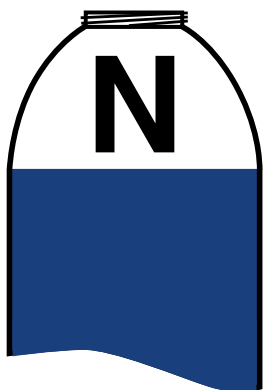


Řada: informace, normy, předpisy

Kyslík



Kyslík

Zpracovali:

Ing. Ludmila Dvořáková
Ing. Marie Čížková
Ing. Tomáš Zmydlený
Ing. Tomáš Klimek
Ing. Vít Tuček
Jiří Hanzal

Odborná spolupráce: ČATP – PS- 4

Praha, listopad 2006

Obsah

1. Úvod	3
2. Fyzikálně chemické vlastnosti a požárně bezpečnostní charakteristiky	4
3. Výroba kyslíku	6
3.1 Frakční destilace zkapalněného vzduchu	6
3.2 Adsorpce na molekulových sítích	7
3.3 Elektrolytický rozklad vody	8
4. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	8
4.1 Klasifikace kyslíku dle zákona o chemických látkách a chemických přípravcích	8
4.2 Zdravotní účinky	8
4.3 Nebezpečí poškození zdraví chladem	8
4.4 Nebezpečí roztržení lahve v důsledku zahřátí	8
4.5 Hlavní bezpečnostní rizika	8
4.6 Kompatibilní materiály	8
5. Nádoby k přepravě a skladování kyslíku	10
5.1 Tlakové lahve a svazky lahví	10
5.2 Příslušenství tlakových lahví	11
5.3 Značení lahví	12
5.3.1 Značení ražením	12
5.3.2 Barevné značení	12
5.3.3 Informační nálepky	12
6. Skladování, manipulace a přeprava	13
6.1 Skladování	13
6.1.1 Skladování plynného kyslíku	14
6.1.2 Skladování kapalného kyslíku	14
6.2 Manipulace s lahvemi a svazky	14
6.3 Odběr kyslíku z nádob	14
6.4 Přeprava po silnici	14
6.4.1 Přeprava v lahvích a svazcích lahví	14
6.4.2 Přeprava v kontejnerech a kryogenních cisternách	15

7. Použití kyslíku	17
7.1 Hutní výroba	14
7.2 Zpracování kovů a skla	14
7.3 Chemický průmysl	14
7.4 Spalování odpadů s kyslíkem	14
7.5 Čistý kyslík – čistá odpadní voda	14
7.6 Sanace starých zátěží	14
7.7 Zdravá pitná voda	14
7.8 Kyslík pro dýchání	14
7.9 Technika potápění	14
8. Citované a související normy a předpisy	23
9. Použitá literatura	23
ČATP se představuje	24

1. Úvod

Publikaci „Kyslík“ vydává Česká asociace technických plynů (ČATP, <http://www.catp.cz>, catp@catp.cz), která sdružuje významné výrobce a distributory technických plynů a příslušenství. Cílem publikace je seznámit uživatele kyslíku a veřejnost s vlastnostmi, výrobou, distribucí a použitím tohoto plynu s důrazem na bezpečnostní rizika nakládání s tímto plynem a jeho směsmi.

2. Fyzikálně chemické vlastnosti a požárně bezpečnostní charakteristiky

Chemický vzorec	O ₂
Molekulová hmotnost	31,9988 g.mol ⁻¹
Bod tání (při tlaku 101,3 kPa)	- 218,4 °C
Bod varu (při tlaku 101,3 kPa)	-182,97 °C
Kritická teplota	- 118,9 °C
Kritický tlak	5,043 MPa
Hustota kapalného kyslíku (při bodu varu)	1,142 kg.m ⁻³
Relativní hustota plynu (vzduch=1)	1,1053
Rozpuštěnost ve vodě (při 20 °C)	489 mg.l ⁻¹
Barva (plyn)	bezbarvý
Barva (kapalina)	namodralá
Zápach	bez zápachu
Kyslík plyný	
UN	1072 KYSLÍK, STLAČENÝ
Klasifikační kód	10
Kyslík kapalný	
UN	1073 KYSLÍK, HLUBOCE ZCHLAZENÝ, KAPALNÝ
Klasifikační kód	30
CAS	7782-44-7
ES	231-956-9

Pro přepočítání množství plynu platí následující tabulka:

m ³ (0 °C, 101,3 kPa)	litr (-182,97 °C, 101,3 kPa)	kg
1	1,252	1,429
0,854	1	1,142
0,748	0,876	1

3. Výroba kyslíku

Průmyslově se kyslík vyrábí:

- frakční destilací zkapalněného vzduchu
- adsorpcí na molekulových sítích
- elektrolytickým rozkladem vody

3.1 Frakční destilace zkapalněného vzduchu



Obr. 1 Separáční jednotka

Velkokapacitní výroba kyslíku probíhá v kryogenních zařízeních určených k separaci vzduchu. Jedná se o energeticky vysoce náročný proces, jehož součástí je výroba dalších produktů jako je dusík a argon.

