



Svaz potápěčů České republiky

Ing. Oldřich Lukš

**Tlakové lahve, uzavírací ventily
a plnění dýchacích směsí
potápěčských dýchacích přístrojů**



Vydal

**Svaz českých potápěčů
Novelizováno – Praha 2017**

OBSAH:

I. Úvod do problematiky

II. Fyzikálněchemické charakteristiky plynů tvořících dýchací směsi potápěčských dýchacích přístrojů

III. Tlakové lahve

- III.1. Druhy lahví
- III.2. Tlakové lahve - legislativa
- III.3. Vyražené značení a barevné značení tlakových lahví dle ČSN a ČSN EN

IV. Uzavírací ventily

- IV.1. Uzavírací ventily - legislativa
- IV.2. Tlakové rozvody vícelahvových dýchacích přístrojů

V. Údržba a manipulace s tlakovými lahvemi

Životnost tlakových lahví

- V.1. Značení tlakových lahví a uzavírací ventily dle nejčastěji užívaných zahraničních doporučení
- V.2. Doporučené kombinace uzavíracích ventilů a barevného značení tlakových lahví dle výše popsaných ČSN a ČSN EN

VI. Plnicí agregáty

- VI.1. Kompresory
- VI.2. Přečerpávací pumpy
- VI.3. Plnicí a míchací zařízení
- VI.4. Čistota vzduchu a jeho kontrola
- VI.5. Analýza dýchací směsi
- VI.6. Přeprava tlakových lahví

Použitá a doporučená literatura

Účelová edice Svazu českých potápěčů

Autor: Ing. Oldřich Lukš

TLAKOVÉ LAHVE, UZAVÍRACÍ VENTILY A PLNĚNÍ DÝCHACÍCH SMĚSÍ POTÁPĚČSKÝCH DÝCHACÍCH PŘÍSTROJŮ

Vydal Svaz českých potápěčů jako publikaci v elektronické podobě pro potřeby potápěčů SPČR.

Obrazové přílohy zpracoval Ing. Oldřich Lukš

Grafická úprava Hana Bretšnajdrová

Publikace je zveřejněna na webových stránkách www.svazpotapecu.cz a je k dispozici pro veřejnost.
Publikace bude průběžně aktualizována.



I. Úvod do problematiky

Zcela nezbytnou a prakticky nepostradatelnou součástí stávajících dýchacích přístrojů (ať již záchranných nebo potápěčských) jsou tlakové láhve. Současný stav technického řešení dýchacích přístrojů považuje tlakové láhve za jedinou optimální variantu řešení nositelného zásobníku dýchacího média jak z hlediska technického, tak zejména i ekonomického. A proto se s tlakovými láhvemi budeme u dýchacích přístrojů setkávat i nadále a ani v budoucnosti zatím nelze očekávat žádnou převratnou novinku.

Tlaková láhev přitom představuje při užívání výrobek, který za určitých předpokladů může znamenat nebezpečí pro uživatele (ohrožovat ho), což znamená, že se na ni vztahuje působnost zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. Tento zákon, který nabyl účinnosti 1. září 1997 (nyní ve znění zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 102/2001 Sb.), upravuje zejména tyto oblasti:

- způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které by mohly ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí (dále jen oprávněný zájem),
- práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh výrobky, které by mohly ohrozit oprávněný zájem a některá práva a povinnosti právnických a fyzických osob související s tímto a s tvorbou ČSN a jejich uplatňováním.

Právě normy ČSN pak sehrávají významnou roli v přístupu k problematice uzavíracích ventilů a značení tlakových láhví. Rovněž tak normy sehrávají svou roli i u plicích zařízení, kterými tlakové láhve plníme a dále mají svou roli i u parametrů plynů, které představují komponenty jednotlivých druhů dýchacích směsí.

Podle výše uvedeného zákona nejsou již vydané i vydávané ČSN od 1.1.2000 závazné, avšak stejný zákon uvádí, že výrobce a dovozce je povinen uvádět na trh jen bezpečné výrobky, přičemž za bezpečný se považuje výrobek splňující požadavky technických (právních) předpisů. Pokud pro určitý výrobek technický předpis neexistuje, považuje se za bezpečný výrobek, který buď splňuje požadavky ČSN, nebo je odpovídající stavu technických a vědeckých poznatků, známých v době uvedení výrobku na trh. Tím je vyjádřena zcela nová úloha ČSN, jejíž splnění se v uvedeném případě bude považovat za možný důkaz o tom, že daný výrobek je bezpečný. Neplatí však opak, že výrobek nesplňující požadavky ČSN se považuje vždy za nebezpečný. K dodržení ČSN tedy nebude výrobce či dovozce přímo donucován. Pokud se rozhodne zvolit jiné řešení než to, které je uvedeno v příslušné normě, nic tomu nebrání. Pokud by však došlo k tomu, že výrobkem byl poškozen oprávněný zájem, musí výrobce či dovozce prokázat (chce-li se zprostit odpovědnosti za škodu), že jím zvolené řešení odpovídalo současným poznatkům vědy a techniky. Zákon tedy v tomto smyslu vyjadřuje, že „ČSN jsou předpisy obsahující výhodnou radu“. O tom, zda tato rada bude využita, rozhoduje na svou odpovědnost výrobce a dovozce. Lze tedy změny, ke kterým došlo od 1.9.1997 nabytím účinnosti zákona, stručně charakterizovat takto:

- stát zaručuje tvorbu a vydávání ČSN;
- tvorbu a zajišťování ČSN nebude zajišťovat orgán státní správy, ale právnická osoba, kterou k tomu pověří Ministerstvo průmyslu a obchodu;
- nebude uplatňována úloha neopomenutelného účastníka;
- ČSN již nebude možno vydat jako závaznou;
- dosavadní závaznost ČSN (i jen vybraných článků) byla ukončena k 31.12.1999;
- zavádějí se harmonizované ČSN;
- stanovil se zákaz rozmnožování a rozšiřování ČSN bez souhlasu pověřené právnické osoby a zákaz označování jiných dokumentů značkou ČSN; porušení těchto zákazů je postižitelné pokutou;
- je stanoven rozsah úkolů, které budou financovány ze státního rozpočtu.

Je však třeba uvést, že povinnost postupovat při určité činnosti v souladu s českými technickými normami může vzniknout, a to různými způsoby, především pak na základě ustanovení právního předpisu, který stanoví, že ve vztazích upravených tímto právním předpisem je nutno dodržovat české technické normy.

Odkazy na technickou normu v právních předpisech mohou mít z hlediska jejich síly formu odkazu výlučného (povinného) nebo indikativního.

Výlučný odkaz určuje shodu s technickou normou, na kterou se odkazuje jako jediný způsob splnění příslušného ustanovení daného právního předpisu.

V případě indikativního odkazu je shoda s normou jedním z možných způsobů splnění požadavků právního předpisu.

Přesto však dochází ve vydaných předpisech zvláště v používání uzavíracích ventilů a značení tlakových lahví k jistým nejednoznačnostem, na které se v dalším textu budeme snažit upozornit a uvést doporučení, jež by případnou možnost vzniku fatálních příhod pomohly odstranit, nebo alespoň eliminovat na minimum.

