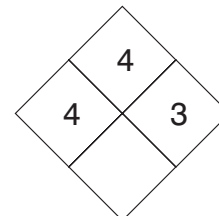


požarno opasne, toksične i reaktivne tvari

Uređuje: Branko Uhlak

251

DIBORAN (Diborane)



CAS br. 19287–45–7

UN br. 1911

SINONIM: borov hidrid

KLASIFIKACIJA OPASNOSTI U POŽARU

Stupanj škodljivosti 4:

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

Stupanj zapaljivosti 4:

Ovaj stupanj zapaljivosti pripisuje se gorivim plinovima i lako zapaljivim tekućinama koje se pri normalnom atmosferskom tlaku i normalnoj temperaturi brzo ili potpuno isparuju, te sa zrakom stvaraju zapaljive i eksplozivne smjese.

Stupanj reaktivnosti 3:

Ovaj stupanj reaktivnosti pripisuje se tvarima koje se eksplozivno razgrađuju ili eksplozivno reagiraju, ali zahtijevaju jači inicirajući izvor ili se moraju zagrijati u ograničenom prostoru prije iniciranja. Ovdje spadaju i tvari osjetljive prema termičkom ili mehaničkom udaru pri povišenim temperaturama.

FIZIČKO-KEMIJSKA SVOJSTVA

Kemijska formula: bruto: H_6B_2 ; strukturna:

Relat. molna masa: 27,68

Fizički oblik: bezbojan plin

Miris: nadražujući, može se osjetiti u koncentraciji od 2,5 ppm

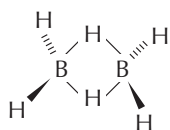
Vrelište: $-92\text{ }^\circ\text{C}$ Talište: $-165\text{ }^\circ\text{C}$

Gustoća (zrak = 1): 0,96

Topljivost u vodi: pri dodiru s vodom ili vlažnim zrakom može se spontano zapaliti uz stvaranje plina vodika i borne kiseline.

Topljivost u drugim otapalima: Topljiv u CS_2 , u amonijaku i u koncentriranoj sumpornoj kiselini.

Inkompatibilne tvari: metali, oksidirajuće tvari, lužine, gorivi materijali, halogenirani spojevi.

Ostale značajke: može se eksplozivno razgraditi ako se izloži temperaturi višoj od $40\text{ }^\circ\text{C}$. Produkti termičke razgradnje mogu biti različiti spojevi. Može se zapaliti/reagirati eksplozivno pri dodiru s aluminijem, litijem, klorom, halogeniranim spojevima, amonija-

kom, dušičnom kiselinom, dimetil-sulfoksidom i nekim drugim spojevima. Izjeda neke plastike, gumu i premaze.

MAKSIMALNO DOPUSTIVA KONCENTRACIJA U ZRAKU (MDK)

Prema "Pravilniku o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima" (N.N. br. 92/1933) maksimalno dopustiva koncentracija je

ppm 0,1

 $mg\ m^{-3}$ 0,1

ZAPALJIVOST I EKSPLOZIVNOST

Plamište (zatvorena posuda): $-90\text{ }^\circ\text{C}$ Temperatura zapaljenja: $38\text{ }^\circ\text{C} - 52\text{ }^\circ\text{C}$

Granice eksplozivnosti: 0,8 – 88%

POŽARNA SVOJSTVA I ZAŠTITA OD POŽARA

Požarna svojstva diborana

Diboran je goriv plin koji sa zrakom stvara eksplozivne smjese. Termičkom razgradnjom nastaju plin vodik i borov oksid. Može se zapaliti/izazvati eksploziju i na sobnoj temperaturi pri dodiru s mnogim kemijskim tvarima, pri dodiru s vodom ili vlažnim zrakom. Nestabilnost diborana povećava se na temperaturama višim od $18\text{ }^\circ\text{C}$.

