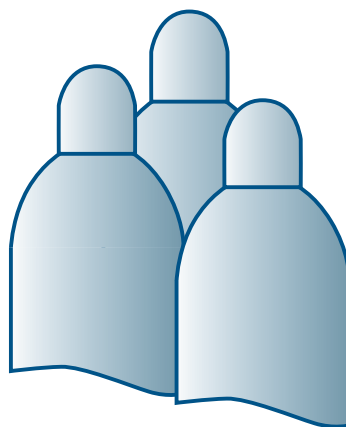


Řada: informace, normy, předpisy

Medicinální plyny



Medicinální plyny

Zpracoval: ČATP – PS – 5

Praha, květen 2012

Obsah

1. Úvod	5
2. Medicinální plyny	6
2.1 Kyslík	6
2.2 Vzduch	8
2.2.1 Vzduch syntetický medicinální	8
2.2.2 Vzduch stlačený medicinální	9
2.3 Oxid dusný – rajský plyn	10
2.4 Oxid uhličitý	11
2.5 Dusík	12
2.6 Helium	14
2.7 Další plyny používané ve zdravotnictví	15
3. Distribuce medicinálních plynů	16
3.1 Typy lahví	17
3.2 Značení tlakových lahví	20
3.2.1 Barevné značení	20
3.2.2 Značení ražením	21
3.2.3 Doplnkové značení	22
3.3 Skladování a manipulace s tlakovými lahvemi pro přepravu plynů	23
3.3.1 Skladování tlakových lahví	23
3.3.2 Umístění tlakových lahví na pracovištích a v budovách	23
3.3.3 Manipulace s tlakovými lahvemi	24
3.3.4 Zásady bezpečné práce s tlakovou lahví	24
3.3.5 Pokyny pro přepravu tlakových lahví silničními motorovými vozidly	25
4. Použití medicinálních plynů	26
4.1 Kyslík	26
4.2 Syntetický medicinální vzduch	27
4.3 Oxid dusný – rajský plyn	27
4.4 Oxid uhličitý	28
4.5 Dusík	29
4.6 Helium	30
4.7 Další plyny ve zdravotnictví	31

5. Zásobovací systémy medicijnálních plynů	32
5.1 Centrální rozvody medicijnálních plynů	32
5.2 Rozvody plynů v sanitních vozech	37
5.3 Tlakové lahve – zdroj medicijnálního plynu	37
5.3.1 Redukční ventily	38
5.3.2 Integrované ventily	41
5.4 Ukončovací prvky centrálních rozvodů	42
6. Související normy a předpisy	46
Česká asociace technických plynů (ČATP) se představuje	48

1. Úvod

Publikaci „Medicínální plyny“ vydává Česká asociace technických plynů (ČATP, www.catp.cz, catp@catp.cz), která sdružuje významné výrobce a distributory technických plynů a zařízení pro jejich použití. Cílem publikace je seznámit uživatele medicínálních plynů s vlastnostmi, výrobou, distribucí a použitím těchto plynů s důrazem na bezpečnost práce.

Platná legislativa v oblasti léčiv, kam medicínální plyny patří, klade na výrobce a distributory medicínálních plynů stále větší požadavky.

Legislativní požadavky jsou plně harmonizovány s legislativou Evropské Unie.

Medicínální plyny jsou léčivé přípravky, bez kterých se moderní medicína neobejde. Plyny pro medicínální účely podporují dýchání, mají narkotizující účinky, zachraňují pacienty při selhání plic, pomáhají při vyšetření plic a kardiovaskulárního systému, jsou nepostradatelné v diagnostice, kryochirurgii a dlouhodobém skladování tkání a orgánů.

Medicínální plyny splňují definici léčivých přípravků stanovenou v § 2 odst. 1 zákona č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů, (dále jen „zákon“).

Vzhledem k tomu, že předepisovat, uvádět do oběhu a používat při poskytování zdravotní péče, není-li stanoveno jinak, lze pouze registrované humánní léčivé přípravky (§ 8 odst. 1 zákona), je nutno medicínální plyny registrovat (§ 25 zákona). Obecné požadavky na léčivé přípravky dané zákonem a Vyhláškou MZ ČR a MZem ČR č. 228/2008 Sb., o registraci léčivých přípravků, je pak nutno aplikovat i na medicínální plyny. Tyto požadavky jsou plně v souladu s legislativou Evropských společenství. Pro upřesnění uvádíme definici medicínálních plynů, uvedenou v příloze 6 Pokynů EU pro správnou výrobní praxi ENTR/6109/00, která byla převzata jako doplněk 6 pokynu SÚKL VYR 32:

Jde o plyn nebo směs plynů určených k podání pacientům pro léčebné, diagnostické nebo profylaktické účely s využitím farmakologického účinku a klasifikován (klasifikovaná) jako léčivo.

Výrobcem léčivých přípravků je podle Vyhlášky MZ ČR a MZem ČR č. 229/2008 Sb., o výrobě a distribuci léčiv (§ 2) osoba vykonávající činnosti, pro které je vyžadováno povolení podle zákona o léčivech (§ 57 odst.1 nebo § 62).

Plnění požadavků SVP je ověřováno pracovníky inspekční sekce Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL), který vydá certifikát SVP pro výrobce. Certifikát osvědčuje, že výrobce je považován za subjekt splňující požadavky a návody správné výrobní praxe stanovené směrnicí 2003/94/EC.

Plnění požadavků SDP je ověřováno pracovníky lékárenské a distribuční sekce Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL), který vydá povolení k distribuci léčivých přípravků. Distributor je ovšem oprávněn si smluvně sjednat část distribuce medicínálních plynů u jiné osoby, což umožňuje využívat síť prodejních míst.

2. Medicinální plyny

2.1 Kyslík

Vlastnosti

Kyslík je nejrozšířenějším prvkem na Zemi. Je součástí atmosféry (21 objemových procent vzduchu), hydrosféry, litosféry (minerály a horniny) a biosféry – je to významný biogenní prvek. Volně se vyskytuje v atmosféře ve formě dvouatomových (O_2) a tříatomových (O_3) molekul.

O_3 – ozón tvoří tzv. ozónovou vrstvu, která je asi 25–30 km nad zemským povrchem a chrání živé organizmy před škodlivými ultrafialovými paprsky. Je to lehce namodralý plyn, který je silně bakteriocidní (používá se k dezinfekci H_2O – tzv. ozonizace pitné vody). Ve větším množství je zdraví škodlivý. Má silné oxidační účinky. Ozon není medicínálním plynem.

Kyslík je vysoce reaktivní, bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu. V malém množství se rozpouští ve vodě ($3,08 \text{ cm}^3$ ve 100 cm^3 vody). S rostoucí teplotou rozpustnost klesá. Kyslík se přímo slučuje s většinou prvků za vzniku oxidů, jako např. oxid uhličitý – CO_2 , oxid dusičitý – NO_2 , oxid uhelnatý – CO , oxid dusnatý – NO . Tyto reakce jsou silně exotermní, dochází při nich k uvolňování velkého množství tepla. Většina reakcí je provázána také uvolňováním světla. Oxidační číslo kyslíku v oxidech je vždy -2.

Fyzikálně chemické vlastnosti kyslíku:

Chemický vzorec	O_2
Molární hmotnost	$32,00 \text{ g.mol}^{-1}$
Hustota plynu (15° C ; 101,325 kPa)	$1,337 \text{ kg.m}^{-3}$
Hustota kapaliny při bodu varu	$1,14 \text{ kg.l}^{-1}$
Poměrná hustota (vzduch = 1)	1,105
Bod varu (101,325 kPa)	$-182,98^\circ \text{ C}$
Kritický tlak	5,04 MPa
Kritická teplota	$-118,8^\circ \text{ C}$

Z 1 litru kapalného kyslíku se při zplynění vytvoří $0,799 \text{ m}^3$ plynného kyslíku (při 0° C a atmosférickém tlaku). Pro přepočty množství plynu lze použít následující tabulku:

m³ plynu (15°C; 101,3 kPa)	litr kapaliny (101,3 kPa)	kg
1	1,172	1,337
0,853	1	1,141
0,748	0,876	1

Průmyslová výroba

Průmyslově se kyslík vyrábí frakční destilací zkapalněného vzduchu nebo elektrolýzou vody.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Pro zdraví je nebezpečný pokles obsahu kyslíku ve vzduchu pod 16 %. Vzestup obsahu kyslíku nad obvyklých 21 % přímo zdraví neohrožuje, ale je nebezpečný z hlediska požárního.

Hořlavé látky se v atmosféře obohacené kyslíkem snáze vzněcují, látky na vzduchu nehořlavé se stávají hořlavými. Okolní vzduch obsahuje asi 21 % kyslíku. Jestliže se v okolní atmosféře zvýší jeho obsah pouze o 3 %, tj. na 24 %, zvýší se rychlost spalování dvojnásobně. Při zvýšení podílu kyslíku ve vzduchu na 40 %, je rychlost spalování již 10x větší. V atmosféře kyslíku snadno hoří i látky za normálních podmínek nehořlavé, jako je např. ocelové potrubí. To je třeba si zvláště uvědomit při práci s kyslíkem v uzavřených nebo špatně větraných prostorách. Nebezpečný je oděv nasycený kyslíkem, který se může vznítit např. vlivem statické elektřiny.

Při styku kyslíku s oleji, plastickými mazivy a jinými organickými látkami, dochází vlivem minimální iniciace k explozi. Je nutné zabránit styku kyslíku s mastnotami. Pro mazání zařízení na kyslík lze použít pouze mazadla speciálně určená pro kyslík! Při práci s kyslíkem se také nesmí používat pracovní oděv znečištěný mastnotami.

Dále je třeba si uvědomit, že kyslík je stlačen v lahvi na poměrně vysoký tlak 20 MPa. Pro představu o jaký tlak se jedná je možno uvést, že tento tlak by dokázala udržet v lahvi

pouze hmotnost dvou velkých nákladních aut o hmotnosti 65 tun! Při uražení ventilu by láhev „vystartovala jako raketa“ a negativní důsledky již není třeba si raději představovat.

Při práci s kapalným kyslíkem je nutné kromě výše uvedených rizik vyloučit i vznik omrzlin, které svým charakterem připomínají popáleniny.

První pomoc

Při požáru nebo havárii postupujte podle požárních nebo havarijních plánů. K hašení hořících látek v kyslíkem obohacené atmosféře lze použít

všechny rychle působící prostředky. Volba se řídí tím, zda hořící látka je hasícím prostředkem hasitelná.

Při vzniku omrzlin postiženého přeneste do tepla a podávejte mu teplé tekutiny. Obnoví-li se prokrvení, není odborné ošetření nutné. Při těžším postižení (omrzliny I. stupně na velké ploše, omrzliny II. a III. stupně) ošetřete omrzlá místa jako popáleniny. Omrzlou plochu překryjte sterilním mulem (čistým kapesníkem nebo ručníkem). Nikdy nestrhávejte puchýře. Nepoužívejte masti. Vždy zajistěte lékařské ošetření.

