim ugljičnim dioksidom pod tlakom od 50...60 bar. Normirane su veličine i oznake aparata za gašenje ugljičnim dioksidom CO₂-3 (3 kg), CO₂-5, CO₂-10, CO₂-30 i CO₂-60.



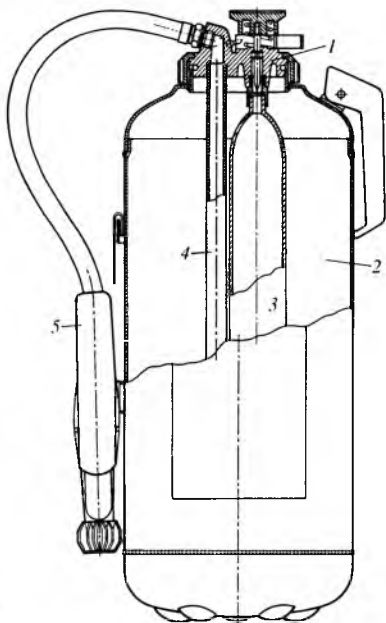
Sl. 3. Prijevozni aparat za gašenje početnih požara ugljičnim dioksidom (CO₂-30). 1 glava aparata s ventilom, 2 uspusna cijev, 3 cijev s mlaznicom, 4 spremnik za CO₂, 5 kolica za prijevoz aparata

Aparati za gašenje halonom najčešće su napunjeni ukapljenim bromdifluorklorometanom pod tlakom dušika 8...12 bar. Normi-

rane su veličine i oznake aparata za gašenje halonom HI-1 (1kg), HI-2, HI-3 (sl. 4), HI-6, HI-25 i HI-50.



Sl. 4. Ručni aparat za gašenje početnih požara halonom (HI-3). 1 glava aparata s ventilom, 2 usponska cijev, 3 nosač aparata, 4 spremnik za halon



Sl. 5. Ručni aparat za gašenje početnih požara prahom (S-9). 1 glava aparata s mehanizmom za aktiviranje, 2 spremnik za prah, 3 bočica s CO₂, 4 usponska cijev, 5 mlaznica za prah

Aparati za gašenje prahom namijenjeni su uglavnom gašenju svih vrsta početnih požara. Pogonsko je sredstvo za istiskivanje praha ugljični dioksid koji se čuva pod visokim tlakom u posebnoj bočici ili je spremnik aparata pod izravnim tlakom zraka, dušika ili ugljičnog dioksida. Normirane su veličine i oznake aparata za gašenje prahom S-1 (1kg), S-2, S-3, S-6, S-9 (sl. 5), S-12, S-50 i S-100.

Vatrogasne cijevi služe za dopremu sredstva za gašenje od uređaja za gašenje, izvora ili mjesta uskladištenja do mjesta upotrebe, te za crpljenje vode iz poplavljenih prostorija i za slične namjene. Za vatrogasnu službu normirani su promjeri cijevi 110 mm (vatrogasna oznaka A), 75 mm (B), 52 mm (C) i 25 mm (D). Savitljive vatrogasne cijevi dijele se na tlačne i usisne. Normirane su duljine tlačnih vatrogasnih cijevi najčešće ~15 m, a usisnih 1,6 m. Usisne se cijevi izrađuju od gume s pletenim ili tkanim tekstilnim uloškom i umetnutom metalnom spiralom.

Tlačne cijevi proizvode se od kružnog tkana tekstilnog dijela s unutrašnjom oblogom od gume ili plastike. Tekstilni je dio pretežno od sintetskog, polimernog materijala, iako se još mogu naći i cijevi od prirodnih vlakana. Od sintetskih se materijala najviše primjenjuje poliester, a upotrebljavaju se i polietilenterefalat, poliuretani itd. Da bi se cijevi zaštitile od vanjskih oštećenja i da bi im se produljilo trajanje, oblažu se slojem sintetskog kaučuka, zaštitne boje i sl.

Vatrogasne armature služe za rad i međusobno spajanje vatrogasnih uređaja i opreme te za preraspodjelu toka, oblikovanje mlaza i usmjeravanje sredstva za gašenje. Najvažniji materijali za vatrogasnu armaturu jesu aluminijske slitine, bakrene slitine za armaturu otpornu na morsku vodu i agresivne tekućine te polimerni materijali. Armature se prema namjeni razvrstavaju na: a) spojnice (cijevne, stabilne, prijelazne, slijepe); b) armature za crpljenje i opskrbu vodom (usisne košare, hidrantski nastavci, mlazne pumpe, ventili); c) armature za sakupljanje i preraspodjelu vode (sabirnice i razdjelnice); d) specijalne armature (redukcijski ventili, naprave za smanjenje reaktivne sile mlaza, armatura s manometrima, mjerni priključci); e) armature za oblikovanje i usmjeravanje mlaza (obične, univerzalne i specijalne mlaznice, bacači vode); f) armature za proizvodnju pjene.

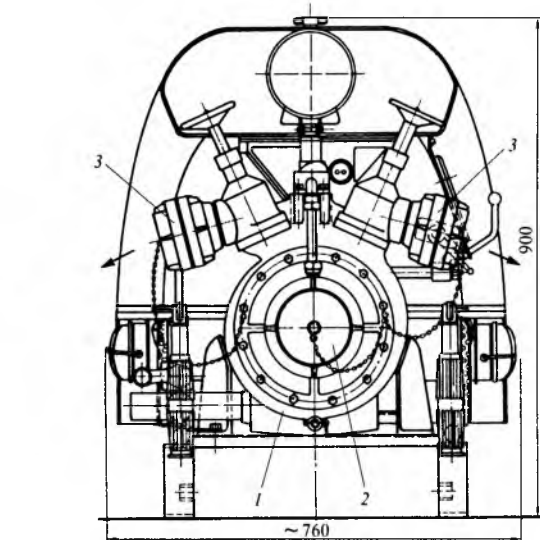
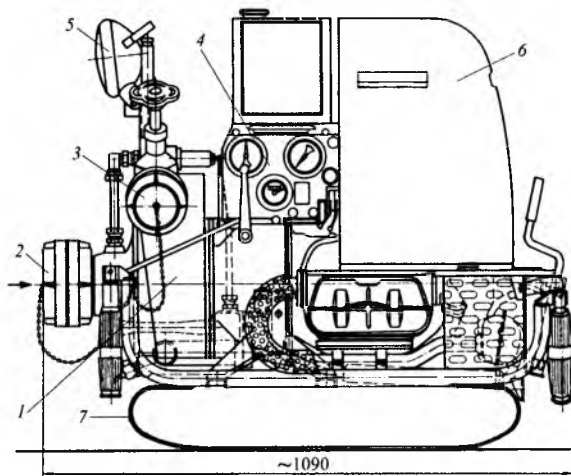
Armature za proizvodnju zračne pjene sadrže miješalice, mlaznice i bacače pjene. U miješalici se u određenom omjeru miješaju pjeno i voda. Pjenilo se usisava u struju vode pomoću

mlazne pumpe (v. *Pumpe*, TE 11, str. 326), Venturijeve cijevi (v. *Mehanika fluida*, TE 8, str. 148) ili turbomiješalice.

Mlaznice za pjenu injektiraju zrak u mješavinu vode i pjeno te proizvode pjenu koja se u obliku mlaza usmjerava na požar. Prema konstrukciji razlikuju se mlaznice za tešku, srednje tešku i laku pjenu.

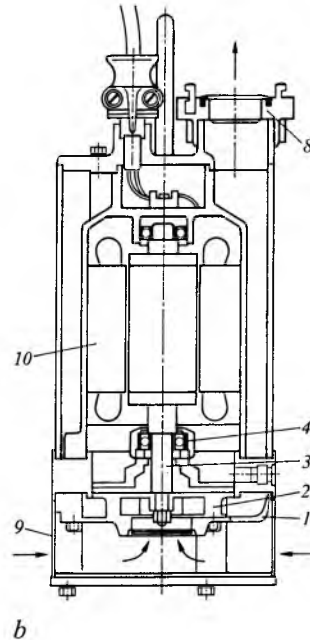
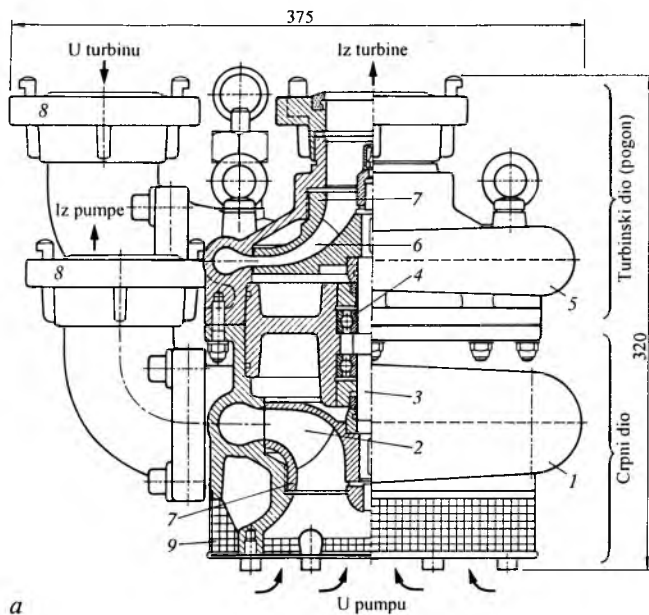
Vatrogasne pumpe jesu centrifugalne pumpe, a dijele se na prijenosne motore pumpe, pumpe ugrađene u vatrogasna vozila i stacionarne pumpe za opskrbu vodom uređaja za gašenje požara. Prema namjeni to mogu biti pumpe za crpljenje i potiskivanje vode te za pretakanje mineralnih ulja, kiselina ili lužina. Na usisnoj se strani vatrogasne pumpe nalaze stabilne i slijepe spojnice, usisna sita i mjerni instrumenti, a na potisnoj strani nepovratni ventili.

