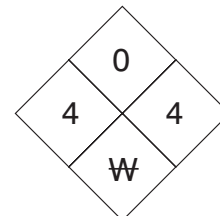


# požarno opasne, toksične i reaktivne tvari

Uređuje: Branko Uhlík

272

## FLUOR (Fluorine)



CAS br. 7782-41-4  
UN br. 1045 (plin)  
NA br. 9192 (tekućina)

### KLASIFIKACIJA OPASNOSTI U POŽARU

#### Stupanj škodljivosti 4:

Taj stupanj škodljivosti pripisuje se tvarima koje i pri vrlo kratkotrajnom djelovanju mogu izazvati smrt ili trajnu oštećenost organizma, čak i ako se pruži brza medicinska pomoć. U taj stupanj uključene su i one tvari kojima se može prići samo sa specijalnom opremom.

#### Stupanj zapaljivosti 0:

Taj stupanj zapaljivosti pripisuje se tvarima koje ne gore na zraku kad se pet minuta nalaze na temperaturi od 515 °C.

#### Stupanj reaktivnosti 4:

Taj stupanj reaktivnosti pripisuje se stvarima koje lako detoniraju ili se eksplozivno razgrađuju ili pak eksplozivno reagiraju pri normalnoj temperaturi i tlaku.

Ovamo se ubrajaju tvari koje su osjetljive na ograničen toplinski ili mehanički stres na normalnim temperaturama i tlakovima.

#### Posebno upozorenje W:

Ova se oznaka pripisuje tvarima koje lako i burno reagiraju s vodom ili vodenom parom pri svim uvjetima.

### FIZIČKO-KEMIJSKA SVOJSTVA

Kemijska formula: F<sub>2</sub>  
Relat. molekulska masa: 38,00  
Fizički oblik: plin, bezbojan ili blijedožučkast  
Miris: nadražujuć, prodoran  
Vrelište: –188 °C  
Relativna gustoća plina prema zraku: 1,32  
Gustoća tekućeg fluora pri vrelištu: 1,1 g cm<sup>-3</sup>  
Topljivost u vodi: reagira s vodom.

*Inkompatibilne tvari:* voda, dušična kiselina, sve tvari koje se mogu oksidirati.

*Ostale značajke:* uz normalne uvjete skladištenja stabilna tvar. Djeluje jako oksidirajuće. Reagira žestoko s vodom i vlagom. Ne smije doći u dodir s metalima, gorivim tvarima, tvarima koje djeluju reducirajuće. Vrlo je otrovan; plin nije zapaljiv.

### MAKSIMALNO DOPUSTIVA KONCENTRACIJA U ZRAKU (MDK)

Pravilnikom Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva Republike Hrvatske o graničnim vrijednostima opasnih tvari pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima maksimalno dopustiva koncentracija fluora je:

ppm . . . . . 1  
mg m<sup>-3</sup>. . . . . 1,58

Koncentracija neposredno opasna po život i zdravlje je 25 ppm.

### ZAPALJIVOST I EKSPLOZIVNOST

Plin ne gori i sa zrakom ne stvara eksplozivne smjese. Može reagirati žestoko s nekim inkompatibilnim tvarima.

### POŽARNA OPASNOST I ZAŠTITA OD POŽARA

#### Požarna svojstva fluora

Fluor nije zapaljiv, ali pospešuje sagorijevanje gorivih tvari. U uvjetima požara cilindri s komprimiranim plinom, izloženi povišenoj temperaturi mogu eksplodirati. U požaru mogu nastati fluorovodik i ugljikov monoksid (djelovanjem na organske tvari u okolini).

#### Gašenje požara

Spremnike s fluorom treba na vrijeme ukloniti iz zone opasnosti, ako je to bez rizika. Požar u okolini spremnika s fluorom gasi se ovisno o prirodni materijala koji se nalazi u blizini spremnika. Spremnici koji ne propuštaju mogu se hladiti vodenim sprejem. Osobe koje gase požar moraju biti opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom.

### ZAŠTITA OD EKSPLOZIJA

Svodi se na sprečavanje dodira plina s tvarima s kojima bi mogao žestoko reagirati (v. Inkompatibilne tvari).

#### OBJAŠNJENJA ZA

- sustavne oznake za klasifikaciju tvari s obzirom na opasnost u požaru
- označivanja otrova u prometu
- pločica za označivanje motornih vozila u međunarodnom prijevozu i
- označivanje nekih kratica objavljena su u *Kem. Ind.* 36 (1) (1987)

## ŠKODLJIVOST ZA ZDRAVLJE

Fluor se upotrebljava za sinteze organskih i anorganskih spojeva s fluorom, kao oksidans u raketnim gorivima, za konverziju uranova tetrafluorida u heksafluorid. Djeluje vrlo škodljivo na sve organizme, što vrijedi i za mnoge njegove spojeve.