2.2 Vzduch

2.2.1 Vzduch syntetický medicínální

Vlastnosti

Vzduch syntetický medicínální je plyn určený k inhalaci, s obsahem účinné látky – kyslíku – v rozmezí 21-22,5% (objemových), pomocnou látkou ve směsi je dusík. Je to bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, používaný v medicíně jako prevence hypoxie. Při použití výjimečně vysokého průtoku (např. v inkubátoru) může být vnímán jako chladný.

Při jeho použití pro lékařské účely je kromě obsahu kyslíku stěžejní i obsah nečistot, který nesmí překročit následující limity:

$\text{CO}_2 \leq 300 \text{ ppm}$

$\text{CO} \leq 5 \text{ ppm}$

$\text{H}_2\text{O} \leq 67 \text{ ppm}$

Fyzikálně chemické vlastnosti syntetického vzduchu:

Molární hmotnost	28,96 g/mol
Hustota	0,0013 g/cm ³ při 21 °C
Teplota varu	-194,3 °C

Průmyslová výroba

Průmyslově se syntetický medicínální vzduch vyrábí smícháním medicínálního kyslíku a medicínálního dusíku. Obsah kyslíku je analyzován z každé naplněné lahve.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Syntetický medicínální vzduch je za normálních podmínek neškodný plyn. Může podporovat hoření, při vystavení intenzivnímu teplu nebo ohni lze lahve rychle vypustit, nebo násilně prorazit. Je uchováván pod tlakem v tlakových lahvích, pacientovi musí být aplikován pouze při atmosférickém tlaku. Podávání medicínálního syntetického vzduchu pod tlakem může způsobit kesonovu nemoc a otravu kyslíkem.

První pomoc

Syntetický medicínální vzduch nepředstavuje za normálních podmínek nebezpečí pro zdraví člověka, jelikož se jedná o produkt podobný běžnému atmosférickému vzduchu. V případě náhodného úniku je doporučeno zasazený prostor větrat.

Použití

Syntetický medicínální vzduch představuje v medicíně alternativní zdroj vzduchu. Používá se v případech zvláštních požadavků na čistotu vdechovaného vzduchu, jelikož neobsahuje nečistoty a kontaminace, které se vyskytují v přírodním stlačeném vzduchu. Užívá se k zamezení deficitu kyslíku (hypoxie) a je podáván za použití speciálního zařízení (např. nosní katétr, obličejová maska, trubice zavedená do trachey).

2.2.2 Vzduch stlačený medicínální

Vzduch stlačený medicínální je v podstatě stlačeným atmosférickým vzduchem, obsahujícím 20,4 % (objemových) až 21,4 % (objemových) kyslíku a je používán hlavně pro umělou plicní ventilaci.

Systém výroby medicínálního vzduchu ve zdravotnických zařízeních má 3 zásadní části:

- zdroj napájení, kterým jsou v rozhodující míře kompresorové stanice
- potrubní rozvod medicínálního vzduchu s jmenovitým distribučním tlakem 400 kPa
- terminální jednotky jako výstupní sestavy v potrubním rozvodu, u nichž obsluha provádí připojení a odpojení

Tento systém musí tvořit jeden funkční celek, který splňuje projektované parametry a poskytuje požadovanou kvalitu medicínálního vzduchu.

Všechny části výroby medicínálního vzduchu a jeho kvalita musejí splňovat požadavky normy ČSN EN ISO 7396-1 a Českého lékopisu, část „Aer medicinalis“.

Pro použití medicínálního vzduchu je, mimo obsahu kyslíku, důležitý i obsah nečistot, který nesmí překročit následující limity, (vztaženo na atmosférický tlak a teplotu 0 °C).

CO	≤ 5 ml/m ³
CO ₂	≤ 500 ml/m ³
SO ₂	≤ 1 ml/m ³
NO _x	≤ 2 ml/m ³
olej	≤ 0,1 mg/m ³
obsah vodní páry	≤ 67 ml/m ³

Kvalita medicínálního vzduchu musí být zdravotnickým zařízením v pravidelných intervalech kontrolována.

Instalaci systému výroby medicijnálního vzduchu a jeho servis (i jednotlivých částí) může provádět pouze firma s příslušným oprávněním.

2.3 Oxid dusný – rajský plyn

Vlastnosti

Oxid dusný (rajský plyn – N_2O) je netoxický, bezbarvý, nehořlavý plyn, nasládlé vůně a chuti. V porovnání s ostatními oxidy dusíku je relativně stabilní. Podporuje hoření při teplotách nad $600\text{ }^\circ\text{C}$. Se čpavkem a vodíkem tvoří výbušné směsi.

Fyzikálně chemické vlastnosti oxidu dusného:

Chemický vzorec	N_2O
Molární hmotnost	$44,01\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Hustota plynu ($15\text{ }^\circ\text{C}$; $101,325\text{ kPa}$)	$1,847\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Poměrná hustota (vzduch = 1)	1,527
Bod varu ($101,325\text{ kPa}$)	$-88,5\text{ }^\circ\text{C}$
Kritický tlak	$7,245\text{ MPa}$
Kritická teplota	$36,41\text{ }^\circ\text{C}$

Pro přepočítání množství plynu lze použít následující tabulku:

m^3 plynu ($15\text{ }^\circ\text{C}$; $101,3\text{ kPa}$)	litr kapaliny ($101,3\text{ kPa}$)	kg
1	1,515	1,853
0,660	1	1,223
0,540	0,818	1

Průmyslová výroba

Průmyslově je oxid dusný vyráběn tepelným rozkladem dusičnanu amonného a dále je čištěn na kvalitu 99,0 % a zkapalňován.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Oxid dusný vede při vdechování k dušení tím, že jeho přítomnost snižuje obsah kyslíku v ovzduší. V nižší koncentraci má narkotické účinky.

Je nehořlavý, ale podporuje hoření.

První pomoc

Při úniku oxidu dusného musí být evakuováni ze zasaženého prostoru všichni pracovníci. Při pokusu o záchranu je nutné vzít v úvahu riziko vlast-

ního zadušení. Záchraně akce je možné provádět pouze s dýchacím přístrojem nezávislým na okolní atmosféře.

Pokud není možné unik zastavit, je nutné kropit lahev jemnou vodní mlhou nebo ji ponořit do nádrže z velkým množstvím vody a nechat vyprázdnit.

Při nadýchání postiženého přemístěte z ohroženého prostoru a udržujte jej v teple. Při zástavě dechu, nebo při dechových potížích aplikujte kyslík, nebo umělé dýchání.

2.4 Oxid uhličitý

Vlastnosti

Za normálních podmínek je oxid uhličitý (CO₂) bezbarvý, nejedovatý a nehořlavý plyn. Je velice stálou sloučeninou, která se rozkládá až při teplotách nad 1300 °C. Při vysokých teplotách se v přítomnosti železa, zinku a dalších kovů redukuje na oxid uhelnatý (CO), který je prudce jedovatý a ve směsi se vzduchem tvoří výbušné směsi.

Fyzikálně chemické vlastnosti oxidu uhličitého:

Chemický vzorec	CO ₂
Molární hmotnost	44,01 g.mol ⁻¹
Hustota plynu (15 °C, 101,325 kPa)	1,848 kg.m ⁻³
Relativní hustota plynu (vzduch = 1)	1,529
Bod varu (101,35 kPa)	-78,5 °C
Kritický tlak	7,386 MPa
Kritická teplota	31,01 °C
Tenze par (20 °C)	5,733 MPa

Z 1 kg oxidu uhličitého se při zplynění vytvoří 0,54 m³ plynu (při 0 °C a atmosférickém tlaku). Pro přepočítání množství plynu lze použít následující tabulku:

m³ plynu (15°C; 101,3 kPa)	litr kapaliny (101,3 kPa)	kg
1	1,569	1,848
0,637	1	1,178
0,541	0,849	1

Průmyslová výroba

V průmyslovém měřítku se CO₂ získává jako vedlejší produkt při výrobě vodíku. Na některých místech je možné jej získat z vrtů přírodního plynu.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Koeficient rozpustnosti v lidské krevní plazmě je 0,579 až 0,581. (rozměr) Celkový účinek na organismus spočívá v narkotickém působení a dráždění kůže a sliznic. V nízkých koncentracích povzbuzuje dýchací centrum. Koncentrace CO₂ nad 5 % obj. bývají u lidí hůře snesitelné a projevují se při přechodu na dýchání čistého vzduchu zvracením. Při koncentraci nad 8 % obj. v ovzduší nastává pocit podrážděnosti sliznice a dýchacích cest, kašel, podráždění očí, bolesti hlavy, zvýšení krevního tlaku (výrazné u osob léčících se na vysoký krevní tlak). Vysoký obsah CO₂ v ovzduší snižuje koncentraci kyslíku ve vzduchu. Při koncentraci nad 20 % obj. CO₂ nastává smrt zástavou dechu bez křečí už po několika vteřinách. Srdce pracuje ještě po zástavě dechu. Včas zahájené záchranné práce mohou takto postiženého zachránit ještě za několik minut. Při práci s kapalným nebo tuhým oxidem uhličitým je nutné používat ochranné pomůcky (ochranné kožené rukavice, případně ochranné PVC rukavice s textilní vložkou), chránicích před účinkem chladu, protože CO₂ při styku s pokožkou způsobuje omrzliny.

První pomoc

Při pokusu o záchranu je nutné vzít v úvahu riziko vlastního zadušení. Záchranné akce v prostoru se zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého je možné provádět pouze s dýchacím přístrojem nezávislým na okolní atmosféře. Postiženého přeneste na čerstvý vzduch. Při poruše nebo zástavě dechu zaveďte umělé dýchání. Zajistěte lékařskou pomoc.

Při vzniku omrzlin postupujte stejně jako v případech výše uvedených kapalných plynů.

2.5 Dusík

Vlastnosti

Vzhledem k malé reaktivitě se dusík (N₂) vyskytuje převážně volný ve vzduchu, kde tvoří 78 % obj. Je však vázán i v řadě sloučenin, například v solích kyseliny dusičné (NO₃⁻). Je významným biogenním prvkem – stavebním prvkem bílkovin.

Dusík je za normálních podmínek bezbarvý plyn bez chuti a zápachu. Molekuly dusíku jsou tvořeny dvěma atomy vzájemně vázanými velice pevnou trojnou vazbou, která je příčinou jeho malé reaktivity. Je tedy velmi stabilní a štěpí se až za vysokých teplot (asi 4000 °C). Díky této vlastnosti se dusík využívá k vytváření inertoní atmosféry.