Vatrogasne prijenosne motore pumpe (sl. 6) služe za gašenje požara i za tehničke intervencije. Sastoje se od pogonskog motora s unutrašnjim izgaranjem, centrifugalne pumpe, koja mora biti samousisna kako bi vrijeme puštanja u rad bilo što kraće, i postolja za prenošenje ili prevoženje (kao prikolica) na mjesto upotrebe. Dobava je tih pumpa 50...4000 L/min.



Sl. 6. Prijenosna motorna pumpa za gašenje požara PMP 16-8. 1 kućište pumpe, 2 usisni otvor, 3 tlačni otvori s ventilima, 4 instrumenti za upravljanje pumpom, 5 reflektor, 6 poklopac pogonskog motora, 7 nosivo elastično postolje

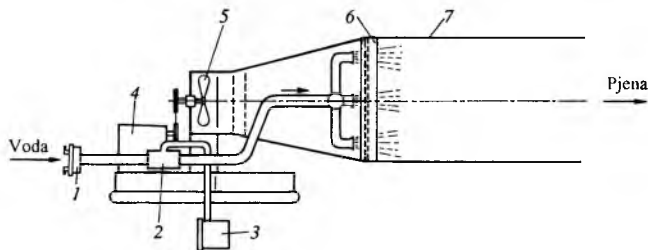
Vatrogasne prijenosne motore pumpe posebne konstrukcije upotrebljavaju se za crpljenje vode iz velikih dubina, za crpljenje nečiste vode iz poplavljenih prostorija i slične vatrogasne intervencije. Takve su npr. vatrogasna prijenosna uronjiva pumpa s vodenom turbinom (sl. 7 a), uronjiva pumpa za nečistu vodu s elektromotorom (sl. 7 b) i centrifugalna pumpa za nečistu vodu s benzinskim motorom. Za sakupljanje i transport prolivenih zapaljivih tekućina služi prijenosna motorna pumpa s benzinskim,



Sl. 7. Prijenosna uronjiva pumpe s vodenom turbinom (a) i s elektromotorom (b). 1 kućište pumpe, 2 pumpno kolo, 3 osovina, 4 ležaj, 5 kućište turbine, 6 turbinsko kolo, 7 brtva, 8 spojnica, 9 mrežica, 10 elektromotor

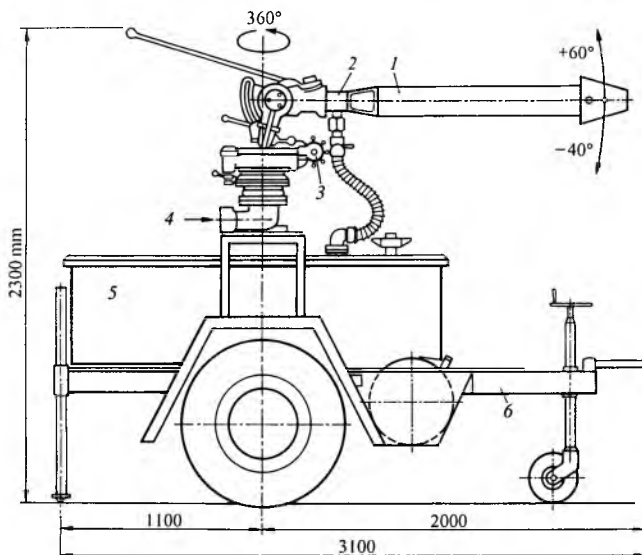
dizelskim ili električnim pogonom te turbinska pumpe, a za preotakanje agresivnih tekućina cijevna pumpe.

Generator lake pjene (sl. 8) sastoji se od uređaja za miješanje vode i pjenila, cijevnog prstena s mlaznicama i od ventilatora koji ubacuje zrak u mješavinu. Pjena se pomoću cijevi za bacanje pjene usmjerava na požar. Generator lake pjene namijenjen je gašenju požara u zatvorenim prostorima (podrumi, skladišta, hangari).



Sl. 8. Generator lake pjene. 1 cijevni priključak za dovod vode sa spojnicom, 2 miješalica za miješanje vode i pjenila, 3 spremnik za pjenilo, 4 pogonski motor ventilatora, 5 ventilator, 6 mrežica na kojoj se stvara zračna pjena, 7 cijev za izbacivanje pjene

Bacači vode i pjene uređaji su koji izbacuju veće količine vode ili pjene na velike udaljenosti. Prema konstrukciji, sredstvu



Sl. 9. Prijenosni bacač pjene sa spremnikom za pjenilo i vodenom turbinom. 1 cijev bacača, 2 miješalica, 3 vodena turbina, 4 priključak za dovod vode, 5 spremnik za pjenilo, 6 prikolica za prijevoz bacača

za gašenje i načinu rada razlikuju se stacionarni i pokretni (prijenosni i prijevozni) bacači, bacači za gašenje požara vodom, zračnom pjenom i kombinirani bacači (za gašenje vodom i pjenom), te bacači s ručnim i s daljinskim upravljanjem (električnim ili hidrauličnim). Bacači mogu imati vodenu turbinu koja preko zupčanika automatski okreće bacač u horizontalnoj ravnini (sl. 9). Kapacitet je bacača 800...80 000 L/min vode ili mješavine vode i pjena.

Automobilna vatrogasna vozila

Među vatrogasna vozila ubrajaju se vozila za gašenje požara, za spasavanje s visina, za tehničke intervencije i ostala vozila.

Vozila za gašenje požara razlikuju se prema opremi i broju ljudi u posadi (tabl. 2).

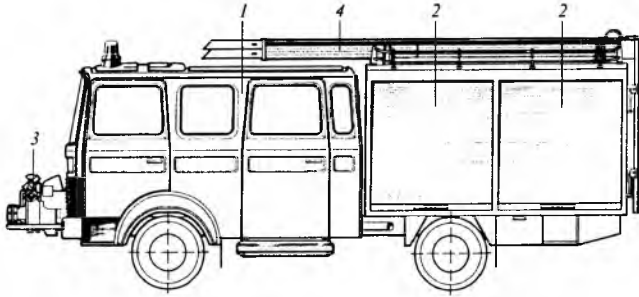
Tablica 2
VATROGASNA VOZILA ZA GAŠENJE POŽARA

Vozila s vatrogasnom postrojbom (1+8 ljudi), prijenosnom motornom pumpom (PMP) ili pumpom ugrađenom u vozilo i s vatrogasnom opremom	VGP-PMP VGP-8 VGP-16 VGP-24
Vozilo s ugrađenom pumpom i spremnikom za vodu (i pjenilo), s pripadnom vatrogasnom opremom i vatrogasnom posadom (1+5 ili 1+2)	VGP 8-18 VGP 16-25 VGP 24-50 VGO V+P
Vozilo za gašenje požara prahom s pripadnom vatrogasnom opremom i vatrogasnom posadom (1+2)	VGPS 500 VGPS 1000 VGPS 2000 VGPS 4000
Kombinirano vozilo (voda + pjena, pjena + prah, prah + plin (halon ili ugljični dioksid)) s vatrogasnom posadom (1+2)	VGP V+P VGP P+S VGPS+HI

Tumač kratica: VGP-8, vozilo s ugrađenom centrifugalnom pumpom kapaciteta 800 L/min; VGP 8-18, vozilo s ugrađenom centrifugalnom pumpom od 800 L/min i vodospremnikom obujma 1800 L; VGP V+P, vozilo za gašenje vodom i pjenom; VGPS 500, vozilo za gašenje požara prahom (500 kg praha); VGP P+S, kombinirano vozilo za gašenje pjenom i prahom; VGPS+HI, kombinirano vozilo za gašenje prahom i halonom.

Vozila s prijenosnom motornom pumpom manjih su dimenzija i manje snage, a služe za prijevoz vatrogasaca i dopremu prijenosne motorne pumpe i nužne opreme (vatrogasnih cijevi, armature i aparata) na mjesto požara.

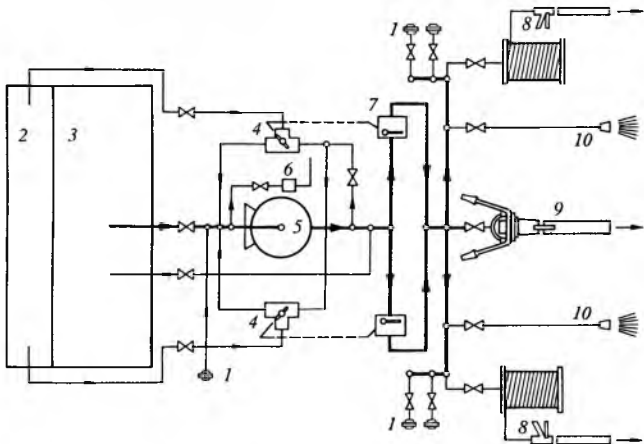
Vozila s ugrađenom pumpom (sl. 10) služe za prijevoz vatrogasaca i opreme na mjesto intervencije, za dobavu vode, gašenje manjih požara i jednostavnije tehničke zahvate.



