

RAVNANJE Z NIZKOTEMPERATURNO UTEKOČINJENIMI PLINI



Brošura št. 04 / 2011



Brnčičeva 27
1231 Črnuče
Slovenija
Tel. +386 2 669 03 35
Fax +386 1 561 00 20

1. Uvod

Ti varnostni napotki so priporočila iz prakse za varno ravnanje z nizkotemperaturno utekočinjenimi plini. varnostnih predpisov z njimi ne nadomestimo, temveč jih dopolnimo.

Plin ali tekočina se nahaja v nizkotemperaturnem (ali kriogenem) stanju, če je njegova/njena temperatura občutno pod temperaturo okolja (torej n.pr. pod -50°C). V tabeli so navedeni nekateri od plinov, s katerimi se pogosto ravna v nizkotemperaturnem stanju.

Fizikalne lastnosti nekaterih nizkotemperaturnih plinov

	Kisik	Dušik	Argon	Vodik	Helij	LNG	Ogljikov dioksid
Kem. simbol	O ₂	N ₂	Ar	H ₂	He	CH ₄	CO ₂
Vrelišče pri 1013 mbar [°C]	-183	-196	-186	-253	-269	-161	-78,5*)
Gostota tekočine pri 1013 mbar [kg/l]	1,142	0,808	1,40	0,071	0,125	0,42	1,178
Gostota plina pri 15° C, 1013 mbar [kg/m ³]	1,34	1,17	1,67	0,084	0,167	0,72	1,85
relativna gostota nasproti zraku pri 15° C, 1013 mbar	1,09	0,95	1,36	0,0685	0,136	0,55	1,51
Iz 1 l tekočine nastala količina plina [l]	853	691	839	845	749	587	632

*) Sublimacijska temperatura

Napitek: Pri temperaturi vrenja so vsi navedeni plini težji od zraka.



Brnčičeva 27
1231 Črnuče
Slovenija
Tel. +386 2 669 03 35
Fax +386 1 561 00 20

2. Splošno o nizektemperaturno utekočinjenih plinih

Kemične lastnosti plinov so v nizektemperaturnem utekočinjenem stanju načeloma enake kot v "toplem" stanju. V nizektemperaturnem stanju se pridruži zraven **fizikalna** lastnost " nizektemperaturno". Iz te dodatne lastnosti izhajajo posebnosti, ki jih je potrebno upoštevati pri ravnanju z nizektemperaturnimi plini, n.pr.:

- Dotik: neposredni stik z nizektemperaturnimi tekočinami lahko povzroči močne ozeblino oz. mrzle opekline.

Ukrepe za Prvo pomoč preverimo v varnostnih napotkih **Mrzle opekline in ozeblino**.

Kapljice lahko zlasti poškodujejo oči.

- Povečanje krhkosti: Materialom (n.pr. večini umetnih mas, gradbenemu jeklu) se močno poveča krhkost pri nizkih temperaturah.

3. Previdnostni ukrepi

Previdnostni ukrepi v tem poglavju so uporabni za vse nizektemperaturno utekočinjene pline. Uporabimo jih skupaj s previdnostnimi ukrepi, ki so vsebovani v varnostnih podatkovnih listih za pline in drugih zadevnih varnostnih napotkih, n.pr. v varnostnih napotkih **Pomanjkanje kisika, kopičenje kisika** itd.

3.1 Osebna zaščitna oprema

Če osebno zaščitno opremo dosledno nosimo, nas ščiti pred stikom z nizektemperaturnimi plini, tekočinami ali deli naprav, tako da so zdravstvene poškodbe praktično izključene.

Obleka naj bo čista, suha in izdelana iz naravnih vlaken. Naj se ne prilega tesno, da bi jo lahko zlahka in hitro slekli, če je prišlo do omočenja z nizektemperaturnim plinom ali tekočino. Roke in noge naj bodo popolnoma pokrite. Odprtih žepov, zavihanih hlačnic ali rokavov se ogibajmo.

Nosimo dobro izolirane **rokavice** iz suhih, proti krhkosti odpornih materialov (n.pr. usnje, kevlar®), če imamo opravka z mrzlimi deli naprav in če je mogoče računati z brizgljaji. Tudi rokavice naj bodo nasajene ohlapno, da bi jih lahko hitro sneli, če v rokavice priteče kriogena tekočina. Zavihki ali manšete naj bodo izvedene tako, da preprečijo, da bi tekočina zlahka prodrla vanje.

® = registrirana blagovna znamka Du Pont

Če bi brizgajoča kriogena tekočina lahko dosegla oči, je potrebno nositi **obrazno zaščito**, n.pr. če prelivamo nizektemperaturno tekočino, če priključujemo ali odklapljamo gibke cevi ali če potapljammo dele v nizektemperaturno tekočino. Očala lahko le nepopolno varujejo.