Fyzikálně chemické vlastnosti dusíku:

Chemický vzorec	N ₂
Molární hmotnost	28,01 g.mol ⁻¹
Hustota plynu (15 °C; 101,325 kPa)	1,170 kg.m ⁻³
Hustota kapaliny při bodu varu	0,81 kg.l ⁻¹
Poměrná hustota (vzduch = 1)	0,967
Bod varu (101,325 kPa)	-195,8 °C
Kritický tlak	3,4 MPa
Kritická teplota	-147 °C

Z 1 litru kapalného dusíku se při zplynění vytvoří 0,646 m³ plynného dusíku (při 0 °C a atmosférickém tlaku). Pro přepočítání množství plynu lze použít následující tabulku:

m ³ plynu (15°C; 101,3 kPa)	litr kapaliny (101,3 kPa)	kg
1	1,447	1,17
0,691	1	0,809
0,855	1,237	1

Průmyslová výroba

Průmyslově se dusík vyrábí frakční destilací zkapalněného vzduchu.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Dusík je za normálního tlaku a ve směsi s 21 % kyslíku neškodný. Nebezpečí spočívá v tom, že jeho vyšší obsah snižuje koncentraci kyslíku v zasaženém prostoru. Při vdechování se snižuje parciální tlak kyslíku v plicích, což vede ke ztrátě vědomí a k smrti udušením. Pro další informace o nebezpečí, které představují inertní plyny, si prohlédněte internetové stránky sdružení EIGA (www.eiga.org).

Kapalný dusík stejně jako další kapalné plyny způsobuje při styku s pokožkou poškození tkáně – omrzliny, které svým charakterem připomínají popáleniny.

První pomoc

Při pokusu o záchranu je nutné vzít v úvahu riziko vlastního zadušení. Záchranné akce v prostoru se zvýšenou koncentrací dusíku je možné provádět pouze s dýchacím přístrojem nezávislým na okolní atmosféře.

Postiženého přeneste na čerstvý vzduch. Při poruše nebo zástavě dýchání zaveďte umělé dýchání. Zajistěte lékařskou pomoc.

Při vzniku omrzlin postiženého přeneste do tepla a podávejte mu teplé tekutiny. Obnoví-li se prokrvení, není odborné ošetření nutné. Při těžším postižení (omrzliny I. stupně na velké ploše, omrzliny II. a III. stupně) ošetřete omrzlá místa jako popáleniny. Omrzlou plochu překryjte sterilním mulem, čistým kapesníkem nebo ručníkem. Nikdy nestrhávejte puchýře. Nepoužívejte masti. Vždy zajistěte lékařské ošetření.

2.6 Helium

Vlastnosti

V malém množství se helium (He) vyskytuje v zemské atmosféře (0,524 ml ve 100 l vzduchu), v radioaktivních horninách či zemním plynu. Ve vesmíru je helium druhým nejrozšířenějším prvkem.

Helium je bezbarvý a mimořádně chemicky netečný plyn, netvoří naprosto žádné sloučeniny.

Fyzikálně chemické vlastnosti helia:

Chemický vzorec	He
Molární hmotnost	4,003 g.mol ⁻¹
Hustota plynu (0 °C; 101,325 kPa)	0,1762 kg.m ⁻³
Poměrná hustota (vzduch = 1)	0,138
Bod varu (101,325 kPa)	-268,93 °C
Kritický tlak	7,245 MPa
Kritická teplota	-268 °C

Pro přepočítání množství plynu lze použít následující tabulku:

m³ plynu (15°C; 101,3 kPa)	litr kapaliny (101,3 kPa)	kg
1	1,336	0,167
0,749	1	0,125
5,988	8,000	1

Průmyslová výroba

Průmyslově se helium vyrábí frakční destilací některých ložisek zemního plynu. Okrajově se získává jako vedlejší produkt při frakční destilaci zkapalněného vzduchu.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Helium je za normálního tlaku a ve směsi s 21 % kyslíku neškodný plyn. Nebezpečí stejně jako u dusíku spočívá v tom, že jeho větší obsah snižuje

koncentraci kyslíku v v zasaženém prostoru. Helium je nehořlavý a hoření nepodporující plyn.

Kapalně helium způsobuje při styku s pokožkou poškození tkáně a omrzliny.

První pomoc

Při pokusu o záchranu je nutné vzít v úvahu riziko vlastního zadušení. Záchranné akce v prostoru se zvýšenou koncentrací helia je možné provádět pouze s dýchacím přístrojem nezávislým na okolní atmosféře. Postiženého přeneste na čerstvý vzduch. Při poruše nebo zástavě dechu zaveďte umělé dýchání. Zajistěte lékařskou pomoc.

Při vzniku omrzlin umístěte postiženého do tepla a podávejte mu teplé tekutiny. Obnoví-li se prokrvení, není odborné ošetření nutné. Při těžším postižení (omrzliny I. stupně na velké ploše, omrzliny II. a III. stupně) zacházejte s omrzlým místem jako s popáleninou. Omrzlou plochu překryjte sterilním mulem (čistým kapesníkem nebo ručníkem). Nikdy nestrhávejte puchýře. Nepoužívejte masti. Vždy zajistěte lékařské ošetření.

Zneužívání

Z důvodu jiné rychlosti vedení zvuku obsah vzduchu s heliem v hlasivkách způsobuje výrazné až směšné zvýšení tónu hlasu. Občas se používá v zábavných programech. Neodborné použití může způsobit poškození zdraví.

2.7 Další plyny používané ve zdravotnictví

Oxid dusnatý

Oxid dusnatý (NO) je bezbarvý, toxický plyn, v nízkých koncentracích bez zápachu. Se vzdušným kyslíkem reaguje za vzniku ještě toxickejšího oxidu dusičitého (NO₂). Není hořlavý, ale podporuje hoření. Silně oxiduje organické látky, může bouřlivě reagovat s redukujícími látkami a hořlavými látkami. NO ovlivňuje nervový systém. Jeho působení se projevuje slabostí a závratěmi až mdlobami. NO vede v krvi k tvorbě nitrosylhemoglobinu a methemoglobinu a po větší expozici je zřetelná cyanosa. Dlouhodobější koncentrace 200–700 ml.m⁻³ NO ve vdechovaném vzduchu způsobuje vážné poškození plic, které může vyústit až ve smrtelný edém. Reakce lidského organismu na otravu oxidy dusíku je zpožděná. Jsou známy případy, kdy po intoxikaci necítila poškozená osoba žádné potíže a zemřela na edém plic doma ve spánku.

V případě úniku oxidu dusného přemístěte postiženého ze zamořeného prostoru. Přivolejte lékařskou pomoc. Podle možností aplikujte kyslík.

Xenon

Xenon (Xe) je bezbarvý a mimořádně chemicky netečný plyn. Tvoří pouze jednoatomové molekuly. Je těžko zkapalnitelný z důvodu nízké teploty tání způsobené velmi slabými van der Waalsovými silami mezi jednoatomovými molekulami. Ze všech vzácných plynů tvoří nejvíce sloučenin.

V malém množství se xenon vyskytuje v zemské atmosféře (0,008 ml na 100 l vzduchu).

Získává se jako vedlejší produkt při frakční destilaci vzduchu.

Při místním zvýšení koncentrace může Xe snižovat parciální tlak kyslíku stejně jako dusík. Při nadýchání přeneste postiženého na čerstvý vzduch, při zástavě dýchání zaveďte umělé dýchání a zajistěte lékařskou pomoc. Dýchání plynné směsi s 80 % Xe a 20 % O₂ stačí k vyvolání hluboké narkosy.

Plynné směsi pro zdravotnictví

Jsou to např.:

kyslík a oxid uhličitý O₂ + CO₂;

kyslík a oxid dusný O₂ + N₂O

3. Distribuce medicínálních plynů

Medicínální plyny jsou dodávány ve stlačeném nebo kapalném stavu. Hlavní výhodou plynů v kapalném skupenství je jejich mnohosekrát menší objem v porovnání s plynným stavem. Nejčastěji distribuovaným kapalným medicínálním plynem je kyslík. Je dodáván v kapalném stavu jako hluboce podchlazený plyn (cca -183 °C). Kapalina je uchovávána v dobře izolovaných dvouplášťových kryonádobách.

Plyny se v tlakových lahvích mohou vyskytovat jako stlačené (kyslík, vzduch, dusík) nebo zkapalněné (oxid dusný, oxid uhličitý). Velikost lahví je velmi rozmanitá od 2 litrových až po 50 litrové. U stlačených plynů se nejčastěji používají lahve 2, 5, 10, 20, 40 a 50 litrové, u zkapalněných plynů pak 10 a 40 litrové.



3.1 Typy lahví

V následujících tabulkách jsou uvedeny typy lahví používaných pro nejběžněji dodávané druhy plynů, orientační rozměry, plnicí tlaky a objemy náplně.

Kyslík

Lahve

Objem (l)	Vnější průměr (mm)	Celková délka (mm)	Hmotnost s náplní (kg)	Plnicí tlak (bar)	Obsah náplně	
					(m ³)	(l)
2	102	355	4,8	150	0,3	300
2	102	355	4,8	200	0,4	400
5	140	485	10,5	150	0,8	800
10	140	970	18	150	1,6	1600
10	140	970	19	200	2,2	2200
20	204	1020	33	200	4,3	4300
20	229	770	33	200	4,3	4300
40	204	1740	64	150	6,5	6500
50	229	1640	80	200	10,8	10800

Svazky lahví

Objem (l)	Rozměry d x š x h (mm)	Počet lahví (ks)	Hmotnost s náplní (kg)	Plnicí tlak (bar)	Plnicí množství	
					(m ³)	(l)
600	965x 760x1842	12	1160	200	129,6	129600

Typ výstupního závitu – W 21,8 pochromovaný

Oxid dusný – rajský plyn

Lahve

Objem	Vnější průměr	Celková délka	Hmotnost s náplní	Plnicí tlak	Hmotnost náplně
(l)	(mm)	(mm)	(kg)	(bar)	(kg)
2	118	490	6,8	50,8	1,5
10	140	970	21,5	50,8	7,5
40	204	1630	89	50,8	30

Svazky lahví

Objem	Rozměry d x š x h	Počet lahví	Hmotnost s náplní	Plnicí tlak	Plnicí množství
(l)	(mm)	(ks)	(kg)	(bar)	(kg)
480	965x 760x1842	12	1170	50,8	360
600	965x 760x1842	12	1620	50,8	450

Typ výstupního závitu – G 3/8“ pochromovaný

Vzduch syntetický

Lahve

Objem	Vnější průměr	Celková délka	Hmotnost s náplní	Plnicí tlak	Obsah náplně	
					(m ³)	(l)
(l)	(mm)	(mm)	(kg)	(bar)		
3						
10						
50	229	1640	80	200	10	10000

Typ výstupního závitu – G5/8“ – A vnitřní pochromovaný

Oxid uhličitý

Lahve

Objem	Vnější průměr	Celková délka	Hmotnost s náplní	Plnicí tlak	Hmotnost náplně
(l)	(mm)	(mm)	(kg)	(bar)	(kg)
2	102	365	5	57,3	1,5
10	140	970	22	57,3	7,5
20	204	1050	47	57,3	15
26,8	204	1240	61	57,3	20
40	204	1740	90	57,3	30

Typ výstupního závitu – G 3/4“ pochromovaný

Směs kyslík – oxid uhličitý

Lahve

Objem	Vnější průměr	Celková délka	Hmotnost s náplní	Plnicí tlak	Obsah náplně	
(l)	(mm)	(mm)	(kg)	(bar)	(m ³)	(l)
10	140	970	19	200	2,2	2200

Typ výstupního závitu – W 21,8 pochromovaný

Směs kyslík – oxid dusný

Lahve

Objem	Vnější průměr	Celková délka	Hmotnost s náplní	Plnicí tlak	Obsah náplně	
(l)	(mm)	(mm)	(kg)	(bar)	(m ³)	(l)
10	140	970	18	80	0,8	800
40	216	1620	62	80	3,2	3200
50	229	1640	78	80	4	4000

Typ výstupního závitu – W 21,8 pochromovaný

3.2 Značení tlakových lahví

Lahve pro přepravu medicinálních plynů a jejich směsí jsou jednoznačně identifikovatelné na základě značení. Značení tlakových lahví musí být v souladu s platnými Českými technickými normami.