Sl. 10. Vozilo za gašenje požara VGP-8 s ugrađenom centrifugalnom pumpom na prednjem dijelu. 1 produljena kabina za posadu, 2 pretinac za vatrogasnu opremu, 3 centrifugalna pumpa, 4 prijenosne vatrogasne ljestve

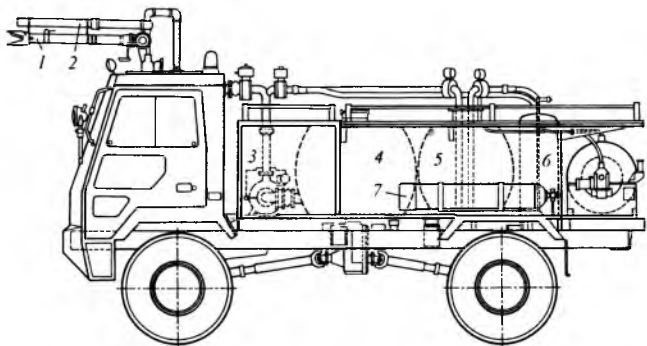
Vozila s ugrađenom pumpom i spremnikom za vodu (ili za vodu i pjenilo) opremljena su spremnikom mnogo većeg obujma nego ostala vozila. Zbog toga imaju manji prostor za posadu i samo nužnu vatrogasnu opremu.

Vozila za gašenje pjenom sadrže uređaj koji se sastoji od spremnika za vodu i pjenilo, pumpe, sustava za miješanje, bacača i mlaznica (sl. 11). Obujam je vodospremnika 1800...18 000 L, a spremnika za pjenilo 200...2 000 L.



Sl. 11. Uređaj na vozilu za gašenje vodom i pjenom. 1 izlazni otvor za vodu sa spojnicom, 2 spremnik za pjenilo, 3 spremnik za vodu, 4 miješalica, 5 centrifugalna pumpa, 6 vakuumaska pumpa, 7 regulacijska zaklopka, 8 vitlo s mlaznicom, 9 bacač vode i pjene, 10 mlaznica za zaštitu vozila

Centrifugalna pumpa za vodu kapaciteta je 1600...6000 L/min, a pogon dobiva od motora vozila. Samo na velikim vozilima pumpa ima vlastiti pogonski motor. Voda i pjenilo miješaju se pomoću mlazne pumpe ili tlačnih miješalica, a pjena se proizvodi u bacačima i mlaznicama. Obujamni je protok mješavine vode i pjenila kroz bacač 1200...6 000 L/min. Na vozilu se nalaze i dva vitla s 20...30 m namotanih cijevi s mlaznicama za pjenu.



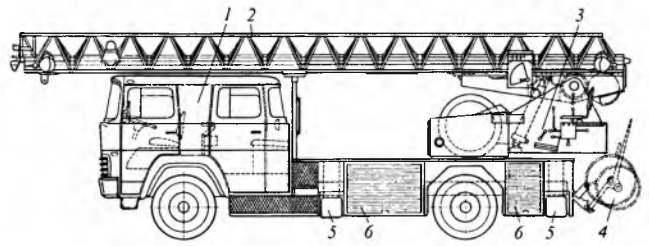
Sl. 12. Kombinirano vozilo za gašenje pjenom, prahom i halonom. 1 bacač vode i pjene, 2 bacač praha, 3 pumpa, 4 mješavina vode i pjenila, 5 prah, 6 halon, 7 pogonski plin (dušik) itd.

Vozila za gašenje prahom opremljena su spremnikom za prah (500...12 000 kg praha), čeličnim bocama s pogonskim plinom za izbacivanje praha (dušik ili ugljični dioksid), cjevovodom s armaturom, sustavom za upravljanje te bacačem i mlaznicama.

Kombinirana vozila (sl. 12) služe za gašenje požara istodobnom primjenom dvaju ili više međusobno kompatibilnih sredstava za gašenje, npr. vodom i pjenom, pjenom i prahom, prahom i plinom.

Vozila za spašavanje s visina služe za spašavanje ljudi i imovine, za gašenje požara te za intervencije na visokim objektima. Razlikuju se vozila s ljestvama, zglobnom hidrauličnom platformom i teleskopskom platformom, a takva vozila mogu imati i ostale uređaje za spašavanje i podizanje, s košarom ili bez nje.

Vozilo s ljestvama (sl. 13) sastoji se od podvozja s kabinom i platforme s ljestvama. Ljestve su sastavljene od više teleskopski povezanih ljestvenika koji se pomoću čelične užadi, koloturnog sustava i kliznih nosača izvlače jedan iz drugog pod svim nagibima od -15° do +75°. Donji je ljestvenik spojen s okretnim podiznim mehanizmom. Ljestve se dijele na kratke (18...25 m), srednje duge (30...38 m) i duge (45 m i više).



Sl. 13. Vatrogasno vozilo s ljestvama. 1 kabina za vatrogasnu posadu, 2 ljestvenici, 3 upravljačko mjesto, 4 vitlo, 5 stabilizatori vozila, 6 pretinac za opremu

Pomoću hidrauličnog prijenosa motor vozila daje pogon svim mehanizmima ljestava. Priklučci za hidrauličnu instalaciju izvedeni su pomoću okretnog razvodnika koji omogućuje okretanje za 360°. Ljestve su opremljene i uređajima za upravljanje i stabilizaciju, a duge ljestve mogu imati i lift za brzo podizanje vatrogasaca.

Zglobna hidraulična platforma. Osnovni su dijelovi zglobne hidraulične platforme podvozje s pogonskim motorom i nadgradnja koju čini polužni sustav s hidrauličnim pogonom i uređajima za upravljanje. Čelična konstrukcija nadgradnje sastoji se od podesta sa stabilizatorima i oplatom, okretne kupole, triju zglobno povezanih krakova, nosača s radnom košarom na kraju trećeg kraka i cjevovoda s opremom za gašenje. Cijeli se sustav podiznih krakova može dizati i spuštati te okretati u oba smjera. Radna se visina košare postiže postavljanjem krakova mehanizma u različite međusobne položaje, a najviše može iznositi 31 m. Na košari je ugrađen bacač vode i pjene koji se opskrbljuje sredstvom za gašenje kroz cjevovod učvršćen na krakovima. U novije se doba upotrebljava i platforma s teleskopskim rukama (polugama), koja ima vertikalni dohvat 66 m, a horizontalni 25 m.

Vatrogasna vozila za tehničke intervencije opremljena su ugrađenim ili prenosivim uređajima i opremom posebne namjene, npr. generatorima za proizvodnju električne struje, opremom za rasvjetu, dizalicama i vitlima za spašavanje osoba i imovine, aparatima za otkrivanje i analizu opasnih tvari, uređajima i opremom za skupljanje i pretakanje opasnih tvari, za zaštitu od radioaktivnih tvari, dekontaminaciju, intervencije na vodi, skupljanje zapaljivih tekućina itd.

Ostala vatrogasna vozila jesu: *interventna zapovijedna vozila* koja služe zapovjedniku za dolazak na mjesto intervencije, izviđanje ugroženog prostora, organizaciju i zapovijedanje vatrogasnim postrojbama, mobilizaciju dobrovoljnih vatrogasnih društava te za pomoć i koordinaciju pri gašenju požara; *vatrogasna vozila s izmjenljivim kontejnerima* (na jednom se podvozju mijenjaju do tri kontejnera s različitim uređajima i opremom za gašenje požara); *vatrogasne prikolice* za prijevoz vatrogasne motorne pumpe, generatora lake pjene, aparata za gašenje prahom, rasvjetnog uređaja itd.

Ostala vatrogasna prijevozna sredstva

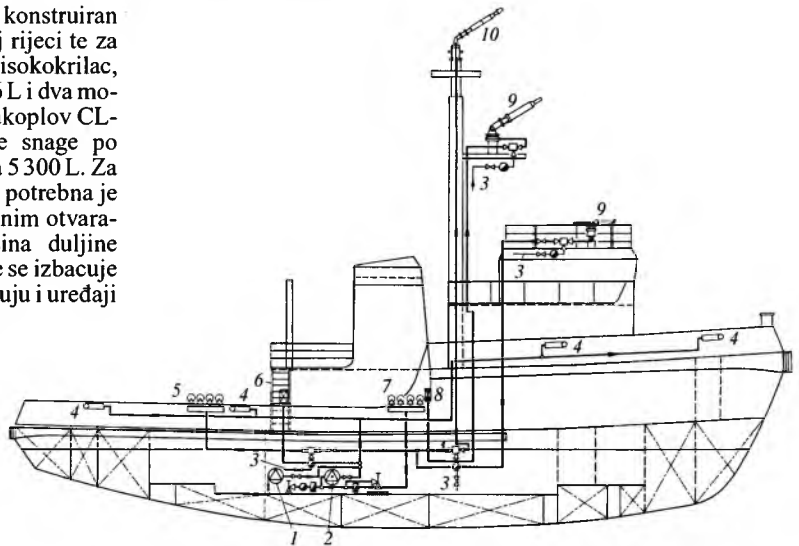
Zrakoplovi i helikopteri za gašenje požara. Upotreba zrakoplova i helikoptera u vatrogasnim akcijama, posebno u gašenju šumskih požara, osobito je učestala posljednjih 20 godina. Djelotvornost i mogućnost upotrebe zrakoplova i helikoptera za gašenje požara ovisi o meteorološkim uvjetima (brzina vjetrova, vidljivost). Osim toga, djelotvornost je zrakoplova s obzirom na troškove malena, posebno zrakoplova vezanih za aerodrome radi punjenja vodom.