### Djelovanje na organizam

#### Akutni učinci

**KOŽA:** dodir s kožom uzrokuje stvaranje kemijskih opekline, a može uzrokovati smrzavanje tkiva. Plin se može apsorbirati kroz kožu.

**OČI:** plin jako nadražuje sluznice nosa i grla; udisanje zraka s većom koncentracijom fluora uzrokuje teška oštećenja dišnog sustava i plućni edem; takvi slučajevi obično završavaju fatalno.

#### Kronični učinci

Nema podataka o mogućem karcinogenom, teratogenom ili mutagenom djelovanju kao ni o djelovanju na reprodukciju.

**Putovi ulaska u organizam:** udisanje, dodir s kožom i očima

**Najugroženiji su:** dišni putovi i pluća, oči, koža.

## PRVA POMOĆ

Štetne, pa i fatalne posljedice nakon izlaganja djelovanju fluora pojavljuju se ako se ODMAH ne poduzmu odgovarajuće mjere. Blizu mjesta gdje postoji mogućnost izlaganja tom plinu, treba na vidljivom mjestu istaknuti uputu o pružanju prve pomoći. Prikladna je ova uputa:

### FLUOR

#### PRVA POMOĆ U SLUČAJU IZLOŽENOSTI PLINU

**UDISANJE:** Osobu ODMAH izvesti na čisti zrak i pri tom paziti na vlastitu sigurnost. Ako unesrećeni diše, davati čisti kisik; ako je disanje prestalo, primijeniti umjetno disanje i davati kisik.

**OČI:** ODMAH isprati blagim mlazom vode! Prije toga unesrećeni ne smije trljati ni zatvoriti kapke! Inspirati barem 15 minuta; povremeno rastvoriti vjeđe čistim prstima i kružiti očima tako da voda dospije u sve dijelove oka. Nakon toga što brže zatražiti savjet/pomoć liječnika oftalmologa.

**KOŽA:** mjesto dodira ODMAH isprati velikom količinom vode, potom oprati sapunom i vodom. Ako se na koži pojavi crvenilo ili plikovi, odmah zatražiti liječničku pomoć. Savjet: ako je došlo do smrzavanja tkiva, predlaže se brzo zagrijavanje mjesta dodira uronjavanjem u vodu temperature 42 °C.

**ODJEĆA:** ako je kontaminirana, treba je odmah skinuti!

**VAŽNO!** Prvu pomoć treba pružiti što hitnije i istodobno pozvati liječnika! Ako se primjenjuje umjetno disanje, prvo treba provjeriti da osoba u ustima nema neko strano tijelo (zubnu protezu, ostatke hrane i sl.), koje treba prije izvaditi!

## SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

### Upozorenja

Osobe koje mogu doći u dodir s fluorom moraju poznavati osnovne značajke i škodljivost tog plina i pridržavati se propisa i uputa o zaštiti na radu s komprimiranim plinovima. Za upozorenje izrađuju se posebne ploče, natpisi i kartice s kratkim opisom opasnosti koja prijete pri radu/rukovanju fluorom i uputama o ponašanju u izvanrednim situacijama.

Istu namjenu imaju i naljepnice za spremnike/cilindre u kojima se nalazi taj plin. Prikladna su ova upozorenja:

### FLUOR

OPASNOST! VRLO OTROVAN PLIN! DJELUJE JAKO OKSIDIRAJUĆE!

- Upotrebljavati samo u dobro ventiliranom prostoru!
- Ne smije doći u dodir s očima, kožom, vodom i gorivim tvarima!

PROUČITE UPUTE O PRVOJ POMOĆI I O PONAŠANJU U IZVANREDNOJ SITUACIJI

### Ventilacija radnog prostora

U prostoru gdje se radi/rukuje fluorom, treba osigurati učinkovitu mehaničku ventilaciju zaštićenu od korozivnog djelovanja. Sve tehnološke procese u kojima se upotrebljava ovaj plin treba provoditi u zatvorenom sustavu, najbolje u izoliranom prostoru. Ovisno o prirodi posla/uvjetima rada treba upotrebljavati prikladna osobna zaštitna sredstva, u prvom redu uređaj za zaštitu disanja (v. Zaštitna sredstva).

