



12/03.03/8459/0

## Úvodné poznámky

Kto chce s kysličníkom uhličitým zaobchádzať bezpečne, musí poznať jeho vlastnosti a vykonať vhodné bezpečnostné opatrenia. Tieto bezpečnostné pokyny sú odporúčaniami z praxe. Záväznú bezpečnostné predpisy nie sú tým nahradené, ale len doplnené.

V praxi sa kysličník uhličitý často nazýva kyselina uhličitá. Tieto bezpečnostné pokyny používajú výraz „kyselina uhličitá“ len tam, kde sa tým myslí vodný roztok kysličníka uhličitého (CO<sub>2</sub> v H<sub>2</sub>O).

## Vlastnosti

### Chemické vlastnosti

Kysličník uhličitý je nehorľavý a pri normálnych atmosférických podmienkach je chemicky stabilný a reakčne pomalý. Spaľovacie reakcie sú kysličníkom uhličitým brzdené alebo úplne potlačané. S určitými látkami, napr. amoniakom alebo amínmi, môže kysličník uhličitý reagovať prudko. Kysličník uhličitý sa vo vode rozpúšťa. Pritom vzniká kyselina uhličitá, ktorá na uhlíkovú oceľ a na niektoré farebné kovy reaguje mierne kyslo a korodujúco.

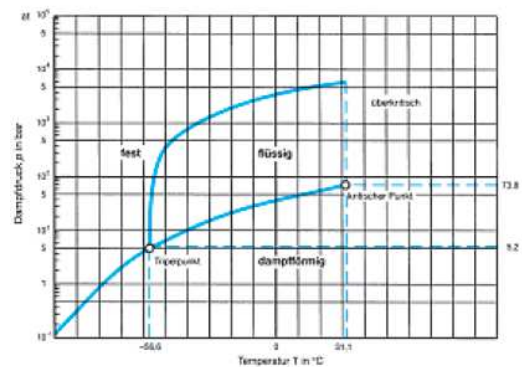
### Fyzikálne vlastnosti

Kysličník uhličitý je ako plyn pri normálnych atmosférických podmienkach asi 1,5 krát ťažší ako vzduch. Preto tečie CO<sub>2</sub> prednostne nadol a môže sa hromadiť v jamách, pivničných priestoroch alebo vo vyhlbeniach terénu. Pri malom pohybe vzduchu sa takto nahromadený CO<sub>2</sub> môže udržať niekoľko hodín.

Osobitnú pozornosť si vyžadujú skupenstvá závislé na tlaku a na teplote:

- pri normálnych atmosférických podmienkach je CO<sub>2</sub> plyný.
- pri teplotách medzi -56,6 a +31,1°C a pri tlakoch najmenej 5,2 baru môže CO<sub>2</sub> nadobudnúť tekutú formu. Pri normálnom atmosférickom tlaku (1 bar) nemôže tekutý CO<sub>2</sub> existovať.
- pri teplotách pod -56,6°C môže CO<sub>2</sub> existovať v pevnom stave.
- len v takzvanom trojnóm bode (-56,6°C, 5,2 bar) sú k dispozícii všetky tri skupenstvá.

## Skupenstvá v súvislosti s tlakom a teplotou



Temperatur = teplota, fluessig = tekutý, fest = pevný, Dampfdruck = tlak pár, dampfoermig = ako para

Skupenstvá sa môžu ľahko meniť:

V plynovej fľaši sa nachádza CO<sub>2</sub> v tekutom stave, to znamená „skvapalnený pod tlakom“. Tlak kvapaliny v plynovej fľaši činí pri 20°C cca. 57 barov. Keď sa z plynovej fľaše odoberá CO<sub>2</sub> pomocou tlakového regulátora, ktorého spodný tlak je nastavený pod hodnotu 5,2 baru, vznikne plyný CO<sub>2</sub>. Pritom vznikne z 1 kg kvapaliny pri uvoľnení na atmosférický tlak asi 550 litrov plynu.

Za určitých podmienok sa môže CO<sub>2</sub> z plynovej fľaše odoberať v tekutej podobe (porovnaj odsek 3). Keď sa tekutý CO<sub>2</sub> pri odbere náhle (tlakovo) odľahčí, tak sa intenzívne ochladí, pričom vznikne zmes skladajúca sa z plynu CO<sub>2</sub> a snehu CO<sub>2</sub>.