II. Fyzikálněchemické charakteristiky plynů tvořících dýchací směsi potápěčských dýchacích přístrojů

Plyny

Jsou podle ČSN 07 8304 z ledna 2011 jakékoliv látky, které jsou při 1,013 bar (0,1013 MPa) a 20°C zcela v plynném stavu nebo mají tlak par větší než 3 bar (0,3 MPa) při 50°C. Plyny rozdělujeme na stlačené, zkapalněné a rozpuštěné pod tlakem.

Plyny stlačené jsou podle této normy plyny, které jsou při všech teplotách nad kritickou teplotou -50°C zcela v plynném stavu, jsou-li pro přepravu plněny do nádob pod tlakem.

Plyny zkapalněné jsou podle této normy plyny, které jsou při kritické teplotě nad -50°C částečně v kapalném (nebo pevném) stavu, jsou-li pro přepravu plněny do nádob.

Plyny rozpuštěné pod tlakem jsou podle této normy plyny, které jsou rozpuštěny v kapalném rozpouštědle, jsou-li pro přepravu plněny do nádob pod tlakem.

Kyslík

Též oxygenium, chemická značka O, plynný chemický prvek VI.A skupiny periodického systému prvků, bezbarvý, za vyšší teploty reaktivní plyn, tvoří dvouatomové molekuly, vzácně i tříatomové (ozón), bez zápachu. Teplota tání -218,8°C, teplota varu -182,97°C, hustota $1,4 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$. Objeven v roce 1774. Je součástí vzduchu (asi 20,8% obj.), vody (88,8%) a nejrozšířenější prvek v zemské kůře (49%) zejména ve formě oxidů a kyslíkatých solí. Vyrábí se zpravidla frakční destilací kapalného vzduchu. Plyn, s nímž jsou spojeny dýchací procesy a metabolismus lidského organismu a tím i život člověka. Z hlediska potápění má význam jeho koncentrace v dýchací směsi podle dosažené hloubky. Při překročení parciálního tlaku 140 kPa se začínají projevovat toxické účinky kyslíku. Kyslík sám o sobě nehoří, avšak v čistém stavu silně podporuje hoření a ve styku s tukovými látkami za zvýšeného tlaku dochází k nebezpečným explozím.

Dusík

Též nitrogenium, chemická značka N, plynný chemický prvek V.A skupiny periodického systému prvků, bezbarvý plyn bez zápachu a chuti, za běžných podmínek nereaktivní. Tvoří dvouatomové molekuly, hlavní součást vzduchu (78,1% obj.). Teplota tání -210°C, teplota varu -195,8°C, hustota $1,002 \text{ kg.m}^{-3}$. Anorganické sloučeniny dusíku se vyskytují v přírodě ve větším množství zřídka. Získává se frakční destilací kapalného vzduchu. Z hlediska potápění má význam jeho rozpustnost v tělesných tekutinách, schopnost sycení tukových a svalových tkání a narkotické účinky v hloubkách větších jak 40 m.

Hélium

Též helium, chemická značka He, plynný chemický prvek VIII.A skupiny periodického systému prvků, řazen mezi vzácné plyny, bezbarvý inertní plyn bez chuti a zápachu. Teplota tání neurčena, teplota varu -268,9°C, hustota $0,178 \text{ kg.m}^{-3}$. Objeveno v roce 1868. Získává se zejména frakční destilací kapalného vzduchu nebo čerpáním z ojedinelých přírodních zdrojů. Hélium je využíváno jako složka



umělých dýchacích směsí, neboť jeho vysycovací časy jsou podstatně kratší než u dusíku (vyšší rychlost sycení a vysycování He než u dusíku) a stejně tak se jeho narkotické účinky objevují až v hloubkách několika set metrů. Určitými nevýhodami hélia jsou jeho malá izolační schopnost, takže tepelné ztráty potápěče při pobytu v takové atmosféře jsou větší a dále posun hlasové modulace do vyšších frekvencí, čímž se lidská řeč v atmosféře obsahující hélium stává nesrozumitelnou. Objevuje se tedy nutnost vytápění potápěčského skafandru nebo plnit skafandr jiným plynem (často je používán argon, případně oxid uhličitý) a ke komunikaci plnit masku dýchací směsí obsahující např. Neon.

III. Tlakové láhve

Definice láhví.

Dle nové ČSN 07 8304 z ledna 2011 (nahrazuje ČSN 07 8304 z března 2008) patří láhve mezi tlakové nádoby na plyny (dále jen nádoby), což jsou uzavíratelné kovové nádoby nebo nádoby z jiných materiálů, na jejichž vnitřní stěny po naplnění působí tlak plynů nebo par. Patří mezi přepravitelná tlaková zařízení.

ČSN 07 8304 z ledna 2011 platí pro plnění, vyprazdňování, skladování, dopravu, obsluhu a údržbu nádob na plyny s nejvyšším dovoleným přetlakem (PS) větším než 0,5 bar (0,05 MPa) a pro zařízení související s tímto provozem a také pro objekty a prostory, v nichž jsou tato zařízení umístěna.

Dle článku 4.1 této ČSN „třídění nádob dle použití“ se tato publikace zabývá pouze lahvemi pro plyny k lékařským účelům a pro plyny pro dýchací účely.

Láhve podle ČSN 07 8304 z ledna 2011 jsou tlakové nádoby ocelové, kompozitové nebo z lehkých slitin, s vodním objemem od 0,5 litru do 150 litrů.

Dle změny ČSN 07 8305 z 1.1.1989 jsou láhve nádoby s hrdly o hmotnosti nejvýše 150 kg (bez náplně), jejichž délka bez výstroje a patky nepřesahuje 2000 mm a poměr délky k vnějšímu průměru nepřevyšuje 8.

Konstrukce lahví

Láhev je tvořena válcovým pláštěm láhve, konvexním vrchlíkem a konvexním nebo konkávním dnem. Vrchlík láhve je opatřen hrdlem, ve kterém je vyřezán závit pro zašroubování čepu uzavíracího ventilu. Kolem hrdla láhve může být umístěn kroužek z kompatibilního materiálu a musí být k hrdlu láhve bezpečně připojen. Pro připojení tohoto kroužku musí být použito jiného postupu než je svařování nebo měkké a/nebo tvrdé pájení. Konvexní dno láhve může být opatřeno patním kroužkem, který musí být dostatečně pevný a vyroben z materiálu kompatibilního s materiálem láhve. Kroužek u hrdla lahve a patní kroužek nejsou zpravidla u lahví určených pro použití v dýchacích přístrojích používány.



Obr. č. 1 Dna tlakových lahví rovné, konvexní, konkávní

III.1. Druhy láhví

Ocelové bezešvé láhve

jsou zhotovovány z uhlíkové oceli třídy 11 nebo z legovaných ocelí třídy 13 nebo 16, jejíž jakost musí být doložena hutním atestem a jejíž vlastnosti jsou uvedeny v přejímacích podmínkách, včetně tepelného zpracování a chemického složení. Láhev je vyrobena buď volným kováním, nebo kováním v zápustce z plného ingotu nebo předvalku, nebo je zpracována z bezešvé trubky, nebo vylisována z ploché ocelové desky. Při pracovním postupu uzavírání konců láhve se nesmí přidávat žádný kov. Má-li být láhev přijatelná k celosvětovému použití, musí být její konstrukce ve shodě se základními požadavky **ČSN ISO 4705 (07 8516)** a být ve shodě s doplňujícími požadavky na chemické složení konstrukčního materiálu lahve, na tepelné zpracování lahve, kterému je láhev podrobena, na mezní návrhové (výpočtové) namáhání konstrukčního materiálu lahve a na požadované zkoušky.