### SIGURNI RADNI POSTUPCI

- Osobe koje rade na poslovima gdje bi mogle biti izložene djelovanju fluora, moraju poznavati osnovne značajke tog plina, njegovu škodljivost i rizike kojima se izlažu ako se ne pridržavaju propisa i uputa o zaštiti na radu s opasnim plinovima.
- Ventile na cilindrima s komprimiranim plinom treba, ako nisu u upotrebi, zaštititi od oštećivanja metalnim zaštitnim kapama.
- Cilindri s plinom ne smiju se prenositi/premješati ručno već ručnim kolicima.
- Cilindre s komprimiranim fluorom treba držati daleko od izvora topline i materijala s kojima bi plin mogao nepoželjno reagirati (v. FIZIČKO-KEMIJSKA SVOJSTVA. Inkompatibilne tvari)

### ZAŠTITNA SREDSTVA

**VAŽNO!** Zaštitna sredstva nisu zamjena za dobre uvjete rada, propisno rukovanje štetnim tvarima i razumno ponašanje na radnom mjestu. Preventivne tehničko-tehnološke i druge mjere djelotvornija su zaštita od osobnih zaštitnih sredstava, no pri obavljanju nekih poslova i u nekim situacijama upotreba takvih sredstava može biti nužna.

### Osobna zaštitna sredstva

**Zaštita disanja:** za koncentracije do 5 ppm: izolacijski aparat ili cijevna maska s dovodom čistog zraka, oba uređaja s potpunom zaštitom lica. Za veće i nepoznate koncentracije fluora: cijevna maska ili izolacijski aparat, oba uređaja pod pozitivnim tlakom i s potpunom zaštitom lica.

Plinska maska s relevantnim filtrom može se upotrebljavati samo u slučaju kad treba brzo napustiti kontaminirani prostor; filter s aktivnim ugljenom može se upotrebljavati samo ako zrak sadrži vrlo malu koncentraciju plina; velika koncentracija fluora može proizročiti spontano zapaljevanje ugljena.

**Zaštita očiju:** kemijske zaštitne naočale koje dobro prijanjaju uz lice. U okolnostima kad je potrebna zaštita očiju, potrebna je i zaštita dišnih organa, što se postiže uređajem za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica.

**Zaštita tijela:** zaštitni ogrtač i/ili zaštitna odjeća, zaštitne rukavice i čizme, sve od otpornog/nepropusnog materijala.

### Zaštitna sredstva opće namjene

To su tuševi koji daju obilan mlaz vode umjerene temperature i tlaka i ispiralice za oči; najprikladnije su ispiralice koje rade na principu vodoskoka (fontane). Tuševi i ispiralice za oči treba postaviti što bliže mjestima gdje se radi s tvarima škodljivim za zdravlje.

### USKLADIŠTENJE

Skladišna prostorija/prostor gdje se nalaze spremnici s fluorom, mora biti dovoljno daleko od radnih/stambenih prostorija. Skladište treba biti suho, hladno i dobro provjetravano. Spremnike s komprimiranim plinom treba osigurati od prevrtanja, a ventile zaštititi od oštećivanja zaštitnim metalnim kapama. Spremnike treba premještati samo ručnim kolicima, nikako prenositi ručno. Prikladno označene prazne cilindre treba držati odvojeno od punih; s njima valja rukovati oprezno, jer mogu sadržavati ostatke plina. U skladišnom prostoru ne smiju se upotrebljavati izvori topline ni držati tvari s kojima bi fluor, u slučaju propuštanja ventila, mogao nepoželjno reagirati (v. Inkompatibilne tvari).

### POSTUPCI U IZVANREDNIM SITUACIJAMA

Ako u radnom prostoru dođe do propuštanja cilindra u kojem se nalazi komprimirani fluor, predlaže se postupiti na ovaj način:

- (1) Sve osobe moraju najhitnije i najkraćim putem napustiti taj prostor.
- (2) O incidentnoj situaciji treba odmah obavijestiti osobu ili službu odgovornu za poduzimanje zaštitnih mjera.
- (3) U kontaminirani prostor smiju ući samo osobe osposobljene za djelovanje u incidentnim situacijama, opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom što uključuje i uređaj za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica.

Prvo treba otvoriti sve prozore i vrata i pojačanom ventilacijom provjetriti taj prostor. Iz okoline kontaminiranog prostora treba sve osobe udaljiti na sigurnu udaljenost.

