



ČESKÁ ASOCIACE TECHNICKÝCH PLYNŮ

Řada: informace, normy, předpisy

## **Oxid uhličitý**

# Oxid uhličitý

Zpracovali: Ing. Petr Kutěj  
Jiří Hanzal

Odborná spolupráce: ČATP – PS-4

Praha, prosinec 2002

## **Obsah**

### **1. Úvod**

### **2. Fyzikálně chemické vlastnosti**

### **3. Výroba a distribuce oxidu uhličitého**

### **4. Bezpečnost**

- 4.1 Klasifikace z hlediska zákona o chemických látkách a přípravcích
- 4.2 Nebezpečí při vdechování
- 4.3 Nebezpečí poškození zdraví chladem
- 4.4 Vytváření zátek pevného oxidu uhličitého
- 4.5 Nebezpečí koroze lahve v přítomnosti vody a následného roztržení lahve
- 4.6 Nebezpečí roztržení lahve v důsledku zahřátí

### **5. Nádoby k přepravě a skladování oxidu uhličitého**

- 5.1 Tlakové lahve
- 5.2 Značení lahví
- 5.3 Plnění lahví
- 5.4 Svazky lahví na oxid uhličitý
- 5.5 Příslušenství pro odběr oxidu uhličitého z lahví a svazků
- 5.6 Zásobníky

### **6. Použití oxidu uhličitého**

- 6.1 Potravinářství
- 6.2 Svařování v ochranných atmosférách
- 6.3 Oxid uhličitý jako hasicí médium
- 6.4 Použití v průmyslu
- 6.5 Použití ve zdravotnictví
- 6.6 Použití pevného oxidu uhličitého (suchého ledu)

### **7. Skladování a přeprava**

- 7.1 Podmínky skladování
- 7.2 Manipulace s lahvemi a svazky
- 7.3 Přeprava po silnici
- 7.4 Osobní ochranné pomůcky
- 7.5 Opatření v případě úniku plynu

### **8. Citované normy a předpisy**

### **9. Použitá literatura**

**ČATP se představuje**

## 1. Úvod

Publikaci „Oxid uhličitý“ vydává Česká asociace technických plynů (ČATP, [www.catp.cz](http://www.catp.cz), [catp@catp.cz](mailto:catp@catp.cz)), která sdružuje významné výrobce a distributory technických plynů a příslušenství pro použití technických plynů. Cílem publikace je seznámit uživatele oxidu uhličitého a odbornou veřejnost s vlastnostmi, výrobou, distribucí a použitím tohoto plynu s důrazem na otázky bezpečnosti.

## 2. Fyzikálně chemické vlastnosti

Oxid uhličitý (dříve nazývaný těž kysličník uhličitý) má následující fyzikálně chemické vlastnosti:

Chemický vzorec	CO <sub>2</sub>
Molekulová hmotnost	44,01 g.mol <sup>-1</sup>
Bod tání (při tlaku 0,5 MPa)	-56,6 °C
Bod varu (při tlaku 101,235 kPa)	-78,5 °C
Kritická teplota	31,01 °C
Kritický tlak	7,386 MPa
Hustota plynu (0 °C; 101,325 kPa)	1,965 kg.m <sup>-3</sup>
Hustota kapaliny (-56,6 °C; 0,52 MPa)	1,178 kg.dm <sup>-3</sup>
Hustota pevného CO <sub>2</sub> (20 °C; 101,325 kPa)	1,2 – 1,5 kg.dm <sup>-3</sup>
Relativní hustota plynu (vzduch=1)	1,529
Tenze par (20°C)	5,733 MPa
Rozpustnost ve vodě (20°C)	1740 mg.l <sup>-1</sup>
Barva	bezbarvý plyn

Odpařením 1 kg oxidu uhličitého vznikne 0,54 m<sup>3</sup> plynu (při 15 °C a atmosférickém tlaku). Pro přepočet množství plynu lze použít následující tabulku:

m <sup>3</sup> (15 °C; 101,3 kPa)	litr (-56,6 °C; 0,52 MPa)	kg
1	1,569	1,848
0,637	1	1,178
0,541	0,849	1

Oxid uhličitý je za běžných podmínek stabilní plyn, těžší než vzduch. Je velmi dobře rozpustný ve vodě. Při zvyšování jeho koncentrace ve vodě se snižuje pH (dochází k okyselení).

### 3. Výroba a distribuce oxidu uhličitého

Existuje řada možností výroby oxidu uhličitého, které se používají v průmyslovém měřítku. Jsou zpravidla založeny na separaci a vyčištění CO<sub>2</sub> z průmyslových a přírodních zdrojů na požadovanou kvalitu. Vyrobený produkt je skladován v tepelně izolovaných velkoobjemových zásobnících v kapalném stavu. Z těchto zásobníků je pak distribuován dále.

Pro zákazníky s velkou spotřebou produktu je vhodné instalovat v místě spotřeby zásobník a instalaci pro odběr CO<sub>2</sub> do potrubního rozvodu. Produkt je přepravován v transportní cisterně, která je v podstatě ležatým zásobníkem umístěným na podvozku.

Pro zákazníky s menším odběrem je pak optimální použít zásobování v jednotlivých tlakových lahvích nebo svazcích lahví.

Další formou, ve které se oxid uhličitý dodává, je takzvaný suchý led, (CO<sub>2</sub> v pevném skupenství). Je vyráběn rozstříkáním kapalného CO<sub>2</sub>, který vlivem ochlazení expanzním teplem přejde do pevného stavu ve formě vloček. Tyto vločky se dále zpracovávají lisováním na pelety nebo bloky. Suchý led se distribuuje v izolovaných kontejnerech.