Ocelové svařované láhve

jsou vyráběny z ocelových plechů z uhlíkové oceli třídy 11 nebo z legovaných ocelí tříd 13 a 15 a musejí splňovat předepsané mechanické vlastnosti.

Láhve z hliníku a z hliníkových slitin

jsou vyráběny zpravidla protlačováním z plného válcového bloku nebo vylisováním z ploché desky. Podrobnosti o konstrukci a parametrech hliníkových lahví jsou definovány v předpise ADR oddíl 6.2.1.1 a 6.2.1.5 vycházejícím z EN 12862:2000 Příloha I, Části 1 až 3 k 84/527/EEC a EN 1975:1999 kromě Přílohy G. Dno lahví tohoto typu je rovné, na kraji se zvýšeným osazením, takže není nutná botka pro stabilní postavení láhve.

Láhve kompozitní

představují zcela odlišný typ tlakových lahví, neboť jejich tělo je tvořeno několika vrstvami různých materiálů. Základním prvkem je vnitřní plášť z legovaného hliníku, který je vyroben lisováním za studena z odlité nebo tažené tyčoviny podle DOT specifikace CFR 178.46, 3 Al. Z tohoto vnitřního válce je pak taženo velmi tenké pouzdro za studena a za tepla je tvarováno hrdlo pro závitové připojení. Následně je pouzdro homogenizačně žiháno a navozeno umělé stárnutí, aby bylo dosaženo odpovídajících mechanických vlastností. Poté je pouzdro opatřeno vrstvou speciální izolační hmoty, na které je pak navíjeno vlákno do epoxidové matrice. Jsou používána vlákna uhlíková Toray T-700, skleněná Owens Corning S-2 nebo kevlarová. Vlákna jsou namáčena epoxidovou pryskyřicí a nanášena na pouzdro počítačově řízenými navinovacími stroji, aby se zabezpečila správná pozice každého vlákna. Pro epoxidovou matici je používán vytvrzovací materiál Shell Epon Epoxy 826 a urychlovač Huntsman Jeffamine T403. Pod poslední ochrannou vrstvu se umísťuje identifikační štítek. Následně probíhá vytvrzování pryskyřice za regulovaných teplotních profilů, které zajišťují těsné propojení vláken s pryskyřicí. Souběžně probíhá na lahvích tzv. samočinné stahování, aby se nově přerozdělilo pnutí v hliníkovém pouzdře a jeho ovinutím. Při tomto procesu se dosahuje vyššího tlaku než je tlak zkušební a je přitom překročena mez pružnosti, takže hliník je plasticky deformován. Když je pak tlak samočinného stahování snížen na nulu, zůstává materiál pouzdra v tlaku a kompozitní vlákna jsou pod napětím. Takto vytvořená napětí se pak snižují vlivem tlaku vznikajícím při plnění láhve příslušným plynem. Dokončená láhev podle náhodného výběru z vyrobené série je podrobena vizuální kontrole, zjištění vnitřního objemu a hmotnosti a kontrole čistoty na obsah mastnot, zbytků pryskyřice a kovových špon. Každá láhev je podrobena zkoušce permanentní volumetrické rozpínavosti. Z uvedené série je pak jedna náhodně vybraná láhev podrobena hydrostatické zkoušce tlakovými cykly a následně destrukční zkoušce.

Obr. č. 2 Kompozitní láhev Luxfer

- 1 velmi tenké pouzdro ze slitiny hliníku
- 2 hladký, inertní vnitřní povrch
- 3 izolační vrstva
- 4 kompozitní vrstva z uhlíkových vláken a epoxidové pryskyřice
- 5 velmi odolná ochranná vrstva ze zpevněných plastových vláken
- 6 zaoblené dno
- 7 válcový závit



300 bar; 6,8 l; 3,9 kg

Obr. č. 3 Kompozitní láhev po destrukční zkoušce



Výše uvedené typy lahví liší se použitým konstrukčním materiálem se z hlediska potápění liší svým vztlakem ve vodě. Největší vztlak mají lahve kompozitní, takže z hlediska množství přídavné zátěže jsou nejméně vhodné, avšak mají své opodstatnění v přístrojích pro vojenské využití, stejně tak jako lahve z Al - slitin. Lahve z Al - slitin již tak velký nepříznivý poměr nemají a i s ohledem na svoji korozní odolnost jsou velmi používané. U lahví ocelových se pohybujeme od vztlaku negativního až do vztlaku neutrálního. Těchto znalostí různého vztlaku lahví se významně využívá při sestavování vícelahvových konfigurací dýchacích přístrojů používaných zejména při technickém potápění.

III.2. Tlakové láhve - legislativa

Mezi výrobky pro potápěče sehraávají v současné době největší roli ČSN ve vztahu k tlakovým láhvím na plyny. Tlakové láhve spadají do působnosti NV č. 175/97 Sb., a jsou tedy výrobky určenými k posouzení shody autorizovanou osobou. Tou je v současnosti AO č. 202, Strojírenský zkušební ústav, Hudcova 56b, 621 00 Brno, pobočka Jablonec nad Nisou.

Následující přehled uvádí vybrané ČSN, které mají zásadní vztah k tlakovým lahvím a u každé ČSN je uveden rozsah případných změn či novel.

ČSN 07 8305 Kovové tlakové nádoby k dopravě plynu. Technická pravidla.

Schválená 13.01.1976c.

Změny: a) 12.78

b) 01/80

c) 08/84

d) 11.88

e) 02.91

6) 10.91 - týká se lahví pro acetylen

7) 04.95 - týká se značení lahví pro technické, kalibrační a zvláštní účely

8) 12.97 - norma neplatí pro ocelové láhve vyrobené dle ČSN ISO 4705 a ČSN ISO 4706

9) 01.00 - norma neplatí pro znovuplnitelné bezešvé ocelové láhve vyrobené dle ČSN EN 1964-1, ČSN EN 1975 a ČSN EN ISO 11120 z hlediska požadavků na materiál, návrh, konstrukci a provedení, výrobní postupy, zkoušení a označování.

Dále zrušeny některé články a doplněn seznam souvisejících norem:

ČSN EN 1964-1 (07 8521) Lahve na přepravu plynů - Technické podmínky pro výpočet a konstrukci bezešvých znovuplnitelných ocelových lahví,
ČSN EN 1975 (07 8522) Lahve na přepravu plynů - Technické podmínky pro výpočet a konstrukci znovuplnitelných bezešvých lahví z hliníku a hliníkových slitin,
ČSN EN ISO 11 120 (07 8525) Lahve na přepravu plynů - Znovuplnitelné bezešvé ocelové velkoobjemové lahve.

ČSN ISO 4705 (07 8516) Znovunaplnitelné ocelové bezešvé láhve na plyny.

Schválená v prosinci 1997.

