

Oxid uhličitý v průmyslu a životním prostředí

ČATP 1/03/PS-4

Česká asociace technických plynů (ČATP)
Člen European Industrial Gases Association (EIGA)

U Technoplynu 1324
198 00 Praha 9-Kyje
Tel.: 272100143
Fax: 272100158
E-mail: catp@catp.cz
www.catp.cz

Oxid uhličitý v průmyslu a životním prostředí

Odmítnutí záruky

Veškeré technické publikace ČATP nebo pod jménem ČATP uvedené, včetně prováděcích předpisů, bezpečnostních postupů nebo jakýchkoli jiných technických informací, které jsou v takových publikacích obsaženy, byly získány ze zdrojů, které jsou považovány za spolehlivé, a vycházejí z technických informací a zkušeností, jež jsou běžně k dispozici od členů ČATP a ostatních subjektů k datu vydání takových publikací.

Jestliže se ČATP odvolává na své publikace nebo doporučuje jejich používání svým členům, pak takové odkazy nebo používání publikací ČATP jejími členy nebo třetími stranami je považováno za zcela dobrovolné a nezávazné.

Proto ČATP ani její členové neposkytují žádnou záruku na dosažené výsledky a nepřebírají žádnou zodpovědnost nebo závazky v souvislosti s odkazy nebo s používáním informací nebo návrhů, které jsou v publikacích ČATP obsaženy.

ČATP nemá pod svou kontrolou provádění nebo neprovádění, nesprávnou interpretaci, správné nebo nesprávné použití kterékoli informace nebo návrhů obsažených v publikacích ČATP jakoukoli osobou nebo subjektem (včetně členů ČATP), a proto ČATP výslovně odmítá v této souvislosti jakoukoli odpovědnost a závazky.

Publikace ČATP jsou pravidelně revidovány a jejich uživatelé jsou upozorňováni na nutnost opatřit si vždy nejnovější vydání.

Převzatý materiál EIGA IGC Doc 101/03/E

Česká asociace technických plynů (ČATP)
Člen European Industrial Gases Association (EIGA)

198 00 Praha 9-Kyje
Tel.: 272100143
Fax: 272100158
E-mail: catp@catp.cz
www.catp.cz

Obsah

1. Úvod
2. Rozsah a účel
 - 2.1 Rozsah
3. Definice
4. Oxid uhličitý a život na zemi
 - 4.1 Karbonový cyklus v přírodě
 - 4.2 Skleníkový efekt
 - 4.3 Vlivy lidské činnosti na podnebí
5. Průmysl oxidu uhličitého a životní prostředí
 - 5.1 Přehled průmyslového oxidu uhličitého
 - 5.2 Zdroje oxidu uhličitého pro průmysl
 - 5.2.1 Chemické procesy
 - 5.2.2 Biologické procesy
 - 5.2.3 Přírodní zdroje
 - 5.2.4 Získávání ze zemního plynu
 - 5.2.5 Spalování ropy a zemního plynu
 - 5.3 Použití a aplikace
 - 5.3.1 Ochrana životního prostředí a bezpečnostní technika
 - 5.3.2 Potravinářství a zemědělství
 - 5.3.3 Zpracování materiálů
 - 5.4 Shrnutí
 - 5.5 Reference

1 Úvod

V posledních letech se oxid uhličitý stále více dostává do popředí pozornosti veřejnosti jako skleníkový plyn. Tento dokument má záměr vysvětlit aspekty vlivu oxidu uhličitého na životní prostředí a jeho použití.

2 Rozsah a účel

2.1 Rozsah

Tento dokument vysvětluje použití a aplikace oxidu uhličitého a vliv průmyslu oxidu uhličitého na životní prostředí.