Rozeznáváme tři typy značení tlakových lahví:

- Barevné značení
- Značení ražením
- Doplnkové značení

3.2.1 Barevné značení

Barevné značení lahví se provádí podle normy ČSN EN 1089-3 platné od 1.1.2005.

Název plynu	Horní zaoblená část lahve	Číslo odstínu	Válcová část lahve	Číslo odstínu RAL
Kyslík medicinální	bílá	9010	bílá	9010
Vzduch syntetický medicinální	bílý pruh černý pruh	9010 9005	bílá	9010
Oxid uhličitý medicinální	šedá	7037	bílá	9010
Oxid dusný medicinální	modrá	5010	bílá	9010
Směs kyslík – oxid uhličitý	bílý pruh šedý pruh	9010 7037	bílá	9010
Směs kyslík – oxid dusný	bílý pruh modrý pruh	9010 5010	bílá	9010

Válcový plášť lahví pro medicinální plyny je opatřen bílou barvou (na rozdíl od technických plynů)

Stávající stav (převažující)	Nový	Stávající stav (převažující)	Nový
 <p>blíá modrá</p>	 <p>blíá blíá</p>	 <p>blíá modrá</p>	 <p>blíá hnědá blíá</p>
Kyslík medicínální		Směs helium/kyslík	
 <p>blíá šedá</p>	 <p>modrá blíá</p>	 <p>blíá modrá</p>	 <p>blíá šedá blíá</p>
Oxid dusný		Směs kyslík/oxid uhličitý	
 <p>blíá černá</p>	 <p>šedá blíá</p>	 <p>blíá modrá</p>	 <p>blíá modrá blíá</p>
Oxid uhličitý		Směs kyslík/oxid dusný	
 <p>blíá stříbrná</p>	 <p>blíá černá blíá</p>		
Vzduch			

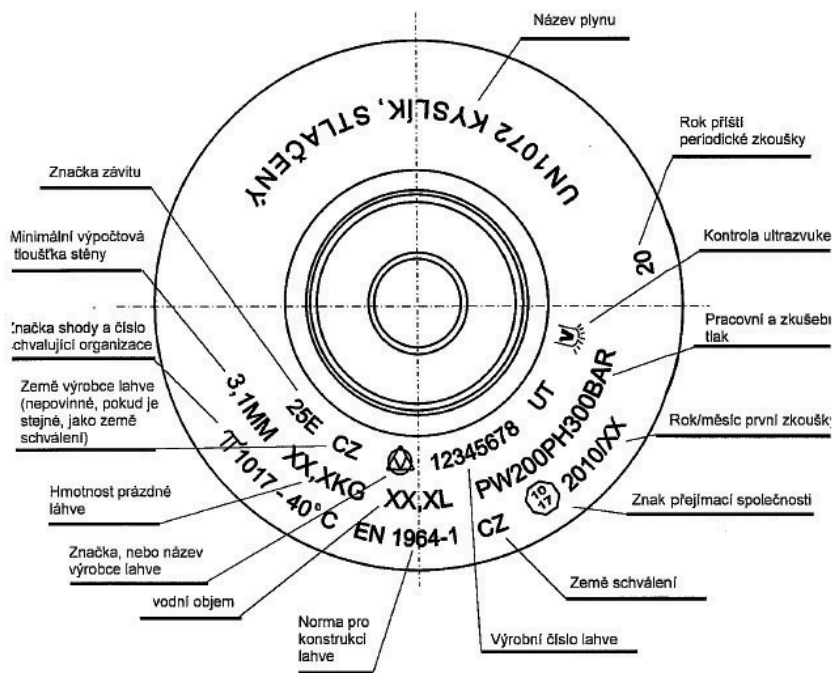
Poznámka:

Válcová část lahve je u medicínálních plynů vždy bílá.

3.2.2. Značení ražením

Značení ražením je trvalé značení ocelových lahví, které provádí výrobce lahví razídkem na horní zaoblenou část lahve nebo na hrdlový kroužek v souladu s ČSN EN ISO 13769, platnou od 1.12.2009 a předpisem ADR. Kromě údajů ražených výrobcem se při provádění periodické zkoušky vyrazí na lahev v oprávněné zkušebně datum zkoušky (měsíc, rok a rok následující periodické zkoušky).

Příklad vyraženého značení



3.2.3. Doplňkové značení

Horní zaoblená část lahve

– písmeno „S“ pro lahve s vnitřní stoupací trubicí namontovanou na lahvo-
vý ventil.

Značení nálepkami

Rozsah údajů uvedených na obalu léčivého přípravku stanoví Vyhláška
MZ ČR a MZem ČR č. 228/2008 Sb., o registraci léčivých přípravků a musí
být v souladu se schválenou registrační dokumentací.

Vyhláška také stanoví podmínky uvedení údajů pro identifikaci léčivého
přípravku evropským zbožíovým kódem (EAN).

Nálepky ADR

Lahve jsou označeny nálepkami v souladu s požadavky ADR (Evropské
dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí) a CLP ((Ev-
ropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
a Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008). Tyto ná-

lepky odpovídají ČSN EN ISO 7225, Lahve na přepravu plynů – Bezpečnostní nálepky, platné od 1.1.2008.

Příklad nálepky ADR



3.3 Skladování a manipulace s tlakovými lahvemi pro přepravu plynů

Bezpečnostní pravidla pro manipulaci s kovovými tlakovými lahvemi určenými pro přepravu plynů při dodržení bezpečnostních ustanovení vyplývají z ČSN 07 8304 Tlakové nádoby na plyny – Provozní pravidla.

3.3.1 Skladování tlakových lahví

Lahve musí být skladovány na krytém místě, nesmí být vystaveny teplotám nad 50 °C. Musí být zajištěny vhodným způsobem proti pádu a proti zásahu nepovolaných osob. Místa pro jejich uskladnění musí být čistá, suchá a dobře větraná.

Lahve musí být skladovány v jasně oddělených zónách pro jednotlivé druhy plynů a pro odlišení plných a prázdných lahví a uspořádány tak, aby byl umožněn jejich odběr podle délky uložení (datum výroby je vyznačen na lahvi).

Důležitou zásadou pro skladování lahví s medicínálními plyny je jejich uložení v zóně oddělené od zóny pro skladování technických plynů.

3.3.2 Umístění tlakových lahví na pracovištích a v budovách

V jedné provozní místnosti umístěné ve vícepodlažním objektu může být nejvýše 12 lahví (přepočteno na lahve s vnitřním objemem 50 litrů) stejného nebo různého druhu plynu. Jestliže požární úsek obsahuje více provozních místností, nesmí být celkový počet lahví v jednom požárním úseku větší než 24 nádob (přepočteno na lahve s vnitřním objemem 50 litrů).

V jedné provozní místnosti umístěné v jednopodlažním objektu není počet lahví omezen, pokud mezi jednotlivými skupinami lahví (u hoření podporujících plynů maximálně 6 lahví, u ostatních plynů maximálně 24 lahví) je vzdálenost alespoň 10 m.

Je zakázáno umísťovat lahve v bytech, ve sklepích a suterénních prostorech, v průchodech a průjezdech, na únikových cestách a schodištích, v půdních prostorech, v kancelářích, šatnách, kuchyních, jídelnách, sociálních zařízeních, garážích, kotelnách, světlících, v objektech s hořlavými konstrukcemi, v nevětraných a obtížně přístupných místech a na veřejně přístupných místech.

Lahve musí být na pracovišti chráněny před nárazem a zajištěny proti pádu (např. objímkou a řetízkem). Vzdálenost nádob od topných těles a sálavých ploch musí být taková, aby povrchová teplota nádob nepřekročila hodnotu 50 °C. Od zdrojů otevřeného ohně musí být nádoby/lahve vzdáleny nejméně 3 m.

Pro umístění lahví pro svařování plamenem a řezání kyslíkem platí dále ČSN 05 0601 a ČSN 05 0610.

Zásobní lahve musí mít vždy nasazen ochranný klobouček, totéž platí i při jakékoliv manipulaci s lahvemi.

3.3.3 Manipulace s tlakovými lahvemi

Pro přemísťování na kratší vzdálenosti doporučujeme používat vozíky upravené pro tyto účely.

Přenášet lahve o celkové hmotnosti větší než 50 kg (včetně) smějí nejméně dvě osoby fyzicky pro tuto práci způsobilé.

Před manipulací s lahví je nutno vždy nasadit ochranný klobouček. Lahve nesmí být přenášeny za ochranný klobouček. Výjimkou jsou pouze lahve opatřené tzv. „fixním kloboučkem“, který je naopak pro manipulaci určen. Před použitím se musí zkontrolovat stav lahve a těsnost lahvového ventilu. **Nikdy neotevírejte ventil násilím!** Pokud zjistíte závadu, vraťte láhev s uvedením druhu závady zpět dodavateli.

3.3.4 Zásady bezpečné práce s tlakovou lahví

1. Láhev se zajistí proti převržení.
2. Z láhve se odstraní ochranný klobouček (pokud není vybavena fixním kloboučkem) popř. krytka závitů přípojky. Krátkým otevřením lahvového ventilu se odstraní případné nečistoty z boční přípojky ventilu.
3. Zkontroluje se těsnění na redukčním ventilu – v případě poškození se vymění.
4. Připojí se redukční ventil a jeho převlečná matice se přiměřeně přitáhne.

5. Zkontroluje se, zda je seřizovací šroub výstupního přetlaku povolen a popř. uzavírací ventil uzavřen.
6. Otevře se lahvový ventil. Vstupní tlakoměr redukčního ventilu ukazuje přetlak v lahvi. Zkontroluje se těsnost připojení (např. saponátovým roztokem).
7. Seřizovacím šroubem se nastaví požadovaný průtok a u redukčních ventilů s uzavíracím ventilkem se ventilek otevře. Tím je lahev připravena k provozu.
8. Při delším přerušení odběru z lahve lahvový ventil uzavřete.

Činnosti spojené s instalací redukčního ventilu odpadají při použití lahve s tzv. integrovaným (kombinovaným) ventilem (viz. kapitola 5.1.5), kde se po připojení lahve na odběrný systém pouze nastaví průtok.

