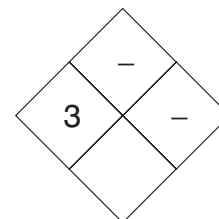


# požarno opasne, toksične i reaktivne tvari

Uređuje: Branko Uhlak

216

## JOD (Iodine)



CAS br. 7553-56-2

### KLASIFIKACIJA OPASNOSTI U POŽARU

#### Stupanj škodljivosti 3:

Taj stupanj škodljivosti pripisuje se tvarima koje pri kratkotrajnom djelovanju mogu izazvati privremeno ili trajno oštećenje organizma, čak i ako se pruži pravovremena medicinska pomoć. U ugroženo područje smije se ući samo sa zaštitnom odjećom i obućom i izolacijskim aparatom za disanje s potpunom zaštitom lica. Površina kože ne smije se izložiti djelovanju tvari tog stupnja škodljivosti.

**Stupanj zapaljivosti:** nije zapaljiv.

**Stupanj reaktivnosti:** u normalnim uvjetima nije reaktivan.

### FIZIČKO-KEMIJSKA SVOJSTVA

Kemijska formula: I<sub>2</sub>

Relat. molna masa: 253,80

Fizički oblik: kruta tvar/kristali sivkastocrne do ljubičaste boje metalnog sjaja.

Miris: karakterističan, nadražujuć

Vrelište: 184 °C

Talište: 114 °C

Relativna gustoća (voda = 1): 4,93

Relat. gustoća para (zrak = 1): 8,75

Tlak para: 0,4 mbar (0,3 mm Hg)

Topljivost u vodi: vrlo slabo topljiv (0,03 g/100 ml); topljivost se povećava s temperaturom.

Topljivost u drugim otapalima: benzen (16 g/100 ml); dietil-eter (34 g/100 ml); etanol (27 g/100 ml); topljiv je i u nekim drugim organskim otapalima.

Ostale značajke: uz razne uvjete jod djeluje korozivno na željezo i čelik, a pri povišenim temperaturama djeluje na slitine bakra. Na organizam djeluje štetno na različite načine; osobito nadražujuće i otrovno djeluju pare joda.

Inkompatibilne tvari: s raznim kemijskim tvarima jod može reagirati vrlo žestoko; s plinom amonijakom, otopinom amonijaka i s bazičnim amonijevim spojevima daje dušikov jodid koji je osjetljiv na mehanički udar, a može eksplodirati i spontano. Reagira žestoko do eksplozivno s acetilenom, acetaldehidom i tekućim klorom a pri dodiru s bezvodnim natrijevim fosfinatom može doći do zapaljivanja (jako egzotermna reakcija). S antimonom reagira uz oslobađanje topline, pojavu plamena i eksploziju. S bijelim ili žutim fosforom daje spontano zapaljiv produkt, dok s crvenim fosforom ne reagira pri sobnoj temperaturi. Jod reagira žestoko s reaktivnim tvarima, sumporom, alkalnim metalima, magnezijem,

litijem i aluminijem u prahu. Može stvarati eksplozivne smjese i s nekim uljima (npr. s terpentinom).

### MAKSIMALNO, DOPUSTIVA KONCENTRACIJA U ZRAKU (MDK)

Prema Pravilniku o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim grančnim vrijednostima (NN br. 92/1993) maksimalno dopustiva koncentracija joda je:

ppm ..... 0,1  
mg m<sup>-3</sup> ..... 1

Koncentracija neposredno opasna po život i zdravlje je 10 ppm.

Preračunavanje koncentracija:

1 ppm = 10,4 mg. m<sup>-3</sup>  
1 mg. m<sup>-3</sup> = 0,09 ppm (20 °C)

### ZAPALJIVOST I EKSPLOZIVNOST

Plamište: ne gori

Temperatura zapaljenja: nije zapaljiv

Granice eksplozivnosti: pare joda ne stvaraju sa zrakom eksplozivne smjese

### POŽARNA OPASNOST I ZAŠTITA OD POŽARA

#### Požarna svojstva joda

Jod ne gori, a pare nisu zapaljive. Međutim, može reagirati žestoko s nekim kemijskim tvarima, osobito s onima koje djeluju reducirajuće, uz pojavu plamena i eksplozije. Na visokim temperaturama stvaraju se pare koje su vrlo otrovne i jako nadražuju.