3 Definice

Odpadá

4 Oxid uhličitý a život na zemi

4.1 Karbonový cyklus v přírodě

Oxid uhličitý je klíčem k ekosystému naší planety. Je základním stavebním materiálem k vytváření organické hmoty fotosyntézou. Dýchání – přetváření kyslíku na oxidu uhličitý je dalším základním procesem v přírodě pro udržování života. Oxid uhličitý je také hlavním výsledným produktem rozkladu organického materiálu po ukončení života. Dokonce i usazené vrstvy (křída, mramor, vápenec atd.) byly vytvořeny z oxidu uhličitého. Jsou tvořeny kostrami a lasturami vyhynulých mořských živočichů.

Obrázek 1 ukazuje koloběh uhlíku v karbonovém cyklu (všechny položky jsou udány v miliardách tun uhlíku, 1 tuna uhlíku odpovídá 3,7 tun oxidu uhličitého). Odhaduje se, že pouze 1-2% celkového množství oxidu uhličitého přítomného na zemi je obsaženo v atmosféře. Zbývající obsah oxidu uhličitého je rozpuštěn v chladných hlubinách oceánu. V rovnováze oceán absorbuje více oxidu uhličitého než uvolňuje. Každý rok přibližně 11 miliard tun oxidu uhličitého ubývá z cyklu přechodem z povrchových vrstev do hlubin. Schopnost přijmout více oxidu uhličitého je ovšem omezena možností pomalého mísení vody oceánů. Koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře je výsledkem rovnováhy mezi emisemi a jejich pohlcováním. Během posledního století se zvýšila koncentrace CO₂ z 280 ml.m⁻³ na stávající úroveň 370 ml.m⁻³.

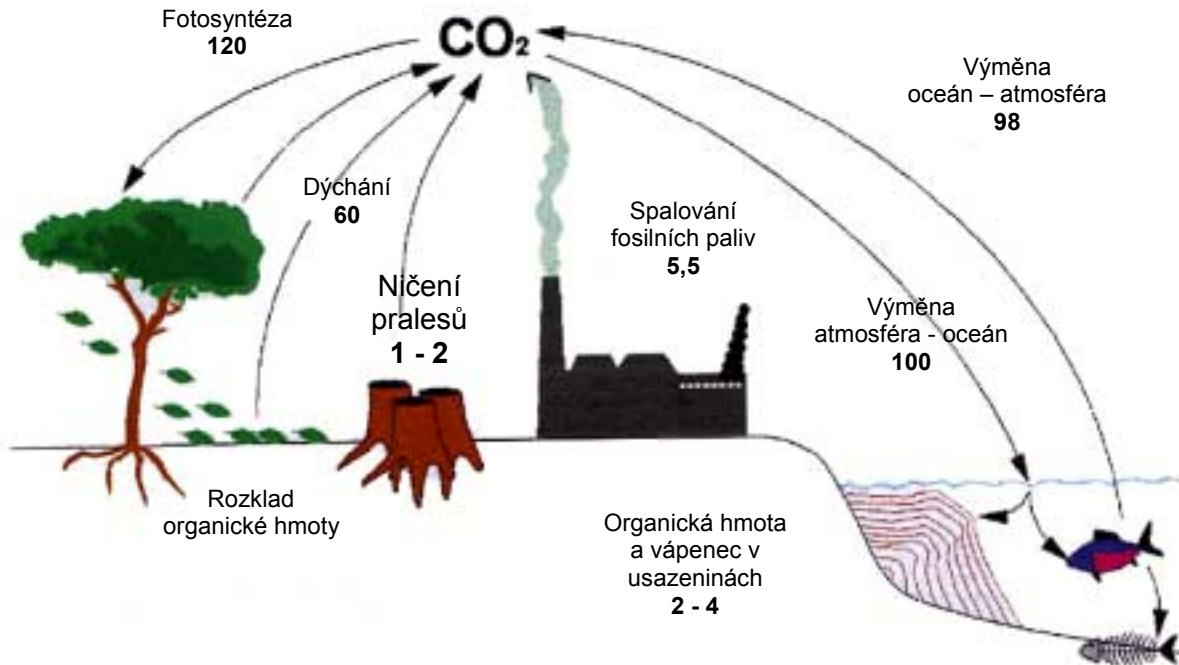
Oxid uhličitý je uvolňován následujícími procesy:

- Dýcháním lidí a živočichů
- Rozkladem biohmoty (částečně také ničením tropických pralesů)
- Spalováním fosilních paliv
- Desorpce z oceánů
- Těžbou zemního plynu

Oxid uhličitý je pohlcován:

- Fotosyntézou rostlin (reakcí oxidu uhličitého na organické sloučeniny)
- Absorpce oxidu uhličitého oceány

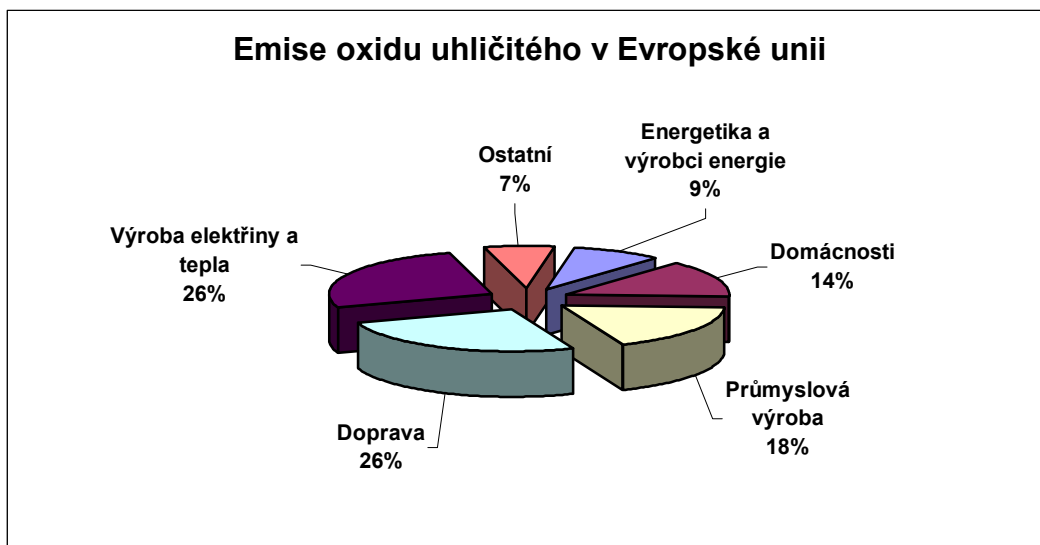
Obrázek 1



Vstupy a výstupy uhlíku do atmosféry v 10 tun uhlíku za rok. Data podle Solomona a [...]. Výměna uhlíku mezi zemí a atmosférou je větší, než mezi oceánem a atmosférou. Daleko vyšší je podíl uhlíku, který je ukládán na zemi, zatímco výměna uhlíku z atmosféry do oceánu je výrazně menší. Pouze nepatrná část je vázána v organické hmotě a vápenci. Obrázek Wolf Hilbertz.

Obrázek 2 znázorňuje zdroje emisí oxidu uhličitého pocházející ze spalování fosilních paliv v Evropské unii. Celková emise oxidu uhličitého pocházející z činnosti lidí v Evropě je podle Evropské agentury pro životní prostředí (Roční zprávy skleníkových plynů 1990 – 2000 a zpráva z r. 2002.) přibližně 3,1 miliardy tun.

Obrázek 2 Zdroj: IEA, 2000 Statistika, 1998 Data



4.2 Skleníkový efekt

Oxid uhličitý a vodní pára spolu s ostatními stopovými prvky v atmosféře způsobují „skleníkový efekt“. Bez něho by průměrná teplota mohla být $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ namísto $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Skleníkový efekt snižuje ztrátu tepla ze zemského povrchu vyzařováním.