3.3.5 Pokyny pro přepravu tlakových lahví silničními motorovými vozidly

Silniční přeprava nebezpečných věcí v ČR je podřízena ustanovením Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) a zákona 111/1994 Sb. v platném znění. Na základě požadavků platné legislativy je každý podnik, jehož činnosti zahrnují přepravu (včetně pouze překládky) nebezpečných věcí, nebo s touto přepravou související operace balení, nakládky, plnění nebo vykládky nebezpečných věcí, musí jmenovat jednoho nebo více bezpečnostních poradců, odpovědných za pomoc při zabránění rizikům při těchto činnostech s ohledem na osoby, majetek a životní prostředí. Bezpečnostní poradce pak při zachování zodpovědnosti podniku dohlíží na dodržování předpisů pro přepravu nebezpečných věcí, radí svému podniku při operacích souvisejících s přepravou nebezpečných věcí, provádí kontroly, školení atd.

Tato povinnost se u nás ustanovením Ministerstva dopravy ČR nevztahuje na podniky, jejichž činnosti se týkají množství, která jsou v každé dopravní jednotce menší než meze (limity) uvedené v 1.1.3.6 ADR. I na tyto přepravy se však vztahují příslušná ustanovení dohody ADR, které je třeba dodržet. Pro bezpečnou přepravu lahví dodržujte následující nejdůležitější pokyny:

- osoby provádějící manipulaci a přepravu musí být proškoleny podle kapitoly 1.3 ADR
- ve vozidle musí být během přepravy řádně vyplněný přepravní doklad
- vozidlo musí být vybaveno alespoň jedním hasícím přístrojem s obsahem nejméně 2 kg suchého prášku

- náklad musí být řádně zajištěn proti posunutí
- ventily tlakových lahví musí být uzavřené a chráněné proti poškození

4. Použití medicinálních plynů

Ve sféře péče o lidské zdraví se používá široká škála medicinálních plynů, řada z nich však jen okrajově při specializovaných léčebných a diagnostických procesech. Z tohoto pohledu je možno specifikovat několik nejpoužívanějších plynů, s nimiž přichází odborný zdravotnický a lékařský personál do kontaktu.

4.1 Kyslík

Medicinální kyslík se obecně používá pro podporu dýchání při poruše dýchacího systému a při dechové nedostatečnosti.

Kyslíková terapie v přetlakové komoře

U pacientů s otravou oxidem uhelnatým (např. vdechováním kouře) je blokována schopnost červených krvinek vázat na sebe kyslík a předávat jej tělesným tkáním. Pobyt v přetlakové komoře a vdechování kyslíku pod vyšším tlakem urychlují vylučování oxidu uhelnatého z krve a tkání. Odstraní se tak nedostatek kyslíku v životně důležitých orgánech jako je mozek a srdce.



Další účinky zvýšeného přísunu kyslíku do tkání

- Zlepšuje se schopnost bílých krvinek ničit bakterie.
- Zesiluje účinek některých antibiotik.
- Zastavuje se růst anaerobních mikroorganismů.
- Pacientům s těžkými infekcemi, jako je sněť (gangréna), přetlaková kyslíková terapie pomáhá zachránit život a končetiny.
- U pacientů jejichž tkáně trpí nedostatkem kyslíku následkem rozdrčení (crush syndromem), hyperoxygenace zachovává postižené tkáně při životě

4.2 Syntetický medicínální vzduch

Syntetický medicínální vzduch představuje v medicíně alternativní zdroj vzduchu. Používá se v případech zvláštních požadavků na čistotu vdechovaného vzduchu, jelikož neobsahuje nečistoty a kontaminace, které se vyskytují v přírodním stlačeném vzduchu. Užívá se k zamezení deficitu kyslíku (hypoxie) a je podáván za použití speciálního zařízení (např. nosní katétr, obličejová maska, trubice zavedená do trachey).

4.3 Oxid dusný – rajský plyn

Oxid dusný (rajský plyn) se používá jako anestetický a analgetický plyn více než 150 let. K lékařským účelům byl oxid dusný použit poprvé již v roce



1844 v Americe a od roku 1867 bylo zavedeno jeho používání i v Evropě. Teprve ve druhé polovině XIX. století se přišlo na to, že směs plynů má obsahovat alespoň 21 % kyslíku (v objemu) aby nedošlo k hypoxii, protože jak již víme, plyn se původně inhaloval v čisté podobě.

Oxid dusný je vždy používán v podobě plynu, přestože plyn je ve vysokotlakových lahvích dodáván v kapalném stavu. Oxid dusný je třeba aplikovat inhalováním ve směsi s kyslíkem v koncentraci mezi 35 a 70 %. Gravidním ženám se aplikuje v 50% koncentraci.

Oxid dusný nesmí být podáván ve vyšší koncentraci než 70 %, kdy už nemůže být zaručen bezpečný podíl kyslíku, který je min. 21 %.

Podle norem jeho aplikace vyžaduje:

- Mísíč oxidu dusného–kyslíku vybavený zpětným ventilem a poplašným systémem v případě poruchy podávání kyslíku, zabezpečujícím, aby FiO_2 bylo vždy vyšší nebo se rovnalo 21 %. FiO_2 (fraction of inspired oxygen) = objemový podíl kyslíku ve vdechované plynné směsi.
- Monitorování FiO_2 ve vdechnutém vzduchu v případě umělé ventilace.
- Hlavní role oxidu dusného při celkové kombinované anestézii je jeho role pomocníka jiných anestetických inhalačních nebo nitrožilních činidel. Snižuje minimální alveolární koncentraci těkavých

účinných činidel jako je např. minimální tempo infuze nitrožilních anestetik, což snižuje jejich vedlejší účinky a zaručuje stabilní anesteticko-chirurgickou rovinu. Kromě toho, redukcí dávek těkavých a nitrožilních anestetických činidel se snižuje cena anestézie.

Existují různé přednosti při použití oxidu dusného v anestezii a utišení bolesti. Jedná se o rychle působící plyn, který lze snadno kontrolovat, a který se okamžitě eliminuje, jakmile se přestane podávat. Jedna z jeho hlavních předností je rychlá rekuperace pacientů, obzvláště těch, kteří podstoupili ambulantní chirurgický zákrok.

Oxid dusný představuje velmi bezpečný plyn z hlediska podávání pacientům k anestetickým účelům. Je však třeba dbát o to, aby bylo zajištěno, že zdravotníci odborníci podávající tento plyn nebyli vystavováni ve svém pracovním prostředí vysokým koncentracím oxidu dusného.

4.4 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je jediným medicínálním plynem, který nepatří mezi léčivé přípravky, ale byl zařazen mezi zdravotnické prostředky. Nepodléhá tedy registraci.

Medicínální CO₂ se nejvíce uplatňuje při laparoskopii. Laparoskopie je minimálně invazivní metoda používaná v gynekologii a při chirurgických výkonech v břišní dutině, která používá malých otvorů vytvořených v břišní stěně a obejde se bez větších řezů. Pro nahlížení do břišní dutiny, používá chirurg endoskop, který zavádí jedním z otvorů, v břišní stěně. Zbývající malé otvory používá chirurg k provedení operace.

Pro přehled v pracovním poli musí chirurg břišní dutinu rozepnout, což se provádí vpravením plynu pod tlakem. Tento plyn musí být bezpečný: nehořlavý, neškodný, bezbarvý a snadno rozpustný v krvi. Rozpustnost plynu v krvi je velmi důležitým požadavkem, protože během výkonu hrozí stále nebezpečí vzniku vzduchové embolie (tj., že se bublinky plynu dostanou do cév). Dostupným a nejlépe rozpustným plynem hodícím se k tomuto klinickému použití je právě medicínální oxid uhličitý.

Medicínální oxid uhličitý se dále používá pro uhličitě koupele a zábaly v balneologii a fyzioterapii.

Karboxyterapie (plynové injekce) je léčebná metoda založená na místním působení oxidu uhličitého v kůži, podkoží a svalectech. Dochází tím k výraznému prokrvení dané oblasti a tím i k jejímu lepšímu okysličení. Důsledkem je urychlení hojení a zlepšení výživy tkání.

Pro suché uhličitě koupele se používá přírodní plyn, který obsahuje 99,7 % CO₂. Plyn se vstřebává i přes oděv, působí vasodilataci a přímo ovlivňuje receptory v kůži. Zlepšuje prokrvení, působí protizánětlivě, urychluje hoje-

ní ran a pozitivně ovlivňuje funkci ledvin. K podávání se užívá plastických vaků, do kterých se plyn aplikuje z tlakové lahve.

4.5 Dusík

Dusík v kapalném skupenství je využíván v řadě kryogenních procesů, při nichž je třeba udržet prostředí na značně nízké teplotě.

V současné době je možno hlavní použití kapalného dusíku pro medicínské účely rozdělit na tři hlavní směry:

a) Kryobanky

Pro skladování biologických materiálů, které teoreticky není časově omezené, se využívá kapalný dusík. Jeho pomocí se dosahuje skladovací teploty, která je nižší než $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tímto způsobem jsou uskladněné vzorky pupečnickové krve sloužící u nemocných k reparaci krvetvorné tkáně při léčbě zhoubných onemocnění krvetvorby, vrozených poruch buněčné imunity i některých vrozených forem anemie, dále přes kostní štěpy, které se používají jako náhrada větších kostních defektů, štěpy kostní dřeně pro léčbu leukemie až po uskladnění krve, bakteriálních kultur, ale i třeba spermií.

Připravené vzorky se skladují v kryobance v tekutém dusíku při teplotě $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo v jeho parách. Pracoviště tkáňových bank pak bývají vysoce sofistikovaná a řízena počítači. Mívají instalován velkoobjemový zásobník na kapalný dusík.



b) Kožní lékařství

Velmi nízké teploty kapalného dusíku se využívá v kožním lékařství a v kryo-chirurgii k destrukci buněčných struktur, nejčastěji k likvidaci nežádoucích útvarů na kůži (např. bradavic) a rakovinotvorných nádorů. Povrchová aplikace rozprašováním kapalného dusíku se používá při léčbě popálenin a při léčbě krevních zduřenin.

Pro účely kožního lékařství je kapalný dusík dodáván nejčastěji v dewarových nádobách, do kterých se kapalný dusík stáčí ze stacionárních či mobilních zásobníků.



c) Kryoterapie

U nás poměrně nová a rozvíjející se rehabilitační ale i léčebná metoda na principu celotělové chladové léčby, která využívá extrémně nízkých teplot kapalného dusíku (minus $160\text{ }^{\circ}\text{C}$). 2–3minutový pobyt v kryomoře s ná-

slednou pohybovou aktivitou má výborný efekt analgetický, protizánětlivý, regenerační vede ke zlepšení imunity, sexuální apatence, fyzické a psychické odolnosti.



Využívá se pro nemocné se zánětlivými, degenerativními změnami pohybového aparátu, revmatickým postižením tkání, s chorobami centrálního a periferního neurologického systému, kožními (celulitida, lupenka, atopická dermatitida), poruchami imunity, osteoporózou, pro osoby s nadváhou a obezitou, pro osoby přetížené stresem, poruchami spánku, depresivními stavy a v neposlední řadě pro sportovce a osoby, kteří si chtějí zlepšit fyzickou kondici. Kapalný dusík je pro tyto účely dodáván do stacionárních nebo do mobilních zásobníků s kapacitou od 250 l.