Vzduch jako surovina pro výrobu kyslíku je nasáván z venkovního prostoru a filtrován, aby byly odstraněny prachové nečistoty. Následně je kompresorem stlačen a ochlazen, tímto dochází k odstranění vody. Průchodem vzduchu molekulárním sítím dojde k zachycení oxidu uhličitého, těžších uhlovodíků, vodní páry a dalších plynných nečistot. Vyčištěný vzduch je ochlazen na teplotu blízkou zkapalnění, a to buď expanzí ve vzduchové turbíně s následným tepelným výměníkem, a nebo jen v tepelném výměníku. K úplnému zkapalnění vzduchu dojde zkrápěním proudem kapalné-

ho dusíku v rektifikační koloně, kde poté dochází k procesu separace a k rozdělení vzduchu na hlavní složky – kyslík, dusík a argon. Separací jednotka (Air Separation Unit – ASU) umožňuje výrobu kyslíku čistoty až 99,99 % při výkonnosti až 2000 tun za den.

3.2 Adsorpce na molekulových sítích

Nekryogenní systémy na výrobu kyslíku využívají sorpčních vlastností upravených molekulových sít (zeolitů). Nízkým přetlakem za teploty okolního vzduchu je veden vyčištěný procesní vzduch přes adsorbéry, kde se zachycuje dusík a kyslík je jímán do zásobníků. Regenerace sorbentu probíhá odtlakováním adsorbéru u PSA systémů (Pressure Swing Adsorption) nebo i jeho následným vakuováním u VSA systémů (Vacuum-Pressure Swing Adsorption). Touto technologií je obvykle vyráběn kyslík čistoty 90–95 %.

3.3 Elektrolytický rozklad vody

Kyslík vyrobený elektrolytickým rozkladem vody je získáván jako vedlejší produkt při výrobě vodíku. Základním zařízením je elektrolyzátor, který je vybaven kladnou a zápornou elektrodou. Anoda slouží pro výrobu kyslíku. Kovy na povrchu anody umožňují rychlé párování atomárního kyslíku do kyslíkových molekul a tím urychlují výrobu. Katoda slouží pro výrobu vodíku. Plyny jsou jímány odděleně pro další zpracování nebo plnění. Elektrolyzátor obsahuje separátor plynu – membránu, která brání vzájemnému promísení vodíku a kyslíku při současném volném průchodu iontů.

4. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

4.1 Klasifikace kyslíku dle zákona o chemických látkách a chemických přípravcích

Kyslík je klasifikován podle zákona č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích jako látka oxidující. Směsi plynů, které obsahují 21 a více objemových procent kyslíku jsou klasifikovány rovněž jako oxidující. Pro tyto případy je pro bezpečné nakládání s kyslíkem a kyslíkovými směsmi nutné respektovat informace uvedené v bezpečnostním listu. Bezpečnostní listy pro kyslík jsou k dispozici na internetové adrese <http://www.catp.cz>.

O



oxidující

Obr. 2 Symbol nebezpečnosti

R8 – Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár

S2 – Uchovávejte mimo dosah dětí

S17 – Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů

4.2 Zdravotní účinky

Elementární kyslík při koncentracích ve vzduchu kolem 21 % obj. nemá na lidský organismus žádné účinky. Dlouhodobé vdechování vyšších koncentrací kyslíku ve vzduchu vede k bolestem hlavy, pocitu tíhy na prsou a při velmi vysokých koncentracích může dojít k hlubokému bezvědomí a křečím. Při snížení koncentrace kyslíku pod 18 % obj. dochází k dušení, které se zrychluje s poklesem obsahu kyslíku ve vzduchu. Nedostatek kyslíku se projevuje bolestmi hlavy, poruchami koordinace, potížemi s mluvením, zpomalením racionálního uvažování, obtížným pohybem svalů. Další pokles koncentrace kyslíku ve vzduchu pod hranici 6 % obj. má za následek okamžité udušení.

4.3 Nebezpečí poškození zdraví chladem

Při používání stlačeného nebo kapalného kyslíku hrozí nebezpečí omrzlin. Kyslík je dodáván jako stlačený plyn nebo hluboce zchlazená kapalina. Při odbírání plynu z tlakové lahve dochází při odběru k ochlazení, které při neopatrné manipulaci může způsobit omrzliny. Efekt ochlazování je tím větší, čím rychlejší a intenzivnější je odběr kyslíku z lahve. Přímý kontakt koncentrovaného kyslíku s povrchem těla či očima způsobí omrzliny a trvalé zdravotní následky. Je třeba se vyvarovat situacím při kterých nekontrolovaně dochází k intenzivnímu úniku kyslíku z tlakové lahve. Je nutné dbát na těsnost odběrového zařízení a používání pracovního oděvu, ochranných rukavic a brýlí při manipulaci s odběrovým zařízením.