Postupci u slučaju požara

Plin se može širiti po tlu i privući plamen iz udaljenog izvora zapaljivanja. Spremnik s diboranom treba na vrijeme ukloniti iz zone opasnosti ako je to bez rizika. Isto tako, ako je to moguće, iz neposredne blizine spremnika treba ukloniti moguće izvore zapaljivanja, gorivi materijal i tvari s kojima bi diboran mogao opasno reagirati. Ako to nije moguće, požar u blizini spremnika treba gasiti iz sigurne udaljenosti automatiziranim uređajima 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)

Ugrožene spremnike treba hladiti vodom i to još neko vrijeme nakon što je požar ugašen. Ako se požar ne može obuzdati ili ako se iz odušaka na spremnicima začuje zvuk koji se pojačava ili se zamijeti promjena boje stjenke spremnika, potrebno je najkraćem vremenu napustiti taj prostor (zona evakuacije promjera oko 800 m).

Gašenje požara

Ako se izlaženje plina iz spremnika ne može odmah zaustaviti i ako se plin zapali, najbolje je pustiti da plin izgori. Veći požar u okolini spremnika s diboranom može se gasiti vodenim sprejem/maglom (Oprez! Plin ne smije doći u dodir s vodom jer može doći do njegova zapaljivanja/eksplozije spremnika!) i pjenama.

Osobe koje gase požar moraju upotrebljavati potpunu osobnu zaštitnu opremu što uključuje i izolacijski aparat za disanje s potpunom zaštitom glave.

Zaštita od eksplozija

Diboran sa zrakom stvara eksplozivne smjese u širokom koncentracijskom rasponu. Plin može izazvati eksploziju i pri dodiru s raznim spojevima, s vodom i vlažnim zrakom (v. "Fizičko-kemijska svojstva").

Zaštita od eksplozija svodi se na sprečavanje stvaranja uvjeta pod kojima diboran može reagirati eksplozivno, u prvom redu nagomilavanje plina u ograničenom prostoru.

Spremnici s diboranom ne smiju se izlagati mehaničkim udarcima, temperaturi višoj od 18 °C ni držati blizu potencijalnih izvora zapaljivanja.

ŠTETNOST ZA ZDRAVLJE

Diboran se upotrebljava u različite svrhe, kao reduktivno sredstvo u sintezama nekih organskih spojeva (intermedijera), kao katalizator u industriji (za poboljšanje stvaranja kristala), u gumarskoj industriji (u procesu vulkanizacije), kao aditiv/komponenta visokoenergetskih goriva itd.

Koncentracija neposredno opasna po život i zdravlje: 40 ppm.

Mogući putovi ulaska u organizam: udisanje, dodir s očima i kožom.

Najugroženiji su: dišni putovi, pluća, centralni živčani sustav.

Djelovanje na organizam

Diboran nadražuje dišni sustav, kožu i oči. Ako dospije u organizam, djeluje toksično. Ovisno o trajanju i jačini izloženosti znaci djelovanja mogu biti:

Akutna izloženost: znaci su slični onima kod "metalne groznice": kašalj, kratak dah, stezanje u grudima, drhtavica, groznica, tromost, bolovi perikarda, mučnina.

Znaci koji se pojavljuju ubrzano nakon izlaganja mogu trajati i nekoliko dana u kojem razdoblju se može razviti i upala pluća.

Subakutna izloženost: nadražaj pluća, znaci djelovanja na centralni živčani sustav, glavobolja, vrtoglavica, umor, slabost u mišićima, katkad i drhtavica.

Kronično izlaganje: stezanje u grudima, suhi kašalj, teško disanje, hiperventilacija; znaci mogu potrajati i dulje vrijeme pa i godina.

PRVA POMOĆ

Štetne posljedice u slučaju nezgode pri radu s diboranom mogu se pojaviti ako se pravodobno ne poduzmu mjere za njihovo sprečavanje. U blizini mjesta gdje se radi/rukuje diboranom, potrebno je na vidljivom mjestu istaknuti uputu o pružanju prve pomoći u slučaju nezgode.

Prikladna je ova uputa:

DIBORAN

PRVA POMOĆ U SLUČAJU NEZGODE NA RADU

Udisanje: osobu odmah izvesti na čisti zrak i utoplit. Ako je potrebno, primijeniti umjetno disanje posebnim uređajem (ne metodom "usta na usta!"). Potrebna je hitna liječnička pomoć, do tada osoba treba mirovati.

Savjet liječniku: dobro je davati kisik.