### DETOKSIKACIJA I DEKONTAMINACIJA

Ako na cilindru s komprimiranim fluorom propušta ventil, prvo treba pokušati zavrtanjem ventila prekinuti istjecanje plina. Ako to ne uspije, cilindar treba iznijeti (na kolicima) na otvoreni prostor gdje se može primijeniti sljedeći postupak (princip): plin se pomoću savitljive cijevi od otpornog materijala uvodi u otopinu koja sadrži redukcijско sredstvo (npr. natrijev sulfid) i suvišak natrijeva bikarbonata. Kod primjene tog postupka važno je sljedeće: između cilindra s plinom i posude s otopinom za apsorpciju plina treba uključiti "stupicu", tj. posudu koja će spriječiti povrat reakcijske tekućine u cilindar.

Ako ne postoji mogućnost primjene prije opisanog postupka, tada na glavu cilindra treba pričvrstiti plastičnu vreću, cilindar otpremiti na neko udaljeno i izolirano mjesto i pustiti da se isprazni u atmosferu. Osobe koje obavljaju taj posao, opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom, moraju osigurati taj prostor od nepozvanih osoba i do ispražnjenja cilindra stajati s one strane cilindra odakle puše vjetar.

### ODREĐIVANJE FLUORA U ZRAKU

Približna koncentracija fluora u atmosferi radnog prostora može se odrediti indikatorskom metodom. Prikladna je npr. Drägerova indikatorska cjevčica Fluorine 0,1/a, kojom se mogu odrediti koncentracije 0,1 – 2 ppm fluora, uz standardnu devijaciju  $\pm 15 - 20\%$ .

S tom indikatorskom cjevčicom reagiraju također dušikov dioksid, klor i klorov dioksid, ali s različitom osjetljivošću.

Određivanje koncentracije fluora u zraku najbolje je povjeriti nekom od specijaliziranih analitičkih laboratorija koji raspolažu potrebnom opremom i iskustvom, kako u pogledu izbora analitičke metode tako i interpretacije rezultata mjerenja. Analitički laboratorij, odnosno institucije koje se (u Zagrebu) bave utvrđivanjem štetnih tvari u zraku i rješavanjem problema u vezi sa zaštitom na radu i zaštitom okoliša su npr. ANT-Laboratorij za analitiku i koksikologiju, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti i dr.

### ZAŠTITA OKOLIŠA

Opasnost od kontaminacije atmosfere elementarnim fluorom praktički je zanemariva. Nema kriterija o maksimalno dopustivoj koncentraciji tog plina u vodama.

### PRIJEVOZ

Fluor se prevozi i u prijevozu obilježava kao tvar klase 2 (plinovi).

U međunarodnom cestovnom prometu fluor se prevozi na način i pod uvjetima navedenim u Europskom sporazumu o prijevozu opasne robe u cestovnom prometu (ADR).

U međunarodnom prijevozu željeznicom fluor se prevozi na način i pod uvjetima navedenim u Međunarodnoj konvenciji o prijevozu robe željeznicama (CIM) – Pravilnik o prijevozu opasne robe željeznicama (RID).

### Havarija prilikom prijevoza

Ako prilikom prijevoza spremnika s komprimiranim fluorom dođe do propuštanja ventila, zaustavite vozilo što prije i podalje od javnih putova, osigurajte dovoljno veliku zaštitnu zonu (ovisno o situaciji) i spriječite prilaz nepozvanim osobama. Unutar zaštitne zone treba upotrebljavati prikladan uređaj za zaštitu disanja, a po potrebi i drugu osobnu zaštitnu opremu. O havariji treba obavijestiti najbliže institucije sigurnosti (policija, vatrogasci) i pošiljatelja pošiljke.

Ako se izlaženje plina iz cilindra ne može zaustaviti zavrtanjem ventila, najbolje je pustiti da se spremnik isprazni u atmosferu; u tom slučaju treba upozoriti/zaštititi osobe/stanovništvo koje se nalazi niz vjetar od mjesta havarije.

– • –

Neki od izvora podataka za rubriku "Požarno opasne, toksične i reaktivne tvari".

EG Sicherheitsdatenblatt; SIGEDA ID; Canadina Center for Occupation, Safety and Health (CCOSH); Materijal Safety Data Sheet (MSDS); Cheminfo; Hazardous Substances Fact Sheet; National Fire Protection Association (NFPA); Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS); Treatment and Disposal for Waste Chemicals (IRPTC File); SPECTRUM Chemical Fact Sheet; IRIS (U. S. EPA); NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ED., 4 Volumes (NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1977); International Chemical Safety Cards (ICSC); National Institute for Standards and Technology (NIST, USA) i dr.

– • –

Ovaj prikaz o fluoru izrađen je u suradnji s inž. Z. Habušom.