#### Postupci u slučaju požara

Spremnike s jodom treba na vrijeme ukloniti iz zone opasnosti kako djelovanjem topline ne bi došlo do stvaranja vrlo otrovnih para. Budući da jod ne gori, izbor sredstva za gašenje požara ovisi o prirodi materijala u okolini i o postojećim uvjetima. Osobe koje

#### OBJAŠNJENJA ZA

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

gase požar moraju upotrijebiti potpunu osobnu zaštitnu opremu uključujući izolacijski aparat pod pozitivnim tlakom i s potpunom zaštitom lica.

### ZAŠTITA OD EKSPLOZIJA

Jod u dodiru s nekim kemijskim tvarima može reagirati vrlo žestoko, čak i eksplozivno iako sam nije zapaljiv ni eksplozivan (vidi "Fizičko-kemijska svojstva – Inkompatibilne tvari"). Stoga se zaštita od eksploziva svodi na to da se isključi mogućnost dodira joda s tim tvarima.

### ŠKODLJIVOST ZA ZDRAVLJE

Jod se upotrebljava u proizvodnji farmaceutskih preparata, anti-septika, nekih organskih spojeva, srebrenog jodida za fotografske svrhe, kao katalizator nekih organskih reakcija, u analitičkoj kemiji itd. Osobe koje rade na ovim i drugim poslovima gdje se upotrebljava jod mogu biti izložene djelovanju tog elementa.

*Mogući putovi ulaska u organizam:* udisanje para, dodir s kožom i očima. Ako dospije u organizam, jod djeluje vrlo otrovno.

*Najugroženiji su:* dišni putovi, pluća, koža, oči, centralni živčani sustav, kardiovaskularni sustav.

### Djelovanje na organizam

#### Kratkoročni (akutni) učinci

Pare joda vrlo jako nadražuju, jače od para broma i klora; koncentracija od 0,2 ppm jedva je podnošljiva, dok 1 ppm već vrlo jako nadražuje dišne organe i oči. Ovisno o koncentraciji para u zraku znaci djelovanja mogu biti: bol u grlu, glavobolja, pritisak u prsima; pri većim koncentracijama mogu se pojaviti kratak dah, otežano disanje, grčenje dišnih putova; plućni edem može se pojaviti i nekoliko sati nakon izlaganja i može prouzročiti smrt.

Jod u krutom obliku i koncentriranije otopine joda vrlo jako nadražuju oči i mogu trajno oštetiti vid; isto vrijedi i za kožu: nastaju upalne reakcije, kemijske opekline i duboka oštećenja tkiva na mjestima dodira. Osjetljivost na jod može biti vrlo različita: neke osobe mogu i pri kratkotrajnom dodiru s razrijeđenim otopinama joda reagirati trenutno dok neke ne reagiraju ni na učestali dodir s otopinama veće koncentracije.

Ako se jod proguta, pojavljuju se bolovi i osjećaj žarenja u ustima, grlu i želucu: dolazi do površinskog razaranja sluznica, povraćanja, proljeva, žeđi, metalnog okusa u ustima; od ostalih posljedica spominju se šok, anurija, delirij i mrtvilo nakon čega može nastupiti i smrt. Hrana u želucu može ublažiti štetno djelovanje joda: pri akutnom otrovanju stvaraju se spojevi jodidi koji su srazmjerno bezopasni.

#### Dugoročni (kronični) učinci

Učinci stalnog izlaganja djelovanju joda su malo vjerojatni zbog njegovog jakog akutnog djelovanja. Ipak, stalno unošenje malih količina joda u organizam može prouzročiti oboljenje "jodizam" s oštećenjima bubrega i jetre; znaci oboljenja mogu biti: upala grla, bronhitis, crvenilo, oteklina i rane na koži, ustima i očima, nesаница, gubitak tjelesne težine, nervoza. Navedeni znaci nestaju relativno brzo nakon prestanka izlaganja. Otopine joda djeluju, općenito, senzibilizirajuće. Suvišak joda u organizmu, odnosno stvoreni jodidi izlučuju se u roku od nekoliko dana nakon što prestane unošenje joda u organizam.