Dodir s očima: Odmah isprati velikom količinom tekuće mlake vode ili fiziološkom otopinom, sve dotle dok se više ne osjeća nadražaj. Povremeno rastvoriti vjeđe i kružiti očima, tako da ispirna tekućina dospije u sve dijelove oka. Nakon ispiranja zatražiti pomoć/savjet liječnika.

Dodir s kožom: Kontaminiranu odjeću, obuću, ručni sat i sl. odmah skinuti, a mjesto dodira isprati s mnogo tekuće vode i sapunom, barem 15–20 minuta. Nakon ispiranja zatražiti savjet/pomoć liječnika.

Važno! Prvu pomoć treba pružiti što brže i istodobno pozvati liječnika; ako nije brzo dostupan, osobu treba odmah nakon pružanja prve pomoći otpremiti u bolnicu. 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 rade/rukuju diboranom moraju poznavati osnovne značajke tog plina i opasnosti kojima se izlažu ne pridržavaju li se osnovnih propisa i uputa o zaštiti na radu s opasnim tvarima. Za upozorenje izrađuju se posebne ploče, natpisi i kartice koje sadrže kratak opis prirodne opasnosti i preporuke o ponašanju u slučaju nezgode na radu. Istu namjenu imaju i naljepnice za spremnike u kojima se drži opasna tvar. Za obilježavanje spremnika u kojima se drži diboran, prikladna su ova upozorenja:

DIBORAN

OPASNOST! GORIVI, VRLO REAKTIVNI I OTROVNI PLIN!

- Ne izlagati povišenoj temperaturi
- Držati daleko od izvora zapaljivanja
- Ne smije doći u dodir s vodom i zrakom, osobito vlažnim!

PROUČITE UPUTE O PRUŽANJU PRVE POMOĆI I O PONAŠANJU U IZVANREDNOJ SITUACIJI!

Ventilacija radnih prostorija

U radnoj prostoriji gdje se radi/rukuje diboranom, treba osigurati dobru mehaničku ventilaciju. Ventilacijski sustav mora biti uzemljen, protueksplozivno zaštićen i ne smije se priključiti na druge sustave provjetravanja. Zrak treba odvoditi izravno u vanjsku atmosferu. Sve tehnološke procese u kojima se upotrebljava diboran treba provoditi u zatvorenim (hermetiziranim) sustavima, po mogućnosti u odvojenom prostoru.

Ako se tehničko-tehnološkim i drugim mjerama ne može postići da zrak u radnom prostoru sadrži manje od maksimalno dopustive koncentracije diborana, treba pri radu/boravku u takvoj atmosferi upotrebljavati odgovarajuća osobna zaštitna sredstva, u prvom redu uređaj za zaštitu disanja (v. osobna zaštitna sredstva).

U ograničenom radnom prostoru gdje se stalno radi/rukuje diboranom, potrebno je u određenim vremenskim razmacima provjeravati čistoću zraka, odnosno koncentraciju diborana u zraku.

SIGURNI RADNI POSTUPCI

- Osobe koje dolaze u dodir s diboranom moraju poznavati značajke tog plina, kako postupiti u incidentnim situacijama i kako pružiti prvu pomoć u slučaju nezgode pri radu s tim plinom.
- U radnom prostoru gdje se stalno radi/rukuje diboranom, treba u određenim vremenskim razmacima provjeravati čistoću zraka.
- Ventili na spremnicima s diboranom moraju uvijek biti dobro zatvoreni i osigurani od oštećivanja.
- Spremnici s diboranom ne smiju se sudarati, vući po podu i izlagati temperaturi višoj od 18 °C.
- Prije ulaska u ograničeni prostor u kojem bi zrak mogao biti kontaminiran diboranom, treba poduzeti mjere predostrožnosti i upotrijebiti odgovarajuću osobnu zaštitnu opremu.
- Pri radu/rukovanju diboranom, treba izbjegavati udisanje plina ili dodir plina s kožom i očima. Također, treba paziti da diboran ne dođe u dodir s tvarima s kojima bi mogao nepoželjno reagirati (opasnost od zapalijavanja i eksplozija).
- Nedaleko od radnih mjesta gdje se radi/rukuje diboranom (i drugim tvarima štetnim za zdravlje), potrebno je postaviti ispiralice za oči, praonik za ruke i tuš (vidi: Zaštita sredstva opće namjene).
- U radnoj prostoriji/prostoru gdje se radi /rukuje diboranom, ne smije se jesti niti piti, a osobito ne pušiti.
- Na kraju rada/rukovanja diboranom, kao i prije jela, potrebno je oprati ruke i dijelove tijela koji su mogli doći u dodir s diboranom.
- Radnu odjeću treba držati odvojeno od dnevne odjeće/obuće.
- Nedaleko radnih prostorija/prostora gdje se stalno upotrebljava diboran, treba držati u pripremi opremu i sredstva za hitne intervencije u izvanrednim situacijama (vidi. Postupci u izvanrednim situacijama).