Účelem této mezinárodní normy je sjednotit požadavky na navrhování a výrobu znovuplnitelných ocelových bezešvých lahví na plyny ve všech státech. Tato mezinárodní norma stanoví minimální rozsah požadavků na určitá hlediska týkající se materiálu, návrhu, konstrukce a provedení, výrobních postupů a zkoušení při výrobě znovuplnitelných ocelových bezešvých lahví na plyny s vodním objemem nejméně 1 l a nejvýše 150 l, které jsou použitelné pro stlačené zkapalnitelné a/nebo rozpuštěné plyny, a které jsou vystaveny účinkům teplot okolního prostředí.

Tato norma obsahuje národní přílohu, která uvádí doplňující informace vztahující se k plynům, plnění, popř. vyprazdňování, periodickému zkoušení, skladování a dopravě lahví používaných v ČR.

Nová **ČSN 07 8304** Tlakové nádoby na plyny - Provozní pravidla.

Vydaná v lednu 2011

Tato norma nahrazuje ČSN 07 8304 z března 2008

Proti předchozí normě byly provedeny tyto další změny - aktualizace seznamu souvisejících norem, úprava předmětu normy, vypuštění, doplnění a aktualizace některých normativních odkazů, úprava požadavků v oblasti plnění tlakových nádob, na vyprazdňování nádob a tlakové stanice, na skladování nádob, na dopravu nádob a aktualizace legislativních odkazů souvisejících s obsluhou, bezpečností a ochranou při práci.

I v této novele je **zcela vypuštěna problematika periodického zkoušení tlakových lahví s odkazem na požadavky ADR (Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí).**

Změna Z1 12/2015

V kapitole 7 je doplněn článek 7.17 o plnění balonků k zábavním účelům heliem a zákazem jejich plnění hořlavými plyny tvořícími se vzduchem výbušnou směs.

ČSN EN 1802 (07 8532) Lahve na přepravu plynů - Periodická kontrola a zkoušení Bezešvých lahví z hliníkových slitin

Vydaná v říjnu 2002.

Jde o normu, která definuje intervaly mezi periodickými kontrolami a zkouškami, přehled operací pro periodickou kontrolu a zkoušení, popis jednotlivých operací, dokončovací operace a zamítnutí a vyjádření ke způsobilosti lahví k provozu. Součástí normy jsou přílohy A až I, které definují lahve vyrobené v souladu s národními předpisy, intervaly periodických kontrol, popis hodnocení výrobních vad a podmínky pro zamítnutí při vizuální kontrole, postup při přejímání při podezření, že ventil lahve je ucpán, čištění lahví na plyny z hliníkových slitin, tlakovou zkoušku lahví, zkoušku objemové roztažnosti lahví na plyny, zkoušení ultrazvukem a doporučené postupy pro kontrolu a údržbu ventilů lahví na plyny a jejich připojení.

Pro nás je důležité upozornění, že při natírání hliníkových lahví barvami, které vyžadují vypalování, nesmí být překročena teplota lahve doporučená výrobcem, protože přehřátí změní mechanické vlastnosti lahve. Přitom platí, že nemůže-li být zjištěna slitina nebo tepelné zpracování lahve, pak u lahve vyrobené z tepelně zušlechťených slitin stárnutím nesmí maximální teplota překročit 150°C a u lahve vyrobené z nezušlechťených slitin nesmí maximální

teplota překročit 80°C.

Dále norma ve své příloze B uvádí, že u lahví na stlačené plyny jako je vzduch či kyslík, atd. pro dýchací přístroje a plyny pro potápěčské dýchací přístroje, je doporučený interval periodické kontroly 10 let a u lahví pro potápěčské dýchací přístroje je informativní interval periodické kontroly podle ADR 5 let pro úplný rozsah kontroly a 2,5 roku pro vnitřní vizuální kontrolu.

ČSN EN 1968 (07 8534) Lahve na přepravu plynů - Periodická kontrola a zkoušení
bezešvých ocelových lahví
Vydaná v říjnu 2002.

Jde o normu, která definuje intervaly mezi periodickými kontrolami a zkouškami, přehled operací pro periodickou kontrolu a zkoušení, popis jednotlivých operací, dokončovací operace a zamítnutí a vyjádření ke způsobilosti lahví k provozu. Součástí normy jsou přílohy A až I, které definují lahve vyrobené v souladu s národními předpisy, intervaly periodických kontrol, popis hodnocení výrobních vad a podmínky pro zamítnutí při vizuální kontrole, postup při přejímání při podezření, že ventil lahve je ucpán, tlakovou zkoušku lahví, zkoušku objemové roztažnosti lahví na plyny, zkoušení ultrazvukem, doporučené postupy pro kontrolu a údržbu ventilů lahví na plyny a jejich připojení a přehled plynů způsobujících korozi materiálu lahve.

Změna A1 červenec 2006

Pokud je to vhodné, může se tato EN rovněž použít na lahve o menším vodním objemu než 0,5 ltr a pro velkoobjemové lahve s vodním objemem do 3000 ltr.

Pro nás je důležité, že v případě použití lahví pro dýchací přístroje je vlastník nebo uživatel povinen předložit láhev periodické kontrole během intervalu určeného v příloze B této normy, nebo jak určuje náležitá konstrukční norma/předpis, jestliže je interval kratší. Tato příloha uvádí, že u lahví obsahujících vzduch, kyslík, atd. nebo plyny pro dýchací přístroje pro potápění je doporučený interval periodické kontroly 10 let. Zde je poznámka, že tento údaj neodpovídá přehledům v RID/ADR a norma dále jedním dechem uvádí, že u lahví s plyny pro dýchací přístroje pro potápění je informativní interval periodické kontroly podle ADR v plném rozsahu 5 let a pro vnitřní vizuální kontrolu 2,5 roku.

Jsou-li lahve natírány barvami, které vyžadují vypalování, nesmí v žádném případě teplota lahve překročit 300°C.

Nová ČSN EN 1803 (07 8533) Lahve na přepravu plynů - Periodická kontrola a zkoušení svařovaných lahví z uhlíkové oceli
Účinnost od 1.11.2002

Jde o normu, která pro daný typ lahví definuje intervaly mezi periodickými kontrolami a zkouškami, přehled operací pro periodickou kontrolu a zkoušení, popis jednotlivých operací, doplňkové zkoušky, dokončovací operace a konečně zamítnutí a vyjádření ke způsobilosti lahví k provozu. Dále norma obsahuje sedm informativních příloh a to: A - lahve vyrobené v souladu s národními předpisy, B - intervaly periodických kontrol, C - popis hodnocení výrobních vad a podmínky pro zamítnutí, D - postup při přejímání lahve při podezření, že ventil je ucpán, E - tlaková zkouška lahví, F - kontrola a údržba ventilů lahví na plyny a jejich připojení: doporučené postupy, a G - přehled plynů obvykle způsobujících korozi materiálu lahve.

V současné době není tento typ lahví na území ČR využíván pro dýchací přístroje jakéhokoliv typu.