Če ravnamo z nizektemperaturnimi tekočinami, je potrebno nositi **obutev** v dobrem stanju. Podplati naj bodo profilirani. Če ravnamo z gorljivimi nizektemperaturnimi plini ali tekočinami (n.pr. s tekočim vodikom, tekočim zemeljskim plinom, LNG), nosimo čevlje s prevodnimi (tako imenovanimi antistatičnimi) podplati. Vsi



Brnčičeva 27
1231 Črnuče
Slovenija
Tel. +386 2 669 03 35
Fax +386 1 561 00 20

varnostni čevlji po DIN 4843 izpolnjujejo te zahteve, v kolikor imajo originalne podplate. Škornji niso priporočljivi zaradi tega, ker jih ne moremo dovolj hitro sezuti.

Dihalni aparati so lahko potrebni tedaj, če kisik izpodrinejo izpareli, kriogeni plini. Glej tudi varnostne napotke **Pomanjkanje kisika**.

3.2 Posebnosti pri ravnanju z nizkotemperaturno utekočinjenimi plini

Nizkotemperaturno utekočinjeni plini se praviloma nahajajo pri atmosferskem tlaku v vrelnem stanju. Pri **pretakanju** v posode, ki še imajo temperaturo okolice, se vrenje sprva izredno močno poveča. Pri tem zlahka iznesemo brizgljaje nizkotemperaturno utekočinjenega plina, ki izpareva v veliki količini. Obraz in roke morajo biti zato zaščitene. Enako velja za **potapljanje** predmetov s temperaturo okolja (ali bolj tople) v nizkotemperaturno utekočinjene pline.

Če so posode ali predmeti prevzeli temperaturo nizkotemperaturno utekočinjenega plina, intenzivnost izparevanja pojenja, vendar ostane nizkotemperaturno utekočinjeni plin v stanju vretja. Vdor toplote ima za posledico, da stalno izteka iz posode nizkotemperaturni plin, v kolikor je ta odprta. Pri zaprtih posodah bo tlak porasel. Čim boljša je izolacija posode, tem počasnejši je porast tlaka.

Iz enega litra nizkotemperaturno utekočinjenega plina nastanejo znatne količine plinov (glej tabelo vrsta 6). Zato je potrebno, da tam, kjer se postopa z nizkotemperaturno utekočinjenim plinom, obstoja **zračenje**, ki odvaja vsaj nastajajočo količino plinov. Zadostno zračenje naj prepreči, da se vsebnost kisika v zraku bistveno poveča: Nakopičenje kisika v zraku od (normalno) 21-vol. % na preko 23% vol. % znatno poveča **nevarnost požara**. Nizkotemperaturno utekočinjeni kisik zato ne spada v odprte posode.

Z nizkotemperaturno utekočinjenimi plini, navedenimi v tabeli, do zastrupitev sicer ne more priti, ker so tam navedeni plini nestrupeni. Ti plini (razen kisika) pa lahko izpodrinejo kisik v zraku, kar lahko pri vsebnosti kisika v zraku v višini 15 vol. % privede do zadušitev. Upoštevati je treba, da lahko ogljikov dioksid pri majhnih koncentracijah v zraku povzroča znatne motnje pri dihanju. Koncentracije CO₂ od 20 vol. % dalje v nekaj sekundah delujejo smrtno. Ne glede na povečanje nevarnosti požara je nakopičenje kisika v zraku na preko 23 vol. % za telo nenevarno. Nadaljnje informacije o tem najdete v varnostnih napotkih **Pomanjkanje kisika oz. Kopičenje kisika**.

Zadrževanje na zraku, ki je podhlajen zaradi nizkotemperaturnih plinov, lahko povzroči **podhladitev** telesa, lahko pa pride tudi do motenj v delovanju pljuč pri vdihavanju zraka, ki je podhlajen zaradi nizkotemperaturnih plinov.

Če se nizkotemperaturni plini mešajo z zrakom, lahko nastaja megla, ker se zaradi ohlaiditve zgošča **zračna vlaga**. V primeru večjega iztekanja nizkotemperaturnih utekočinjenih plinov je lahko ustvarjanje megle tako obsežno, da lahko **omejena vidljivost** otežkoča orientacijo. Upoštevati je treba, da je potrebno računati z občutno spremembo sestave zraka tudi zunaj oblaka megle.



