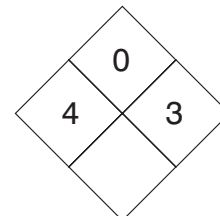


# požarno opasne, toksične i reaktivne tvari

Uređuje: Branko Uhlak

269

## KLORTRIFLUORID (Chlorine Trifluoride)



Cas br. 7790–91–2

UN br. 1749

SINONIMI: klorov trifluorid, klorov(III) fluorid

### KLASIFIKACIJA OPASNOSTI U POŽARU

#### Stupanj škodljivosti 4:

Taj stupanj škodljivosti pripisuje se tvarima koje i pri vrlo kratkom djelovanju mogu izazvati smrt ili trajnu oštećenje organizma, čak i ako se pruži brza medicinska pomoć. U ovaj stupanj škodljivosti uvrštene su i tvari kojima se može prići samo sa specijalnom zaštitnom opremom.

#### Stupanj zapaljivosti 0:

Taj stupanj zapaljivosti pripisuje se tvarima koje ne gore kad su na zraku izložene temperaturi od 815 °C tijekom pet minuta.

#### Stupanj reaktivnosti 3:

Taj stupanj reaktivnosti pripisuje se tvarima koje se eksplozivno razgrađuju, ali zahtijevaju jači inicirajući izvor ili se moraju zagrijati u ograničenom prostoru prije iniciranja.

Ovamo se ubrajaju tvari osjetljive prema termičkom ili mehaničkom udaru na povišenim temperaturama.

W: ne smije doći u dodir s vodom i vlagom.

### FIZIČKO-KEMIJSKA SVOJSTVA

Kemijska formula:  $\text{ClF}_3$ 

Relat. molekulska masa: 92,4

Fizički oblik: na sobnoj temperaturi plin zelenkastožute boje; na niskim temperaturama tekućina koja se puši na zraku.

Miris: jako nadražujući, slatkasti

Vrelište: 11,75 °C

Talište: –76,34 °C

Relat. gustoća plina ( $\rho(\text{zrak}) = 1$ ): 3,19

Tlak para (11,5 °C): 1,013 mbara (760 mm Hg)

Topljivost u vodi: razgrađuje se

Inkompatibilne tvari: voda, staklo, pijesak, organske tvari, kiseline, lužine, halogeni, oksidi metala, oksidirajuće tvari, gorive tvari i mnoge druge tvari.

Ostale značajke: pri dodiru s vodom mogu nastati klor, fluorovodik i klorov dioksid. Pri dodiru s organskim tvarima može proizročiti njihovo spontano zapaljivanje.

### 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 klorotrifluorida nije propisana; prema propisima ACGIH (SAD) maksimalno dopustiv udjel je 0,1 ppm.

Udjelom neposredno opasnim po zdravlje i život smatra se 20 ppm.

### ZAPALJIVOST I EKSPLOZIVNOST

Plamište: –

Temperatura zapaljenja: –

Granice eksplozivnosti: –

### POŽARNA OPASNOST I ZAŠTITA OD POŽARA

#### Požarna svojstva klorotrifluorida

Klorotrifluorid ne gori i nije zapaljiv, ali ako dođe u dodir s organskim materijalom, materijalom koji sadrži silicij i s gorivim tvarima, može doći do spontanog zapaljivanja. Termičkom razgradnjom klorotrifluorida nastaju vrlo toksični/agresivni plinovi klor, klorov fluorid i klorov dioksid i različiti oksidacijski produkti, ovisno o uvjetima razgradnje.

#### Gašenje požara

Sredstva prikladna za gašenje požara u neposrednoj blizini  $\text{ClF}_3$  su ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) i kemijski prahovi; voda se ne smije upotrijebiti jer pri dodiru s  $\text{ClF}_3$  nastaju vrlo otrovni plinovi (v. Fizičko-kemijska svojstva – Ostale značajke). Ugrožene spremnike (cilindre) treba, dobro zatvorene, hladiti velikom količinom vode, a gorivi materijal u okruženju velikom količinom vode u obliku spreja ili magle.

Osobe koje gase požar moraju biti opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom što uključuje i izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica (v. Zaštitna sredstva). Ako se radi o velikom, razbuktalom požaru, treba gasiti s dovoljno udaljenog i zaštićenog mjesta, po mogućnosti s uređajima koji rade automatski (bez posade).