Infračervené záření prochází atmosférou pouze v určitém pásmu spektra, tak zvaným oknem. Nárůst koncentrace skleníkových plynů v atmosféře snižuje opacitu (průzračnost) tohoto okna a tím zadržuje teplo. Atmosféra obsahuje množství dalších stopových plynů, jako ozón, oxidy dusíku, methan a halogenuhlovodíky. Všechny tyto stopové prvky zvyšují přirozený skleníkový efekt a přispívají k tomu, co se stalo známým jako člověkem způsobený skleníkový efekt.

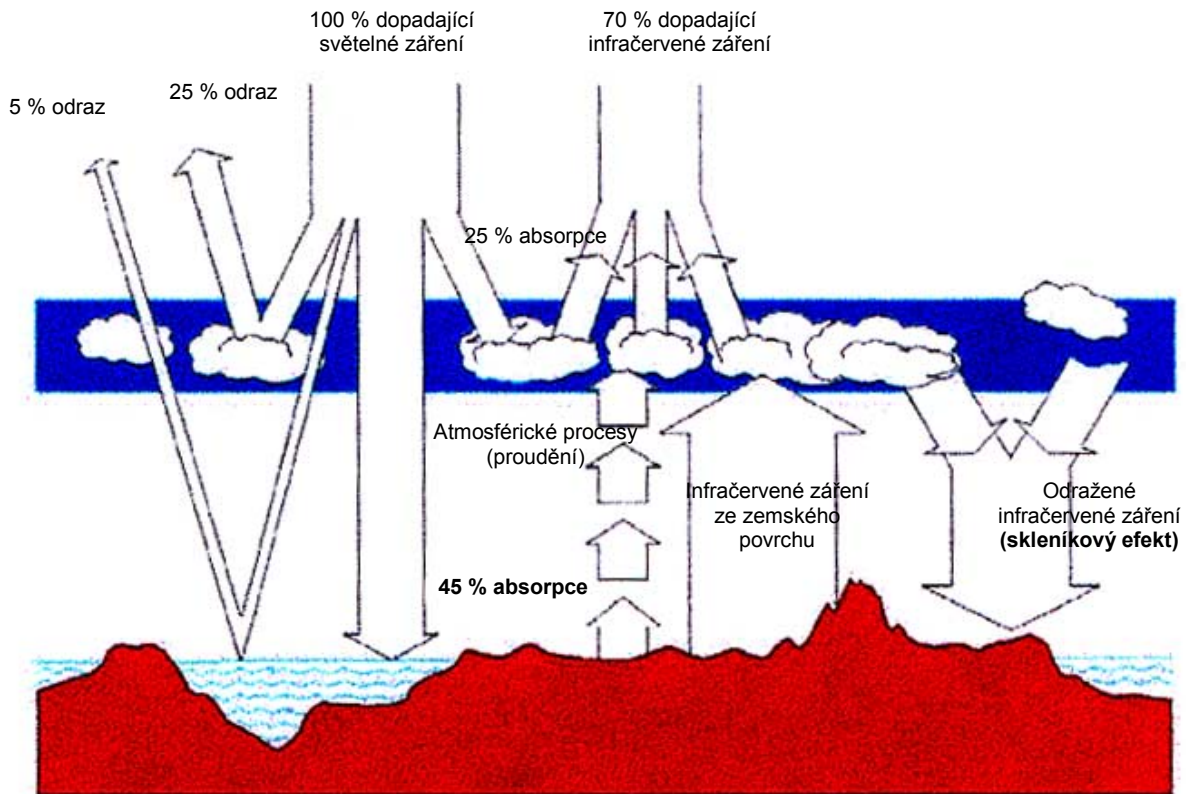
Vodní pára a také stopové plyny zmíněné výše umožňují viditelnému záření neomezený průchod, ale absorbují infračervené záření vyzařující ze zemského povrchu.

Stopové prvky ve vzduchu mají významně širokou absorpční účinnost. Významným srovnávacím faktorem schopnosti účastnit se vytváření skleníkového efektu je jejich globální potenciál zahřívání (Global Warning Potential – GWP). Tento relativní parametr je měřítkem absorpčního efektu jedné molekuly v atmosféře ve srovnání s oxidem uhličitým, který je referenčním plynem a má $\text{GWP} = 1$. GWP některých stopových plynů vyrobených člověkem, které obsahují fluor, je vyšší, než oxidu uhličitého. Jejich GWP je mezi 1000 a 22 200. Methan je 23-krát účinnější než oxid uhličitý v perspektivě 100 let.