4.4 Nebezpečí roztržení lahve v důsledku zahřátí

S narůstající teplotou se tlak plynu v uzavřené nádobě zvyšuje. Podmínky pro skladování a používání lahví a svazků s kyslíkem by měly zaručit, aby teplota plynu v tlakové lahvi nepřekročila 50 °C. Pokud jsou lahve vystaveny vysokým teplotám (vysoká teplota prostředí nebo sálavý zdroj tepla), roste výrazně riziko mechanického poškození celého odběrového systému kyslíku v důsledku neúměrného zvýšení tlaku (ventil, regulátor, rozvody, koncové odběrové zařízení). Poškození kterékoliv části dopravního systému vede k nekontrolovanému úniku kyslíku do okolního prostředí.

4.5 Hlavní bezpečnostní rizika

Kyslík je po fluoru druhé nejsilnější oxidovadlo. Tato skutečnost způsobuje, že kyslík je považován za nebezpečný plyn. Není hořlavý, ale hoření podporuje. V čistém kyslíku hoří i běžně nehořlavé materiály.

Hlavní bezpečnostní rizika při nakládání s kyslíkem jsou:

- **Mastnota + kyslík = výbuch**
Vyšší mastné kyseliny jsou v kyslíku výborné palivo, při kontaktu s kyslíkem hoří a vybuchují.
- **Požár v prostředí s vyšším obsahem kyslíku**
Vyšší teplota hoření všech hořlavých látek v kyslíku než v okolní atmosféře. V čistém kyslíku hoří i kovy, železo, hliník, titan, hořčík nebo i další prvky, například křemík.
- **Vysoký tlak kyslíku**
Možnost snadného zapálení při tlakovém rázu, např. ve vysokotlaké části redukčního ventilu nebo v rozvodu tlakového kyslíku.
- **Změna meze výbušnosti**
Větší rozsah výbušnosti směsi hořlavého plynu s kyslíkem. Výrazně klesá dolní mez výbušnosti pro většinu hořlavých látek.
- **Snížení zápalné teploty**
V čistém kyslíku se snižují zápalné teploty všech hořlavých látek.
- **Špatná identifikace úniku**
Kyslík je bez chuti a zápachu, proto se špatně zjišťuje jeho zvýšená koncentrace.

4.6 Kompatibilní materiály

Pro práci s čistým kyslíkem je nutno používat materiály, u kterých je minimální riziko samovznícení v atmosféře čistého kyslíku.

5. Nádoby k přepravě a skladování kyslíku

5.1 Tlakové lahve a svazky lahví

Pro přepravu a skladování kyslíku se používají bezešvé ocelové lahve z legované chrommolybdenové oceli. Konstrukce lahví musí být provedena podle harmonizovaných norem EN nebo ISO, které detailně popisují také zkoušení lahví před uvedením do provozu. Pro použití v Evropské unii musí dále lahve splňovat požadavky Evropského společenství směrnice 1999/36/ES nebo 1997/23/ES (dýchací přístroje). Splnění těchto podmínek musí být na lahvi trvale vyznačeno řeckým písmenem π nebo značkou CE (dýchací přístroje) a číslem oprávněné osoby provádějící schválení (viz bod 5.2).

Lahve na technický a medicínální kyslík se běžně vyrábějí v objemech 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40 a 50 litrů, pro dýchací přístroje pak v objemech 2, 5, 6, 7, 10, 12 a 15 litrů. Plnicí tlaky jsou 200 bar (při zkušebním tlaku 300 bar) nebo 300 bar (při zkušebním tlaku 450 bar) při 15 °C.

Prázdné lahve o objemu 50 litrů mají hmotnost od cca 52 kg (200 bar) do cca 65 kg (300 bar) a pojmu cca 10,7 m³ (200 bar) až cca 15,2 m³ (300 bar) kyslíku. Pro větší spotřebu kyslíku mohou být lahve spojovány do svazků. Svazky obsahují podle konstrukce zpravidla 6 až 16 lahví objemu 50 litrů.

Tlakové lahve musí být v průběhu užívání podrobeny periodickým prohlídkám, které smí provádět pouze oprávněná osoba. Provedení periodické prohlídky musí být na lahvi potvrzeno datem: rok (2 číslice) / měsíc (2 číslice) a identifikační značkou oprávněné osoby. Zároveň musí být označen rok (2 číslice) příští periodické prohlídky. Intervaly mezi jednotlivými periodickými kontrolami jsou stanoveny pro jednotlivé plyny a směsi plynů v ADR a pro kyslík je tato perioda 10 let.

5.2 Příslušenství tlakových lahví

Kyslíkové tlakové lahve jsou pro použití v České republice opatřeny uzavíracím ventilem s boční přípojkou se závitem W21,8 x 1/14" pro připojení redukčního ventilu. Pro těsnění ventilů se používá např. teflonová páska kompatibilní s kyslíkem nebo olovené kalíšky. Novým typem příslušenství jsou tzv. integrované uzavírací ventily, jejichž pevnou součástí je redukční ventil včetně ukazatele tlaku. Na výstupu z ventilu je tedy tlak redukován



Obr. 3
Tlaková lahev
pro kyslík

na hodnotu potřebnou pro přímé použití. Uzavírací ventily, stejně jako tlakové lahve, musí splňovat požadavky Evropského společenství směrnice 1999/36/ES a musí být označeny řeckým písmenem π + číslem oprávněné osoby provádějící schválení, značkou výrobce, značkou závitu čepu, hodnotou vstupního tlaku a chemickou značkou plynu.