Nema podataka o mogućem kancerogenom, teratogenom i mutagenom djelovanju joda kao ni o djelovanju na reprodukciju.

### PRVA POMOĆ

Štetne posljedice od nezgoda na radu s jodom mogu se pojaviti ako se na vrijeme ne poduzmu mjere za njihovo sprečavanje.

U neposrednoj blizini mjesta gdje se radi s jodom i otopinama joda treba na vidljivo mjesto staviti uputu o pružanju prve pomoći u slučaju nezgode. Prikladna je ova uputa:

#### JOD

##### PRVA POMOĆ U SLUČAJU NEZGODE NA RADU

**Udisanje:** osobu treba odmah izvesti na zrak. Ako se radi o spašavanju iz atmosfere koja je veoma kontaminirana parama joda, treba pri spašavanju voditi računa i o vlastitoj sigurnosti (upotrijebiti osobna zaštitna sredstva). Treba odmah pozvati liječnika! Dobro je unesrećenom davati kisik (stručna osoba!).

**Dodir s očima:** treba ih odmah ispirati blagim mlazom mlake tekuće vode (do 60 minuta!); čistim prstima treba rastvoriti vjeđe i kružiti očima, tako da voda dospije u sve dijelove oka. Treba paziti da ispirna voda ne dospije u neoštećeno oko. Ako nadražaj potraje i nakon ispiranja, treba nastaviti ispirati još neko vrijeme, a nakon toga odmah zatražiti savjet/pomoć liječnika oftalmologa.

**Dodir s kožom:** mjesta dodira treba odmah ispirati tekućom mlakom vodom; ispirati barem 20 minuta! Ako su jodom kontaminirani odjeća, obuća i osobni predmeti od kože, treba ih prije ispiranja skinuti i odložiti u kontejner s poklopcem. Ako nadražaj na koži potraje i nakon ispiranja, treba nastaviti ispirati još neko vrijeme, a potom zatražiti savjet od liječnika.

**Gutanje:** usta treba odmah dobro isplahnuti vodom! Ne povraćati na povraćanje! Nakon ispiranja treba popiti oko 3 dcl vode; ako osoba povraća spontano, neka ponovno popije oko 3 dcl vode! Potrebna je hitna liječnička pomoć!

**VAŽNO!** U slučaju teže nezgode treba pružiti prvu pomoć što brže i istodobno pozvati liječnika! Osobi koja je u nesvjesti ili ima jake grčeve ne smije se ništa stavljati u usta! Ako se pruža umjetno disanje, najprije treba provjeriti da osoba u ustima nema neko strano tijelo (ostatke hrane, zubnu protezu i sl.), koje treba prije izvaditi.

### SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

**Upozorenja:** Osobe koje rade/rukuju jodom i koncentriranim otopinama joda moraju poznavati njegovu štetnost i rizike kojima se izlažu ako se ne pridržavaju propisa i uputa o zaštiti na radu s škodljivim/opasnim tvarima. Za upozorenje izrađuju se posebne ploče, natpisi i kartice kojima se ukazuje na prirodu opasne tvari i daju upute o ponašanju u slučaju nezgode i u izvanrednim situacijama.

Istu namjenu imaju i naljepnice za spremnike. Za obilježavanje spremnika u kojima se drži jod ili njegove otopine prikladna je naljepnica s ovim upozorenjima:

#### JOD

##### UPOZORENJE! JAKO NADRAŽUJE SVA TKIVA

- Ne smije doći u dodir s kožom i očima!
- Ne udišite pare!

PROUČITE UPUTE O PRUŽANJU PRVE POMOĆI I O PONAŠANJU U IZVANREDNIM SITUACIJAMA!