Nová ČSN EN 12245 (07 8535) Lahve na přepravu plynů - Plně ovinuté kompozitové lahve
Účinnost od července 2009

Jde o normu nahrazující vydání z října 2002, která upřesňuje konstrukci a výrobu tohoto typu lahví a jednotlivých částí - lineru kovového (svařovaný nebo bezešvý) i nekovového



(nebo z jejich kombinací), vyztuženého vinutým kompozitem z vláken ze skla, uhlíku nebo aramidu (nebo jejich směsí) uložených v matrici a i lahvi bez lineru. K tomu jsou uvedeny i parametry výkresové dokumentace a rozsah všech zkoušek materiálu lahvi i linerů - celkem 19 různých zkoušek. V závěru normy je uveden způsob posouzení shody a značení lahve. Norma má dvě velmi rozsáhlé přílohy: A(normativní) - prototypové zkoušky, zkoušení variant návrhu a provozní zkoušky, a B(informativní) - vzory schvalovacího a výrobního zkušebního certifikátu.

Tato norma neplatí pro lahve na plyny, které jsou částečně pokryty vlákny a které jsou běžně nazývány „částečně ovinuté lahve“ (viz EN 12257).

Tato norma je pro nás zajímavá tím, že jsou zde normativně uvedeny technické parametry kompozitových lahvi, což umožňuje daleko lépe specifikovat jejich využití při stavbě konfigurací potápěčských dýchacích přístrojů pro speciální použití, jako např. při technickém potápění nebo při využití vojenskými potápěči.

ČSN EN 12245 (07 8535)

Lahve na přepravu plynů - Plně ovinuté kompozitové lahve

Oprava 1 prosinec 2010

Doplňěk kapitoly 7: Značení lahvi na plyny se řídí předpisy RID, ADR a ADN, které mají přednost před jakýmkoliv ustanovením v této normě. Evropská směrnice o přepravitelném tlakovém zařízení obsahuje doplňující požadavky na značení (značení П). Tato ustanovení podléhají pravidelným revizím, což může vést k dočasné neshodě s EN ISO 13769 Lahve na plyny - Značení ražením.

Nová ČSN EN 12245+ A1 (07 8535) Lahve na přepravu plynů - Plně ovinuté kompozitové lahve
Účinnost od července 2012

Jde o novou normu nahrazující vydání z roku 2009 a obsahuje zapracovanou změnu A1 z listopadu 2011. Změny či doplněné a upravené články jsou v textu vyznačeny značkami A1⁺ a A1⁻.

Ačkoliv tato norma nepřináší žádné změny z hlediska stavby konfigurací potápěčských dýchacích přístrojů, je zde přehled značení lahvi podle typu použitého lineru a tím i určuje specifikace použití tlakových lahvi dané konstrukce.

V normě je upřesněn způsob značení těchto lahvi:

Trvanlivé značení, včetně značení ražením (je-li použito), musí být v souladu s EN ISO 13769.

K tomu poznámka 1 uvádí, že značení lahvi na plyny se řídí předpisy RID, ADR a ADN, které mají přednost před jakýmkoliv ustanovením v této normě.

Dále Evropská směrnice o přepravitelném tlakovém zařízení obsahuje doplňující požadavky na značení (značení П).

Zde je potřebné si uvědomit, že tato ustanovení podléhají pravidelným revizím, což může vést k dočasné neshodě s EN ISO 13769 Lahve na plyny Značení ražením.

Pro nás je důležité, že jestliže podle odstavce 7d) byla lahev schválena pro zvláštní použití, musí to být na štítku s označením uvedeno, např. k použití pod vodou.

Podle odstavce 7f) jsou uvedeny údaje o materiálu lineru k vyznačení na lahvi:

- 1) pro linery ze slitin hliníku označení slitiny (např. „AA6061 LINER“);
- 2) pro nekovové linery typ plastu (např. „LINER Z PLASTU (PET)“);
- 3) pro ocelové linery označení oceli (např. „OCELOVÝ LINER (Cr-Mo)“);
- 4) pro liner z korozi-vzdorné oceli označení korozi-vzdorné oceli (např. LINER Z KOROZIVZDORNÉ OCELI (316)“);
- 5) pro lahve bez lineru „ŽÁDNÝ LINER“

Provozní pokyn (lahve s nekovovými linery):

V případě lahvi s nekovovými linery musí dát výrobce uživateli k dispozici postup pro bezpečné používání, v němž se uvede, že liner nesmí být v žádném případě vystaven teplotě vyšší než X°C, kde X = (teplota samovolného vznícení) - Y.

Hodnotu Y musí stanovit výrobce.

Mezi případy, kdy může být liner vystaven nadměrné teplotě, patří mimo jiné namáhání teplem (včetně



slunečního) a rychlé plnění při vysokém tlaku.

ČSN EN 12257 (07 8536) Lahve na přepravu plynů - bezešvé, částečně ovinuté kompozitové lahve
Účinnost od 1.11.2002

Jde o normu, která na území ČR stanovuje minimální požadavky na materiály, návrh, konstrukci, prototypové zkoušky a běžnou praxi výrobní kontroly kompozitových lahví na plyny s vodním objemem do 450 litrů včetně pro stlačené, zkapalněné a pod tlakem rozpuštěné plyny. Tato norma se používá pro lahve obsahující bezešvý kovový liner vyztužený na povrchu převážné části lahve rovnoběžnými dlouhými vlákny kompozitu ze skla, uhlíku, aramidů nebo drátu. Tato norma není použitelná pro lahve, které jsou vlákny „plně ovinuté“.

Obdobně jako norma předchozí, i tato norma umožňuje daleko lépe specifikovat využití tohoto typu kompozitových lahví při stavbě konfigurací potápěčských dýchacích přístrojů pro speciální použití.

ČSN EN ISO 11623 (07 8529) Lahve na přepravu plynu - Periodická kontrola a zkoušení lahví na plyny z kompozitových materiálů

Účinnost od března 2003

Jde o normu, která stanoví minimální požadavky na periodickou kontrolu a zkoušení částečně ovinutých a plně ovinutých kompozitových lahví na přepravu plynů s hliníkovým, ocelovým nebo nekovovým linerem nebo bez lineru, určené pro stlačené, zkapalněné nebo pod tlakem rozpuštěné plyny s vodním objemem od 0,5 ltr do 450 ltr.

Nová norma ČSN EN ISO 11623 Lahve na plyny - Konstrukce z kompozitních materiálů -
Periodická kontrola a zkoušení
od listopadu 2016

Jde o novou normu nahrazující vydání z roku 2003 a idt ISO 11623:2015, jež obsahuje změnu způsobu převzetí této normy do soustavy norem ČSN. Zatímco předchozí vydání této normy byla převzata schválením k přímému používání jako ČSN oznámením ve Věstníku ÚNMZ, toto vydání bylo převzato překladem. Pro potápěče v této normě nedošlo k žádným změnám.

S problematikou periodických kontrol lahví na plyny souvisí i norma

ČSN EN 14189 (07 8640) Lahve na přepravu plynů - Kontrola a údržba ventilů lahví při periodických kontrolách lahví na plyny (vydaná **pouze v angličtině**)

Platnost od prosince 2003

Tato evropská norma stanovuje doporučení ke kontrole a údržbě ventilů při periodických kontrolách všech druhů nádob na plyny včetně čištění pro použití s kyslíkem dle ISO 10156.