OSOBNJA ZAŠTITNA SREDSTVA

Važno! Osobna zaštitna sredstva **nisu** zamjena za dobre uvjeta 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, no pri obavljanju nekih poslova i u nekim situacijama upotreba osobnih zaštitnih sredstava može biti nužna.

Zaštita dišnih organa

Ako se tehničko-tehnološkim i drugim mjerama atmosfera u radnom prostoru ne može učini da sadrži manje od maksimalno dopustive koncentracije diborana, treba pri radu/boravku u takvoj atmosferi upotrebljavati prikladan uređaj za zaštitu disanja.

U atmosferi koja sadrži do 5 ppm diborana može se upotrebljavati respirator s dovodom čistog zraka i s potpunom zaštitom lica ili izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica. Za koncentracije veće od 15 ppm ili za nepoznate koncentracije diborana potrebno je upotrebljavati respirator s dovodom čistog zraka pod pozitivnim tlakom i s potpunom zaštitom lica ili izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica.

Osobe koje su zbog prirode posla ili uvjeta rada primorane upotrebljavati uređaje za zaštitu disanja moraju poznavati način provjeravanja, upotrebe, čišćenja i održavanja takvih uređaja, u protivnom posljedice mogu biti vrlo teške.

Zaštita očiju

Upotrebljavaju se kemijske zaštitne naočale koje dobro prijanjaju uz lice i ne propuštaju plinove. Pri radu u atmosferi koja sadrži više od 5 ppm dibo-rana zaštita očiju postiže se upotrebom uređaja za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica.

Zaštita tijela i ruku

Zaštita je potrebna samo pri obavljanju poslova kad postoji opasnost od izlaganja diboranu, npr. prilikom rukovanja spremnikom iz kojeg se plin ispušta/pretače u drugi spremnik/reakcionu posudu. Kao materijal otporan prema diboranu spominje se butil-guma, s time da otpornost tog materijala može varirati, ovisno o proizvođaču, pa njegovu otpornost treba prije upotrebe provjeriti.

Zaštitna sredstva opće namjene

To su tuševi koji daju obilan mlaz vode umjerene temperature i tlaka te 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/rukuje tvarima štetnim za zdravlje.

Skladištenje

Diboran treba skladištiti u skladu s propisima o držanju gorivih komprimiranih otrovnih plinova. Skladišna prostorija/prostor, mora biti odvojen i dovoljno daleko od radnih/boravišnih prostora; mora biti suha, hladna ili hladena (temperatura ispod 18 °C), dobro ventilirana i zaštićena od izravnog sunčevog svjetla. Ventilacijski sustav i sve električne instalacije i rasvjetna tijela moraju biti zaštićeni od iskrenja i uzemljeni.

U skladišnom prostoru ne smiju se upotrebljavati izvori topline i zapalijavanja ni držati inkompatibilne tvari s kojima bi diboran mogao nepoželjno reagirati. Plin ne smije doći u dodir s vodom i zrakom, te se predlaže da ga se drži u atmosferi internog plina (dušik). Suhe i čiste spremnike (bez znakova korozije) treba propisno obilježiti i držati na razini poda; ispušne ventile, uvijek dobro zatvorene, treba zaštitnim kapama osigurati od udaraca. Spremnici se ne smiju sudarati ni valjati po podu. Prazne, prikladno označene spremnike treba držati odvojene od punih.