### Fyziologické účinky

Kysličník uhličitý je ako plyn bezfarebný a prakticky bez zápachu a chuťovo neutrálny. Preto je nie je ľudskými zmyslovými orgánmi prakticky vnímateľný. Kysličník uhličitý nie je jedovatý. Nejde teda o nebezpečnú látku v zmysle Nariadenia o nebezpečných látkach. Vzduch, ktorý dýchame, obsahuje asi 0,03 % kysličníka uhličitého. Táto koncentrácia je potrebná pre život, lebo aktivuje naše dýchacie centrum a riadi objem a rýchlosť dýchania. Vo vyšších koncentráciách môže CO<sub>2</sub> poškodiť zdravie. Pri 3 až 5 % CO<sub>2</sub> vo vzduchu na dýchanie dochádza k bolestiam hlavy, poruchám dýchania a nevoľnosti. Pri 8–10 % môžu nastúpiť kŕče, mdloba, zastavenie dýchania a smrť. Pritom obsah kyslíka vo vzduchu na dýchanie činí ešte cca. 19 % a bol by teda postačujúci.

Škodlivý fyziologický účinok takejto koncentrácie CO<sub>2</sub> nevzniká teda z nedostatku kyslíka, ale pre priamy účinok kysličníka uhličitého. Z tohto dôvodu je pre CO<sub>2</sub> stanovená maximálna dovolená koncentrácia na pracovisku (hodnota MAK) = 0,5 %.

Kysličník uhličitý môže poškodiť zdravie človeka aj účinkom chladu. Keď sa CO<sub>2</sub> skvapalnený pri nízkej teplote alebo CO<sub>2</sub> ochladený redukciou / uvoľnením dostane na pokožku ako uvoľnená častica alebo ako sneh, môžu vzniknúť bolestivé „studené popáleniny“. Citlivé telesné tkanivo, ako napr. očná rohovka, je osobitne ohrozené. Studené popáleniny väčšieho rozsahu sú životu nebezpečné. (pozri o tom bezpečnostné pokyny Linde č. 1, „Manipulácia s plynmi skvapalnenými pri nízkych teplotách“).

#### Vlastnosti tuhého kysličníka uhličitého

Tuhý kysličník uhličitý (suchý ľad) pozostáva zo stlačeného snehu CO<sub>2</sub>, ktorý sa získava „odláhčením“ tekutého CO<sub>2</sub>. Tuhý kysličník uhličitý má pri normálnom atmosférickom tlaku teplotu -79°C. Keď sa tuhý kysličník uhličitý pri normálnom atmosférickom tlaku zahreje, neroztopí sa, ale sa odparí („sublimuje“) bez zvyšku na plynný kysličník uhličitý (odtiaľto pochádza názov „suchý ľad“). Z 1 kg tuhého kysličníka uhličitého vznikne podľa stupňa kompresie 300–400 litrov plynu CO<sub>2</sub>. Preto môže nastať výrazný tlakový nárast, keď sa tuhý kysličník uhličitý odparí v hermeticky uzavretej nádobe.

#### Bezpečnostné opatrenia

##### Ochrana zdravia

Vdychovanie CO<sub>2</sub> v koncentrovanej forme je pre človeka nebezpečné.

Preto sa CO<sub>2</sub> nesmie vo väčšej koncentrácii nachádzať vo vzduchu na dýchanie. Odporúčajú sa nasledovné bezpečnostné opatrenia:

· Zariadenia CO<sub>2</sub> majú byť tesné. Netesnosti treba neodkladne odstrániť.

- Odpadový CO<sub>2</sub> upotrebený v nejakom technickom zariadení prípadne z bezpečnostného ventilu treba odvieť do ovzdušia.
- Miestnosti so zariadeniami na CO<sub>2</sub> musia mať účinné vetranie.
- Miestnosti, v ktorých sa nahromadilo väčšie množstvo CO<sub>2</sub>, sú prístupné len s použitím dýchacieho prístroja nezávislého na okolitom vzduchu. Platí to aj vtedy, keď sa do miestnosti dostali nejaké osoby omylom a nutne potrebujú pomoc.
- Pri náhlom úniku CO<sub>2</sub> treba predovšetkým okamžite opustiť nižšie položené priestory (jamy, pivnice), lebo tu je nebezpečenstvo nahromadenia CO<sub>2</sub> obzvlášť veľké.
- Stacionárne hasiace zariadenia CO<sub>2</sub> sa môžu na účel skúšky alebo vo vážnom prípade uvádzať do prevádzky iba vtedy, keď sa v ohrozenom priestore nenachádzajú žiadne osoby. Keď môže kysličník uhličitý preniknúť do iných miestností cez kanály, otvory v stenách, vetracie alebo klimatizačné zariadenia, pokladajú sa aj tieto za ohrozené zóny.