Sl. 14. Zrakoplov za gašenje požara CL-215 (Canadair)

Zrakoplov CL-215 (Canadair, sl. 14) posebno je konstruiran za zahvat vode glisiranjem po moru, jezeru ili većoj rijeci te za izbacivanje ili raspršivanje vode. To je dvomotorni visokokrilac, zrakoplov amfibija, s vodospremnikom obujma 5 346 L i dva motora s unutrašnjim izgaranjem snage po 1 555 kW. Zrakoplov CL-215T ima dva turbopropelerna motora efektivne snage po 1 560 kW i četiri vodospremnika ukupnoga kapaciteta 5 300 L. Za spuštanje, zahvaćanje vode i penjanje na 15 m visine potrebna je slobodna površina vode duljine ~1 700 m. Pojedinačnim otvaranjem vrata spremnika vodom se pokriva površina duljine 200·250 m i širine 5·8 m, već prema visini s koje se izbacuje (30·50 m) i konfiguraciji tla. U zrakoplove se ugrađuju i uređaji

Sl. 15. Tegljač s uređajima za gašenje požara vodom i zračnom pjenom. 1 pumpa za gašenje požara na brodu, 2 glavna pumpa za gašenje požara, 3 dovod pjenila, 4 uređaj za raspršivanje vode, 5 tlačni razdjelnik s priključnim spojnica, 6 hidrantski ormarić za vodu s ventilom, vatrogasnom cijevi i mlaznicom, 7 sabirnik s priključnim spojnica, 8 hidrantski ormarić za pjenu s vatrogasnom cijevi i mlaznicom, 9 bacač vode i pjene s ručnim upravljanjem, 10 bacač vode i pjene s daljinskim upravljanjem



za doziranje usporivača u vodu. Količina usporivača u uređaju dovoljna je za 15·20 bacanja vodene otopine.

Za gašenje manjih požara i stvaranje vodenih zapreka na rubovima požara služi helikopter MI-8 s fleksibilnom zaimačom kapaciteta 2 000 L. Voda se zahvaća u lebdećem položaju na mjestima gdje je njezina dubina veća od 2 m, a izbacuje se s visine 30·50 m pri brzini 80·90 km/h.

Vatrogasni brodovi specijalni su brodovi s centrifugalnim pumpama i drugim uređajima i opremom za gašenje. Služe za gašenje požara na plovnim objektima na morima, jezerima i većim rijekama, za tegljenje ugroženih plovni objekata na manje opasna mjesta, za prijevoz vatrogasaca, opreme i sredstava za gašenje na mjesto intervencije, za opskrbu ugroženih mjesta i objekata vodom za gašenje požara ili pitkom vodom, te za spašavanje i evakuaciju.

Osnovni elementi sustava za gašenje i zaštitu od požara na brodu jesu: vodocrpna postaja s centrifugalnim i vakuumskim pumpama, pumpama za pjenilo i miješalicama (dozatorima) pjenila te pogonskim motorima za sve te uređaje, zatim spremnici

za pjenilo, bacači vode ili pjene s ručnim i daljinskim upravljanjem, generatori lake pjene, mlaznice za vodu i pjenu, vatrogasne cijevi, ventilatori (usisni i tlačni), generatori za proizvodnju električne struje, reflektori i ostala rasvjetna tijela, uređaji za gašenje prahom (spremnici s prahom, boce s dušikom i bacači praha), zglobna hidraulična platforma, pumpe za skupljanje i pretakanje zapaljivih tekućina, plutajuće brane, uređaji za samozaštitu (uređaj za raspršivanje vode, uređaj za gašenje halonom) itd.

Riječni brod za gašenje požara sudjeluje u intervencijama pri havarijama tankera ili drugih brodova koji rijekama ili jezerima prevoze opasne tvari. Opremljen je uređajima za gašenje požara, za skupljanje i sprečavanje širenja opasnih tvari na vodi i obali te za različite tehničke intervencije i spašavanja. Riječni vatrogasni brodovi imaju veliku sposobnost manevriranja. Opremljeni su i manjim čamcem pomoću kojega se postavlja plutajuća brana koja sprečava širenje različenih zapaljivih tekućina. Pumpa za skupljanje zapaljivih tekućina može se pomoću teleskopske ruke spustiti na površinu vode, podalje od broda. Njome se u jednom satu može skupiti i do 10 000 L razliveno tekućine. Na brodu se nalazi spremnik s pjenilom i uređaji za gašenje lakom pjenom. Pumpe za gašenje požara pokreću posebni motori u vodocrpnoj postaji. Te pumpe opskrbljuju vodom ili mješavinom vode i pjenila bacače vode ili pjene na zapovjedničkom mostu. Brod ima uređaj za samozaštitu raspršivanjem vode.

Tegljač za gašenje požara na moru služi za tegljenje i spašavanje brodova i ostalih plovila na moru te za gašenje požara na plovilima i obali (v. *Brodovi, specijalni*, TE 2, str. 466). Opremljen je centrifugalnim pumpama velikog protoka kojima crpi vodu iz oštećenog broda ili opskrbljuje morskom vodom uređaje za gašenje (sl. 15). Pumpe za gašenje požara imaju i veliku dobavnu visinu. Pogon dobivaju od vlastitih motora ili od pogonskog motora tegljača.

Vatrogasni motorni čamci (gliseri) služe za spašavanje i manje tehničke intervencije na vodi. Ako se opreme dodatnom opremom, ti se čamci mogu upotrijebiti i za gašenje manjih požara.

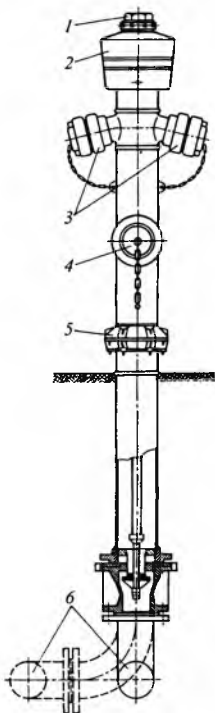
Vatrogasni vlak služi za gašenje požara, spašavanje ljudi i davanje pomoći pri požarima i nesrećama na cijelom području željezničke mreže ili u neposrednoj blizini željezničkih pruga. Sastoji se najčešće od triju vagona: vagona cisterne, vagona s uređajima za gašenje i vagona za spašavanje i prvu pomoć. Vagon cisterna ima vodospremnik obujma do 50 m³. Vagon s uređajima za gašenje podijeljen je na dva dijela. U jednom se dijelu nalazi uređaj za gašenje prahom, koji se sastoji od spremnika s 500 kg praha i boca s komprimiranim dušikom. U drugom je dijelu vagona Dieslov motor s visokotlačnom centrifugalnom pumpom i zračnim kompresorom. Između ta dva dijela nalazi se spremnik za pjenilo obujma 1 000 L. Sredstvo za gašenje izbacuje se pomoću dvaju bacača vode i pjene. Vlak je opremljen i pokretnom vatrogasnom opremom.

VATROGASNI STACIONARNI UREĐAJI

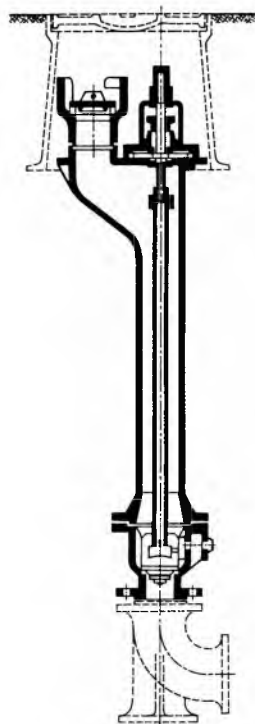
U stacionarne (nepokretne) uređaje za gašenje požara ubrajaju se vodovodna hidrantna mreža, uređaj za raspršivanje vode i uređaji za gašenje pjenom, ugljičnim dioksidom, halonom i prahom.

Hidrantna mreža stabilan je cjevovod s armaturom koji opskrbljuje vodom hidrante na otvorenom prostoru (vanjski hidranti) i hidrante unutar objekata.

Vanjska hidrantna mreža postavlja se u gradovima uzduž ulica, na trgovima, parkovima, igralištima, sportskim objektima, u tvorničkom dvorištu itd. To je prstenasti cjevovodni sustav s ventilima ili zasunima kojima se dijelovi cjevovoda mogu odvojiti ako nastane kvar. Na najnižim se točkama cjevovoda postavljaju ispusti za pražnjenje, a na najvišim točkama ventili za održavanje cijevne mreže. Cijevi u cjevovodu ne smiju imati promjer manji od 100 mm. Na cjevovod su priključeni nadzemni (sl. 16) ili podzemni hidranti (sl. 17) međusobno udaljeni najviše 80 m, osim u područjima s pretežno stambenim zgradama, gdje međusobna udaljenost hidranata može biti i 150 m. Hidranti se postavljaju podzemno samo onda kada bi nadzemni hidranti ometali promet. Tlak u vanjskoj hidrantnoj mreži treba biti najmanje 2,5 bar. Uz vanjski se hidrant postavlja ormarić s vatrogasnom cijevi, mlaznicom, hidrantnim ključem i ostalom potrebnom opremom.



Sl. 16. Nadzemni hidrant. 1 kapa za upravljanje ventilom, 2 zaštitna kapa, 3 priključak C (52 mm), 4 priključak B (75 mm), 5 udami zarez, 6 hidrantni cjevovod



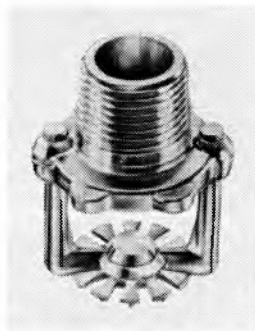
Sl. 17. Podzemni hidrant

Unutrašnja hidrantna mreža razvodi se unutar objekta. Cijevi unutrašnje hidrantne mreže ne smiju imati promjer manji od 52 mm. Na cjevovod se spajaju hidrantni ormarići s priključkom C (promjer 52 mm), vatrogasnom cijevi, mlaznicom i ključem. U objektima u kojima je opasnost od požara manja (škole, dječji vrtići, stambene zgrade, hoteli i sl.) hidrantni ormarići sadrže bubanj s gumenom cijevi promjera 20 ili 25 mm i duljine do 30 m. Hidranti se postavljaju tako da na dohvat vatrogasnih cijevi budu sve prostorije u objektu. Tlak vode u hidrantnom ormariću treba biti 2,5-7 bar. Ako se hidrantna mreža opskrbljuje vodom iz vodovodne mreže s nedovoljnim tlakom, ugrađuju se pumpe za povišenje tlaka.