Druhy CO<sub>2</sub> podle normy ČSN 65 1742 jsou



Obr. 1: Použití oxidu uhličitého pro potravinářství

- Oxid uhličitý kapalný pro potraviny a nápoje podle EIGA (European Industrial Gas Association)
- Oxid uhličitý kapalný 3.0 pro potravinářské účely
- Oxid uhličitý kapalný 2.5 pro svařování
- Oxid uhličitý kapalný 2.0 technický
- Oxid uhličitý pevný



Dále existuje

- Oxid uhličitý kapalný pro medicijnální účely (podle Českého lékopisu)
- Oxid uhličitý kapalný pro hasicí účely (podle ČSN EN 25923 Požární ochrana – Hasiva – oxid uhličitý)

Obr.2: Použití oxidu uhličitého pro svařování

## 4. Bezpečnost

### 4.1 Klasifikace z hlediska zákona o chemických látkách a přípravcích

Oxid uhličitý není klasifikován jako nebezpečná látka z hlediska zákona č. 157/1998 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích. Tento zákon klasifikuje látky podle jejich fyzikálně chemických vlastností do různých kategorií nebezpečnosti, přičemž  $\text{CO}_2$  nevykazuje vlastnosti, které by jej do některé z těchto kategorií zařazovaly. Z těchto důvodů se při používání  $\text{CO}_2$  není nutno řídit zvláštními požadavky tohoto zákona a také dodavatelé nemusí poskytovat k tomuto produktu bezpečnostní list. Oxid uhličitý není ze zákona klasifikován jako nebezpečná látka, ale při jeho používání vznikají rizika pro zdraví osob a bezpečnost zařízení. Je proto vhodné si vyžádat od dodavatele písemné informace o bezpečném používání produktu a možných rizicích.

### 4.2 Nebezpečí při vdechování

Při vdechování oxidu uhličitého je jeho účinek odlišný při nízkých a vysokých koncentracích. V nižší koncentraci se  $\text{CO}_2$  projevuje štiplavým zápachem. Při vdechování atmosféry s koncentrací  $\text{CO}_2$  3 – 5 % obj. dochází k dráždění dýchacího centra a k prohloubení a urychlení dýchání. Nejde o vysloveně nebezpečný stav s možností trvalých následků, ale může dojít k bolestem hlavy. Dýchání atmosféry s koncentrací  $\text{CO}_2$  8 – 15 % obj. může způsobit bolesti hlavy, nevolnost, zvracení, poruchy rovnováhy a postupně i ztrátu vědomí. Pokud nebude postižený neprodleně dopraven na čerstvý vzduch, dojde během krátké doby k jeho udušení v důsledku

nedostatku kyslíku. Pokud postižený dýchá atmosféru s ještě vyšší koncentrací CO<sub>2</sub>, dochází poměrně rychle k oběhové nedostatečnosti vedoucí ke komatu a smrti.

Při dýchání atmosféry s vysokým obsahem CO<sub>2</sub> se žádný varovný zápach neprojevuje.

Protože je CO<sub>2</sub> těžší než vzduch, hrozí riziko jeho hromadění zejména v nízko položených uzavřených prostorech jako jsou jámy, sklepy a podobně. Zvláště pokud je tento prostor malý a je v něm nedostačující nebo žádná výměna vzduchu, může dojít k nebezpečnému nárůstu koncentrace CO<sub>2</sub> velmi snadno a rychle.

Česká legislativa upravující podmínky ochrany zdraví při práci stanovuje, že přípustný expoziční limit (PEL) pro CO<sub>2</sub> v pracovním prostředí je 9 000 mg.m<sup>-3</sup> a nejvyšší přípustná koncentrace v pracovním prostředí (NPK-P) je 45 000 mg.m<sup>-3</sup>.

#### 4.3 Nebezpečí poškození zdraví chladem

Při používání oxidu uhličitého hrozí riziko, že při neodborném zacházení dojde k poškození zdraví působením chladu. Oxid uhličitý je dodáván jako zkapalněný plyn, jeho teplota je tedy stejná jako teplota okolí a produkt je pod tlakem kapalný. Jakmile jej začneme z obalu odebírat, dochází k poklesu teploty produktu vlivem výparného a expanzního tepla, které je mu odebíráno. To se projeví ochlazováním příslušenství a rozvodů, se kterými je produkt v kontaktu a při výraznějším poklesu teploty tyto části namrzají. Efekt ochlazování je tím větší, čím rychlejší je odběr produktu. Při rychlém úniku produktu do atmosféry dochází ke tvorbě vloček pevného CO<sub>2</sub>, které mají teplotu za normálních atmosférických podmínek -78 °C.

Pokud při neodborném zacházení dojde k delšímu kontaktu některé části těla s velmi chladným plynným CO<sub>2</sub> nebo s CO<sub>2</sub> v pevném stavu, dochází ke vzniku omrzlin různého stupně. Zejména při kontaktu holé kůže s pevným CO<sub>2</sub> vznikají omrzliny ihned. Při kontaktu suchého ledu s okem dochází k vážnému poškození zraku. Toto nebezpečí je třeba mít vždy na zřeteli. Provozní podmínky při používání CO<sub>2</sub> by měly být takové, aby nedocházelo k nadměrnému ochlazování odebíraného CO<sub>2</sub> a příslušenství. Pro přibližnou orientaci lze uvést toto pravidlo – odběr z lahve by neměl přesáhnout 10 % náplně plné lahve za hodinu při teplotě 15-20 °C. Pokud je odběr vyšší, je vhodné připojit k odběru dvě lahve současně. S konkrétním technickým řešením nejlépe poradí dodavatel plynu.