III.3. Vyražené značení a barevné značení tlakových lahví dle ČSN a ČSN EN

I zde se jedná v první řadě o zajištění bezpečnosti při plnění a používání tlakových lahví na stlačené plyny a je opětovně v **ČSN 07 8304** Tlakové nádoby na plyny - Provozní pravidla z ledna 2011, čl.5.1.1. uvedeno, že nádoby se smí použít jen pro plyn nebo skupinu plynů, kterým odpovídá barevné značení nádob a značení nádob ražením.

Mají-li být lahve na plyny použity pro jiný plyn, než pro které byly označeny, je třeba postupovat dle ČSN EN ISO 11621 Lahve na přepravu plynů - Postupy pro změnu plynu během používání, ze srpna 2006, o níž bude pojednáno dále.

Pro barevné značení lahví je základní normou

ČSN 07 8510 Barevné označování kovových tlakových nádob k dopravě plynů pro zdravotnické účely

Schválená 1.2.1988

Změna: 1) 9.95



Pro naši potřebu jsou rozhodující tyto články:

Čl.3 Jako doplňující značení se používají:

- a) barevné pruhy nebo barevné výseče,
- b) barevné nápisy (názvy plynů, jejich chemický vzorec apod.),
- c) obrazový symbol bílého kříže.

Čl.17 Pro základní nátěr láhví je stanovena barva khaki, číslo odstínu 5450, nebo se volí barva základního nátěru podle článku 27, tab. 1.

Čl.26 Podle druhů (vlastností) plněného plynu nebo směsí plynů musí být každá láhev opatřena barevným pruhem, nebo výsečemi podle čl. 27 a 28. Je-li základní nátěr volen podle čl. 27, tab. 1 (pro láhve vzduchových dýchacích přístrojů je to žlutá chromová střední 6200), je celá horní zaoblená část láhve natřena barvou bílou, číslo odstínu 1000.

Přestože je tato norma stále v platnosti, byla v červnu 1998 vydána další norma **ČSN EN 1089** Láhve na přepravu plynů - Označování láhví (kromě láhví na LPG), **tvořená třemi částmi** - Část 1: Značení ražením, Část 2: Informační nálepky, Část 3: Barevné značení. Vzniklé překrývání různých podob značení zmizí po uplynutí přechodného období, kdy již bude platit výlučně ČSN EN 1089 a nebo její novely.

V první části je absolutní novinkou, že láhev nemá vyražen název nebo chemickou značku plynu, jímž má být plněna! Znamená to, že láhev se může použít pro jakýkoliv plyn, jehož fyzikálně-chemické charakteristiky umožňují plnění do této láhve, přičemž **identifikace plynu je dána informačními nálepkami, barevným značením a typem uzavíracího ventilu.** Ražení chemického vzorce plynu je uvedeno pouze u láhví pro acetylén (tyto láhve jako jediné jsou naplněny porézní hmotou sycenou acetonem, ve které se stlačovaný acetylén rozpouští).

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

Účinnost od ledna 2007.

Tato norma nahrazuje normu ČSN EN 1089-Část 1 z roku 1998 a stanovuje a zahrnuje značení ražením znovuplnitelných lahví na přepravu plynů a velkoobjemových lahví na přepravu plynů s vodním objemem větším než 0,5 ltr a menším nebo rovným 3000 ltr:

- ocelových a hliníkových lahví na přepravu plynů;
- lahví na přepravu plynů z kompozitů;
- lahví na pod tlakem rozpuštěný acetylen.

Provedení:

Značení ražením se musí provést trvale a čitelně na tlakem namáhaných částech lahve podle tabulky 1 normy. Na svařovaných ocelových lahvích se mohou některá značení ražením uvést na přivařeném identifikačním štítku nebo na jiné tlakem nenamáhané části trvale spojené s lahví.

U kompozitových lahví se mohou značení ražením vytisknout na štítek, který se zalije pryskyřicí, na límci nebo patce lahve.

Uspořádání značení ražením:

Všechna značení ražením popsaná v tabulce 1 normy se musí uvádět v nepřetržitém sledu ve skupinách, uvedených na obrázcích v příloze A normy.

Pokud se použije identifikační štítek nebo tabulka (u kompozitových lahví), mohou být všechna značení ražením na jediném štítku nebo tabulce za předpokladu, že rozmístění nezapříčiní záměnu ve výkladu a řídí se obecně požadavky tabulky 1 této normy.

Tabulka 1 ČSN EN ISO 13769 - Označování ražením:

- 1) norma
- 2) země původu
- 3) označení výrobce
- 4) výrobní sériové číslo
- 5) značka pro nedestruktivní zkoušení /volitelná/
- 6) značka kompatibility oceli
- 7) zkušební tlak

- 8) kontrolní značka
- 9) datum výchozí revize
- 10) hmotnost prázdné lahve
- 11) vodní objem /volitelná pro stlačené plyny/
- 12) značka závitů lahve
- 13) minimální zaručená tloušťka stěny
- 14) značka hliníkové slitiny
- 15) značka porézní hmoty /pro lahve na acetylen/
- 16) označení obsahu /pro lahve na acetylen/
- 17) pracovní tlak
- 18) nejvyšší povolená hmotnost plnění /pro plyny plněné hmotnostně/
- 19) celková hmotnost /pro lahve na acetylen/
- 20) tára
- 21) označení rozpouštědla /pro lahve na acetylen/
- 22) razidlo kontrolora a datum periodické kontroly
- 23) prostor pro dodatečná volitelná označení ražením
- 24) razidlo inspektora, který potvrdil správnost vážení /pro lahve na acetylen/
- 25) životnost kompozitových lahví
- 26) použití kompozitových lahví pod vodou
- 27) mezinárodní značení /volitelné/
- 28) země schválení pro označení ražením č. 27

Norma aktualizuje a upřesňuje nově definované požadavky na značení lahví ražením oproti původní normě ČSN EN 1089-1.

Pro naši praxi je důležité, aby značení ražením o provedení periodické zkoušky bylo přesně v souladu s touto normou. V praxi (v zahraničí) se již stalo, že nesprávně provedené značení testu lahve bylo důvodem k odmítnutí jejího naplnění. Na **straně 22** normy ČSN EN ISO 13769 je uvedeno, že značení ražením o provedení periodické tlakové zkoušky se provádí na zadní části vrchlíku lahve a má tuto podobu (v jednom řádku): **razidlo kontrolora a datum periodické zkoušky (rok/měsíc)**

Razidlo kontrolora je v ČR značka ve tvaru pavězy s číslem uvnitř podle článků 201 a 316 ČSN 07 8305 Kovové tlakové nádoby k dopravě plynů.

Nová norma ČSN EN ISO 13769 (07 8500) z listopadu 2009 nahrazuje předchozí vydání z ledna 2007.

Druhá část zavádí v označování láhví v ČR informační nálepky určené pro použití na jednotlivých láhvích obsahujících plyny nebo plyné směsi a stanovuje jejich provedení a obsah, tj. symboly nebezpečí, text a způsob použití. Norma uvádí povinnost použití těchto nálepek obecně, lze tedy předpokládat jejich používání na láhvích dýchacích přístrojů. Potápěči, kteří využívají směsi Nitrox a Trimix, již určitou formu nálepek s údaji o složení směsi používají, avšak tyto nálepky neodpovídají normovanému standardu. Při použití informačních nálepek **lze očekávat častou obměnu** vlivem mechanického opotřebení a různých směsí z hlediska složení, a problémy s kvalitou upevnění pod vodou.