Uređaj za raspršivanje vode sastoji se od cjevovoda i raspršivača, a postavlja se u objektima koje treba zaštititi. Razlikuju

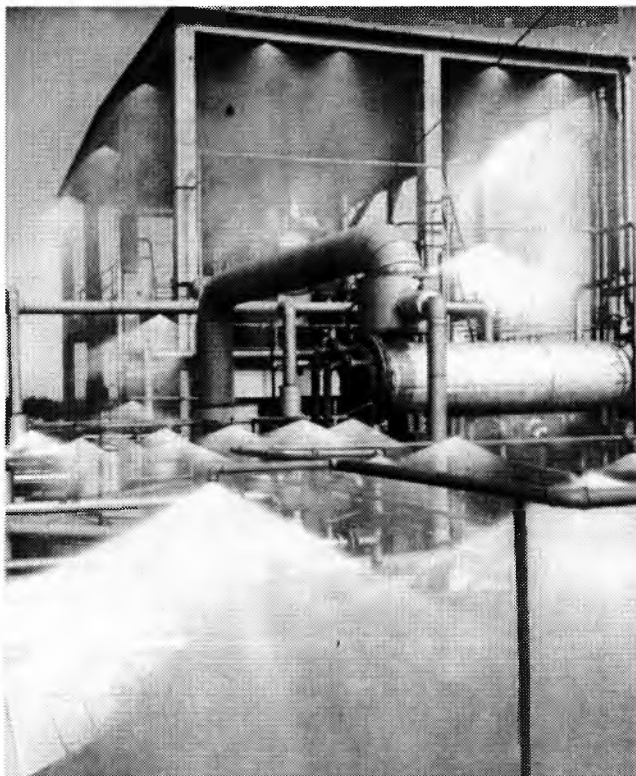
se dva tipa takvih uređaja, s otvorenim i sa zatvorenim cjevovodom.

Uređaj s otvorenim cjevovodom (poznat pod engleskim nazivom *drencher*) sadrži na krajevima cjevovoda otvorene raspršivače, dakle takve kroz koje voda može u svakom trenutku nesmetano istjecati (sl. 18). Međutim, u normalnom (neuzbunjenom) stanju cjevovod nije ispunjen vodom. Na dojavu požara otvara se ventil, voda se pušta u cjevovod, dolazi do raspršivača i raspršuje se po objektu. Izvor vode može biti spremnik s vodom te vodovodna ili hidrantna mreža s potrebnim tlakom vode. U spremniku se voda nalazi pod tlakom od ~8 bar koji se automatski održava pomoću kompresora. Uređaj se može aktivirati ručnim otvaranjem ventila ili automatski, požarnim signalom vatrodajavnog sustava.



Sl. 18. Otvoreni raspršivač vode

Uređaj za gašenje požara raspršenom vodom upotrebljava se za zaštitu prostora u kojima postoji velika opasnost od izbijanja i naglog širenja požara te za zaštitu visokih prostorija (viših od 15 m). Uređaj je vrlo djelotvoran jer se istodobno polijeva cijeli štiti prostor. Najčešće se upotrebljava za zaštitu transformatora većih snaga na otvorenom, zatim pozornica, skladišta lako zapaljivih i opasnih materijala, pogona u kemijskoj (sl. 19) i tekstilnoj industriji, silosa i sl.

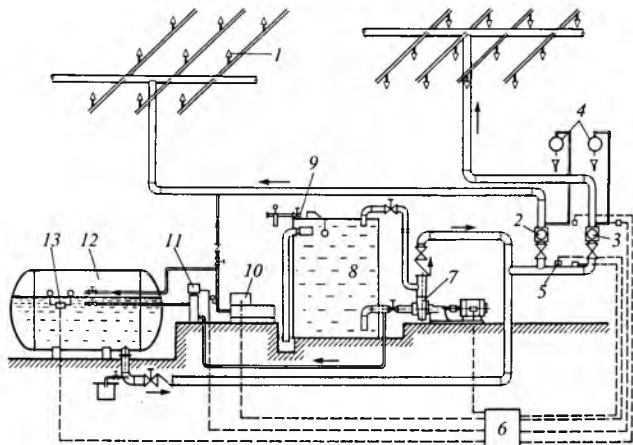


Sl. 19. Gašenje požara raspršivanjem vode u kemijskom industrijskom postrojenju

Nedostatak je tog uređaja to što zahtijeva izvor vode velikog kapaciteta i visokog tlaka. Lažni je alarm vrlo neugodan jer velika količina nepotrebno ispuštene vode katkad uzrokuje veliku materijalnu štetu. Stoga se uređaj rjeđe predviđa za automatsko ak-

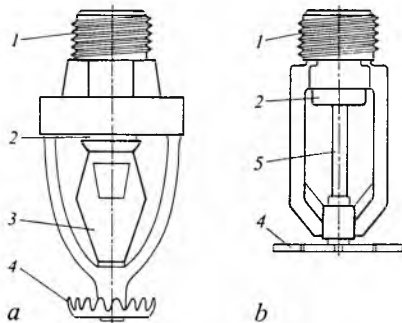
tiviranje, osim za zaštitu transformatora na otvorenom, gdje su posljedice lažnog uzbunjivanja manje.

Uređaj sa zatvorenim cjevovodom (poznat pod engleskim nazivom *sprinkler*, sl. 20) sastoji se od cjevovoda i zatvorenih (toplinskih) raspršivača, kroz koje voda može istjecati tek kada se otvore. U normalnom (neuzbunjenom) stanju cjevovod je, dakle, zatvoren, pa je u objektima gdje nema opasnosti od smrzavanja stalno ispunjen vodom pod tlakom do najviše 10 bar. Na mjestima gdje postoji mogućnost smrzavanja i u jako zagrijanim prostorima u cjevovodu je komprimirani zrak (tlak ~3,5 bar). Otvaranjem raspršivača pada tlak u cjevovodu i otvara se ventil za dovod vode u cjevovod, a time se ujedno i automatski događuje požar.



Sl. 20. Uređaj za raspršivanje vode s toplinskim raspršivačima – sprinkler. 1 raspršivači, 2 suhi ventil, 3 mokri ventil, 4 hidraulično zvono za uzbunu, 5 tlačna sklopka, 6 upravljački ormarić, 7 glavna pumpa, 8 preljevni bazen, 9 ventil s plovkom, 10 kompresor, 11 napojna pumpa, 12 tlačni spremnik, 13 regulator razine vode

Toplinski raspršivači (raspršivači tipa *sprinkler*) nepovratno se otvaraju na povišenoj temperaturi zbog taljenja ili pucanja posebnog umetka. Poželjno je da se raspršivači otvore na temperaturi višoj ~30 °C od najviše očekivane radne temperature okoline. Stariji tipovi toplinskih raspršivača (sl. 21 a) imaju taljivi umetak od slitine bizmuta, kositra i kadmija, a noviji raspršivači (sl. 21 b) imaju tanku staklenu ampulu s alkoholom koja zbog širenja puca na povišenoj temperaturi (tabl. 3). Veličina mjehurića zraka u ampuli s alkoholom određuje temperaturu aktiviranja raspršivača (što veći mjehurić zraka, to viša temperatura aktiviranja). Za zaštitu od lažne uzbune u prostorima osjetljivim prema polijevanju vodom (računski centri, knjižnice) upotrebljavaju se dvostruki toplinski raspršivači poznati pod engleskim nazivom



Sl. 21. Toplinski raspršivač s taljivim umetkom (a) i s ampulom (b). 1 priključak na vodu ili zrak pod tlakom, 2 čep, 3 taljivi umetak, 4 raspršna pločica, 5 ampula

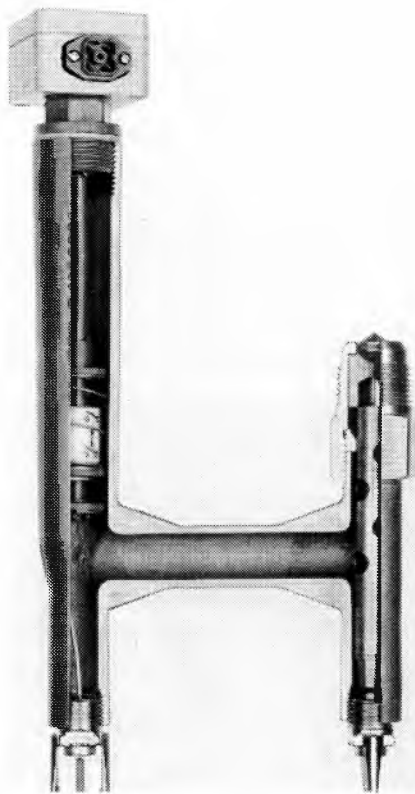
twin sprinkler (sl. 22). Jedan se od raspršivača može aktivirati i slučajno (npr. udarcem), a tek kada se aktiviraju oba raspršivača, počinje raspršivanje vode.

Izvor vode i trajanje gašenja ovise o vrsti prostora, vrsti robe koja se štiti i o broju raspršivača. Izvor vode mogu biti tlačni i visinski vodospremnici, vodovodna mreža, preljevni i akumulacijski bazeni sa sustavom pumpi itd. Obično se kombiniraju dva ili više izvora da bi se povećala sigurnost dobave vode.