#### 4.4 Vytváření zátek pevného oxidu uhličitého

Pokud je odběr produktu velmi vysoký, může docházet až k situaci, že CO<sub>2</sub> přechází do pevného stavu „suchého ledu“ a může vytvořit uvnitř hadic či potrubí zátku, která zcela zamezí dalšímu proudění. V uzavřeném prostoru může docházet k nárůstu tlaku

vlivem sublimace  $\text{CO}_2$ , což vede buď k roztržení potrubí či hadice nebo k vystřelení zátky značnou rychlostí ven. Obě tyto možnosti představují značné nebezpečí pro osoby v okolí.

#### 4.5 Nebezpečí koroze lahve v přítomnosti vody a následného roztržení lahve

$\text{CO}_2$  je produktem, u kterého nastává taková kombinace fyzikálně chemických vlastností a způsobů použití, že riziko možné koroze tlakové lahve je zvláště vysoké. Pro to, aby docházelo v lahvi ke korozi, je třeba splnit základní podmínku – přítomnost vody. Tato podmínka může nastat u lahve používané pro  $\text{CO}_2$ . Velmi často je  $\text{CO}_2$  v lahvích používán k čepování nápojů. Pokud je lahev připojena k výčepnímu zařízení a je z ní odebrán veškerý obsah, může dojít ke zpětnému nasátí čepovaného nápoje (pivo, limonáda) do lahve. Tím je splněn základní předpoklad pro vznik koroze. V lahvi navíc vždy zůstane zbytkový  $\text{CO}_2$ , který vede k okyselení. Pak už podmínky umožňují poměrně rychlou korozi a záleží na tom, jak dlouho bude v lahvi toto prostředí působit. Pokud bude působit dlouhodobě, roste riziko, že dojde vlivem koroze ke ztenčení stěny lahve a toto ztenčení může dosáhnout takové míry, že dojde k roztržení lahve. Roztržení ocelové lahve naplněné pod tlakem několika MPa znamená obrovské nebezpečí pro všechny osoby nalézající se v blízkosti. K tomu, aby se tloušťka stěny lahve nebezpečně snížila, je třeba určitý čas. Ten je zpravidla výrazně delší než je průměrný interval mezi plněními lahve. Proto je velmi důležitý správný plnicí postup. Pokud je před plněním vlhkost z lahve odstraněna, ke korozi nadále nedochází.

Další možností, jak bránit znečištění lahve nasátou kapalinou, je použití takového redukčního ventilu, který má zabudovaný ventil zabraňující zpětnému proudění. Ten neumožní žádný průtok plynu ani kapaliny zpět do lahve. Moderní redukční ventily určené pro potravinářské účely jsou vždy tímto prvkem vybaveny.

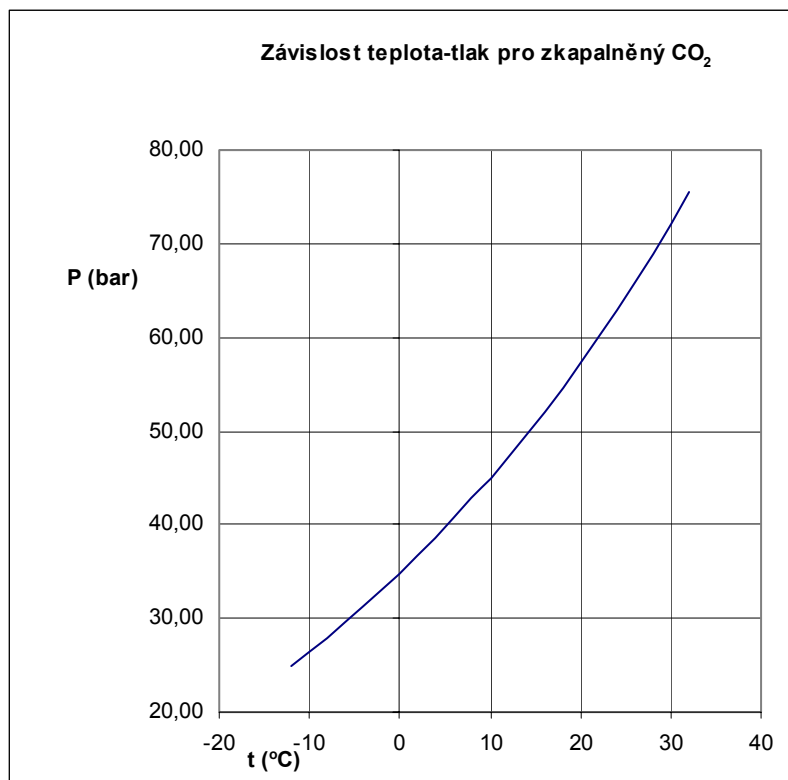
#### 4.6 Nebezpečí roztržení lahve v důsledku zahřátí

U  $\text{CO}_2$ , stejně jako u ostatních zkapalněných plynů, se tlak v lahvi výrazně mění s teplotou, protože tlak v lahvi vždy odpovídá tlaku par při dané teplotě. Na rozdíl od stlačených plynů, kde tlak při odebírání plynu postupně klesá, je tlak v lahvi se zkapalněným plynem závislý na teplotě, nikoliv na množství plynu v lahvi. Teprve při odpaření veškeré kapalně fáze, kdy už v lahvi zůstává malé množství produktu, začne tlak klesat.

Závislost tlaku v lahvi na teplotě ukazuje následující graf.



t(C)	P(bar)
-12	24,99
-10	26,47
-8	28,00
-6	29,60
-4	31,30
-2	33,00
0	34,80
2	36,70
4	38,65
6	40,68
8	42,79
10	44,99
12	47,27
14	49,63
16	52,10
18	54,64
20	57,29
22	60,04
24	62,89
26	65,85
28	68,90
30	72,10



V praxi se při teplotách  $-20$  až  $+30$  °C tlak oxidu uhličitého pohybuje od 2 do 7 MPa.

Podmínky při skladování a používání lahví a svazků s CO<sub>2</sub> by měly být vždy takové, aby nedošlo k ohřátí lahví na více než 50 °C.