#### 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)

## ZAŠTITA OD EKSPLOZIJA

Zaštita se svodi na sprječavanje stvaranja uvjeta pod kojima bi klorotrifluorid mogao doći u dodir s inkompatibilnim tvarima. Sam  $\text{ClF}_3$  nije zapaljiv i sa zrakom ne stvara eksplozivne smjese.

## ŠKODLJIVOST ZA ZDRAVLJE

Klorotrifluorid služi kao sredstvo za fluoriranje (proizvodnju kemijskih spojeva s fluorom). Upotrebljava se i u proizvodnji nuklearnog goriva te kao upaljivač i propulzivna sila u raketama.

## Djelovanje na organizam

Klorotrifluorid djeluje jako korozivno i jako nadražuje oči, kožu i dišne organe. Ako se udahne, jako oštećuje pluća i može prouzročiti smrt.

## Akutno djelovanje

**OČI** – jako nadražuje, uzrokuje upalu i bolne opekline; može oštetiti rožnjaču i prouzročiti gubitak vida.

**KOŽA** – uzrokuje jake kemijske opekline i razaranje tkiva stvarajući duboke rane koje teško zacjeljuju i ostavljaju brazgotine.

**UDISANJE** – već i male koncentracije jako nadražuju gornje dišne putove i izazivaju kašalj; veće koncentracije mogu biti uzrokom "kemijske" upale pluća, kongestije pluća, plućnog edema i prestanka rada srca.

Zabilježeni su smrtni slučajevi pri udisanju zraka s udjelom  $\text{ClF}_3$  od 50 ppm.

Smatra se da klorotrifluorid ne djeluje kancerogeno, teratogeno ili mutageno niti djeluje na reprodukciju.

**Putovi ulaska u organizam:** dišni putovi, dodir s kožom i očima.

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

## PRVA POMOĆ

Štetne posljedice nakon izlaganja djelovanju klorotrifluorida mogu se pojaviti 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:

### KLORTRIFLUORID

#### PRVA POMOĆ U SLUČAJU NEZGODE NA RADU

**Dodir s očima:** ODMAH isprati s mnogo tekuće vode; već i vrlo mala količina  $\text{ClF}_3$  može prouzročiti oštećenje vida. Ispirati barem 30 minuta; povremeno čistim prstima rastvoriti vjeđe i kružiti očima, tako da voda dospje u sve dijelove oka. Nakon ispiranja ODMAH zatražiti savjet/pomoć liječnika oftalmologa, osobito ako se u očima pojavi crvenilo ili osjete smetnje.

**Dodir s kožom:** mjesto dodira ODMAH prati s mnogo vode; nakon pranja zatražiti savjet/pomoć liječnika, osobito ako se na koži pojavi crvenilo ili osjete bolovi.

Postupak u slučaju da se pojave vidljive ozlijede na koži: u mjesto gdje se pojavi opekline lagano uribati razmuljenu smjesu kalcijevog glukonata ili karbonata (2,5 %); ti spojevi vežu aktivne fluorida u netopljiv oblik, što smanjuje bol i jačinu opekline. NE UPOTREBLJAVATI kalcijev klorid!

**VAŽNO!** U slučaju teže nezgode treba prvu pomoć pružiti što hitnije i istodobno pozvati liječnika! Ako se primjenjuje umjetno di-sanje, prvo treba provjeriti da osoba u ustima nema neko strano

tijelo (zubnu protezu, ostatke hrane i sl.), koje treba prije izvaditi. Ako je unesrećeni blizu nesvijesti, ne smije mu se ništa stavljati u usta!

## SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

### Upozorenja

Osobe koje rade/rukiju klorotrifluoridom moraju poznavati škodljivost tog spoja i pridržavati se propisa i uputa o zaštiti na radu s opasnim tvarima. Za upozorenje izrađuju se posebne ploče, natpisi i kartice s kratkim opisom opasnosti koja prijete pri radu s klorotrifluoridom i uputama o ponašanju u izvanrednim situacijama.

Istu namjenu imaju i naljepnice za spremnike/cilindre u kojima se drži ovaj ukapljeni plin. Prikladna su ova upozorenja:

### KLORTRIFLUORID

UPOZORENJE! VRLO OTROVNI PLIN ILI TEKUĆINA  
DJELUJE JAKO KOROZIVNO I NADRAŽUJUĆE!

- Paziti da ne dođe u dodir s očima i kožom!
- Ne udisati! Ne smije doći u dodir s vodom!
- Upotrebljavati samo u dobro ventiliranom prostoru!

PROUČITE UPUTE O PRVOJ POMOĆI I O PONAŠANJU  
U IZVANREDOJ SITUACIJI!