POSTUPCI U IZVANREDNIM SITUACIJAMA

Ako u radnom prostoru dođe do incidentne situacije (propuštanje plina, požar sl.), predlaže se postupiti na ovaj način:

- sve osobe moraju odmah napustiti taj prostor
- o incidentnoj situaciji treba odmah obavijestiti osobu/sluzbu odgovornu za provođenje zaštitnih mjera, eventualno alarmirati i vatrogasnu službu.
- ako je to moguće, treba **odmah** isključiti električnu struju; ako se to ne učini odmah, bolje je električne prekidače ne dirati!
- treba odmah isključiti sve potencijalne izvore zapalijavanja
- u prostor s kontaminiranim atmosferom smiju ući samo osobe osposobljene za djelovanje u incidentnim situacijama, opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom što uključuje i izolacijski aparat za disanje s potpunom zaštitom lica.

DETOKSIKACIJA I DEKONTAMINACIJA

Treba otvoriti sve prozore i vrata te forsiranom ventilacijom provjetriti prostoriju s kontaminiranim zrakom.

Upozorenje! Atmosfera kontaminirana diboranom je potencijalno eksplozivna! Stvaranje opasne koncentracije para u zraku može se spriječiti prskanjem s vodenim sprejem. Voda nastala prskanjem ne smije se upuštati u odvodne kanale (opasnost od eksplozije na nekom drugom mjestu!).

Ako je to bez rizika, potrebno je pokušati začepiti mjesto propuštanja plina na spremniku, pri čemu se ne smije upotrijebiti alat koji iskri! Ako to nije moguće, treba spremnik iznijeti na otvoreni prostor i pustiti da se isprazni; u takvom slučaju treba struju izlazećeg plina diborana pomiješati strujom dušika jer se diboran na zraku može spontano zapaliti.

U prostor u kojem je došlo do incidentne situacije smije se ući bez osobne zaštitne opreme tek nakon dekontaminacije tog prostora.

ODREĐIVANJE DIBORANA U ZRAKU

Jedna od metoda određivanja diborana u zraku opisana je u "NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. Cincinnati, OH. (1994); DHHS (NIOSH) pub L. No. 94–113".

Određivanje koncentracije diborana u radnoj atmosferi najbolje je povjeriti nekom od specijaliziranih analitičkih laboratorija koji raspolažu potrebnom opremom i iskustvom, kako u pogledu izbora analitičke metode tako i interpretacije mjernih rezultata. Analitički laboratoriji, odnosno institucije koje se u Zagrebu bave određivanjem štetnih tvari u zraku i rješavanjem problema u vezi sa zaštitom na radu i zaštitom okoliša su npr. ANT – Laboratorij za analitiku i toksikologiju, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Institut za sigurnost, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti i dr.

ZAŠTITA OKOLIŠA

Nema podataka o mogućem štetnom djelovanju diborana na okoliš; vjerojatnost takvog djelovanja je mala, osim možda u neposrednoj blizini mjesta proizvodnje/upotrebe tog plina. Nema kriterija o dopustivoj koncentraciji diborana u vodi.

PRIJEVOZ

Diboran se obilježava i u transportu prevozi kao tvar klase 2 (stlačeni, ukapljeni i pod tlakom otopljeni plinovi) s time da se označava i kao gorivi plin.

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

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

Havarija prilikom prijevoza

Ako prilikom cestovnog prijevoza spremnika s diboranom dođe do havarije, odnosno oštećenja spremnika, zaustavite vozilo što prije i podalje od javnih putova i odmah ugascite motor. Osigurajte dovoljno veliku zaštitnu zonu i blokirajte prilazne putove. Unutar zaštitne zone ne pušite i ne palite plamen! O havariji obavijestite najbliže institucije sigurnosti (vatrogasci i policija) kao i pošiljatelja pošiljke.

Ako je propustio ventil na spremniku s plinom, treba pokušati – ako je to bez rizika – zatvoriti ventil, pri čemu se ne smije upotrebljavati alat koji iskri. Oprez! Pri dodiru plina sa zrakom može doći do njegova samozapaljenja! Stoga, ako se ventil koji propušta ne može odmah zatvoriti (obvezna je upotreba osobnih zaštitnih sredstava), najbolje je potražiti zaklon na sigurnoj udaljenosti i pustiti da se spremnik isprazni u atmosferu.

Slično treba postupiti ako se havarija dogodi u neposrednoj blizini ili unutar naselja; u takvom slučaju treba iz najbliže okoline udaljiti sve osobe sve dok opasnost ne prođe.

– • –

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