ČSN EN 1089-2 - novelizovaná byla vydána v dubnu 2003 a ta spočívá v doplnění chybějících údajů v tabulce 2.

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

Účinnost od prosince 2007

Tato mezinárodní norma nahrazuje ČSN EN 1089-2:2003 a ČSN ISO 7225 (07 8501) z dubna 2001. Stanovuje provedení, obsah (tj. symboly nebezpečí a text) a používání bezpečnostních nálepek určených pro použití na jednotlivých lahvích na přepravu plynů obsahujících jeden druh plynu nebo směsi plynů. Norma uvádí povinnost použití těchto nálepek obecně, lze tedy předpokládat jejich používání na láhvích dýchacích přístrojů.

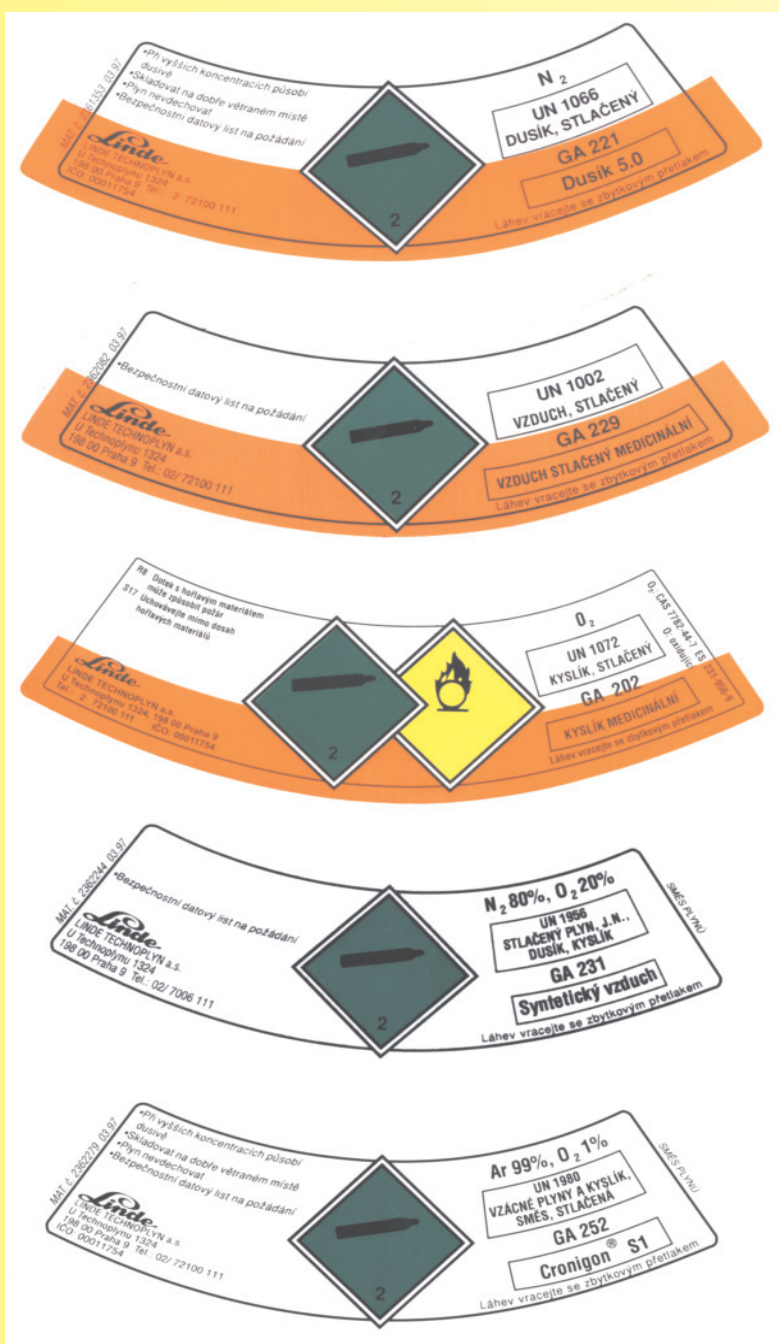
Změna A1 je pro nás důležitá, neboť uvádí, že přelepování nových bezpečnostních nálepek přes staré je dovoleno pouze tehdy, je-li informační obsah nové nálepky pro stejný plyn a stejnou jakostní třídu (např. technický, medicínský, potravinářský). To je rovněž přípustné u směsí plynů, které mají



stejně plynné složky a stejnou klasifikaci nebezpečí; kromě toho se požaduje, aby u směsí medicínálních plynů byly koncentrace složek stejné.

Potápěči, kteří využívají směsi Nitrox a Trimix, již určitou formu nálepek s údaji o složení směsi používají, avšak tyto nálepky neodpovídají normovanému standardu. Při použití informačních nálepek lze očekávat častou obměnu vlivem mechanického opotřebení a různých směsí, a problémy s kvalitou upevnění pod vodou.

Třetí část stanovuje systém barevného značení na technické a medicínální plyny zejména z hlediska **odkazu na vlastnosti plynu nebo plynné směsi**. Barevná značení jsou důležitou metodou značení obsahu láhve a jsou používána jako doplněk k **informačním nálepkám, které jsou základní metodou označení obsahu láhve**. V normě je opět pro láhve na vzduch určený k inhalaci (tj. u dýchacích přístrojů) předepsáno označení pomocí černých a bílých výsečí, případně pruhů. **Výslovně je zakázáno pro tyto láhve použití jasně zelené barvy** (někdy se s touto barvou setkáváme u dýchacích přístrojů se směsí Nitrox).