### Ventilacija radnih prostorija

Procese u kojima se upotrebljava jod treba obavljati u zatvorenim sustavima, najbolje u odvojenom prostoru, osobito ako se provode na povišenoj temperaturi i tlaku. U radnom prostoru treba osi-

gurati dobru mehaničku ventilaciju a ako je potrebno, i lokalni odsis para.

Ventilacijski uređaj treba da je otporan prema koroziji i ne smije se priključiti na druge ventilacijske sustave. Ovisno o tehnološkom procesu i postojećim uvjetima može biti potrebno kontaminirani zrak pročistiti prije ispuštanja u vanjsku atmosferu (npr. propuštanjem kroz otopinu Na-sulfita ili bisulfita, uz dodatak natrijevog karbonata).

Ako se tehničko-tehnološkim i drugim mjerama ne može postići da zrak u radnom prostoru sadrži pare joda u koncentraciji manjoj od maksimalno dopustive, treba pri radu/boravku u takvoj atmosferi upotrebljavati prikladna osobna zaštitna sredstva.

## SIGURNOSNI RADNI POSTUPCI

– Osobe koje obavljaju poslove pri kojima dolaze u dodir s jodom moraju poznavati njegova osnovna svojstva, način zaštite i pružanja prve pomoći u slučaju nezgode na radu.

– U prostoriji/prostoru gdje se stalno radi/rukuje jodom, treba osigurati dobru mehaničku ventilaciju (vidi "Ventilacija radnih prostorija"); u određenim vremenskim razmacima treba provjeravati čistoću zraka, odnosno koncentraciju jodnih para u tom prostoru.

– Ako je to moguće, treba automatizirati prebacivanje joda/otopina joda u procesne posude.

– Na radnom mjestu treba držati samo onoliko joda koliko će se utrošiti istog dana. Za vrijeme dok se ne upotrebljavaju spremnici s jodom/otopinama joda moraju biti dobro zatvoreni.

– Odjeću/obuću kontaminiranu jodom treba odmah skinuti, osobito ako je od neopornog/propusnog materijala.

– Mjesta dodira joda s kožom treba odmah i temeljito oprati.

– U prostoriji/prostoru gdje se stalno radi s jodom u krutom obliku, treba istaloženu prašinu uklanjati mokrim postupkom ili vakuum-usisivačem s visoko učinkovitim filtrom (ne upotrebljavati standardne komercijalne usisivače!).

– U radnom prostoru gdje se radi/rukuje jodom, ne smije se jesti, piti ni pušiti. Prije jela i na kraju posla treba oprati sve dijelove tijela koji su tijekom rada mogli doći u dodir s jodom.

– Radna odjeća jako kontaminirana jodom ne smije se odnositi kući na pranje; ako je još upotrebljiva, taj posao treba povjeriti osobi koja je upoznata sa značajkama joda i načinima zaštite.

– Blizu radnih mjesta gdje se stalno radi/rukuje jodom i njegovim otopinama, treba da se nalaze ispiralice za oči i tuš.

– Na brzo i lako dostupnom mjestu treba držati u pripremi opremu za intervencije u izvanrednim situacijama.

## OSOBNA ZAŠTITNA SREDSTVA

**VAŽNO!** Osobna zaštitna sredstva **nisu** zamjena za dobre uvjete rada, propisno rukovanje opasnim tvarima i razumno ponašanje na radnom mjestu. Preventivne tehničko-tehnološke i higijenske mjere djelotvornija su zaštita od štetnih tvari nego osobna zaštitna sredstva. Međutim, pri obavljanju nekih poslova te u nekim situacijama upotreba zaštitnih sredstava može biti nužna:

### Zaštita dišnih organa

Ako postoji mogućnost izlaganja parama joda u koncentraciji većoj od 0,1 ppm, za zaštitu disanja mogu se upotrijebiti cjevna maska s dovodom čistog zraka pod pozitivnim tlakom ili izolacijski aparat pod pozitivnim tlakom, oba uređaja s potpunom zaštitom lica. Koncentracija para neposredno opasne po život je 10 ppm; u takvoj atmosferi kao i u atmosferi koja sadrži nepoznatu koncentraciju jodnih para treba upotrijebiti izolacijski aparat pod pozitivnim tlakom i s potpunom zaštitom lica/glave.