4.6 Helium

Helium se používá hlavně k dosažení velmi nízkých teplot. Varem kapalného helia je možné dosáhnout teploty až 0,003 K. Využívá se k dosažení supravodivých vlastností v nukleární magnetické rezonanci (NMR). Tomografy NMR zobrazují rozložení atomů vodíku obsaženého různým podílem v různých látkách (např. ve vodě) a tkáních. Zachycují se a vyhodnocují signály, které vysílají jednotlivé chemické prvky na základě magnetické činnosti svých atomových jader.

Magnetická rezonance vytváří obrazy průřezů a vrstev lidského těla. Pro radiologa znamená MR bezpečnější a spolehlivější diagnostiku, chirurgovi dává skvělý přehled a vodítko pro nutnou operaci a pro pacienta znamená bezpečnější operaci a menší pravděpodobnost komplikací.



Pro vytvoření dostatečně silného vnějšího magnetického pole musí být magnet ochlazován až na hodnoty supravodivosti tj. teplota kolem $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$. Takové nízké extrémní teploty se dosahují pomocí kapalného helia, ve kterém jsou ponořeny magnetické cívky tomografu. Metoda využívá vyhodnocení signálů, které vysílají jednotlivé

chemické prvky na základě magnetické činnosti svých atomových jader.

4.7 Další plyny ve zdravotnictví

Oxid dusnatý

Ve zdravotnictví se používá oxid dusnatý ve směsi s dusíkem. Relativně nízká koncentrace NO v lahvích snižuje rizika při práci. Medicinální směs se vyrábí mícháním (gravimetrickou metodou) ve speciálních laboratořích s čistým provozem, kde je zaručena jak vysoká přesnost výroby tak i kontrola a analýza již hotového produktu. Nejčastěji používaná je směs s obsahem $100\text{--}1000\text{ ml}\cdot\text{m}^{-3}$ NO v dusíku, přičemž dávkování pacientovi se zpravidla pohybuje v koncentracích $1\text{--}30\text{ ml}\cdot\text{m}^{-3}$ NO při ARDS – tzv. šokové plíci. Směs NO se přidává do inspirační části patientského okruhu a je vždy kontrolována speciálními přístroji pro dávkování a analýzu tohoto média.

Směs 50 % oxidu dusného a 50 % kyslíku

Využívá se ve zdravotnictví jako analgetikum, podávané jako plynná směs vdechováním. Je to bezbarvá směs plynů bez chuti a zápachu. Používá se všude tam, kde potřebujeme snížit citlivost na bolest mírné až střední intenzity, kromě toho má uvolňující a mírně tišící účinek, který směsi podává 50% podíl oxidu dusného. 50% koncentrace kyslíku, která je přibližně dvojnásobná než v okolním vzduchu, zaručuje bezpečný obsah kyslíku ve vdechované směsi. Směs je využívána při provádění krátkých bolestivých procedur jako jsou například lumbální punkce, odběry vzorků kostní dřeně, repozice jednoduchých zlomenin, překrývání popálenin, dále nachází využití v zubním lékařství, zejména u dětí a zdravotně postižených a v porodnictví. Je podávána výhradně pacientům, kteří dýchají spontánně.

Kromě medicinálních plynů jsou ve zdravotnictví používány i vysoce čisté kalibrační nebo nosné plyny pro zdravotnickou techniku v klinických laboratořích.

Ty slouží k vyšetření pacientů i k výzkumu. Jsou to směsi plynů, jejichž základ tvoří kyslík, helium, xenon nebo dusík a směsi s příměsí oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého, oxidu dusného, helia, xenonu, argonu.

Důležité místo mají i plyny pro diagnostiku. Jsou to plyny pro kontrolu funkčnosti plic a plyny pro analýzu plynu v krvi a dýchacích plynů v krvi.

Shrnutí příkladů využití plynů v medicíně

Plyny	Použití
Kyslík	Chronická dechová nedostatečnost, podpora dýchání, hyperbarické komory
Oxid dusný	Anestezie a analgezie během operace, porodnictví, zubní medicína
Oxid uhličitý	Laparoskopie, kryoterapie, uhličitě koupele
Vzduch medicínální	Podpora dýchání a přístrojové dýchání
Směs 50 %O ₂ + 50 %N ₂ O	Analgezie v porodnictví, zubní lékařství, akutní medicína
Oxid dusnatý	Akutní selhání plic
Xenon	Anestezie a analgezie
Helium	Magnetické tomografie
Dusík	Lokální anestezie, cryoterapie v kožním lékařství, skladování tkání
Směsi CO ₂ + O ₂	Analýzy krevních plynů, měření složení vdechovaného nebo vydechovaného vzduchu
Směsi CO + He	Spirometrie, kontrola funkčnosti plic
Hexafluorid síry(SF ₆)	Oční chirurgie
Směsi CO ₂ / N ₂ / O ₂	Biologické kultivace

5. Zásobovací systémy medicínálních plynů

5.1. Centrální rozvody medicínálních plynů

Centrální rozvody medicínálních plynů jsou v současnosti nejčastějším způsobem zásobování zdravotnických pracovišť plyny. Jednotlivé komponenty těchto rozvodů jsou patrné na obrázku č. 1.

Jsou to:

- Primární, sekundární a rezervní zdroj plynu nebo podtlaku
- Tlakové stanice, redukční panely a redukční skříně
- Ventilové skříně a záložní vstupy

- Snímače fyzikálních veličin s napojením na vyhodnocení alarmů
- Zdravotnické napájecí jednotky s terminálními jednotkami (rychlospojkami)

Primární zdroj plynu pro centrální rozvod závisí na druhu plynu. Pro **kyslík** je nejčastěji používán zásobník s kapalným plynem (kryogenní nádoba). Vzhledem k tomu, že nepřerušovaná dodávka kyslíku je pro hladký chod nemocnice životně důležitá, používá se velmi často kombinace tohoto zásobníku (primární zdroj) se sekundárním a rezervním zdrojem, jímž obvykle bývají tlakové stanice lahví s kyslíkem tak, aby každý z těchto zdrojů mohl zastoupit ten druhý v případě jeho poruchy.

Zásobník s kapalným kyslíkem je kryogenní dvouplášťová nádoba s perlitovakuovou izolací, ve které je skladován kyslík v kapalném stavu při teplotě -183 °C . Zásobník je v nemocnici většinou umístěn ve venkovním prostoru s ochranným pásmem a obvykle slouží pro celou nemocnici. Zásobník je součástí „odpařovací stanice“, kde působením teploty okolního vzduchu dochází k ohřevu kapalného plynu a tím k jeho odpařování. Plyný kyslík o tlaku přibližně 10 bar je pak veden do redukční stanice. Zásobníky jsou průběžně doplňovány zkapalněným kyslíkem z automobilových cisteren.

Pro menší spotřeby kyslíku je možno použít určitou modifikaci odpařovací stanice, kdy stabilní zásobník je nahrazen přepravním kontejnerem s obsahem 500–600 litrů kapalného kyslíku. Pro malá zdravotnická zařízení, kdy použití odpařovací stanice by bylo neekonomické, se nejčastěji jako zdroj kyslíku volí svazky tlakových lahví. Svazek tlakových lahví je mobilní zařízení, ve kterém jsou lahve umístěny ve stojanu a spojeny vysokotlakým potrubím. Nejběžněji používaný svazek se skládá z 12 lahví o objemu 50 litrů s plnicím tlakem 20 bar, celkový objem lahví ve svazku je 600 litrů. Ze svazku je vysokotlaký plyn veden do redukční stanice, kde se redukuje na provozní tlak.

Primárním zdrojem stlačeného medicínálního **vzduchu** je kompresor. To je zařízení, které nasává okolní vzduch, stlačuje ho na požadovanou úroveň tlaku a přes jednotku úpravy vzduchu vypouští do potrubního rozvodu. Jako záložní zdroj, případně tam, kde není k dispozici kompresor, slouží tlakové lahve se stlačeným vzduchem, který je do rozvodů dodáván po redukcii tlaku v redukčním panelu.

Oxid dusný (N_2O) se dodává výhradně v tlakových lahvích, ať už jednotlivých či spojených do svazku, v nichž je uchovávan v kapalném stavu pod tlakem přibližně 5 MPa. Tento tlak je před přivedením plynu na místo jeho spotřeby redukován v redukčním panelu na provozní tlak.

Oxid uhličitý (CO_2) se dodává pouze v tlakových lahvích, v nichž je ucho-

váván v kapalném stavu. Vzhledem k fyzikálním vlastnostem tohoto plynu se jeho tlak v lahvi pohybuje v závislosti na teplotě okolního prostředí v rozmezí od 4 do 8 MPa. Tento tlak se opět redukuje v redukčním panelu, jemuž je třeba předřadit ohřívací zařízení, protože nízká teplota proudícího plynu CO₂ by mohla způsobit zamrznutí některé z dalších částí tohoto redukčního panelu.

Jako zdroj **podtlaku** slouží vakuové pumpy, tzv. vývěvy. Je to zařízení pracující na podobném principu jako kompresor, avšak v obráceném směru. Pro tvorbu podtlaku vysávají vývěvy plyny z potrubí centrálního rozvodu a po filtraci a čištění jej vypouštějí do okolního prostředí. V centrálním rozvodu tak vzniká podtlak o hodnotě přibližně – 80 kPa.

Redukční panel je zařízení, ve kterém dochází k redukcí tlaku plynu dodávaného z primárního, sekundárního a rezervního zdroje plynu na úroveň, která se používá ve zdravotnických napájecích jednotkách. Tato úroveň se u všech plynů pohybuje kolem 0,5 MPa. Tlaková stanice bývá umístěna v bezprostřední blízkosti primárního zdroje nebo u centrálních rozvodů na patkách budov.

Ventilová skříň s uzávěry bývá umístěna na každém jednotlivém oddělení, případně na každém patře. Obsahuje snímače tlaku pro příslušný rozvod plynu, vstupy pro napojení záložních lahví a hlavně uzávěry, kterými je možno v případě potřeby uzavřít přívod plynu do celého oddělení.

Vyhodnocovací panel poruch – každý rozvod medicinálních plynů má několik míst, na nichž je nutné kontrolovat stav procházejícího plynu, zejména zda vůbec prochází a pod jakým tlakem. Obecně se umísťují u tlakových a redukčních stanic jednotlivých zdrojů a další měřící místa jsou ve ventilových skříních na jednotlivých odděleních, případně patrech. Informace z měřících míst bývají shromažďovány a vyhodnocovány automaticky v elektronické formě v panelu poruch, který v případě nesrovnalostí upozorní obsluhu prostřednictvím audiovizuálních signálů (blikající kontrolka pro méně závažné nedostatky, poplašná siréna pro závažné problémy a podobně).