Tabulka 1 ukazuje relativní podíl nejdůležitějších plynů v procentech jejich příspěvku k zesilování skleníkového efektu a jejich GWP.

Tabulka 1

Stopový plyn	Současný příspěvek, %	GWP v perspektivě 100 let	Hodnota změny koncentrace v % za rok
Oxid uhličitý	63	1	0,4
Methan	20	23	0,4
Oxidy dusíku	5	296	0,25
Halokarbyony	12	nedefinováno	od $-0,5$ do $+3,9$



Obrázek 3 Skleníkový efekt

4.3 Vliv činnosti lidí na klima

Existuje kolem 40 tzv. skleníkových plynů, pro než je charakteristická absorpce v infračerveném pásmu. Nejdůležitější z nich je vodní pára, která způsobuje dvě třetiny „skleníkového efektu“. Její množství je ovlivňováno lidskou činností jen velmi málo. Hlavní skleníkové plyny vznikající činností lidí jsou oxid uhličitý, methan, oxidy dusíku a halogenuhlovodíky (CFC/HFC).

Vlivem činnosti lidí (spalování fosilních paliv, přetváření zemského povrchu atd.) je karbonový cyklus narušován a v současné době není vyvážený. Možné změny klimatu způsobované emisemi oxidu uhličitého a ostatních skleníkových plynů jsou předmětem mezinárodního zájmu více než desetiletí. Zdá se, že současné pojmy ukazují na to, že lidská činnost má dopady na klimatické změny, způsobované emisemi skleníkových plynů. Mezivládní komise pro monitorování klimatických změn OSN (IPCC) založená Světovou meteorologickou organizací (WMO) přijala Program životního prostředí OSN (UNEP). V roce 1980 byly zahájeny práce na revizi evidence zdrojů a vysloven vědecký souhlas s jeho výsledky.

Hlavní závěry jsou uvedeny v Třetí hodnotící zprávě (1), která vyšla v roce 2001.

Mezi závěry třetí zprávy by mělo být několik zdůrazněno:

- „Vzrůstající počet údajů z pozorování dává obrázek nárůstu teploty Země a dalších změn klimatu“.
- „Emise skleníkových plynů a aerosolů vlivem činnosti lidí pokračuje a ovlivňuje atmosféru způsobem, který má vliv na klimatický systém“.
- Míra ohřívání ve 20. století je pravděpodobně nejvyšší za posledních 1000 let na severní polokouli, je také „pravděpodobné, že 90. léta byla nejteplejším obdobím“.

Nejistoty v modelu předpovědi jsou dosud významné, avšak závěry ve třetí hodnotící zprávě IPCC jsou silnější než v hodnocení v roce 1995. IPCC to vyjadřuje takto: „Nyní existují silnější doklady vlivu lidí na globální klima než v době Druhé hodnotící zprávy“. Možné důsledky zahrnují stoupání hladiny moří, zvyšují prudkost a četnost bouří, mění strukturu zemědělství a zvyšují rozšíření tropických nemocí.

Soudy o nárůstu teploty jsou založené většinou na počítačových simulacích modelů klimatu. Podle těchto výpočtů může zdvojnásobení stávajícího obsahu oxidu uhličitého zvýšit teplotu zemského povrchu od 1,5 do 4,5°C.

Kjótským protokolem byl v signatáři v roce 1997 stanoven cíl snížit produkci skleníkových plynů v období 2008-2012. Tento protokol je dohoda mezi 160 státy světa snížit tuto produkci o 5,2% pod úroveň roku 1990. Jsou zahrnuty plyny oxid uhličitý, methan oxidy dusíku, plyny snižující množství ozonu a fluorid sírový. Snížení nebyla stanovena pro jednotlivé plyny, ale pro všechny plyny na ekvivalent uhlíku.