Pokud jsou lahve vystavené vyšším teplotám, roste výrazně riziko prasknutí průtržné membrány na ventilu (pokud jí je ventil vybaven). Po protržení uniká obsah lahve pod velkým tlakem, takže v bezprostředním okolí dochází k ohrožení rychlým prouděním plynu. Pokud není ventil takto vybaven, hrozí explozivní roztržení tlakové lahve, při kterém jsou do okolí velkou rychlostí rozmetány kusy lahve a je nebezpečí vážného zranění nebo usmrcení osob či poškození zařízení. Pokud jsou lahve při požáru vystaveny působení ohně, je nutné, pokud to podmínky dovolí, chladit lahve proudem vody z takového místa, aby při případném roztržení lahví nebyly zasahující osoby ohroženy.

## 5. Nádoby k přepravě a skladování oxidu uhličitého

### 5.1 Tlakové lahve

Pro distribuci CO<sub>2</sub> se používají ocelové bezešvé lahve o objemu 10-50 litrů. Tyto lahve jsou zkoušeny přetlakem 25 MPa a jsou opatřeny lahvovým uzavíracím ventilem s přípojovacím šroubením G3/4". Ventily jsou opatřeny průtržnou membránou, která se protrhne při tlaku 19 MPa a zabrání tak možnému roztržení celé lahve při dalším nárůstu tlaku. Tlakové lahve zkoušené přetlakem vyšším než 30 MPa nemusí být

tímto ventilem vybaveny. Uzavírací ventil může být vybaven takzvaným RPV členem, který nedovolí úplné vyprázdnění lahve, ale vždy v něm ponechá určitý zbytkový přetlak. Kromě toho RPV člen nedovolí proudění do lahve, pokud není speciálním adaptérem vyřazen z funkce. To má velký význam v tom, že obsah lahve nemůže být znečištěn z vnějšku, což je velký přínos z hlediska bezpečnosti (viz kap. 4.5).

Ventil lahve je chráněn buď snímatelným krytem ventilu (kloboučkem) nebo trvalým krytem, který umožňuje připojení ventilu.



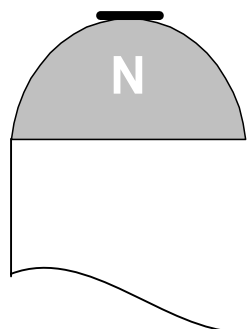
Obr. 3: Plnicí zařízení pro oxid uhličitý

## 5.2 Značení lahví

Na tlakové lahvi musí být vyraženy údaje předepsané normou ČSN EN 1089-1.

Lahve jsou značeny buď černou barvou po celém povrchu lahve podle starší úpravy ČSN 07 8509 nebo podle nové normy ČSN EN 1089-3 šedou barvou RAL 7037 na horní zaoblené části. Až do 30.6.2008 jsou přípustná obě barevná značení. Pokud je lahev značena podle nové normy, je na horní zaoblené části provedeno označení velkým písmenem „N“.

**RAL 7037**



Obr. 4: Barevné značení tlakové nádoby pro přepravu oxidu uhličitého

Dále musí být lahev označena informační nálepkou podle ČSN EN 1089-2



Obr. 5: Informační nálepka pro oxid uhličitý

### 5.3 Plnění lahví

Oxid uhličitý se plní na kvalifikovaných plnících technických plynů. Plnicí postupy a kontrola kvality na jednotlivých plnících se mohou lišit podle toho, jaké jsou nároky na kvalitu výrobku.

Plnění se skládá z kontroly lahve před plněním a samotného plnění. Při přípravě lahve se kontroluje lahev z hlediska bezpečného provozování. Pokud je při této kontrole zjištěno poškození lahve, poškození ventilu nebo překročená doba platnosti tlakové zkoušky, je lahev vyřazena z oběhu a provede se příslušná operace – výměna ventilu či nová tlaková zkouška. Kromě toho je lahev podle potřeby opatřena novým nátěrem, pokud je starý nátěr příliš opotřeбенý.

Pak je do lahve naplněno předepsané množství  $\text{CO}_2$  podle velikosti lahve, množství je sledováno vážením lahve v průběhu plnění. Po naplnění je provedena výstupní kontrola.



Obr. 6: Plnicí zařízení pro  $\text{CO}_2$



### 5.4 Svazky lahví na oxid uhličitý

Pro dodávky větších množství  $\text{CO}_2$ , kde by byla výměna lahví příliš častá a tedy časově náročná, se používají svazky lahví. Svazek se skládá z několika lahví (zpravidla 6, 12 či 16), které jsou navzájem propojené a mají jeden nebo dva společné uzavírací ventily. Ty slouží k plnění a odběru. Lahve jsou umístěny v rámu, který je mechanicky spojuje, chrání před poškozením a umožňuje manipulaci. Připojovací šroubení je shodné s ventilem u lahví.

Obr. 7: Svazek lahví pro oxid uhličitý

Svazky lze použít pro vyšší odběry CO<sub>2</sub>, protože se plyn odebírá současně ze všech lahví, takže ochlazování nádob je několikanásobně pomalejší.

### 5.5 Příslušenství pro odběr oxidu uhličitého z lahví a svazků

V současné době existuje dostatečný sortiment kvalitního a bezpečného příslušenství pro používání plynů. Je nutno použít takové příslušenství, které je určeno k použití s CO<sub>2</sub>. Významnými parametry pro výběr příslušenství je vstupní a výstupní tlak a průtok plynu. Redukční ventily pro CO<sub>2</sub> mohou být vybaveny kontrolním manometrem na vstupní a výstupní tlak nebo kontrolním průtokoměrem, zabezpečením regulačního šroubu proti úplnému vyšroubování, zpětným ventilem (ten brání vniknutí kapaliny do lahve), tlakovou pojistkou (chrání například sudy na nápoje před poškozením vysokým přetlakem) a také elektrickým ohříváčem (který zamezuje zamrzání při vysokém odběru).