Osobe koje su zbog prirode posla ili uvjeta rada primorane upotrebljavati uređaje za zaštitu disanja moraju poznavati način pro-

vjeravanja, upotrebe, čišćenja i održavanja takvih uređaja, u protivnom posljedice mogu biti vrlo teške.

### Zaštita očiju

Ako se pri radu s otopinama joda ne upotrebljava uređaj za zaštitu disanja, oči treba zaštititi od prskanja tekućine kemijskim zaštitnim naočalama i/ili plastičnim štitnikom za lice.

### Zaštita tijela

Pri radu s jodom/otopinama joda ruke treba zaštititi otpornim rukavicama, tijelo zaštitnim ogrtačem i/ili zaštitnom odjećom a noge gumenim čizmama. Većina materijala koji se upotrebljavaju za izradu zaštitne odjeće vjerojatno je prikladna i za zaštitu od joda. Za specijalne slučajeve/radne uvjete predlaže se zatražiti savjet od proizvođača zaštitne opreme.

### Zaštitna sredstva opće namjene

To su tuševi koji daju obilan mlaz vode umjerene temperature i tlaka i ispiralice za oči; najprikladnije su ispiralice na principu fontana (vodoskoka). Tuševi i ispiralice za oči treba postaviti u neposrednoj blizini mjesta gdje se radi sa štetnim tvarima.

## USKLADIŠTENJE

Skladišna prostorija/prostor gdje se drži jod, treba da je odvojena od radnih/boravišnih prostorija; ona treba da je hladna, suha, ventilirana i zaštićena od direktnog sunčevog svjetla. Materijal od kojeg je izgrađen skladišni prostor te ventilacijski uređaji i električne instalacije moraju biti otporni na koroziju. Spremnici u kojima se drži jod treba da su prikladno označeni i uvijek dobro zatvoreni. Označene prazne spremnike treba držati odvojeno od punih i dobro začepiti, jer mogu sadržavati štetne ostatke. Preporučuje se na skladištu držati ograničenu količinu joda. U skladišnom prostoru ne smiju se držati tvari s kojima bi jod mogao nepoželjno/opasno reagirati (inkompatibilne tvari, vidi tamo). Spremnike s jodom treba povremeno provjeravati da su dobro začepljeni i neoštećeni. Pristup skladišnom prostoru i rukovanje spremnicima treba dopustiti samo ovlaštenim osobama.

Blizu skladišnog prostora gdje se drži jod, treba imati u pripremi uređaje/opremu za hitne intervencije u izvanrednim situacijama.

## POSTUPCI U IZVANREDNIM SITUACIJAMA

Ako se u radnom prostoru prolje/prosipa veća količina joda, predlaže se postupiti na ovaj način:

(1) Sve osobe moraju odmah napustiti taj prostor pazeći da ne dođu u dodir s prosipanim materijalom;

(2) O incidentnoj situaciji treba odmah obavijestiti osobu ili službu koja je zadužena za sprovođenje zaštitnih mjera;

(3) U kontaminirani prostor smiju ući samo osobe osposobljene za djelovanje u incidentnim situacijama koje će obaviti dekontaminaciju; one treba da su opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom.

Ako se prolje velika količina otopljenog joda, treba spriječiti izlivanje tekućine u prostore na nižoj razini i u kanalizaciju ili vodotoke.

## DETOKSIKACIJA/DEKONTAMINACIJA

Ako se u radnom prostoru prolje veća količina otopljenog joda, treba forsiranom ventilacijom provjetriti taj prostor. Prolivenu tekućinu treba posipati suhim pijeskom, suhom smrvljenom zemljom ili nekim drugim inertnim adsorbensom, materijal pokupiti i staviti u obilježeni kontejner s hermetiziranim poklopcem; taj materijal može biti isto tako štetan kao i adsorbirana otopina joda. Na isti način može se postupiti i u slučaju da je količina prolivene