5 Oxid uhličitý v průmyslu a životní prostředí

5.1 Přehled průmyslu oxidu uhličitého

Po léta lidé objevovali jedinečné vlastnosti oxidu uhličitého v mnoha oblastech své činnosti. Oxid uhličitý je přítomen v přírodě, ale většinou rozpuštěný nebo smíšený s jinými komponenty. Ve své čisté podobě, jako plyn, kapalina nebo dokonce v pevném skupenství („Suchý led“) je ovšem užitečný.

Potřeba neustále narůstá a oxid uhličitý je k dispozici pro rozličné aplikace.

Jak se oxid uhličitý získává? Jak jsme viděli, velké množství oxidu uhličitého je obsaženo v přírodních zdrojích (přírodní zřídla, biologické procesy, zemní plyn ...) nebo jako vedlejší produkt průmyslových činností, převážně spojených se spalovacími procesy nebo chemickými reakcemi. Pokud není dále zpracováván, je oxid uhličitý ve většině případu vypouštěn do atmosféry. Jeden z nejvhodnějších zdrojů oxidu uhličitého je jeho získávání, založené na technických (čistota, kvalita...) a ekonomických úvahách (situování koncové spotřeby, logistika ...), oxid uhličitý je čištěn a přepracován podle potřeby zákazníka. Oxid uhličitý je rovněž registrován jako přídatná látka pro potravinářství pod registračním číslem E-290. Vedle velmi potřebných aplikací založených na jedinečných vlastnostech oxidu uhličitého, které jsou blíže uvedeny dále, je důležité zmínit množství oxidu uhličitého zpracovaného průmyslově; v Evropě představuje méně než 0,07% oxidu uhličitého vznikajícího ve spalovacích procesech.

5.2 Zdroje oxidu uhličitého pro průmysl

5.2.1 Chemické procesy

Významný podíl (více než 80%) oxidu uhličitého získávaného v Evropě firmami zabývajícími se technickými plyny pochází z odpadních plynů z chemických procesů. Pokud tyto odpadní plyny nejsou dále zpracovávány odcházejí volně do atmosféry. Jedná se zejména o procesní plyny z výroby čpavku, parního reformingu methanu a výroby ethylenoxidu, v nichž je obsah oxidu uhličitého vysoký (přes 98%). Odpadní plyny z chemických reakcí uhlovodíků jsou pro tento účel využívány velmi zřídka. Teoreticky oxid uhličitý může být získáván také ze spalin ze spalovacích procesů, ale tento způsob není ekonomický pro vysoké náklady na čištění a malou výtěžnost.

5.2.2 Biologické procesy

Kvasné procesy jsou ekonomickým zdrojem oxidu uhličitého, a to z výroby alkoholu. Relativně vysoké investice, nutné pro získání oxidu uhličitého z fermentačních procesů omezuje jejich využití na malé množství velkých pivovarů a výrobců lihovin. Oxid uhličitý se také uvolňuje v jiných biologických procesech jako rozklad organické hmoty na skládkách a čistírnách odpadních vod. Tento oxid uhličitý obsahuje ale významné množství methanu a dalších nečistot a není tudíž vhodný pro průmyslové využití.

5.2.3 Přírodní zdroje

Geologická aktivita probíhající po miliony let vytvořila v zemských vrstvách ložiska oxidu uhličitého. Některá z nich mají organický původ a pocházejí z rozkladu prehistorických forem života. Získávání oxidu uhličitého z přírodních ložisek je omezeno na několik oblastí, jako USA, Německo, Francie, Maďarsko a Rusko, kde jsou vhodné geologické podmínky. Oxid uhličitý je obvykle získáván ve spojení s minerální vodou, ale může být odebírán také samostatně. Většina požadavků zákazníků na „přírodní zdroje“ oxidu uhličitého se vztahuje na použití v nápojovém průmyslu.