Tablica 3
TOPLINSKI RASPRŠIVAČI

Vrsta toplinskog raspršivača	Nazivna temperatura aktiviranja °C	Boja
Raspršivač s taljivim umetkom	57...77	bezbojna
	80...107	bijela
	121...149	plava
	163...191	crvena
Raspršivač sa staklenom ampulom	207...260	zelena
	57	narančasta
	68	crvena
	79	žuta
	93...100	zelena
	141	plava
	182	ljubičasta
	260	crna

Uređaj za raspršivanje sa zatvorenim cjevovodom upotrebljava se za zaštitu različitih objekata: onih u kojima je požarna opasnost malena (npr. hoteli, knjižnice, bolnice, muzeji, dječji vrtići, škole), srednja (garaže, restorani, robne kuće, tiskare, pogoni prehrambene, tekstilne i metalne industrije, preradbe kože, drva, papira, plastike) i velika (sve vrste skladišta, postrojenja kemijske industrije, tvornice boja i lakova, lakirnice, hangari). Prednost je tog uređaja jednostavno održavanje i velika djelotvornost gašenja. Pri gašenju se aktiviraju samo one mlaznice koje su u prostoru zahvaćenu požarom pa su štete od vode u štićenom prostoru malene. Nedostatak je uređaja njegova tromost, jer je potrebno određeno vrijeme za aktiviranje raspršivača.

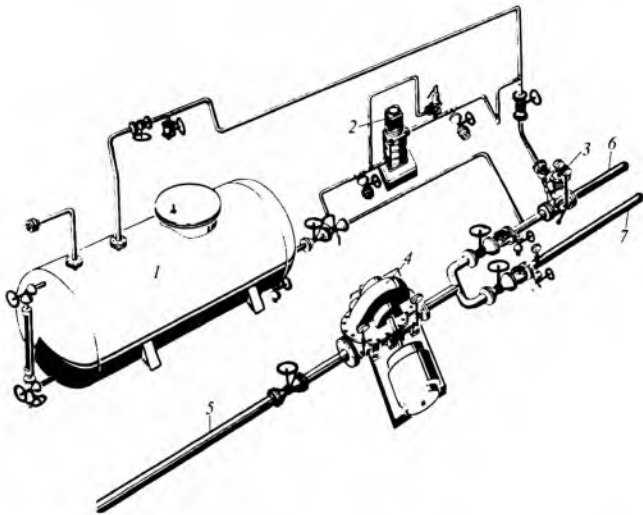


Sl. 22. Dvostruki toplinski raspršivač

Uređaj za gašenje teškom i srednje teškom pjenom sastoji se od izvora vode, spremnika za pjenilo, miješalice ili komore za miješanje vode i pjene, mlaznica, uređaja za aktiviranje i cjevovoda (sl. 23). Voda i pjenilo mogu se miješati u miješalici na jednom, središnjem mjestu ili u komorama za miješanje koje se nalaze neposredno ispred mlaznica. Pjena se stvara u mlaznicama koje su raspoređene uzduž cjevovoda u štićenom prostoru. Pumpom se osigurava potreban tlak u uređajima za stvaranje pjene.

Zaliha pjenila u spremniku mora biti dvostruko veća od količine koja je potrebna za tridesetminutno prekrivanje pjenom. Ka-

pacitet izvora vode treba biti dovoljan za najmanje 120 minuta gašenja. Uređaj za aktiviranje omogućuje automatsko aktiviranje pomoću vatrodajnog sustava i aktiviranje ručnim prekidačem.

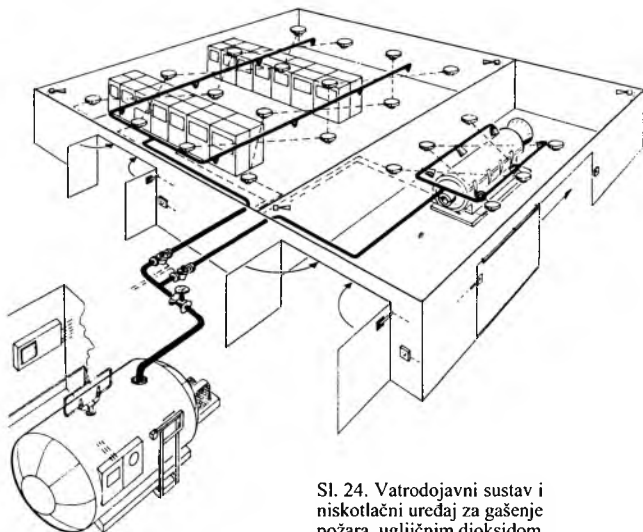


Sl. 23. Uređaj za gašenje teškom pjenom i vodom. 1 spremnik s pjenilom, 2 pumpa za pjenilo, 3 miješalica, 4 pumpa za vodu, 5 priključak na bazen s vodom, 6 cjevovod s mješavinom vode i pjenila, 7 cjevovod s vodom za raspršivanje

Uređaj za gašenje lakom pjenom sastoji se od istih dijelova kao i onaj za gašenje teškom pjenom. Međutim, zbog velike količine zraka u lakoj pjeni nije potrebna mlaznica za stvaranje pjene, već se upotrebljava generator za pjenu, ventilator koji tjera zrak kroz mrežu po kojoj se razlijeva mješavina vode i pjenila. Ventilator je obično ugrađen u zid, a do njega se mješavina vode i pjenila dovodi cjevovodom. Kapacitet izvora vode mora biti dovoljan za najmanje 30 minuta gašenja. Ispunjavanje pjenom obično traje 4-6 minuta, a ovisi o zapaljivosti materijala u šticienom prostoru. U prostorijama ispunjenim lakom pjenom ljudi se mogu kratko zadržavati.

Nedostaci su uređaja za gašenje pjenom: potrebno je razmjerno dugo vrijeme da se prostor ispuni pjenom, uređaji su razmjerno skupi i potreban je visok tlak vode za stvaranje pjene. Osim toga, pjenila korozivno djeluju na neke materijale, a postoji i opasnost za ljude koji se nađu u prostoru ispunjenom pjenom, osobito teškom i srednje teškom.

Uređaj za gašenje ugljičnim dioksidom. Stacionarni uređaj za gašenje požara ugljičnim dioksidom primjenjuje se najčešće kao visokotlačni sustav, i to za gašenje požara u cijelom šticienom prostoru (totalna zaštita) ili na dijelovima opreme ili uređaja (lokalna zaštita). Uređaj se sastoji od baterije boca napunjenih ugljičnim dioksidom pod tlakom od 57 bar pri 20 °C, zatim od vatrodajnog uređaja za uključivanje ventila na cjevovodu za razvod ugljičnog dioksida, povezanog s automatskim otvaranjem



Sl. 24. Vatrodajni sustav i niskotlačni uređaj za gašenje požara ugljičnim dioksidom

ventila na bocama, sirena za uzbunu i prekidača za automatsko isključenje ventilacije, zatvaranje vrata u šticienom prostoru te vremensko zadržavanje (10-30 s) kojim se omogućuje pravodoban izlazak osoblja. Boce sadrže 30 ili 50 kg ugljičnog dioksida. Broj boca u bateriji ovisi o veličini šticienog prostora i zapaljivosti materijala. Obično se, zbog ekonomičnosti, jednom baterijom boca s ugljičnim dioksidom štiti najviše pet prostorija koje su međusobno odvojene vatrootpornim zidovima. Ispuštanje ugljičnog dioksida prilikom totalne zaštite traje 60-120 s, a prilikom lokalne zaštite 30 s.

Za zaštitu prostora velikog obujma (npr. velika skladišta, strojarnice u velikim brodovima), kada je za gašenje potrebno više od 2000 kg ugljičnog dioksida, upotrebljava se niskotlačni uređaj (sl. 24). Pothlađeni se ugljični dioksid pod niskim tlakom (najviše 22 bar) skladišti u izoliranim spremnicima u kojima se održava temperatura -10-30 °C.

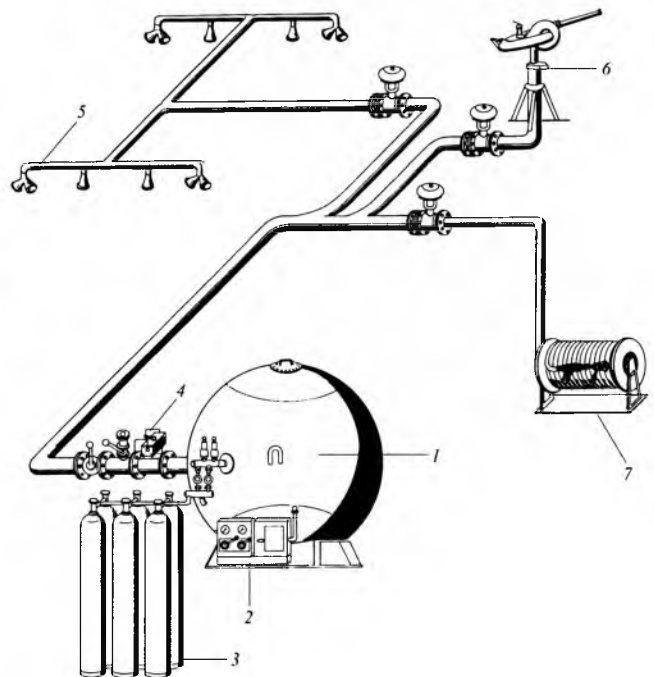
Uređaji za gašenje ugljičnim dioksidom, uz one za raspršivanje vode, najčešći su automatski uređaji za gašenje požara. Primjenjuju se u industrijskim pogonima kao što su lakirnice, sušionice, skladišta lakozapaljivih tekućina te za zaštitu transformatora, generatora i električnih uređaja u zatvorenom prostoru.