5.3 Značení lahví

5.3.1 Značení ražením

Na horní zaoblené části každé opakovaně plnitelné tlakové lahve na kyslík používané v zemích Evropské unie musí být trvale vyraženy povinné údaje předepsané ADR.

První řádek – výrobní značení: označení závitu v hrdle lahve, značka výrobce (pokud země výrobce není shodná se zemí schválení, musí značku výrobce předcházet označení země výroby), výrobní číslo lahve.

Druhý řádek – provozní značení: minimální zaručená tloušťka stěny v mm, hmotnost prázdné lahve v kg, objem lahve v litrech, plnicí a zkušební tlak v barech.

Třetí řádek – certifikační značení: značka shody π + číslo oprávněné osoby (podle 1999/36/ES), označení technické normy pro konstrukci, země schválení (rozlišovací značka pro motorová vozidla v mezinárodní dopravě), identifikační značka oprávněné osoby, datum první inspekce (rok – 4 číslice / měsíc – 2 číslice).

Dále musí být každá lahev označena rokem – 2 číslice / měsícem – 2 číslice poslední provedené periodické prohlídky se značkou oprávněné osoby. Kyslíkové lahve musí mít dále podle ADR označení plynu včetně UN čísla, stavu plynu a vyznačení roku příští periodické prohlídky. Pro stlačený kyslík je označení plynu podle ADR:

UN1072 KYSLÍK, STLAČENÝ

Označení plynu a roku příští revize může být na lahvi vyraženo nebo uvedeno na nálepce.

5.3.2 Barevné značení

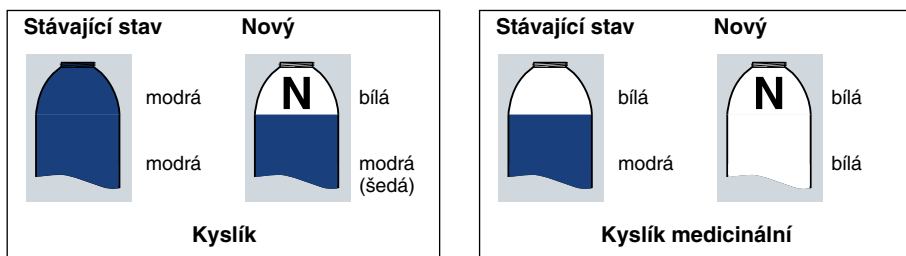
V současné době jsou v užívání tlakové lahve na kyslík ve dvou variantách barevného značení dle obr.4. Starší lahve na technický kyslík s nátěrem podle ČSN 07 8509, pro medicínální kyslík s nátěrem podle ČSN 07 8510. Lahve na kyslík pro medicínální účely byly navíc označeny bílým křížem na těle lahve a chemickou značkou kyslíku na horní zaoblené části.

Nová norma ČSN EN 1089–3 předepisuje nátěr horní zaoblené části lahví na kyslík bílou barvou odstínu RAL 9010. Barva těla lahve není touto nor-

mužou předepsána. U lahví na technický kyslík je doporučena barva modrá, odstín RAL 5010, nebo šedá, odstín RAL 7037. U lahví na medicínální kyslík je tělo lahve bílé.

Pokud je kyslíková lahev značena podle ČSN EN 1089–3, musí mít při použití v České republice na protilehlých stranách zaoblené části velká písmena "N" do 30.6.2008.

Od 1.7.2008 je možno plnit a používat pouze lahve s barevným značením podle ČSN EN 1089–3.

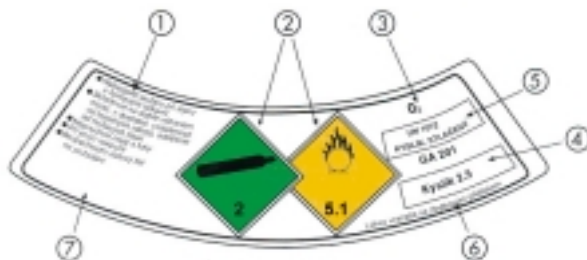


Obr. 4 Barevné značení tlakových lahví pro kyslík

5.3.3 Informační nálepky

Po naplnění lahve kyslíkem musí být na lahev umístěna informační nálepka podle ČSN EN 1089–2. Umisťuje se buď na zaoblenou vrchní část lahve nebo max. 50 mm pod ní. Nálepka obsahuje bezpečnostní značku a základní informace jako jsou: identifikace obsahu, doplňkové informace o nebezpečí obsahu, opatření při skladování a používání, jméno a kontaktní údaje vlastníka. Nálepky musí být jasně viditelné a čitelné po celou dobu provozu lahve se stejným druhem plynu.