5.2.4 Získávání ze zemního plynu

Některá naleziště zemního plynu (methan) mají vysoký obsah oxidu uhličitého. Rozhodující pro další možnost dalšího zpracování je obsah oxidu uhličitého a kritických nečistot. Tyto zdroje jsou obvyklé v Asii.

5.2.5 Spalování ropy a plynu

V oblastech, kde nejsou jiné zdroje pro získání oxidu uhličitého ekonomické, mohou být ropa a plyn spalovány pouze za účelem výroby oxidu uhličitého. Pro tento účel jsou provozovány speciální výrobní jednotky.

5.3 Aplikace

Vlastnosti oxidu uhličitého jako jsou jeho inertnost a vysoká rozpustnost ve vodě, umožňují použití oxidu uhličitého v mnoha oblastech. Oxid uhličitý (CO_2) je bezbarvý, nehořlavý plyn s neutrálním zápachem a chutí. S vodou tvoří kyselinu uhličitou (H_2CO_3). Název kyselina uhličitá je často velmi nepřesně používána jako synonymum k oxidu uhličitému.

V kapalném a pevném skupenství je oxid uhličitý používán jako chladivo do teplot $-78\text{ }^\circ\text{C}$.

5.3.1 Ochrana životního prostředí a bezpečnostní technika

5.3.1.1 Čistění vod

Alkalické odpadní vody (například z mlékáren, koželužen, výrobců nápojů, z výroby saponátů nebo cementu) zhoršují nebo zpomalují čisticí procesy v biologických čistírnách. Tyto odpadní vody mohou být neutralizovány přidáváním oxidu uhličitého (náhrada anorganických kyselin). Také hodnota pH v bazénech může být regulována oxidem uhličitým. Minimální obsah oxidu uhličitého je také podstatný pro pitnou vodu. Jako šetrná slabá kyselina může oxid uhličitý v tomto případě nahradit koncentrované a nebezpečnější kyseliny jako například kyselinu sírovou.

5.3.1.2 Bezpečnostní technika

Riziko výbuchu nastává vždy, když dochází ke kontaktu hořlavých kapalin nebo prachu se vzduchem. Téměř každá plynná atmosféra může být „deaktivována“ ředěním atmosférického kyslíku oxidu uhličitého. Tato technika, známá jako inertizace, je používána v téměř všech oblastech průmyslu, zvláště v chemickém průmyslu. Protože hustota oxidu uhličitého je vyšší než vzduchu, je zvláště vhodný pro izolaci nebezpečných látek od vzduchu. Oxid uhličitý je také osvědčeným hasivem v hasicích přístrojích a v automatických hasicích systémech.

5.3.2 Potravinářství a nápojový průmysl

5.3.2.1 Ochranný plyn

Potraviny vydrží déle v čerstvém stavu, pokud nepřijdou do styku se vzduchem. Proto potravinářský průmysl se snaží vyloučit atmosférický kyslík od prvních kroků zpracování až po dodání zákazníkovi. Oxid uhličitý chrání výrobky při opracování, jako je mletí, míchání a přeprava. Potravinářské výrobky jsou také zpravidla baleny v ochranném plynu (oxid uhličitý nebo jeho směsi), který je chrání před zhoršením kvality. Ochranný plyn, který nahradil atmosférický kyslík, zpomaluje růst a množení bakterií a hub.

5.3.2.2 Mražení a chlazení

Jako chladicí prostředek, který je bez zápachu a chuti, oxid uhličitý je používán v kapalném a pevném skupenství pro mražení a chlazení mnoha druhů potravin. Ochrana před atmosférickým

kyslíkem ve spojení s náhlým ochlazením zachová přirozené zbarvení, chuť a aroma typické pro výrobek.

5.3.2.3 Mletí

Používá se pro mletí koření a potravin, které je obtížné nebo nemožné mlít za normální teploty. Použití oxidu uhličitého zamezuje zahřívání při mletí a vytváří inertní atmosféru a tím odstraňuje riziko výbuchu prachu.