*Obr. 8: Lahvový redukční ventil pro oxid uhličitý s vyhříváním*



*Obr. 9: Lahvový redukční ventil pro oxid uhličitý se zpětným ventilem*



*Obr. 10: Lahvový redukční ventil s vyhříváním a průtokoměrem pro oxid uhličitý*



### 5.6 Zásobníky

Při velké spotřebě jak v plynném tak v kapalném skupenství je vhodné použít zásobník. Zásobníky se provozují jako kryogenní nebo tepelně izolované stabilní tlakové nádoby, ve velikostech od 3 do 60 m<sup>3</sup>. CO<sub>2</sub> je v nich skladován při teplotách kolem -35 °C a při odběru je zplyňován ve vzduchových nebo elektrických odpařovačích. Do zásobníků je oxid uhličitý dovážen velkokapacitními silničními cisternami.

*Obr. 11: Stabilní zásobník pro oxid uhličitý*

## 6. Použití oxidu uhličitého

### 6.1 Potravinářství

Kvalitu CO<sub>2</sub> pro potravinářské účely upravují obecně závazné předpisy. Oxid uhličitý má zde poměrně široké možnosti uplatnění, které lze rozdělit do několika skupin.

#### **Výroba stolních vod a limonád sycených oxidem uhličitým**

Při této technologii je CO<sub>2</sub> potravinářské kvality rozpuštěn v nápoji a to pod mírným přetlakem. Nápoj je poté pod tímto přetlakem plněn do lahví. Při otevření lahve a uvolnění přetlaku se část rozpuštěného CO<sub>2</sub> uvolní ve formě bublinek plynu. CO<sub>2</sub> příznivě ovlivňuje chuť nápoje, dodává mu perlivou osvěžující příchuť.

Velké množství oxidu uhličitého je spotřebováno na čepování nápojů, konkrétně piva a nealkoholických limonád sycených CO<sub>2</sub>.

#### **Čepování limonád**

Oxid uhličitý je vhodným médiem, které zaručuje dodržení hygienických podmínek a nezměněnou chuť nápoje.

#### **Čepování piva oxidem uhličitým**

V porovnání s čepováním stlačeným vzduchem je vhodný pro hygienickou



*Obr. 12: Použití oxidu uhličitého pro potravinářství*

složení pro různé druhy piva. S výběrem správné směsi pomůže buď dodavatel plynu nebo výrobce piva.

#### **Ochranné atmosféry pro balení potravin**

Tato oblast prodělává v poslední době obrovský rozmach, protože volba správné ochranné atmosféry pro balení přináší zákazníkovi velké výhody. Může prodloužit dobu trvanlivosti, po kterou si potravina zachovává chuťové vlastnosti a může být bezpečně konzumována. Také zůstává déle zachován čerstvý vzhled potraviny. Ochranné balící atmosféry jsou zpravidla složeny z dusíku, oxidu uhličitého, případně

nezávadnost a brání v přístupu kyslíku a dalších cizorodých látek, které mohou nepříznivě ovlivnit chuťové vlastnosti piva. Zároveň ale hrozí, že dojde k přesycení piva oxidem uhličitým, což má za následek chuťové znehodnocení. V posledních letech jsou z těchto důvodů pro čepování piva stále více používány směsi oxidu uhličitého a dusíku. Tyto směsi zaručují nezměněné chuťové vlastnosti piva po celou dobu čepování sudu.

Směsi pro čepování se vyrábí s různým

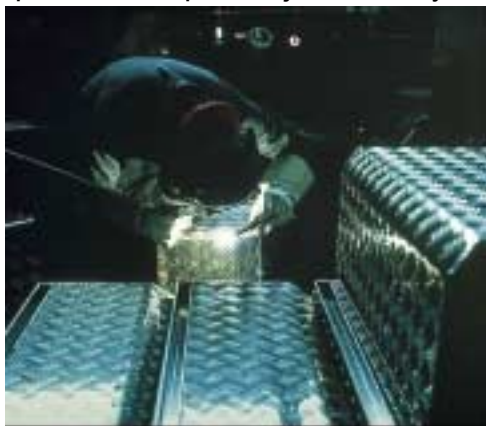


ještě kyslíku v nejrůznějších poměrech. Pro každý produkt je vhodné jiné složení. Dodavatelé plynů mohou zpravidla zákazníkům poskytnout konzultace specialisty vyškoleného v této oblasti.

Další potravinářské aplikace jsou zmíněny v kapitole 6.6 .

## 6.2 Svařování v ochranných atmosférách

Oxid uhličitý se používá jako ochranná atmosféra při svařování uhlíkových ocelí elektrickým obloukem s tavící se elektrodou od sedmdesátých let, kdy začal nahrazovat sváření obalenou elektrodou. Vyžádaly si to zvyšující se nároky na komfort, produktivitu a kvalitu svářečské práce. Ochranné atmosféry při svařování pomáhají zejména chránit svarovou lázeň od nežádoucích účinků vnější atmosféry a ovlivňují zapalování a hoření oblouku. Podílí se také na udržování stability oblouku a ovlivňují přenos svarového kovu obloukem. Svařování pod ochrannou atmosférou CO<sub>2</sub> patří do skupiny metod MAG, pro které je charakteristické, že se použitý plyn účastní chemicko-energetických reakcí procesu. Vlastnosti CO<sub>2</sub> příznivě ovlivňují průvar, ale způsobují také velký rozstřík svarového kovu mimo svar. V atmosféře CO<sub>2</sub>



je také oblouk méně stabilní a hůře se zapaluje. Proto se v současné době stále více používají směsi oxidu uhličitého s argonem, popřípadě s dalšími plyny. Tyto nové směsi umožňují svařování ve vyšší kvalitě (povrchová čistota, mechanické vlastnosti), zvyšují produktivitu práce a snižují celkové náklady na svařování.