Nálepka s označením nebezpečného zboží splňuje požadavky dopravních předpisů (ADF a obsahuje, např. pro technický kyslík následující vysvětlující informace:



Vysvětlění:

- ① Bezpečnostní věty a rady
- ② Bezpečnostní značka
- ③ Složení plynu nebo plyná směsi
- ④ Označení výrobku výrobcem
- ⑤ Úplný název a popis plynu podle ADR
- ⑥ Upozornění výrobce
- ⑦ Název, adresa a telefonní číslo výrobce

Obr. 5 Informační nálepka

6. Skladování, manipulace a přeprava

6.1 Skladování

6.1.1 Skladování plynného kyslíku

Požadavky na skladování technických plynů stanoví ČSN 07 8304.

Lahve s plyny se skladují v otevřených nebo uzavřených skladech technických plynů, na dobře odvětraných místech, která jsou chráněna před povětrnostními vlivy a před přímým slunečním zářením. Vhodný je přístřešek s částečně otevřenými bočními stěnami. Místo musí být označeno tabulkami s názvy skladovaných plynů. Kyslík nesmí být skladován společně s hořlavými plyny ani hořlavými látkami. Ve skladu a do vzdálenosti nejméně 5 m od něho je zakázáno ukládat jakékoli hořlavé látky a provádět práce se zvýšeným nebezpečím vzniku požáru. Lahve s kyslíkem musí být zajištěny proti pádu a nesmí být umístěny poblíž topných těles, parních potrubí a dalších zdrojů sálavého tepla, které mohou způsobit nebezpečné ohřátí lahve.

V objektu není počet lahví omezen, pokud mezi jednotlivými skupinami lahví kyslíku (maximálně 6 lahví – přepočteno na 50 litrové lahve) je vzdálenost alespoň 10 m. V jedné provozní místnosti umístěné ve vícepodlažním objektu může být nanejvýš 12 lahví. V objektech, kde bývá skladováno nebo manipulováno s větším množstvím kyslíku, platí zvláštní předpisy pro bezpečný provoz.

6.1.2 Skladování kapalného kyslíku

Pro odběratele, kteří potřebují velké množství kyslíku, je možné zajištění provozu formou kapalného kyslíku. V takovém případě je nutno instalovat zásobníky na kapalný kyslík s objemem odpovídajícím požadované spotřebě. Kyslík lze ze zásobníků přivádět potrubním rozvodem na místo spotřeby v kapalném nebo plynném stavu. Pro rozvod plynného kyslíku o tlaku až 30 bar je kapalina ze zásobníku vedena do vzduchových odpařovačů, kde se odpařuje a ohřívá na teplotu blízkou okolí. Regulátor na výstupu odpařovačů udržuje tlak ve spotřební síti. Další regulátor, který je součástí zásobníku, udržuje patřičně vyšší tlak v zásobníku. Celé zařízení pracuje automaticky až do minimální náplně, při které je nutno znovu dodat kapalinu do zásobníku z transportní cisterny.

Kapalný kyslík je u výrobce skladován při nízkých teplotách v tepelně izolovaných zásobnících, ze kterých je prostřednictvím kryogenních cisteren dopravován ke spotřebiteli. Tam je kapalný kyslík přečerpán do stabilního zásobníku. Hlavní výhodou použití kapalného kyslíku je, že stejné množství kyslíku v kapalné fázi zaujímá výrazně menší objem než plynná fáze.

Zásobníky pro skladování kapalného kyslíku musí být postaveny podle předem schválených projektů, které zajišťují bezpečnost provozu. K dispozici jsou standardní kryogenní zásobníky o obsahu 1000 až 60 000 litrů.



Obr. 6 Skladování kapalného kyslíku

Kapalný kyslík je také možno přepravovat a skladovat v přepravních kontejnerech o kapacitě 5 až 1000 litrů.

6.2 Manipulace s lahvemi a svazky

Při manipulaci s lahvemi musí být ventil chráněn, například ochranným kloboučkem. Bezpečnou manipulaci lahví na kratší vzdálenosti zaručí speciální manipulační vozík na tlakové lahve. Menší lahve je možné přemísťovat také mírně nakloněné odvalováním po spodním okraji lahve. S většími lahvemi může být takováto manipulace již nebezpečná, vzhledem k jejich rozměrům a hmotnosti. Lahve se nesmí smýkat po spodním okraji, odvalovat po plášti, přenášet držené za ochranný klobouček nebo shazovat volným pádem dolů.

Svazky je bezpečné přemísťovat vysokozdvížným vozíkem.

6.3 Odběr kyslíku z tlakových lahví

Při odběru plynu musí stát lahev vertikálně, s ventilem nahoru, zajištěna proti pádu. Podle druhu práce musí být pracovníci při manipulaci s tlakovými nádobami vybaveni vhodnými osobními ochrannými pracovními pomůckami.

Lahev smí být připojena jen k zařízení určenému pro odběr kyslíku. Je nutno zamezit styku nádoby, zejména ústí ventilu, s tuky, mazivy, mastnotou, případně dalšími organickými látkami.