5.3.2.4 Vysokotlaká extrakce

Oxid uhličitý je za vysokého tlaku výborným rozpouštědlem pro extrakci biologicky aktivních složek a přírodních produktů, jako aromatických látek a příchutí z koření. Aplikace lze nalézt ve farmacii, kosmetickém a potravinářském průmyslu. Může být také použit k odstranění nežádoucích složek z produktu, například k odstranění kofeinu z kávy. Rozsah aplikací je obrovský. Konečně, na rozdíl od mnoha organických rozpouštědel, která jsou tradičně používána, oxid uhličitý je fyziologicky neškodný.

5.3.2.5 Hnojení ve skleníku oxidem uhličitým

Růst rostlin ve sklenících je podporován vyšší koncentrací oxidu uhličitého nebo vodou obohacenou oxidem uhličitým. Ideální koncentrace oxidu uhličitého je různá pro různé druhy ovoce nebo zeleniny, ale je obvykle mezi 0,06 až 0,12% objemovými v atmosféře.

5.3.2.6 Použití v nápojovém průmyslu

Oxid uhličitý je přidáván do nápojů pro vytvoření perlicího efektu, což oceňují spotřebitelé sodové vody a dalších nápojů po celém světě.

5.3.3 Zpracování materiálů

5.3.3.1 Svařování v ochranné atmosféře

Čistý oxid uhličitý a jeho směsi, nejčastěji s argonem jsou používány při svařování oceli metodou MAG (Metal-Active-Gas-welding). Složení směsi závisí na určité aplikaci. Ochranný plyn chrání tavicí se kov před atmosférickým kyslíkem a ovlivňuje vlastnosti materiálu.

5.3.3.2 Řezání laserem

Lasery, využívající oxid uhličitý jako opticky aktivní medium, umožňují přesné řezání ocelových plechů a umělé hmoty. Molekuly oxidu uhličitého emitují vysoce koncentrovaný infračervený paprsek. Emise je vyvolána elektrickou excitací.

5.3.3.3 Výroba plastových nádob vyfukováním

Výroba plastových nádob (láhve, konve, hrnce, kanystry atd.) se provádí expansí plastové trubky ve formě. Forma je pak ochlazená pro urychlení tuhnutí hmoty. Chlazení vnitřku formy oxid uhličitý urychluje výrobní proces. Kromě chlazení oxid uhličitý snižuje namáhání materiálu a umožňuje zachování jeho vlastností.

5.3.3.4 Kalibrační plyny

Oxid uhličitý je používán jako „matrice“ pro směs a jako kalibrační plyn.

5.3.3.5 Použití ve zdravotnictví

5.3.3.6

Oxid uhličitý je používán pro kryochirurgii, laparoskopii a pro podporu dýchání.

5.4 Shrnutí

Z uvedeného je zřejmé, že oxid uhličitý zpracováváný a distribuováný v průmyslu pochází z existujících zdrojů. Z celkového globálního množství emisí oxidu uhličitého tvoří pouze velmi malou část. Je jasné, že mnoho aplikací oxidu uhličitého má velmi pozitivní vliv na životní prostředí. To ale neznamená, že průmysl oxidu uhličitého by měl pokračovat „stále stejně“. Mnoho požadavků na potřebná opatření mají smysl, odpovědný vztah k přírodě má obecnou platnost a vyžaduje odpovídající postupy. Průmysl oxidu uhličitého je odhodlán přispět na své úrovni k tomuto úsilí.

Další pokrok v tomto odvětví může být dosažen efektivním využitím energie spotřebované na výrobu oxidu uhličitého, optimalizací dopravy a vývojem nejlepších postupů ke snížení vypouštění oxidu uhličitého do atmosféry v procesech jeho použití. Průmyslové použití oxidu uhličitého se týká nepatrného zlomku množství, vypouštěného do ovzduší dopravními prostředky, energetikou a lokálními zdroji.

5.5 Reference

- (1) Třetí zpráva o klimatických změnách (IPCC) na <http://www.ipcc.ch/>