##### Zaobchádzanie s fľašami CO<sub>2</sub>

Dôležité rady pre zaobchádzanie s plynovými fľašami každého druhu obsahujú bezpečnostné pokyny spoločnosti Linde č. 7 „Bezpečné zaobchádzanie s plynovými fľašami a skupinami fľaš“ a č. 8 „Prečerpávanie plynových fľaš“.

Pre fľaše CO<sub>2</sub> platia okrem toho nasledovné zásady:

Neautorizované prečerpávanie kysličníka uhličitého z jednej plynovej fľaše do druhej je riskantné z nasledovných bezpečnostno-technických dôvodov: plynové fľaše, ktoré sa majú plniť, musia vyhovovať určitým požiadavkám, aby spoľahlivo zniesli príslušný tlak. Či je určitá fľaša schopná plnenia, to môže spravidla posúdiť len príslušný kvalifikovaný personál autorizovaného podniku pre oblasť plnenia plynov. Okrem toho je nevyhnutne potrebné kontrolovanie a obmedzovanie množstva náplne vážením počas procesu plnenia. Podľa nariadenia o tlakových nádobách sa môže plniť maximálne 0,75 kg CO<sub>2</sub> na liter objemu fľaše. Tento činiteľ plnenia zaručuje, že tlak vo fľaši na CO<sub>2</sub> dosiahne hodnotu skúšobného tlaku 250 barov až pri zahriatí na teplotu 65°C. Keď sa dovolený činiteľ plnenia prekročí, tlak v plynovej fľaši výrazne stúpne už pri malom zahriatí. Preplnená fľaša na CO<sub>2</sub> môže prasknúť už pri zahriatí slnečným svetlom. V žiadnom prípade preto neodporúčame neautorizované prečerpávanie kysličníka uhličitého.



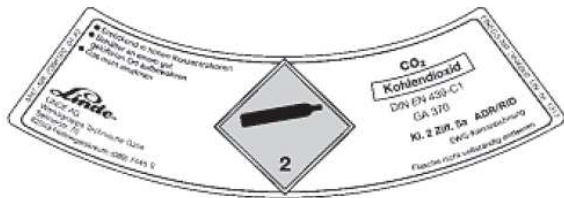
Tlak vo fľaši na CO<sub>2</sub> je závislý len na teplote. Napríklad pri 20°C činí 57 barov. Aj takmer prázdna fľaša na CO<sub>2</sub> má, pokiaľ obsahuje tekutú zložku, pri teplote 20°C tlak 57 barov. To znamená: stav naplnenia fľaše na CO<sub>2</sub> sa nemôže zisťovať meraním tlaku, ale len odvážením. Fľaše na CO<sub>2</sub> sú spravidla vyrobené z uhlíkovej ocele. Táto vplyvom kyseliny uhličitej (CO<sub>2</sub> v H<sub>2</sub>O) koroduje, čo môže viesť k nebezpečnému zredukovaniu pevnosti. Preto sa nesmie voda alebo kvapaliny obsahujúce vodu (pivo, limonáda) z fľaše na CO<sub>2</sub> dostávať do styku s plášťom fľaše. V plničke sa fľaše na CO<sub>2</sub> musia pred plnením skontrolovať, či neobsahujú vodu a popri prípade sa musia vysušiť. Ale aj užívateľia by mali dbať na to, aby do fľaše na CO<sub>2</sub> neprenikla žiadna kvapalina. Odporúčaným ochranným opatrením je nainštalovanie blokády spätného prúdenia.

Aby sa zabránilo prístupu vlhkosti do fľaše na CO<sub>2</sub>, existuje ďalšie, veľmi jednoduché ochranné opatrenie: fľaše na CO<sub>2</sub> by sa mali vyprázdňovať len po hodnote zostatkového tlaku približne 5 barov a ventily by sa mali po vyprázdnení zatvoriť. Zabráni sa tak tomu, aby do fľaše na CO<sub>2</sub> prenikol vlhký vzduch.

Ventily fľaš na CO<sub>2</sub> majú spravidla poistku proti pretlaku vo forme poistnej membrány, ktorá je na ventile pripevnená presuvnou maticou. S týmto zariadením sa v žiadnom prípade nesmie manipulovať, aby sa zabránilo nežiadúcemu a nebezpečnému uniknutiu CO<sub>2</sub>.