Obr. 13: Použití oxidu uhličitého pro svařování

## 6.3 Oxid uhličitý jako hasicí médium

Použití CO<sub>2</sub> jako hasícího media je velmi rozšířené, protože hašení pomocí tohoto produktu je velmi šetrné a nezpůsobuje žádné dodatečné škody na hašeném materiálu. Při hašení CO<sub>2</sub> je produkt rozstříkovan, takže dochází k tvorbě suchého ledu, který sublimuje, čímž jednak ochlazuje hašený prostor a jednak vytváří atmosféru se sníženým obsahem kyslíku, která oheň dusí. Lze jím hasit většinu materiálů, ale je nevhodný pro hašení reaktivních kovů jako je hliník či hořčík, protože v jejich přítomnosti dochází k nežádoucím chemickým reakcím.

## 6.4 Použití v průmyslu

Oxid uhličitý se používá v průmyslu v následujících aplikacích

- při výrobě uhličitánů, hydrogenuhličitánů a některých dalších chemikálií (např. kyseliny salicylové)
- pro neutralizaci alkálií
- při výrobě pěnového kaučuku
- pro dehydrataci penicilínu
- pro superkritickou extrakci
- v plynových laserech
- při úpravě pitné vody



Obr. 14: Použití oxidu uhličitého v laserové technice

## 6.5 Použití ve zdravotnictví

Ve zdravotnictví se využívá stimulační účinek  $\text{CO}_2$  na nervový systém tak, že se jeho směs s kyslíkem používají pro oživování obětí dušení v důsledku tonutí nebo zástavy dýchání po účinku elektrického proudu nebo dýchání atmosféry ochuzené o kyslík. Využívá se také při laparoskopických operacích v tělních dutinách.

## 6.6 Použití pevného $\text{CO}_2$ (suchého ledu)

Pevný  $\text{CO}_2$  se používá ve formě bloků, pelet a sněhu například v následujících aplikacích

- jako chladicí médium při transportu a skladování nejrůznějších potravin a při výrobě zmrzliny
- ke zmrazení přetoků při výrobě lisovaných pryžových výrobků pro jejich snazší odstranění
- k čištění povrchů materiálů otryskáním



Obr. 15: Suchý led

## 7. Skladování, manipulace a přeprava

### 7.1 Podmínky skladování

Lahve se skladují ve skladech technických plynů mimo vnitřní prostory, v dobře větraných místech, která jsou chráněna před povětrnostními vlivy, zejména přímým slunečním světlem. Vhodný je zastřešený objekt se stěnami, které jsou částečně uzavřené a částečně otevřené (poměr uzavřené a otevřené plochy 3:1). Pokud je nezbytné lahve skladovat ve vnitřních prostorách, musí být výměna vzduchu uvnitř taková, že nedojde při úniku k nebezpečnému nárůstu koncentrace plynu. Lahve nesmí být umístěny poblíž topných těles, parních potrubí a dalších zdrojů sálavého tepla, které mohou způsobit nebezpečné ohřátí lahve. Teplota lahve nesmí překročit 50 °C. Prázdné a plné lahve je nutno skladovat odděleně a označit je tak, aby nedocházelo k záměně. V uzavřených a nízko položených místnostech (zejména pod zemí) je skladování lahví velmi nebezpečné a pokud k němu dochází, je nutné umístit v místě detektor, který upozorní na zvýšenou koncentraci CO<sub>2</sub>.

Zásobníky pro skladování CO<sub>2</sub> musí být stavěny podle předem schválených projektů, které zajišťují bezpečnost provozování.



Obr. 16: Sklad technických plynů

### 7.2 Manipulace s lahvemi a svazky

Při manipulaci s lahvemi musí mít lahev nasazen snímatelný kryt ventilu (klobouček) nebo trvalý kryt, aby při pádu lahve nemohl být ventil poškozen. Bezpečnou manipulaci s lahví na krátké vzdálenosti zaručuje speciální manipulační vozík na tlakové lahve. Lahve o velikosti do 30 litrů lze také přemísťovat mírně nakloněně



odvalováním po spodním okraji. S většími lahvemi je takováto manipulace již nebezpečná vzhledem k jejich velké hmotnosti. Je nutno se vyvarovat následujících metod přemísťování lahví:

- smýkání lahve po spodním okraji
- odvalování po plášti
- přenášení lahve držené za ochranný klobouček
- shazování lahve volným pádem dolů

U svazků je zpravidla jedinou možností bezpečné manipulace přeprava elektrickým či motorovým vysokozdvížným vozíkem.

Pokud dojde k viditelnému poškození lahve, tato lahev musí být okamžitě vyřazena z používání, zřetelně označena a poškození oznámeno dodavateli. Další postup musí být s dodavatelem konzultován.

Při odběru plynu by lahev měla být trvale ve vertikální poloze ventilem nahoře, zajištěná proti pádu. Pokud je odběr  $\text{CO}_2$  tak velký, že dochází k namrzání příslušenství, je vhodné použít redukční ventil s předehříváním, nebo změnit způsob odběru produktu tak, aby byl současně odebírán z více lahví nebo ze svazku.

Pro některé aplikace se dodává  $\text{CO}_2$  v lahvích vybavených tzv. sifonem, neboli stoupací trubicí (dip tube). Ta dosahuje ke dnu lahve a zajišťuje odběr kapalného produktu. Lahve vybavené stoupací trubicí nesmí být nikdy připojeny k redukčnímu ventilu, protože kapalný  $\text{CO}_2$  by způsobil poškození sedla a membrány ventilu. Lahev musí být připojena pouze k zařízení konstruovanému tak že může kapalný  $\text{CO}_2$  používat.