6.4 Přeprava po silnici

Kyslík stlačený je podle ADR zařazen takto:

UN číslo:	1072
třída:	2
klasifikační kód dle ADR:	10
bezpečnostní značka:	2.2 + 5.1
přepravní kategorie:	3
identifikační číslo nebezpečnosti:	25

6.4.1 Přeprava v lahvích a svazcích lahví

Přeprava v lahvích musí být prováděna podle platných ustanovení ADR. Lahve musí splňovat požadavky pokynu pro balení P200 ADR, musí být označeny a náklad musí být na vozidle upevněn proti posunutí. Je nutné dodržet požadavky na zákaz společné nakládky s některými dalšími nebezpečnými věcmi, viz kapitola 7.5.2 ADR. Při nadlimitních přepravách (viz ustanovení 1.1.3.6 ADR) musí být dopravní jednotka vpředu i vzadu označena oranžovou tabulkou. V dopravní jednotce musí být výbava předepsaná dle ADR a písemných pokynů pro případ nehody. Řidič vozidla musí být proškolen a musí mít u sebe platnou průkazku ADR. Odesílatel je povinen přiložit k zásilce vyplněný přepravní doklad a pokyny pro případ nehody.

Do 1000 l celkového vodního objemu přepravovaných lahví lze použít ustanovení, umožňující úlevy z požadavků ADR.



Obr. 7 Přeprava kyslíku v kryogenní cisterně

6.4.2 Přeprava v kontejnerech a kryogenních cisternách

Kyslík, hluboce zchlazený, kapalný

UN číslo:	1073
třída:	2
klasifikační kód:	30
bezpečnostní značka:	2.2 + 5.1
převážní kategorie:	3
identifikační číslo nebezpečnosti:	225

Přepravu obvykle zajišťuje dodavatel nebo jeho dopravce. Silniční kryogenní cisterny a kontejnery mají kapacitu 6000 až 25 000 litrů.

7. Použití kyslíku

7.1 Hutní výroba

Vzduch jako nositel kyslíku je často nedostačující pro průmyslové ohřevy a oxidace. V řadě případů je navíc rušivým prvkem ve vzduchu přítomný dusík, který je nutné rovněž ohřívat a který zbytečně zvětšuje objem spalín. Kyslík zvyšuje rychlost reakce, teplotu plamene a zlepšuje energetickou účinnost.

Zkujňování oceli je oxidační proces, při kterém se spaluje uhlík a další nežádoucí legovací prvky. Od zavedení výroby oceli v kyslíkových konvertorech v 50. letech minulého století si práci v hutích nelze bez kyslíku představit.

Při žárové rafinaci mědi v rotačních bubnových pecích a nístějových pecích se tavící výkon zvyšuje přiváděním kyslíku pod plamen pecního hořáku.

Osvědčenou metodou ke zvyšování výkonu šachtových pecí je obohacování pecního větru kyslíkem.

V rotační bubnové peci pro tavení glazur a emailů vyvolává přivedení kyslíku do směšovací zóny konvenčních hořáků nárůst teploty a tím zvýšení výkonu pece, aniž by se výrazně zvýšil objem odpadních plynů. Značně přitom klesá specifická spotřeba paliva.

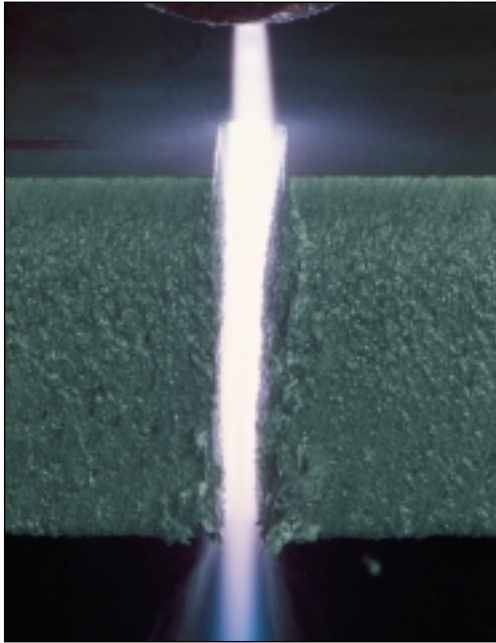
V průmyslové praxi se používají hořáky, které místo vzduchu pracují s kyslíkem jako oxidačním médiem.

Příklady použití kyslíkových hořáků:

- tavení ocelového šrotu v obloukových pecích,
- tavení hliníku a mědi,
- tavení legovaných ocelí v indukčních pecích,
- tavení glazur a emailů v rotačních a nístějových pecích,
- přehřívání konvertorů a pánví.

7.2 Zpracování kovů a skla

Při zpracovávání kovů je kyslík nepostradatelný. Zvyšuje teplotu plamene při autogenním svařování, nahřívání, rovnání, metalizaci a čištění plamenem. Při řezání plamenem jsou uhlíkové oceli spalovány paprskem kyslíku. Vzniká tak hladká řezná spára. Spalováním směsi železného a hliníkového prášku kyslíkem a hořlavým plynem v hořácích pro práškové řezání kyslíkem se dosahuje teplot až 4000 °C. Tímto způsobem lze řezat i beton do tloušťky až 80 cm.