Odber z fľaš na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou ponornou rúrkou si vyžaduje také prevedenie, aby táto rúrka siahala od ventilu fľaše až tesne nad dno fľaše. Z fľaše so zvislou odberovou rúrkou sa CO<sub>2</sub> nutne odoberá v tekutej podobe – ak fľaša stojí rovno. Pri aplikácii treba brať do úvahy nasledovné zvláštnosti:

- označenie fľaš na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou musí prevádzka plničky jasne označiť, že ide o toto prevedenie. Používateľ musí vziať na vedomie, že má do činenia s fľašou na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou.
- fľaše na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou sa môžu používať len vtedy, keď sa požaduje odber tekutého kysličníka uhličitého.
- fľaše na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou nesmú mať tlakový regulátor, pretože tekutý kysličník uhličitý môže v dôsledku tlakového poklesu stuhnúť na sneh CO<sub>2</sub> a zablokovať a vyradiť z funkcie tlakový regulátor.



- fľaše na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou musia pri odbere stáť rovno, aby otvor ponornej rúrky zostal pod hladinou kvapaliny CO<sub>2</sub>. Len za tohto predpokladu sa môže takmer celý obsah fľaše v súlade s účelom použitia, odobrať v tekutej podobe.
- z fľaše na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou sa tekutý kyslíčnik uhličitý odoberá plným tlakom fľaše. Odberové zariadenie musí teda byť dostatočne odolné proti tlaku a vhodné pre tekutý CO<sub>2</sub>. Bolo by napr. životu nebezpečné, keby sa fľaša na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou s tlakovým regulátorom, alebo bez neho pripojila na sud piva. Sud piva by v žiadnom prípade neznesol tlak odparujúcej sa kvapaliny CO<sub>2</sub> a praskol by.
- uzatvárateľné segmenty rúr na tekutý CO<sub>2</sub> musia byť vybavené bezpečnostným ventilom.
- keď sa z fľaše na CO<sub>2</sub> so zvislou odberovou rúrkou tekutý odobratý kyslíčnik uhličitý uvoľní na hodnotu atmosférického tlaku, vzniká sneh CO<sub>2</sub>. Preto sa fľaše so zvislou odberovou rúrkou používajú predovšetkým vtedy, keď sa požaduje sneh CO<sub>2</sub> napríklad na chladenie potravín.
- sneh CO<sub>2</sub> môže byť nebezpečný z viacerých aspektov. Keď sa vychádzajúci prúd dostane na ľudskú pokožku, hrozí nebezpečenstvo studeného popálenia. Preto by sa mali aspoň oči chrániť ochrannými okuliarmi. Sneh CO<sub>2</sub> môže upchať odberové zariadenie. Keď sa náhle uvoľní kus snehu CO<sub>2</sub>, napr. nárazom na odberovú hadicu, tak sa zhustená kvapalina CO<sub>2</sub> prudko uvoľní. Pritom môžu byť ťhániami alebo prasknutím odberovej hadice poranené osoby alebo zapríčinené materiálne škody.
- obzvlášť veľké nebezpečenstvo môže vzniknúť, keď sa použije CO<sub>2</sub> na to, aby sa inertizovali horľavé plyny alebo pary. V prúdiacej zmesi pozostávajúcej z plynu a snehu CO<sub>2</sub> sa môžu „snehové vločky“ nabiť elektrostatickým potenciálom a výbojovou iskrou môžu zapáliť výbušnú zmes plynu a vzduchu. Preto sa CO<sub>2</sub> v žiadnom prípade nesmie priamo fúkať do oblaku horľavého plynu alebo pary. Toto dôležité upozornenie platí pre fľaše na CO<sub>2</sub> so zvislou rúrkou alebo bez nej.

#### Odber z fľaše na CO<sub>2</sub> bez zvislej rúrky.

V prípade fliaš na CO<sub>2</sub> bez zvislej rúrky sa kyslíčnik uhličitý odoberá z hornej časti plynovej fľaše. Pri otvorení ventilu fľaše sa tlak v plynovej fľaši zredukuje. CO<sub>2</sub> sa stále odparuje z tekutej zložky a prúdi von vo forme plynu. Dôležitou oblasťou použitia fliaš na CO<sub>2</sub> bez zvislej rúrky je napr. príprava nápojov.