Odbornou pomoc při výběru příslušenství je schopen zajistit dodavatel plynu.



Obr. 17: Manipulace se svazky lahví oxidu uhličitého

### 7.3 Přeprava po silnici

Oxid uhličitý je podle Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) zařazen takto

Třída: 2

Číslo/písmeno: 2A

Identifikační číslo UN: 1013

Bezpečnostní značka 2 nehořlavý nejedovatý plyn

Při přepravě musí lahve mít ochranné kryty ventilů (snímatelné kloboučky nebo pevný ochranný kryt), musí být zabezpečeny proti pohybu ve všech směrech a nesmí být umístěny na sklápěcí ložné ploše. Nákladní prostor vozidla musí být oddělen od místa řidiče.

### 7.4 Osobní ochranné pomůcky

Při manipulaci a používání CO<sub>2</sub> se doporučují následující ochranné pomůcky.

*Pracovní rukavice* slouží při manipulaci k ochraně rukou před odřeninami. Při odběru plynu se může stát, že se lahev nebo příslušenství výrazně ochladí a rukavice pak chrání před omrzlinami z doteku holé ruky a podchlazeného kovu.

Na *pracovní oděv* nejsou kladeny speciální nároky, ale měl by zakrývat celý povrch těla, opět z důvodu možnosti vzniku omrzlin.

*Pracovní boty* s pevnou špičkou jsou vhodné pro každého, kdo manipuluje během dne s větším množstvím lahví. Boty chrání chodidlo před zhmožděním.

Vzhledem k tomu, že CO<sub>2</sub> je v lahvi pod velkým tlakem, je velmi důležité používat při výměně lahví *ochranné brýle* pro ochranu zraku.

Pracovníky, kteří se pohybují v oblastech s rizikem kumulace plynu, je vhodné vybavit osobním detektorem CO<sub>2</sub>.

### 7.5 Opatření v případě úniku plynu

Pokud dojde k úniku CO<sub>2</sub>, je třeba pokusit se zastavit únik, pokud je to možné a bezpečné a ihned evakuovat oblast úniku a místa, kde by se mohl plyn hromadit, zejména uzavřené, nízko položené prostory v blízkosti úniku. Pokud byla ovšem zasažená oblast evakuována, je málo pravděpodobné, že únik plynu způsobí nějakou škodu. Proto se o zastavení úniku nepokoušejte, pokud si nejste jisti, že tak můžete učinit bez rizika. Do oblasti zamořené CO<sub>2</sub> mohou vstupovat pouze 2 osoby vybavené nezávislým dýchacím přístrojem (zásoba vzduchu alespoň na 30 minut), které byly v jeho používání proškoleny.

## 8. Citované normy a předpisy

ČSN 65 1742	Oxid uhličitý
ČSN EN 1089	–1 Lahve na přepravu plynů – Označování lahví (kromě lahví na LPG) – Část 1: Značení ražením (07 8500)
ČSN EN 1089	– 2 Lahve na přepravu plynů – Označování lahví (kromě lahví na LPG) – Část 2: Informační nálepky (07 8500)
ČSN EN 1089	– 3 Lahve na přepravu plynů –Označování lahví – Část 3: Barevné značení (07 8500)
ČSN ISO 7225	Lahve na přepravu plynů – Bezpečnostní nálepky (07 8501)
ČSN 07 8509	Barevné označování kovových tlakových nádob k dopravě plynů pro technické účely

Sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 159/1997 Sb., o přijetí změn a doplňků „Přílohy A – Ustanovení o nebezpečných látkách a předmětech“ a „Přílohy B – Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě“, včetně pozdějších změn a doplňků; Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR), přijaté v Ženevě dne 30.9.1957, vyhlášené pod č. 64/1987 Sb.

Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o vyhlášení Přílohy I – Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečného zboží (RID). Jednotné právní předpisy pro smlouvu o mezinárodní železniční přepravě zboží (CIM) k Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF) ze dne 9. května 1980, úplné znění včetně pozdějších změn a doplňků

Zákon č. 157/1998 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Nařízení vlády č. 258/2001 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 25/1999 Sb., kterým se stanoví postup hodnocení nebezpečnosti chemických látek a chemických přípravků, způsob jejich klasifikace a označování a vydává Seznam dosud klasifikovaných nebezpečných chemických látek

Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci

Vyhláška č. 54/2002 Sb. Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví zdravotní požadavky na identitu a čistotu přídatných látek

Vyhlášky č. 37/2001 Sb. Ministerstva zdravotnictví o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do styku s vodou a na úpravu vody

Vyhláška č. 292/1997 Sb., Ministerstva zdravotnictví o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy

## 9. Použitá literatura

CO<sub>2</sub> Cylinders at users premises, EIGA, IGC Doc 69/99/E  
ENCYKLOPEDIÉ DES GAZ – L’AIR LIQUIDE, ELSVIER

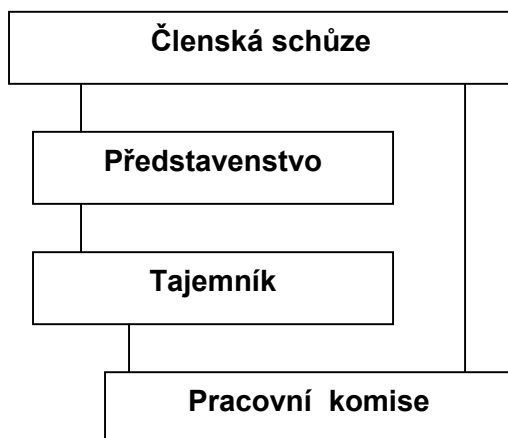
## ČATP

Firmy, které v České republice vyrábějí a/nebo plní a distribuují technické plyny a firmy, které vyrábějí zařízení pro jejich výrobu a distribuci, založily Českou asociaci technických plynů (ČATP), která má formu zájmového sdružení právnických osob. ČATP je specializované sdružení Svazu chemického průmyslu ČR (SCHP) a člen European Industrial Gases Assotiation (EIGA).