Uređaj za gašenje halonom sastoji se od spremnika s halonom pod tlakom od 24,8 bar (niskotlačni) ili 42 bar (visokotlačni), cjevovoda za razvod halona i od vatrodajnog sustava. Od halona se najčešće primjenjuje bromtrifluormetan, koji nije opasan po život osoba koje bi se zatekle u šticienom prostoru za vrijeme gašenja.

Kako je halon plin, pri njegovoj primjeni nema opasnosti od onečišćenja ili provođenja elektriciteta među dijelovima pod naponom. Zbog toga je prikladan za zaštitu od požara u električkim uređajima i električnim postrojenjima, npr. u električkim računskim centrima, telefonskim centralama, televizijskim studijima, transformatorima i generatorima, ali i u vojnim vozilima, brodovima, zrakoplovima, lokomotivama itd. Osim toga, halon se često upotrebljava za zaštitu knjižnica, muzeja, arhiva, povijesnih građevina, laboratorija, bolnica i sl.

Nedostatak je bromtrifluormetana to što se pri duljem dodiru s vrućim površinama ili otvorenim plamenom, na temperaturi višoj od 480 °C, raspada i pritom stvara fluorovodičnu i bromovodičnu kiselinu. Da bi se to spriječilo, halon se ispušta u šticieni prostor u vremenu kraćem od 10 sekundi, što je dovoljno za gašenje, a još se ne stvara atmosfera opasna za ljude.

Uređaj za gašenje prahom (sl. 25) služi za raspršivanje praha po šticienom objektu. Na vatrodajni signal otvaraju se



Sl. 25. Uređaj za gašenje prahom. 1 spremnik s prahom, 2 vatrodajna centrala, 3 boca s ugljičnim dioksidom, 4 glavni ventil, 5 cjevovod s raspršivačem praha, 6 top za prah, 7 bubanj s gumenom cijevi i mlaznicom za prah

ventili na bocama s ugljičnim dioksidom, koji struji u spremnik s prahom i raspršuje ga. Zbog porasta tlaka puca membrana na usposnoj cijevi, prah se ugljičnim dioksidom potiskuje kroz cjevovod i raspršuje po objektu koji treba gasiti.

Uređaji za gašenje prahom upotrebljavaju se za zaštitu električnih postrojenja, prostorija s lakozapaljivim materijalima, tekućinama i plinovima te skladišta papira, boja i lakova.

J. Deković

VATRODOJAVNI SUSTAV

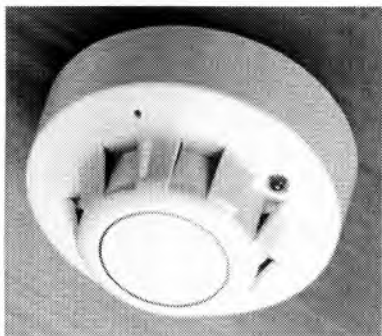
Vatrodajavni sustav služi za otkrivanje požara, što točnije određivanje mjesta požara, lokalno uzbunjivanje i, po mogućnosti, slanje obavijesti o požaru na udaljeno nadzorno mjesto. Vatrodajavni sustav povezan sa sustavom za automatsko gašenje požara tvori *protupožarni sustav*. Svaki vatrodajavni sustav sadrži vatrodajavne, signalne uređaje i središnji uređaj (kontrolnu stanicu).

Ručni vatrodajavnik u vatrodajavnom sustavu služi za ručno uzbunjivanje. Normama za zaštitu od požara propisano je da su za uključivanje dojavnika potrebne najmanje dvije radnje. U Europi je uobičajeno da je za uključivanje potrebno razbiti zaštitno staklo i pritisnuti dugme.

Automatski vatrodajavnik jest uređaj kojemu se izlazni signal mijenja zbog otkrivanja koje od požarnih veličina (toplina, dim, plamen). Prema požarnoj veličini koju otkrivaju dojavnici se dijele na toplinske, dimne, plamene i kombinirane.

Toplinski dojavnik reagira na brzi porast temperature, na temperaturu višu od postavljene ili na obje pojave.

Dimni dojavnik (sl. 26) reagira na prisutnost dima ili aerosola. Dva su osnovna tipa dimnih dojavnika: ionizacijski i optički. **Ionizacijski dojavnik** sastoji se od mjerne (otvorene) komore, referentne (zatvorene) komore i izvora ionizantnog zračenja (američij-241, radioaktivni izvor niske aktivnosti). Ulaskom čestica dima smanjuje se ionska struja kroz mjernu komoru i stvara se naponska neravnoteža s obzirom na referentnu komoru, što rezultira uzbunom. **Optički dojavnik** radi na principu smanjenja svjetlosnog toka između predajnika i prijavnika ili na principu loma emitirane infracrvene svjetlosti na česticama dima. Prema tome otkriva li se požarna veličina u jednoj točki (npr. unutar kućišta dojavnika) ili na nekom pravcu, razlikuju se točkasti i linijski dojavnici.



Sl. 26. Dimni vatrodajavnik tvrtke Apollo

Dojavnik plamena reagira na svjetlost valne duljine koja je karakteristična za svjetlost pri gorenju. Prema načinu obradbe signala vatrodajavnici se mogu svrstati u tri skupine: a) *konvencionalni dojavnici* donose odluku o uzbuni na temelju mjerenja neke veličine na koju utječe požar i tu informaciju upućuju u središnji uređaj; b) *pseudoanalogni dojavnici* u načelu su jednaki konvencionalnima, osim što im ugrađena elektronika omogućuje razlikovanje više stanja (normalno stanje, kvar, preduzbuna, uzbuna itd.); c) *analogni dojavnici* su oni kojima se izlazna veličina mijenja kontinuirano s mjerenom požarnom veličinom i koji ne donose nikakvu odluku, već analogne podatke o požarnoj veličini pretvaraju u digitalni oblik i odašilju ih u središnji uređaj.

Prema mogućnosti dojave mjesta požara razlikuju se *konvencionalni* i *adresabilni* dojavnici. Konvencionalni dojavnici upućuju jednak požarni signal u središnji uređaj bez obzira gdje se nalaze u vatrodajavnom sustavu, što ne omogućuje određivanje

mjesta požara. Za razliku od konvencionalnih, svaki adresabilni dojavnik proizvodi svoj karakterističan požarni signal po kojem središnji uređaj prepoznaje o kojem se dojavniku radi, odnosno prepoznaje mjesto odakle je upućen signal.

U prvim su se adresabilnim vatrodajavnim sustavima upotrebljavali konvencionalni dojavnici s pridodanim adresnim sklopom koji je pretvarao jednake požarne signale konvencionalnih dojavnika u karakteristične signale. S razvojem tehnologije i uvođenjem mikroprocesora nastali su *adresabilni linijski uređaji* (dojavnici i ostali signalni i izvršni uređaji).

Pseudoanalogni adresabilni dojavnik nastaje dodavanjem adresnog sklopa pseudoanalognom dojavniku. Uza sve prednosti adresabilnog sustava, sustav s pseudoanalognim adresabilnim dojavnicima daje dodatne obavijesti o stanju svakog dojavnika (kvar, preduzbuna i sl.).

Analogni adresabilni dojavnik sastoji se od analognog dojavnika, analogno-digitalnog pretvornika i adresnog sklopa. Analogni adresabilni sustav omogućuje neprekidno mjerenje normirane analogne vrijednosti i programiranje osjetljivosti svakog dojavnika. Na temelju analize analogne vrijednosti središnji uređaj daje obavijest o kvaru ili preduzbuni i uključuje svjetlosnu signalizaciju na dojavniku. Pritom se razlikuju dvije obavijesti o kvaru: a) dojavnik se ne odziva (dojavnik nije u ležištu); b) dojavnik je neispravan, ali se odziva na upit središnjeg uređaja. Preduzbuna dojavnika stanje je na prijelazu iz normalnoga u uzbunjeno, a analogna vrijednost koja odgovara preduzbuni može se programirati za svaki dojavnik.

Pomoću adresabilnih linijskih uređaja mogu se na analogni adresabilni sustav priključiti konvencionalni dojavnici te signalni i izvršni uređaji koji se spajaju na dojavnu ili posebnu komandnu petlju.

Signalni uređaji nalaze se u štićenom prostoru i na nadzornim mjestima (npr. vatrogasna služba) i zvučnim ili svjetlosnim signalom upozoravaju na nenormalno stanje u vatrodajavnom sustavu. Signalni uređaji koji daju signal za evakuaciju, opću uzbunu u vatrodajavnom sustavu ili uzbunu u protupožarnom sustavu moraju se automatski nadzirati (nadzor linije i priključenosti signalnog uređaja).

Povezivanje dojavnika. Na istu liniju može biti paralelno spojeno više dojavnika. Linija kojom se povezuju dojavnici može biti dvožična, četverožična ili šesterožična, već prema tome koji se način nadzora linije primjenjuje. Obično se upotrebljavaju dvožične linije. Ako nastane prekid, kratki spoj linije ili odvajanje dojavnika, središnji uređaj mora signalizirati kvar linije. Broj dojavnika koji prilikom kvara linije može biti izbačen iz funkcije ovisi o primijenjenom standardu za zaštitu od požara. U konvencionalnom se sustavu na istu liniju može spojiti najviše 30 dojavnika.

Adresabilni linijski uređaji najčešće se priključuju na dvožičnu liniju spoenu u petlju, kojoj se početak i kraj nalaze u središnjem uređaju. Linijski se uređaji izvode tako da ih prilikom jednostrukog kratkog spoja na petlji ne može biti izbačeno iz funkcije više od 30. Na jednoj petlji može biti najviše 128 adresabilnih uređaja.