*Fľaša na CO<sub>2</sub> so zvislou rúrkou, len na vysokotlakový kvapalný odber, bez tlakového regulátora, vyprázdňovať len v rovnej polohe fľaše*

Fľaše na CO<sub>2</sub> bez zvislej rúrky sa musia pri odbere plynu prevádzkovať pomocou tlakového regulátora, aby sa dal tlak zredukovat' na hodnotu, ktorá je pre daný účel použitia prípustná. Fľaše na CO<sub>2</sub> bez zvislej rúrky musia pri odbere plynu stáť v rovnej polohe. Z ležiacej fľaše by tekutý CO<sub>2</sub> vytiekol von, čo by mohlo viesť k upchaniu odberového zariadenia snehom CO<sub>2</sub>. Rýchlosť odberu z fľaše na CO<sub>2</sub> bez zvislej rúrky je obmedzená, pretože CO<sub>2</sub> sa musí z tekutej zložky odpariť. Pritom sa z okolia odoberá teplo, to znamená že plynová fľaša a predovšetkým ventil môže zamrznúť. Ventil by sa potom už nedal ovládať. Aby sa tomu zabránilo, treba pri väčšom odbere CO<sub>2</sub> zapojiť do série viaceré plynové fľaše, alebo treba plynovú fľašu zahriať teplou vodou (nie nad 50°C). Plynové fľaše sa v žiadnom prípade nesmú zahrievať plameňom.

Linde Technické Plyny Slovensko k.s.  
Odborárska 23, 831 02 Bratislava  
Bezplatná infolinka: 0800 154 633  
Telefón: +421/2/49102 511, Fax: +421/2/49102 554  
www.linde-gas.sk



#### Zaobchádzanie s tuhým kyslíčnikom uhličitým

- Tuhý kyslíčnik uhličitý si pri manipulácii kvôli svojej nízkej teplote a kvôli tvorbe plyného CO<sub>2</sub> vyžaduje špeciálne bezpečnostné opatrenia :
- Tuhý kyslíčnik uhličitý nie je zmrzlina na konzumovanie. Nesmie sa prehltnúť alebo dávať priamo do nápojov. Chlad a vznikajúci tlak by mohli mať pre ľudský organizmus nepriaznivé účinky. Tuhý kyslíčnik uhličitý sa nesmie dostať do rúk deťom!
- Tuhý kyslíčnik uhličitý sa s prihliadnutím na jeho nízku teplotu nesmie chytať holými rukami. Ochranné rukavice alebo vhodné manipulačné kliešte chránia pred vznikom studených popálení. Keď sa tuhý kyslíčnik uhličitý rozdrubuje vhodným nástrojom, treba si chrániť oči ochrannými okuliarmi pred drobnými odletujúcimi časticami.
- Tuhý kyslíčnik uhličitý sa nesmie ukladať do hermeticky uzavretých nádob alebo sa v nich prepravovať. Tlaku vznikajúcemu odparovaním by nádoba neodolala a praskla by.
- Miestnosti, kde sa skladuje tuhý kyslíčnik uhličitý, sú osobám prístupné len vtedy, keď sa vznikajúci plyný CO<sub>2</sub> odvádza preč účinným vetraním.
- Tuhý kyslíčnik uhličitý sa môže prepravovať len na takých úložných priestoroch vozidla, ktoré sú plynosne oddelené od kabíny vodiča, prípadne od priestoru pasažierov.

#### Záverčné konštatovanie

Kyslíčnik uhličitý sa dá vo všetkých jeho existujúcich formách používať na mnohoraké účely. Ide len o to, aby jeho vlastnosti boli správne využité na dosiahnutie požadovaných účinkov a aby sa zabránilo vzniku nebezpečenstva. V prípade ďalších informácií je Vám k dispozícii naše zákaznícke oddelenie alebo oddelenie bezpečnosti a kvality.

#### Kompetencia z jednej ruky

Plyny od spoločnosti Linde sa používajú na celom svete – či je to už v kovospracujúcom, chemickom, metalurgickom alebo v potravinárskom priemysle, v medicíne, ekologickej a vodkovej technológii, prípadne vtedy, keď sú potrebné špeciálne plyny.

Naši skúsení odborníci poskytujú poradenské služby na potrebnom mieste, poskytujú špecifické technické vybavenie pre zákazníkov. Globálna sieť s aplikačnými technickými riešeniami predstavuje základ nášho rozsiahleho Know-how. Tak sa stáva plyn dôležitým komponentom zvyšovania produktivity.

Spoločnosť Linde a AGA sa teraz prezentujú spoločne ako Váš silný partner s ešte väčšími zdrojmi a rozsiahlejšou kompetenciou. Náš cieľ: najlepší možný plyn pre účel zvyšovania Vašej produktivity.

Skúsenosť, kompetencia, produktivita.

Linde Gas

Linde