Předmětem činnosti Asociace je:

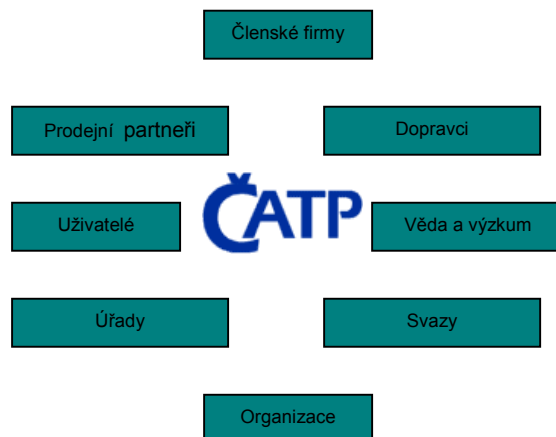
- podpora bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí při výrobě, úpravě, skladování, přepravě, používání a zneškodňování technických plynů,
- spolupráce v komisích, které připravují (celostátní) zákony, předpisy, normy a další směrnice ve sféře bezpečnosti a ochrany životního prostředí,
- poradenství v otázkách bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí.

Struktura ČATP



## Úkoly ČATP

ČATP jako zprostředkovatel informací



ČATP zajišťuje plnění předmětu své činnosti formou:

- poradenství,
- podpory bezpečnostně technického vzdělávání,
- výměny informací o příslušných bezpečnostních událostech a jejich rozbor,
- výměny informací o bezpečnostně relevantních výsledcích a jejich rozbor,
- vypracování norem, směrnic a doporučení.

Jednotlivé úkoly jsou plněny pracovními komisemi, které mají na starosti technické, normalizační, bezpečnostně technické a ekologické úkoly, případně úkoly z jiných pracovních oblastí. Pracovní komise jsou sestaveny ze zástupců jednotlivých členů ČATP. Členy komisí jsou jmenováni zvláště experti pracující v příslušných oborech, popřípadě v mezinárodních pracovních skupinách. Externí znalci mohou být jmenováni jako členové pracovních komisí po schválení představenstvem ČATP. Asociace může publikovat všechna rozhodnutí učiněná pracovními komisemi jako oficiální nebo interní doklady.

## Co jsou technické plyny?

K technickým plynům patří v první řadě plyny získávané destilací kapalného vzduchu – kyslík, dusík, argon – dále plyny získávané chemickými procesy – acetylen, vodík, oxid uhličitý. Do oblasti technických plynů se dále zahrnují jejich směsi, vzácné a zvláště čisté plyny. Samostatnou skupinu tvoří plyny medicínální (např. kyslík, dusík, oxid uhličitý, oxid dusný a některé směsi). Své využití nacházejí technické plyny ve všech oblastech hospodářství – od výroby kovů přes jejich zpracování, chemický průmysl, potravinářskou techniku až po stavební průmysl -, ale také v oblastech lékařství, výzkumu a vývoje. Nepostradatelné jsou rovněž pro ochranu životního prostředí.

Technické plyny řeší rozmanité úkoly:

Kyslík urychluje oxidační procesy a zvyšuje tím kapacitu, např. při biologickém čištění odpadní vody, ale také ve vysoké peci a při řezání kovů. Snižuje současně množství emise oxidu dusíku do ovzduší, jestliže je používán místo vzduchu v různých chemických procesech. Inertní plyny jako dusík nebo argon chrání před nežádoucími reakcemi jak při chemických procesech, tak při balení potravin a při sváření v ochranné atmosféře. Chlad zkapalněných plynů zpevňuje základy staveb, umožňuje mletí termoplastů a supravodivost. Kalibrační plyny s přesně definovaným podílem jednoho či více plynů se používají pro měřicí techniku jako referenční materiály, např. při měření emisí a imisí, v lékařství a pod. Od ruční práce přes průmyslovou výrobu až po využití v High-Tech oborech jsou technické plyny stále důležitějším faktorem ekologického a ekonomického pracovního procesu.

## Členské firmy ČATP

AIR LIQUIDE CZ, s.r.o.  
Jinonická 80  
158 00 Praha 5

AIR PRODUCTS spol. s r.o.  
Ústecká 30  
405 30 Děčín

APT s.r.o.  
V Potočkách 1537/8  
143 00 Praha 4

CRYOSERVIS s.r.o.  
Vojanova 22  
405 02 Děčín 8

GCE Autogen s.r.o.  
Žižkova 381  
583 14 Chotěboř

Chart – Ferox a.s.  
Ústecká 30  
405 30 Děčín

LINDE TECHNOPLYN a.s.  
U Technoplynu 1324  
198 00 Praha 9

Messer Technogas s. r.o.  
Zelený pruh 99  
140 50 Praha 4

Riessner Gase s.r.o.  
Komenského 961  
267 51 Zdice

Rotarex Praha spol. s r.o.  
Plzeňská ul.  
347 01 Tachov

SIAD Technické plyny s.r.o.  
435 22 Braňany u Mostu

TESing TP Komplet s.r.o.  
A.Krause 2323  
530 12 Pardubice-Spojil

VÍTKOVICE Lahvárna a.s.  
Ruská 24/83  
706 00 Ostrava-Vítkovice



U Technoplynu 1324  
198 00 Praha 9  
tel.: 272100143, 272100100  
fax: 272100158  
E-mail: [catp@catp.cz](mailto:catp@catp.cz)  
[www.catp.cz](http://www.catp.cz)