Obr. 8 Řezání plamenem

Ani sklářský průmysl se dnes bez kyslíku neobejde. Pomáhá při tavení v pecích, při zatavování ostrých okrajů, při svařování i při leštění lisovaného skla plamenem.



Obr. 9 Leštění skla kyslíkem

7.3 Chemický průmysl

Četné procesy oxidace lze vhodným způsobem ovlivnit, jestliže místo vzduchu použijeme kyslík. To platí například pro oxidaci etylenu na etyle-

noxid nebo acetaldehyd a pro následné stupně oxidace až ke kyselině octové.

Životním zájmem chemického průmyslu je získávání nových surovin a odkrývání energetických rezerv.

Kyslík pomáhá například při zplyňování uhlí. Zplyňování uhlí vodní parou je endotermní proces, jehož energetickou potřebu pokrývá spalování uhlí kyslíkem. Při zplyňování uhlí obsahujícího síru a při rafinaci ropy vzniká sirovodík – škodlivina, kterou je nutné odstraňovat. Následné spalování sirovodíku kyslíkem neřeší pouze problém životního prostředí, ale je rovněž hospodárnou metodou pro získávání síry (Clausův proces).



Obr. 10 Kyslík pro bělení celulózy

Proces bělení celulózy kyslíkem (nebo ozonem) je nutný při zpracování celulózy v případě, že byla odstraněna technologie bělení chlorem. Tato technologie je ekonomickou alternativou pro výrobu základní bezchlorové buničiny.

7.4 Spalování odpadů kyslíkem

Odpadní látky, které již nelze zhodnotit, stává průmysl i komunální hospodářství stále častěji před těžko řešitelný problém. Plochy pro skládky se stávají nedostatkovým zbožím. Uvádění nových skládek do provozu je ztíženo obavami, že dnešní skládky se stanou zítřejšími ekologickými zátěžemi.



*Obr. 11
Kyslík ve spalovacích
procesech*

Cestu z tohoto dilematu nabízí spalování. Spalováním lze zneškodnit škodlivé látky. Pevné zbytky po spalování představují pouze zlomek původního objemu odpadu. Předpokladem pro co možná nejčistší spalování je navržení zařízení podle nejnovějších poznatků a přesná regulace v závislosti na druhu a množství odpadů.

Přidání kyslíku ke spalovacímu vzduchu zlepšuje flexibilitu provozu a zvyšuje výkon spalovacího zařízení.

V jednotlivých případech otevírá spalování dokonce cestu k dokonalé recyklaci produktů. Příkladem je recyklace kyseliny sírové, která je jako chemická látka prakticky nepostradatelná, například při výrobě papíru, hnojiv, barev a textilií. Při výrobním procesu se kyselina sírová většinou plně nepotřebuje. Zůstávají silně znečištěné zbytky, které se spalují v rotační bubnové peci kyslíkem. Vysoce čistý oxid siřičitý získávaný ze spalin je cennou surovinou, kterou lze znovu zpracovat na kyselinu sírovou.

7.5 Čistý kyslík – čistá odpadní voda



Obr. 12 Úprava vody kyslíkem

Srdcem téměř každé čistírny odpadních vod je biologický stupeň, v němž se do vody vhání velké množství vzduchu pro zásobování účinných bakterií kyslíkem. Nedostatek kyslíku je přitom většinou omezujícím faktorem pro účinnost čištění.

I u velkoryse navržených čistíren odpadních vod dochází časem k problémům s kapacitou. U přetížených čistíren výrazně klesá jejich čistící výkon, zhoršuje se kvalita odtékající vody a často se vyskytují problémy se zápachem.

Pro tyto případy jsou vyvinuty metody na dodatečný vnos kyslíku do biologického stupně. Čistírny odpadních vod, které pracují s technickým kyslíkem, mají řadu výhod:

- menší rozměry,
- nižší náklady na energii,

- odstranění zápachu,
- flexibilitu procesu,
- lepší vlastnosti a nižší produkce kalu.

7.6 Sanace starých zátěží

Termínem „staré zátěže“ rozumíme půdy zatížené škodlivinami a rizika, která představují pro člověka, zvířata a rostliny. Z diskusí o stavu životního prostředí je zřejmé, že tato rizika neustále stoupají. Biologická sanace kontaminovaných zemín vychází z mikrobiálního odbourávání uhlovodíků a ostatních sloučenin. V oblasti biologické sanace starých zátěží se předpokládá aplikace kyslíku přímo do půdy. Tyto metody vyžadují nízké investice, obejdou se bez výkopů a dopravy a představují přirozené zásahy s relativně nízkými náklady na energie a jiné potřeby.