Zdravotnické napájecí jednotky – všechny výše uvedené komponenty rozvodů jsou mezi sebou spojeny pevným měděným potrubím. V prostorách u primárních zdrojů bývají vedeny na povrchu, v léčebných částech nemocnic pak pod povrchem zdí. V jednotlivých nemocničních místnostech vyúsťují na povrch a jsou osazeny takzvanými ukončovacími prvky - zdravotnickými napájecími jednotkami. Mezi zdravotnické napájecí jednotky patří lůžkové rampy, zdrojové mosty, stativy, stropní otočné

komplexy a pod. Zdravotnické napájecí jednotky bývají kromě vývodů plynů osazeny též elektrickými či komunikačními zásuvkami, osvětlovacími tělesy, případně i dalším příslušenstvím. Podrobněji jsou popsány v kapitole 5.2 Ukončovací prvky potrubních rozvodů.

Jednotlivé nemocniční místnosti bývají dle svého určeného účelu vybaveny různými ukončovacími prvky.

Operační sály mívají co nejširší vybavení. Bývají sem přivedena všechna média – kyslík, oxid dusný, oxid uhličitý, medicínální vzduch pro dýchání, vzduch pro pohony a podtlak. Vyústějí v otočných komplexech s nastavitelnými rameny, pevných zdrojových mostech či tubusech.

Pokoje intenzivní péče bývají vybaveny podobně jako operační sály, většinou sem však není přiveden oxid dusný a oxid uhličitý. Nejpoužívanějším ukončovacím prvkem jsou zdrojové mosty.

Běžné léčebné pokoje jsou nejčastěji vybaveny osvětlovacími rampami s vývodem kyslíku a vzduchu.

Konečné vyústění rozvodů na povrch je ve zdravotnických napájecích jednotkách vždy provedeno terminální jednotkou, takzvanou **rychlospojkou**. To je jednoduchý uzávěr, který se otevře tím, že se do něj zasune odpovídající protikus, takzvaný **nástavec rychlospojky**.

Tento nástavec pak může být spojen ohebnou medicínální hadicí či pevně s dalším zařízením, mezi něž patří hlavně průtokoměry s příslušenstvím, odsávací sestavy, anesteziologické přístroje, plicní ventilátory, inkubátory a další vybavení. Rychlospojka a nástavec rychlospojky jsou vyráběny v různých provedeních pro různé plyny tak, aby byla zajištěna vzájemná nezáměnnost rychlospojek a nástavců pro různé plyny. V praxi to znamená, že např. nástavec pro kyslík lze zasunout pouze do rychlospojky pro kyslík a ne do žádné jiné.

Pro rychlospojky a ohebné hadice na medicínální plyny se používá stejné barevné kódování, jako pro tlakové lahve:

kyslík	bílá
vzduch	kombinace černé a bílé
oxid dusný (N ₂ O)	modrá
oxid uhličitý (CO ₂)	šedá
podtlak	žlutá

Rezervním zdrojem plynu jsou tlakové lahve osazené redukčními ventily. Každé nemocniční oddělení, případně každé patro, by mělo být vybaveno lahvemi se stlačeným kyslíkem a se stlačeným medicínálním vzduchem. Podrobněji jsou popsány v kapitole 5.1.3 Tlakové lahve.

Obr. č. 1
průřez
nemocnicí



5.2 Rozvody plynů v sanitních vozech

Sanitní vozidla se rozdělují do dvou základních skupin:

1. Vozidla pro dopravu raněných, nemocných a rodiček (dopravní zdravotnické služby, takzvané převozní sanitky), které většinou žádné rozvody plynů nemají. Jako zdroj medicijního plynu slouží dvoulitrová tlaková láhev s redukčním ventilem.

2. Vozidla pro rychlou zdravotnickou pomoc (RZP), rychlou lékařskou pomoc (RLP) a přepravu raněných a nemocných na delší vzdálenosti bývají vybavena jednoduchým rozvodem kyslíku. Jako primární zdroj slouží jedna či dvě tlakové lahve o objemu 10l osazené redukčními ventily. Vlastní rozvod je proveden ohebnými kyslíkovými hadicemi, které jsou napojeny na redukční ventil tlakové lahve a dále vedeny mezi vnější karosérií vozu a jeho vnitřní zástavbou. Rozvody vyústíjí rychlospojkami v příhodných místech zástavby, tj. v místech uložení plicního ventilátoru, poblíž hlavové části lehátka a pod.

5.3 Tlakové lahve

V místech, kde nejsou k dispozici centrální rozvody plynů, slouží jako jejich zdroj tlakové lahve. Jednotlivé typy a velikosti lahví jsou podrobně popsány v kapitole 3. Distribuce medicijních plynů v lahvích a svazcích.

V tlakové lahvi, jak už její název napovídá, je plyn uskladněn pod vysokým tlakem. Plyn pod takovýmto tlakem je pro léčebné účely nepoužitelný, jeho tlak je proto před jeho použitím u pacienta snížit. K tomuto snižování tlaku slouží jednoduché zařízení zvané **redukční ventil**. Plyn v lahvi je uchován pod tlakem do 200 bar, v současnosti se začínají rozšiřovat i tlakové lahve s plnicím tlakem 300 bar; tlak plynu použitelného u pacienty se po průchodu redukčním ventilem pohybuje v rozmezí 1–5 bar.

Všechny redukční ventily mají několik společných rysů (viz obr. č. 2):

- montují se pomocí převlečné matice A na výstupní závit uzavíracího ventilu lahve (starší typy pomocí utahovacího klíče, modernější pouhým dotažením rukou); spojení mezi uzavíracím ventilem lahve a redukčním ventilem je těsněno pomocí o-kroužku
- mají manometr B, měřící tlak plynu vstupujícího do redukčního ventilu, tudíž i množství plynu zbývajícího v lahvi (čím je tlak plynu vstupujícího do redukčního ventilu nižší, tím je v lahvi méně plynu)
- redukují tlak plynu v lahvi (např. 200 bar) na tlak použitelný u pacienta (např. 4 bar)
- mají pojistný otevírací ventilek, který v případě nechtěného vzrůstu výstupního tlaku vypustí nepotřebný plyn do okolní atmosféry

ry, čímž ochrání pacienty, ale i obsluhu či případně zdravotnickou techniku k výstupu redukčního ventilu připojenou

- jsou vybaveny výstupním připojením pro napojení pacienta nebo dalšího zařízení (hadicový nástavec, rychlospojka) C

5.3.1 Redukční ventily

Redukční ventily existují ve dvou základních provedeních:

- redukční ventil s pevně nastaveným výstupním tlakem (obr. č. 2) – takový ventil bývá nejčastěji na svém výstupu osazen rychlospojkou (A) a slouží hlavně jako napájecí zdroj zdravotnických přístrojů (anesteziologické přístroje, ventilační přístroje, inkubátory) či jednoduchých rozvodů (např. v sanitních vozech)



Obr. č. 2 – redukční ventil s pevně nastaveným výstupním tlakem

- redukční ventil s pevně nastaveným výstupním tlakem a nastavitelným průtokem (obr. č. 3) – u takového ventilu může obsluhující personál nastavit požadovaný průtok dle potřeby pacienta. Takový ventil je vybaven voličem průtoku (B) a používá se hlavně k dávkování kyslíku přímo do inhalační polomasky

nebo kanyly pacienta v rozmezí 1–25 litrů za minutu. Pro připojení slouží hadicový nástavec (C) na průtočném výstupu redukčního ventilu.

Obr. č. 3 – redukční ventil s volitelným výstupním průtokem



Pro informaci zde uvádíme tabulku orientačních časů trvání náplně tlakových lahví s kyslíkem při nejpoužívanějších hodnotách průtoku:

Objem lahve	Plnicí tlak	Objem náplně		Průtok (l/min) / Doba trvání (hod:min)					
		m ³	litry	2	4	5	9	12	15
litry	bar								
2	150	0,3	300	2:30	1:15	1:00	0:33	0:25	0:20
2	200	0,4	400	3:20	1:40	1:20	0:44	0:33	0:27
5	150	0,8	800	6:40	3:20	2:40	1:29	1:07	0:53
10	150	1,6	1600	13:20	6:40	5:20	2:58	2:13	1:47
15	200	2,2	2200	18:20	9:10	7:20	6:04	3:03	2:27

Ideálním řešením pro mobilní pracoviště (např. sanitní vozy, převozová lůžka a pod.) je redukční ventil (obr. č. 4), který v sobě spojuje vlastnosti a výhody obou těchto typů ventilů. Redukční ventil je osazen jak výstupní rychlospojkou (A) s pevně nastaveným výstupním tlakem, tak i voličem

průtoku (B) pro nastavení dávkovaného množství kyslíku. Obsluhující personál s ním tak může napájet např. transportní ventilátor i dávkovat kyslík pro inhalaci současně.



Obr. č. 4 – redukční ventil s nastavitelných průtokem a rychlospojkou

Tlaková láhev má oproti centrálnímu rozvodu jednu významnou výhodu – představuje mobilní zdroj medicínálního plynu, se kterým se dostanete kamkoli. Malá, např. dvoulitrová tlaková láhev s kyslíkem osazená tímto redukčním ventilem je velmi snadno přenosným a univerzálním zdrojem. Na druhé straně je tlaková láhev zařízení, se kterým je třeba manipulovat obezřetně, neboť plyn je v ní uchovávan pod velkým tlakem a v případě nehody může být tlaková láhev velmi nebezpečná. Dodržováním několika hlavních zásad pro manipulaci s tlakovými lahvemi lze však bezpečnost zvýšit na nejvyšší možnou úroveň. Všechny následující zásady pochopitelně platí i pro manipulaci s redukčními ventily:

- **Kyslík při vysoké koncentraci nesmí přijít do styku s mastnotou a nečistotami – je hořlavý!**

- **Nesmíte mít zamaštěné ruce! To znamená nejen od mastnot, ale ani od pleťových krémů! S kyslíkovými přístroji manipulujte pouze, pokud máte suché ruce!**
- **Žádný z komponentů zařízení nijak nepromazávejte!**
- **Zařízení nesmí přijít do styku se zamaštěnými výrobky!**
- **V blízkosti kyslíkových zařízení nikdy nekuřte!**
- **V blízkosti kyslíkových zařízení nikdy nemanipulujte s otevřeným ohněm!**
- **Tlakové lahve by měly být vždy upevněny tak, aby nehrozil jejich pád a tím případné porušení uzavíracího ventilu lahve.**
- **Tlakové lahve neumísťujte v blízkosti zdrojů tepla a hořlavých materiálů.**
- **Máte-li podezření, že jsou láhev nebo redukční ventil poškozeny, viditelně je označte a dále je nepoužívejte – vraťte je dodavateli.**
- **Poškozené lahve ani redukční ventily sami neopravujte, opravy svěřte autorizované servisní firmě.**
- **Zhruba jednou za půl roku vyměňte těsnění (o-kroužek) vstupní přípojky; používejte pouze originální těsnění dodaná výrobcem či autorizovaným dodavatelem redukčního ventilu.**