Brnčičeva 27
1231 Črnuče
Slovenija
Tel. +386 2 669 03 35
Fax +386 1 561 00 20

Vsi plini, navedeni v tabeli, so pri navedeni temperaturi vrenja občutno težji od zraka. Kjer je potrebno računati s sproščanjem velikih količin nizkotemperaturnih utekočinjenih plinov, ne sme biti nobenih kanalskih jaškov brez zapore tekočine, nobenega odprtega kletnega okna ali drugih odprtih dohodov **k globlje ležečim prostorom**, kanalom itd., ker bi se lahko tam nabirali težki plini. V takšnih območjih bi torej eventualno obstojala posebna nevarnost zadušitve oz. nevarnost požara. Pri ravnanju z **inertnimi** plini (n.pr. dušik, argon, helij, CO₂) ni nevarnosti požara. Te pline je mogoče celo uporabiti za gašenje požarov. Nevarnost požara ali eksplozije lahko nastane tedaj, če iztekajo **gorljivi** nizkotemperaturni plini (n.pr. tekoči vodik, LNG), ker ti izparevajo in tako tvorijo z zrakom eksplozivno zmes. Posebno učinkovito naravno ali umetno zračenje je zato praviloma nujno. **Kisik**, čeprav sam po sebi ni gorljiv, pospešuje gorenje. Materiali, ki pod atmosferskimi pogoji veljajo za negorljive ali težko vnetljive, so lahko gorljivi v zraku, ki je obogaten s kisikom, ali šele prav gorljivi v čistem kisiku, in ko se vžgejo, izgorevajo izredno burno in z znatnim razvijanjem toplote. V zraku gorljivi materiali (n.pr. olje, asfalt, umetne mase, ...) reagirajo v prisotnosti zraka, obogatenga s kisikom, in v čistem kisiku eksplozivno in zato se je potrebno ogibati stika z njim. Glej tudi varnostne napotke **Kopičenje kisika**.

Pri ravnanju z vsemi nizkotemperaturnimi plini, katerih temperatura je nižja od vrelišča kisika (glej tabelo 2. vrsta), obstoja možnost, da se zračni kisik kondenzira in pride do lokalnega kopičenja kisika. Glej varnostne napotke **Kopičenje kisika**.

Materiali, ki ne morejo priti v stik z nizkotemperaturnimi utekočinjenimi plini, morajo biti primerni za njihove globoke temperature, to se pravi, ne smejo **postati krhki** na mrazu. Primerni so n.pr. baker, austenitna jekla, mnoge aluminijeve zlitine. Od umetnih mas je pod določenimi pogoji primeren PTFE. Kateri materiali so primerni za določen posamezni primer, je treba razjasniti z našimi strokovnjaki za uporabo plinov.

Če je n.pr. mogoče vkleniti nizkotemperaturne utekočinjene pline med dva ventila, je potrebno predvideti naprave za tlačno razbremenitev z dovolj velikim premerom. Te tekočine bodo izhlapevale tudi pri najboljši izolaciji. Plin, ki pri tem nastaja, je potrebno odvajati preko priprav za tlačno razbremenitev, da se izognemo eksploziji cevovoda ipd.

Preden nizkotemperaturnimi utekočinjenimi plini pridejo v aparate, posode, cevovode, armature itd., morajo biti te skrbno osušene. Zaradi nizkotemperaturnih utekočinjenih plinov bi sicer prišlo do zamrznjenja **vlage**, kar bi lahko privedlo do motenj v delovanju (n.pr. varnostnih ventilov, manometrov, ...).

Vedeti je treba, da se vsak material skrči, če ga izpostavimo globokim temperaturam. Obseg **skrčenja** je odvisen od materiala in od stopnje znižanja temperature. Različna skrčenja različnih materialov lahko povzročijo tudi puščanje ali tudi prelome, n.pr. na vijačnih prirobnicah ali podobnih spojih.



Brnčičeva 27
1231 Črnuče
Slovenija
Tel. +386 2 669 03 35
Fax +386 1 561 00 20

4. Varstvo okolja

Plini, navedeni v tabeli (z izjemo vodika in LNG), so vsi prisotni v zraku v različnih količinah. Če izparijo v ozračje razmeroma majhne količine (nekaj litrov) nizkotemperaturnih utekočinjenih plinov, ne bo to s tem trajno niti obremenjeno niti spremenjeno. Če pomotoma razlijemo nizkotemperaturne utekočinjene pline, ne pride do nikakršnega onesnaženja prsti, ker nizkotemperaturnimi utekočinjenimi plini hitro izhlapijo in tako ne prodrejo v tla ali prodrejo vanj le v majhni meri. Začasna lokalno zamrzovanje tal ne zapusti nikakršnih trajnih poškodb tal.

5. Zaključna pripomba

Varno ravnanje z nizkotemperaturnimi utekočinjenimi plini je mogoče le, če poznamo specifične lastnosti teh plinov in jih zavestno koristimo. Nestrokovno uporabljeni nizkotemperaturnimi plini lahko n.pr. povzročijo ozeblino, medtem ko strokovna uporaba enakega učinka v kriokirurgiji deluje blagodejno. Z drugimi besedami:

nizkotemperaturni utekočinjeni plini nimajo niti dobrih niti slabih lastnosti. Gre edino za to, da njihove lastnosti pravilno izrabljamo. Naši strokovnjaki za uporabo plinov Vam bodo povedali, kako