Središnji uređaj (kontrolna stanica) služi za napajanje i nadzor linija s vatrodajavnicima, određivanje mjesta požara ili kvara, uključivanje signalnih i izvršnih uređaja (u podsustavima za gašenje) te za slanje obavijesti o stanju sustava i novim događajima na udaljeno nadzorno mjesto (vatrogasna služba, središnji nadzorni sustav i sl.).

Konvencionalni središnji uređaj signalizira nenormalno stanje na priključenoj liniji, tj. uzbunu (požar) ili kvar. Uzbuna bilo kojeg dojavnika priključenog na istu liniju rezultira jednakim signalom na središnjem uređaju, zbog čega je određivanje mjesta požara vrlo neprecizno.

Središnji uređaj analognog adresabilnog sustava omogućuje točnu lokaciju događaja, prikaz stanja svakog dojavnika, programiranje osjetljivosti dojavnika i povezivanje s računalom središnjeg nadzornog sustava. Ugrađeni pisac daje mogućnost ispisivanja svih događaja i pregleda stanja sustava.

Vatrodajavni sustavi mogu biti samostalni, sa zadaćom otkrivanja i signaliziranja požara, ili u sklopu sa stacionarnim uređajima za gašenje požara (s otvorenim cjevovodom, lakom

ljenom, ugljičnim dioksidom, halonom ili prahom). Vatrodojavni sustav u sklopu sa stacionarnim uređajem za gašenje, osim što otkriva požar, nadzire ispravnost elemenata stacionarnog uređaja i aktivira ga. Uređaj se aktivira automatski alarmom automatskog vatrodojavnika ili pomoću ručnih vatrodojavnika koji su tada posebno označeni. Uobičajeno je da se uređaj automatski aktivira alarmom najmanje dvaju automatskih vatrodojavnika u štitičnom prostoru.

V. Šesnić

LIT.: O. Heterich, Wasser als Löschmittel. Dr. Alfred Höthing Verlag GmbH, Heidelberg 1960. – H. B. Kiseeb, A. C. Meeb, B. L. Maksimob, G. I. Hobrob, B. K. Petrob, Пожарные машины и противопожарное оборудование. Стройиздат, Москва 1966. – H. Richter, Rohrhydraulik. Springer-Verlag, Berlin 1971. – R. Schlosser, Feuerlöscharmaturen. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 1978. – J. Schütz, Feuerwehrfahrzeuge, Teil 1-2. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 1979. – E. H. Ivanob, Противопожарное водоснабжение. Стройиздат, Москва 1986. – P. Nash, R. A. Young, Automatic Sprinkler for Fire Protection. National Fire Protection Association, 1989.

J. Deković I. Horvat V. Šesnić Z. Šmejkal

VATROSTALNI MATERIJALI, nemetalni proizvodi kojima su oblik i svojstva, zbog visoke temperature omekšavanja i vrlo visokog tališta, postojani do temperature od najmanje 1500 °C. Materijali s postojanošću do 1800 °C i većom smatraju se visokovatrostalima. Vatrostalnim materijalima najviše se grade i oblažu ložišta industrijskih peći u metalurgiji, proizvodnji stakla, keramike i cementa, zatim ložišta parnih kotlova i generatora, mlaznice reaktivnih motora i raketa te dijelovi nuklearnih reaktora, a rabe se i u proizvodnji vatrostalnog posuda i pribora (lonci, tignjevi, cijevi itd.).

Većina sastojaka vatrostalnih materijala oksidni su spojevi visoka tališta. To mogu biti čisti oksidi (tabl. 1), gotovo čisti oksidi, spineli i mnogi silikati.

Tablica 1
TALIŠTA NEKIH TEŠKOTALJIVIH OKSIDA

Oksid	Talište °C	Oksid	Talište °C
ThO ₂	3 050	Al ₂ O ₃	2 050
MgO	2 800	TiO ₂	1 830
ZrO ₂ (stabiliziran)	2 690	Ta ₂ O ₅	1 800
CaO	2 572	SiO ₂	1 705
Cr ₂ O ₃	2 435	WO ₃	1 473
Y ₂ O ₃	2 410		

Razvitak vatrostalnih materijala povezan je s razvitkom metalurgije i drugih industrijskih grana u kojima su potrebne visoke temperature. Već su primitivne metalurške peći starih naroda bile obložene vatrostalnom glinom, a proizvodnja je tog materijala započela 70-ih godina XIX. stoljeća.

Jedini je proizvođač vatrostalnog materijala u Hrvatskoj »Zagorka« u Bedekovčini. Proizvodi šamotne opeke, vatrostalni pribor za keramičku industriju, vatrostalne betone i nabojne mase. Proizvodnja je 1990. godine, prije izbijanja rata u Hrvatskoj, iznosila 13 632 tone.

Vatrostalni se materijali mogu svrstati na različite načine. Prema svom vanjskom obliku dijele se na materijale određena oblika (opeke, blokovi, ploče, klinovi) te neoblikovane materijale (prah i granule za vatrostalnu žbuku i beton, premazna sredstva, mase za naštrcavanje i sl.).

Prema načinu vezivanja razlikuju se materijali koji se vežu pri sobnoj temperaturi (npr. magnezijevim solima ili vatrostalnim cementom) i pri visokim temperaturama (npr. staklenom fazom ili sinteriranjem).

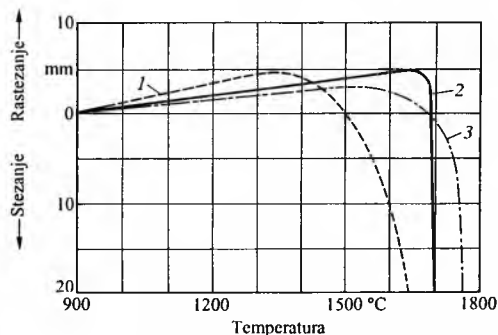
S obzirom na kemijsko ponašanje i reakciju razlikuju se kiseli, bazični i neutralni vatrostalni materijali. *Kiseli* su materijali oni koji sadrže mnogo silicijeva dioksida, a malo aluminijeva oksida, najviše do 45%, *neutralni* su oni s mnogo aluminijeva oksida, *bazični* kao glavne sastojke sadrže okside magnezija, kalcija i kroma (magnezit, dolomit, kromit).

U gornju se podjelu ne svrstavaju *specijalni* vatrostalni proizvodi na osnovi ugljika, cirkonijeva oksida, cirkonijeva silikata, silicijeva karbida itd.

SVOJSTVA VATROSTALNIH MATERIJALA

Osim vatrostalnosti, od vatrostalnih se materijala traži da su izdržljivi prema naglim temperaturnim promjenama, da su čvrsti te otporni prema kemijskim reagensima i na visokoj temperaturi.

Vatrostalnost. Pod vatrostalnošću se u prvom redu razumije sposobnost zadržavanja oblika pri visokoj temperaturi. Vatrostalni materijali nemaju točno određeno talište, već, kao i svi keramički materijali, postupno omekšavaju s povišenjem temperature. Temperatura omekšavanja određuje se pomoću *Segerovih čunjića*. H. Seger je 1886. načinio niz jednakih čunjića različita sastava, odabranog tako da čunjići omekšavaju pri sve višim, točno određenim temperaturama. Temperaturom omekšavanja (padanja) smatra se ona temperatura pri kojoj vrh čunjića u obliku trostrane piramide, savijajući se preko okomitog brida, dodirne ravninu osnove čunjića. Ta se temperatura određuje tako da se od tijela ili sirovine kojoj treba utvrditi vatrostalnost izrade čunjići jednakih dimenzija kao u mjernih čunjića, pa se u električnoj peći s programiranim porastom temperature uspoređuje njihovo ponašanje.



Sl. 1. Dijagram određivanja otpornosti na tlak pri povišenoj temperaturi. 1 šamotne opeke, 2 silika-opeke, 3 silimanitne opeke

Često se ispituje otpornost na tlak pri povišenoj temperaturi, dakle pri okolnostima pod kojima se vatrostalni proizvodi nalaze u praksi. Ispitno se tijelo (valjak visine 50 mm, promjera 50 mm) kontinuirano zagrijava pod propisanim tlakom od 0,2 MPa i bilježi se promjena njegove visine. Početni uspon krivulje nastaje zbog toplinskog rastezanja materijala, a zatim se omekšavanjem njegova visina smanjuje (sl. 1). Kao interval omekšavanja uzima se razlika između temperature najvećeg rastezanja (tabl. 2) i temperature pri kojoj se visina ispitnog tijela smanji za dogovoreni iznos. Taj je interval različit za različite materijale i to je veći što je veća viskoznost tekuće faze i što sporije raste njezin udio s porastom temperature. Stoga će smjese sa sastavom u blizini eutektika brzo omekšati kad postignu odgovarajuću temperaturu.

Tablica 2
POČETNA TEMPERATURA OMEKŠAVANJA NEKIH VATROSTALNIH MATERIJALA

Vatrostalni materijal	Početna temperatura omekšavanja °C
Šamotne opeke	1300...1550
Kromitno-magnezitne opeke	>1550
Kromitne opeke	>1600
Cirkonijevosilikatne opeke	>1600
Korundne opeke	1600...1750
Silika-opeke	>1660
Visokopečene kromitno-magnezitne opeke	>1700
Dolomitne opeke	>1700
Mulitne opeke	>1750
Magnezitne opeke (siromašne željezom)	>1750
Cirkonijevooksidne opeke	>1750

Osim spomenutih metoda određivanja svojstava u novije se vrijeme posebnim metodama još određuju omekšavanje pod tlakom, tečenje pod tlakom i savojna čvrstoća pri povišenoj temperaturi.