Pro připomenutí zde uvádíme i postup správné montáže redukčního ventilu na tlakovou lahev a jeho zpětné demontáže:

A Instalace redukčního ventilu na tlakovou láhev a jeho použití

1. sejměte ochranný kryt uzávěru lahve;
2. před montáží redukčního ventilu odfoukněte případné nečistoty z výstupu uzavíracího ventilu lahve: pomalu otvírejte uzavírací ventil (proti směru hodinových ručiček), dokud nezačne unikat plyn (ozve se syčení), uzavírací ventil ihned znovu uzavřete;
3. převlečnou matici redukčního ventilu plynule našroubujte na výstupní šroubení uzavíracího ventilu, rukou pevně dotáhněte – k dotažení nepoužívejte žádné klíče ani kleště, těsnící plochy tohoto spoje jsou uzpůsobeny k tomu, aby těsnosti bylo dosaženo pouhým utahením rukou (výjimkou jsou staré typy redukčních ventilů, u nichž je třeba převlečnou matici dotáhnout utahovacím klíčem; tyto zastaralé typy se dnes již nevyrábějí a doporučuje se vyměnit je za novější);
4. ujistěte se, že na voliči průtoku redukčního ventilu je nastavena nula „0“;
5. na výstup redukčního ventilu našroubujte pomocí vstupního šroubení zvlhčovací láhev – opět nepoužívejte žádné utahovací nástroje, stačí pevné dotažení rukou;
6. na výstupní hadicový nástavec zvlhčovače nasadte hadičku inhalační polomasky nebo kanyly;

7. postavte se vedle zařízení, abyste viděli na manometr redukčního ventilu; pomalu otevírejte uzavírací ventil tlakové lahve (proti směru hodinových ručiček), nárůst tlaku plynu v redukčním ventilu pozorujte na jeho manometru; když tlak již nestoupá, je uzavírací ventil plně otevřen;
8. na voliči průtoku nastavte požadovanou hodnotu – ta se vám zobrazuje v okénku ovladače.

B Uzavření ventilů (pokud již plyn není potřeba)

1. uzavřete uzavírací ventil lahve;
2. odvětrejte ventil otevřením průtočné hlavy nebo přes rychlospojku hadicí;
3. na manometru sledujte pokles tlaku v redukčním ventilu, ve chvíli, kdy klesne na nulu, přestane plyn proudit;
4. volič průtoku nastavte do polohy nula „0“;
5. zařízení je připraveno k dalšímu použití (dle A/7.).

C Demontáž redukčního ventilu

1. uzavřete uzavírací ventil lahve;
2. odvětrejte ventil otevřením průtočné hlavy nebo přes rychlospojku hadicí;
3. na manometru sledujte pokles tlaku v redukčním ventilu, ve chvíli, kdy klesne na nulu, přestane plyn proudit;
4. volič průtoku nastavte do polohy nula „0“;
5. od zvlhčovací lahve odpojte hadičku polomasky nebo kanyly, vstupní šroubení zvlhčovací lahve rukou odšroubujte z výstupního šroubení redukčního ventilu;
6. rukou vyšroubujte vstupní matici redukčního ventilu z uzavíracího ventilu;
7. přibližně každých 6 měsíců vyměňte těsnění vstupní přípojky redukčního ventilu;
8. pokud redukční ventil nebudete delší dobu používat, uložte jej na suchém a čistém místě.

5.3.2 Integrované ventily

Nejmodernějším trendem jsou v současnosti tzv. **integrováné ventily**, někdy též nazývané **kombinované ventily**. Je to zařízení obsahující jak uzavírací ventil lahve, tak i redukční ventil. Integrovaný ventil upevňuje na tlakovou lahev a odmontovává výrobce tlakových lahví nebo vlastník tlakových lahví, který má zařízení k tomu určené. U integrovaných ventilů tak odpadá pro zdravotnický personál nejkritičtější část manipulace s tlakovými lahvemi a redukčními ventily. Touto nejkritičtější částí je instalace redukčního ventilu na uzavírací ventil lahve a otevírání uzavíracího ventilu, kdy plyn začíná proudit z lahve do redukčního ventilu. Právě při této nesprávně prováděné instalaci dochází k největšímu počtu nehod. Nej-

častější nehodou je unikání kyslíku v nedostatečně utaženém spojení mezi redukčním ventilem a uzavíracím ventilem a jeho následné hoření, často podpořené přítomností mastnoty a jiných nečistot.

Obr. č. 5 – integrovaný ventil

1. vstupní přípojka pro našroubování ventilu do tlakové lahve
2. otočný ovladač uzavíracího ventilu
3. rychlospojka pro připojení dalších lékařských přístrojů
4. otočný ovladač pro nastavení průtoku plynu
5. hadicový nástavec pro připojení inhalační polomasky nebo kanyly
6. plnicí port pro připojení plnicího adaptéru k plnění lahve plynem
7. manometr pro kontrolu množství plynu v lahvi



5.4 Ukončovací prvky centrálních rozvodů

Jak jsme se již letmo zmínili v kapitole 5.1.1 Centrální rozvody medicínálních plynů, jsou plyny vedeny potrubím až na místo jejich použití, kde tato potrubí vyústí na povrch do takzvaných **ukončovacích prvků**.

Nejběžnějším a také nejjednodušším ukončovacím prvkem je **lůžková rampa**. Používá se na patientských pokojích v lůžkových částech nemocnic. Obvykle k lůžku přivádí rozvody kyslíku a vzduchu, elektrický proud a bývá osazena zdířkou pro připojení tlačítka na přivolání sestry, případně zdířkou pro připojení komunikačního telefonu. Obsahuje též osvětlení patientského lůžka, případně nahoru směřující osvětlení místnosti.



obr. č. 6 – lůžková rampa

Na odděleních JIP či ARO se nejčastěji setkáváme s takzvanými **zdrojovými mosty**. Bývají vybaveny rychlospojkovými vyústěnými rozvodů kyslíku, vzduchu a vakua, dále pak elektrickými a komunikačními přípojkami.



obr. č. 7 – zdrojový most

Tubusy jsou nepoužívanějším zdrojem plynů a elektrického proudu pro operační a zákrokové sály. Obsahují vývody všech plynů – kyslíku, vzduchu, rajského plynu a vakua, elektrické přípojky. Často bývají osazeny otočnými rameny např. pro zavěšení infúzních roztoků.

obr. č. 8 – tubus

Podobně jako tubusy, i **otočné komplexy** najdeme hlavně na operačních sálech. Jejich vybavení je stejné jako u tubusů, navíc jsou otočné podél své osy, často mívají i výkyvná ramena, na která se dají umístit např. monitory anesteziologických přístrojů a pod.



obr. č. 9 – otočný komplex

Všechny ukončovací prvky samy o sobě neslouží k terapeutickým účelům, jsou pouze zdrojem plynů a energií pro další přístroje. Pomocí ohebných hadic se připojují k anesteziologickým přístrojům, plicním ventilátorům apod.

Nejběžnějším zařízením, které se připojuje k rychlospojčkovým vývodům kyslíku nebo vzduchu, je **průtokoměr**. Je to jednoduché zařízení na ovládání průtoku plynu, kterým se dávkuje přesné množství plynu přitékajícího k pacientovi. Existují dva základní typy průtokoměrů: plovákový a okénkový. Rozlišují se tak podle způsobu indikace protékajícího množství plynu.

U **plovákového průtokoměru** ukazuje obsluhujícímu personálu nastavenou hodnotu množství plynu protékajícího průtokoměrem plovák, který se vertikálně pohybuje v průtokové trubici.

Toto množství se nastavuje pomocí otočného ovladače průtokoměru. Plovákový průtokoměr musí být v době používání udržován ve vertikální poloze, aby byly naměřené hodnoty průtoku přesné.

Okénkový průtokoměr obsahuje otočný ovladač s okénkem. Otáčením ovladače se v okénku objevují hodnoty nastaveného výstupního průtoku. Takovýto průtokoměr je odolný proti nárazům a naměřené hodnoty průtoku jsou přesné při jakékoli poloze průtokoměru. Existuje i verze s vestavěným redukčním ventilem (nízkotlaký redukční ventil), který je vhodný pro použití s lahví jako zdrojem plynu, kdy dochází ke změně vstupního tlaku. Tento redukční ventil zaručí stabilitu požadovaného průtoku na výstupu.



obr. č. 10 – plovákový průtokoměr



obr. č. 11 – okénkový průtokoměr

V případě dlouhodobé kyslíkové terapie (delší než přibližně 30 minut) se doporučuje zvlhčovat kyslík dodávaný pacientovi. To se provádí pomocí takzvaných **zvlhčovacích lahví**.

Zvlhčovací láhev se přišroubuje přímo na průtokoměr a naplní se destilovanou vodou. Kyslík protéká touto vodou a zvlhčuje se.

obr. č. 12 – okénkový průtokoměr se zvlhčovací lahví



Konečné přivedení inhalovaného kyslíku k pacientovi se provádí pomocí **inhalační polomasky** nebo pomocí

nosních brýlí (nosních kanyl), které se připojují kyslíkovou hadičkou na hadicový nástavec na výstupu z průtokoměru nebo zvlhčovací lahve.



obr. č. 13 – kyslíková inhalační polomaska a nosní kanyly

6. Související normy a předpisy

Podle Zákona č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů

Vyhláška MZ ČR a MZem ČR č. 229/2008 Sb., o výrobě a distribuci

Český lékopis (aktuální vydání)

Pokyn SÚKL VYR-32-Pokyny pro správnou výrobní praxi.

ČSN EN ISO 13769 – Lahve na přepravu plynů – Značení ražením (07 8500)

ČSN ISO 7225 Lahve na přepravu plynů – Bezpečnostní nálepky (07 8501)

ČSN EN 1089 –3 Lahve na přepravu plynů – Označování lahví (kromě lahví na LPG) – Část 3: Barevné značení (07 8500)

ČSN 07 8304 Tlakové nádoby na plyny – Provozní pravidla.

ČSN EN ISO 7396-1, Potrubní rozvody medicínálních plynů – část 1: Potrubní rozvody pro stlačené medicínální plyny a podtlak

Vyhláška ČÚBP č. 21/79 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

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 specializované sdružení Svazu chemického průmyslu ČR (SCHP) a člen 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 komisích, 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

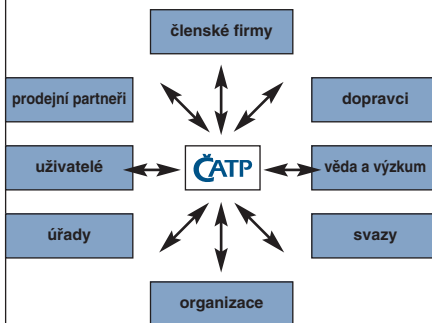
Představenstvo

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, chemických 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, spol. 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

EngTrade spol. s r.o.
Ludvíkovice 277, 407 13 Děčín

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

Lineq s.r.o.
V Horce 178, 252 28 Černošice

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 fax: 272 100 158
E-mail: catp@catp.cz www.catp.cz