### Ventilacija radnog prostora

Klorotrifluorid je na sobnoj temperaturi u plinovitom obliku, pa u radnom prostoru gdje se radi/rukiju tim kemijskim spojem treba osigurati učinkovitu ventilaciju u protukorozivnoj izvedbi. Preporučuje se sve tehnološke procese u kojima se upotrebljava klorotrifluorid provoditi u izoliranom prostoru, u zatvorenom sustavu. Ako to nije moguće, procese, odnosno rukovanje tim spojem treba provoditi ispod dobro ventilirane kape i iza zaštitne pregrade. Ovisno o prirodni posla/uvjetima rada treba pri rukovanju s  $\text{ClF}_3$  upotrebljavati prikladna osobna zaštitna sredstva, što uključuje i izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica (v. Zaštitna sredstva).

### SIGURNI RADNI POSTUPCI

- Osobe koje rade na poslovima/mjestima gdje bi mogli biti izloženi djelovanju klorotrifluorida moraju poznavati škodljivost tog kemijskog spoja i rizike kojima se izlažu ako se ne pridržavaju propisa i uputa o zaštiti na radu s opasnim tvarima.
- U prostoru gdje se radi/rukiju klorotrifluoridom, treba osigurati učinkovitu mehaničku ventilaciju.
- Pri radu/rukovanju klorotrifluoridom treba upotrebljavati prikladna osobna zaštitna sredstva ovisno o prirodni posla i uvjetima rada. Posebnu pažnju treba obratiti zaštiti dišnih putova, očiju i – ako se radi o tom spoju u tekućem obliku – zaštitu ruku i tijela.
- Ako pri rukovanju klorotrifluoridom dođe do kontaminacije odjeće/obuće, treba ih odmah skinuti (zaštitnim rukavicama), osobito ako su od propusnog/neotpornog materijala. Kontaminiranu odjeću/obuću treba odložiti u označeni kontejner s hermetiziranim poklopcem.
- Kontaminirana odjeća ne smije se odnositi kući na pranje, već taj posao treba povjeriti osobi koja je dobro upoznata s mjerama osobne zaštite pri rukovanju tim spojem.
- Ako u radnom prostoru dođe do proljevanja tekućine ili propuštanja plinovitog  $\text{ClF}_3$ , treba ODMAH poduzeti mjere kako je predloženo u odjeljku "Postupci u izvanrednim situacijama".
- Klorotrifluorid treba ispuštati iz cilindra samo u obliku plina.

- Ako se cilindar priključuje na sustav s nižim tlakom (3 000 psi), treba između cilindra i tog sustava uključiti redukcijski ventil.
- Uređaj u kojem se nalazio  $\text{ClF}_3$  treba prije otvaranja propuhati inertnim plinom.

## 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 opasnih tvari nego osobna zaštitna sredstva, no pri obavljanju nekih poslova i u nekim situacijama upotreba takvih sredstava može biti nužna.

### Osobna zaštitna sredstva

*Zaštita disanja:* ako je udjel klortrifluorida u radnoj atmosferi veći od 0,1 ppm, za zaštitu disanja predlaže se respirator s dovodom čistog zraka u kontinuiranom protoku s potpunom zaštitom lica. Ako je udjel tog plina znatno veći od 0,1 ppm, preporučuje se izolacijski aparat pod pozitivnim tlakom i s potpunom zaštitom lica.

Za brzo napuštanje kontaminiranog prostora zadovoljava plinska maska ili izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica.

*Zaštita očiju:* zaštita se postiže uređajem za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica.

*Zaštita tijela/ruku:* zaštitna odjeća/obuća/ogrtač/pregača i rukavice, sve od materijala otpornog na  $\text{ClF}_3$  (npr. teflon<sup>(R)</sup> ili Kel-F<sup>(R)</sup>).

### 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. Tuševi i ispiralice za oči treba postaviti što bliže mjestima gdje se radi s tvarima škodljivim za zdravlje.

## USKLADIŠTENJE

Spremnike (cilindre) s klortrifluoridom treba držati u suhom, hladnom i dobro ventiliranom skladišnom prostoru; taj prostor treba biti dovoljno udaljen od radnih i stambenih prostorija, a pod od vatrootpornog materijala. Ventilni cilindri trebaju biti zaštićeni od udara metalnim kapama.