7.7 Zdravá pitná voda

Kyslík pomáhá při úpravě pitné vody. V povrchových vodách bývá často příliš vysoký obsah amonných iontů, které lze bez přídavku cizích látek odbourat na čistě biochemické bázi. K tomuto účelu se do upravované vody vnáší kyslík. Voda obohacená kyslíkem se odvádí do biooxidátorů, u nichž bakterie mění amonné ionty na dusičnany. Pokud je to potřebné, lze dusičnany v dalších stupních čištění odbourat na elementární dusík.

Pomocí kyslíku se odstraňují i další nevhodné příměsi. Oxidace rozpustných solí železa a manganu vede k vytvoření nerozpustných sloučenin, které lze vysrážet a odfiltrovat.

7.8 Kyslík pro dýchání



Obr. 13 Kyslík pro dýchání

Žádná z funkcí lidského těla není tak důležitá jako dýchání. Při jeho výpadku dochází již po 2 minutách k nevratnému poškození orgánů. Pro záchranu lidských životů se proto používá umělé dýchání. V případě havárií se pak často používá kyslík.

Kromě umělého dýchání hrají plyny důležitou úlohu i při anestézii. Kyslík se přitom používá ve směsi s oxidem dusným (rajským plynem) a jinými „narkotickými“ plyny. Obsah oxidu uhličitého ve

vydechovaném vzduchu je z hlediska organismu důležitou regulační veličinou. Směsi kyslíku a oxidu uhličitého používané v plynech k dýchání proto povzbuzují dýchací centra.

Zvláštní význam má kyslík jako součást směsi plynů nutných pro dýchání za extrémních tlakových podmínek. Vojenští piloti používají například jako plyn k dýchání čistý kyslík. V případě náhlého poklesu tlaku jsou tak chráněni před obávaným „opojením z výšek“.

7.9 Technika potápění

Při výpravách pod vodní hladinu si musí člověk pomoci technických přístrojů zajistit zásobování kyslíkem. Zatímco sportovní potápěči obvykle dýchají stlačený vzduch, jsou pro potápění do větších hloubek nutné speciální dýchací plyny. Jejich syntetická atmosféra usnadňuje dýchání a zabraňuje narkotickému účinku dusíku, který se projevuje při vysokých tlacích. Kromě toho se podstatně zkracuje dekompresní doba, nutná při vynořování.

Nové směsi plynů pro dýchání umožňují dosahovat stále nových hloubkových rekordů, které přesahují všechna očekávání. Potápěči dnes pracují v hloubkách do 500 m pod hladinou a jsou přitom vystaveni přetlaku téměř 50 bar. V atmosféře helia a kyslíku pracují i obyvatelé nejrůznějších laboratoří pod hladinou moře, kteří po dlouhé týdny žijí v tlakových podmínkách podvodního světa.



Obr. 14 Použití kyslíku pro potápění

8. Citované a související normy a předpisy

ČSN 07 8304	Tlakové nádoby na plyny – Provozní pravidla
ČSN 65 4400	Kyslík kapalný
ČSN 65 4405	Kyslík plynný stlačený
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 (kromě lahví na LPG) – 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
ČSN 07 8510	Barevné označování kovových tlakových nádob k dopravě plynů pro zdravotnické účely

Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (české znění bylo vydáno ve Sbírce mezinárodních smluv č. 33/2005)

9. Použitá literatura

Ing. MUDr. Josef Marhold, CSc. – Přehled průmyslové toxikologie – Anorganické látky, Avicenum 1980

Dr. Heinrich Remy – Anorganická chemie I, SNTL Praha 1961

ENCYKLOPEDIE DES GAZ – L’AIR LIQUIDE, ELSVIER 1976

Co je 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 členem European Industrial Gases Association (EIGA).

Předmětem činnosti Asociace je:

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

Členská schůze

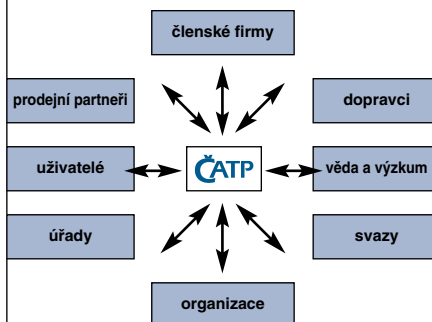
Představenstvo

Tajemník

Pracovní komise

Jaké má ČATP úkoly?

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 emisí 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

Daniševský s.r.o.
Hegerova 987, 572 01 Polička

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

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

Linde Gas a.s.
U Technoplynu 1324,
198 00 Praha 9

Lorenc Logistic, s.r.o.
Za Trať 752, 339 01 Klatovy

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

MZ Liberec, a.s.
U Nisy 362/6, 460 01 Liberec

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

SIAD CZECH spol. s r.o.
435 22 Braňany u Mostu

VÍTKOVICE CYLINDERS a.s.
Ruská 24/83, 706 00 Ostrava

Wimmer Transportdienst, spol. s r.o.
U Technoplynu 1324
198 00 Praha 9



U Technoplynu 1324
198 00 Praha 9
tel.: 272 100 143, 272 100 100
fax: 272 100 158
E-mail: catp@catp.cz
www.catp.cz