Cilindre treba postaviti uspravno i zaštititi od prevrtanja; ne smiju se vući po podu ili kotrljati, niti ih prenositi ručno, već ih treba prevoziti na ručnim kolicima.

Prikladno označene prazne cilindre treba držati odvojeno od punih, a pune iznositi iz skladišta prema redoslijedu njihovog dopremanja u skladišni prostor. U zatvorenom skladišnom prostoru ne smiju se držati tvari s kojima bi klortrifluorid mogao nepoželjno/opasno reagirati (v. Inkompatibilne tvari).

Prilaz skladišnom prostoru i rukovanje cilindrima treba dopustiti samo ovlaštenim osobama.

## POSTUPCI U IZVANREDNIM SITUACIJAMA

Ako u radnom prostoru dođe do propuštanja ventila na cilindru u koje se nalazi klortrifluorid, predlaže se postupiti na ovaj način:

- (1) Sve osobe moraju najhitnije napustiti taj prostor.
- (2) U kontaminirani prostor smiju ući samo osobe osposobljene za djelovanje u incidentnim situacijama opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom: uređajem za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica, odjećom koja dobro pranja uz vrat, ručne i nožne zglobove i zaštitnim rukavicama, sve od materijala otpornog prema djelovanju  $\text{ClF}_3$  i tvarima koje djeluju jako korozivno i oksidirajuće.

Prvo treba otvoriti sve prozore i vrata i pojačanom ventilacijom provjetriti taj prostor.

Iz okoline kontaminiranog prostora treba udaljiti/evakuirati sve osobe.

## DETOKSIKACIJA I DEKONTAMINACIJA

Ako na cilindru s  $\text{ClF}_3$  propušta ventil koji se ne može zatvoriti, cilindar treba staviti u dobro ventiliranu smradnu komoru i plin, preko prazne posude koja se nalazi između cilindra i posude s sredstvom za detoksikaciju plina ("stupice") provoditi u otopinu koja sadrži smjesu gašenog vapna i razrijeđene lužine. Ako predloženi postupak nije moguć i ako se radi o jakom propuštanju plina, cilindar treba iznijeti na otvoreni prostor, a sve osobe/stanovnike u bližoj okolini evakuirati na sigurnu udaljenost. Ako je to moguće, treba odmah obavijestiti/pozvati proizvođače tog plina.

## ODREĐIVANJE KLORTRIFLUORIDA U ZRAKU

Princip: kontaminirani zrak se provodi kroz ispiralicu s frit-pločicom, odnosno kroz impinder u apsorpcijsku tekućinu koja se potom podvrgne analizi pomoću ion-specifične elektrode; opis ove metode može se naći npr. u *Anal. Chem.* **25** (1953) 820.

Određivanje klortrifluorida u zraku najbolje je povjeriti nekom od specijaliziranih laboratorija koji raspolažu potrebnom opremom i iskustvom, kako u pogledu izbora analitičke metode tako i interpretacije rezultata mjerenja.

## ZAŠTITA OKOLIŠA

Ozbiljna kontaminacija zraka klortrifluoridom nije vjerojatna osim, eventualno, kratkotrajno u bližem okolišu mjesta gdje je došlo do propuštanja veće količine plina.

Nema kriterija o dopustivoj koncentraciji klortrifluorida u vodi; u dodiru s vodom ovaj plin se razgrađuje (hidrolizira), pri čemu nastaju klor, fluorovodik i klordioksid.

## PRIJEVOZ

Klortrifluorid se prevozi i u prijevozu obilježava kao tvar klase 2.3 (plinovi).

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

U međunarodnom prijevozu željeznicom klortrifluorid 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 cestovnog prijevoza klortrifluorida dođe do propuštanja ventila, odnosno do izlazenja plina, zaustavite vozilo što prije i što dalje od javnih putova. Osigurajte zaštitnu zonu promjera 300 – 600 m od mjesta havarije i unutar te zone nosite uređaj za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica. Spriječite prilaz nepozvanim osobama, a o havariji obavijestite najbliže institucije sigurnosti (policija, vatrogasci) kao i pošiljatelja pošiljke.

Ako se propuštanje plina iz cilindra ne može zaustaviti (pri tome treba koristiti prikladna osobna zaštitna sredstva; v. Zaštitna sredstva), najbolje je pustiti da se cilindar isprazni u atmosferu. U takvom slučaju treba upozoriti/zaštititi ljude/naselje koje se nalazi niz vjetar i to na udaljenosti oko 400 m, ako se havarija dogodi danju, a 3,5 km, ako se dogodi noću.

– • –

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