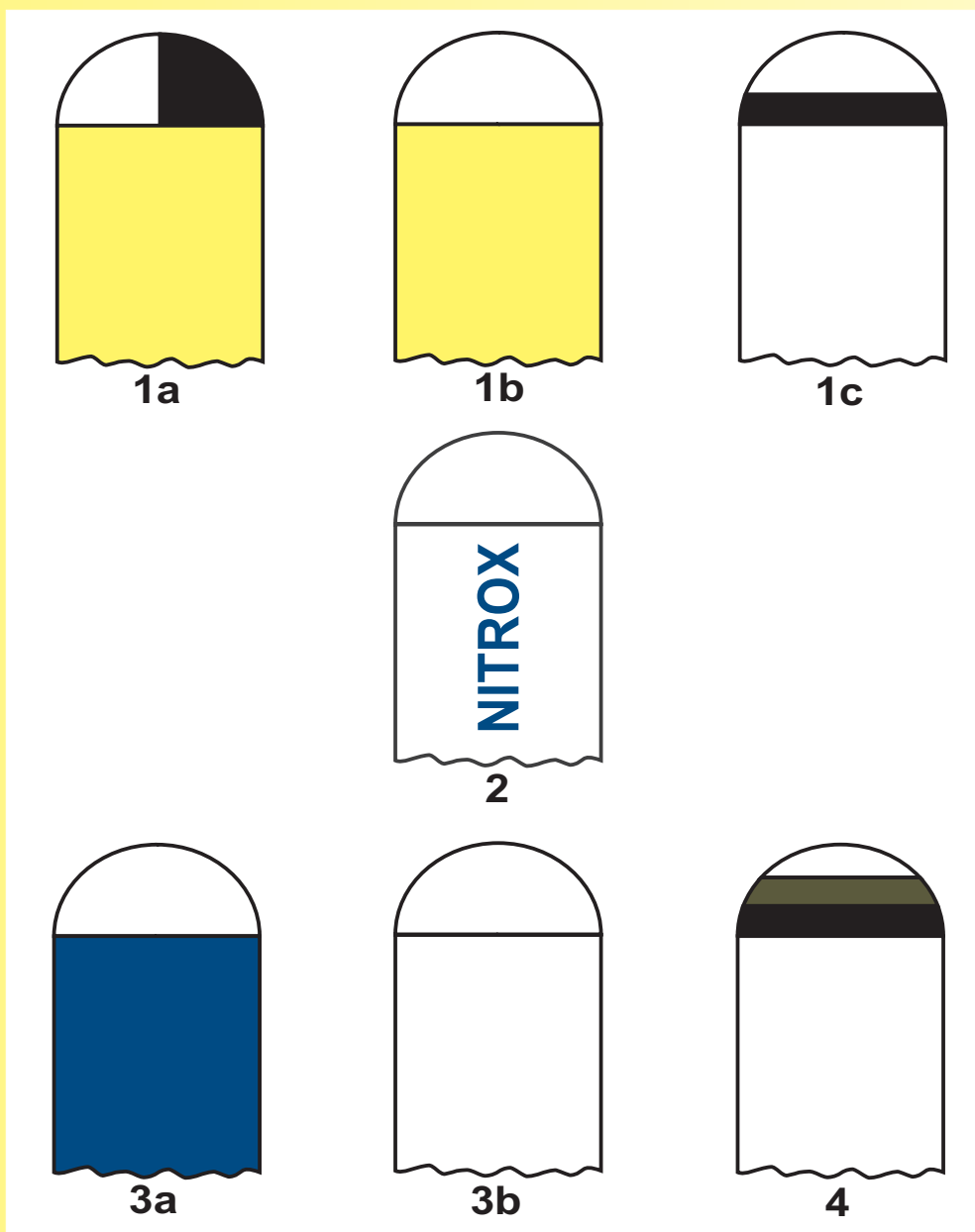
Obr. č. 4 Příklad používaných informačních nálepek dle ČSN EN 1089-2

ČSN EN 1089-3 Změna A1 - byla vydána v lednu 2001 a spočívá v nahrazení Tabulky A. 1 tabulkou novou. V této tabulce jsou definovány barvy užívané pro barevné značení tlakových lahví podle stupnice RAL odpovídající rejstříku RAL 840 HR. Další změny v textu uvedené se týkají zvláštních národních podmínek pro Nizozemsko a Švýcarsko.

ČSN EN 1089-3 - novelizovaná byla vydána v prosinci 2004 a spočívá pouze v odstranění formálních nedostatků v textu.

Značení tlakových lahví je od 30.6.2008 přípustné pouze dle **ČSN EN 1089-1** ve znění **ČSN EN ISO 13 769 (07 8500)**, dle **ČSN EN 1089-2** ve znění **ČSN EN ISO 7225 (07 8501)** a dle **ČSN EN 1089-3** v posledním aktualizovaném znění.

V roce 2008 došlo k vypršení některých lhůt přechodových období a tím i k zjednodušení a vyjasnění problematiky značení tlakových lahví. Přesto je ale i nadále nutné upozornit na řádné kontroly tlakových lahví dýchacích přístrojů před jejich plněním a zejména kontroly obsahu lahve zvláště při potápění se směsmi plynů.



VZDUCH - č. 1a, 1b, 1c; NITROX - č. 2; KYSLÍK - č. 3a, 3b; TRIMIX - č. 4

Obr. č. 5 Příklady doporučeného barevného značení tlakových lahví dle ČSN a ČSN EN

IV. Uzavírací ventily

IV.1. Uzavírací ventily - legislativa

Základní normou pro tuto oblast je

ČSN 07 8600 Uzavírací ventily pro nádoby na plyny. Rozdělení, s účinností od 1.10.1988, která platí pro konstrukci a užití ventilů kovových tlakových nádob. Stanoví použití uzavíracích ventilů a jejich přípojovací rozměry podle druhu plynu. Tato norma ve vyjmenovaných článcích praví:

Čl.1, str.1: Uzavírací ventily kovových nádob smějí být používány jen pro plyny, pro které jsou určeny touto normou.

Čl.3, str.2: Rozměry závitů boční přípojky (zde se připojují redukční ventily a plicní automatiky) a kuželového závitu čepu (tím je ventil zašroubován do láhve) uzavíracích ventilů pro nehořlavé nebo těžko zápalné plyny jsou uvedeny v tab.2.:

Závit boční přípojky: W 21,8

Kuželový závit čepu: W 19,2 nebo W 27,8

Plyn: argon, helium, krypton, kyslík, nitrox, xenon, směsi vzácných plynů mezi sebou, směsi vzácných plynů s kyslíkem, směsi vzácných plynů s dusíkem, směsi kyslíku s oxidem uhličitým s nejvýše 20% CO₂.

Obr. č. 6 a), b), c) ventily kyslík



b) Ventil O₂ rohový 120°, připojení W 21,8, závit do lahve malý kužel



a) Ventil O₂ přímý, připojení W 21,8, závit do lahve malý kužel



c) Ventil O₂ rohový 120°, připojení R 3/4, závit do lahve malý kužel

Závit boční přípojky: G 5/8" vnitřní
Kuzelový závit čepu: W 19,2 nebo W 27,8
Plyn: vzduch

Dalšími normami pro tuto oblast jsou

ČSN 07 8602 Uzavírací ventily pro láhve na plyny s plnicím přetlakem do 20 MPa.

Všeobecná ustanovení

Tato norma platí pro konstrukci, zkoušení a dodávání uzavíracích ventilů kovových tlakových lahví, které jsou určeny k dopravě plynů podle ČSN 07 8600, plněných přetlakem do 20 MPa.

a dále

ČSN 07 8631 Uzavírací ventily pro láhve na plyny s plnicím přetlakem do 20 MPa. Rozměry

Schválena 25.5.1987

Změna a - 3/1989

Změna b - 1/1990

Změna c - 4/1991

Tato norma platí pro konstrukci uzavíracích ventilů tvaru A, B, C, E a stanoví jejich rozměry. Tyto ventily jsou určeny pro uzavírání tlakových lahví plynů dle specifikace ČSN 07 8600 a k tomu pak přibývají zcela specifické ventily tvaru D, tzv. pin-index, kde pro vzduch je to malý ventil třmenový nezáměnný typ 1-5 dle **ČSN 07 8631**, pro kyslík je to malý ventil třmenový nezáměnný typ 2-5 dle **ČSN 07 8614** a pro hélium nebo směsi hélia s kyslíkem malý ventil třmenový nezáměnný typ 2-4 nebo 4-6 rovněž dle **ČSN 07 8614** (určené pouze pro zdravotnické účely).

K těm pak zcela nově přibývá z roku 1998 norma

ČSN EN 850 (07 8607) pro třmenová výstupní ventilová připojení se zajišťovacími kolíky pro medicínální účely. Tyto třmenová výstupní ventilová připojení, stejně jako výše uvedené ventily tvaru D, potkáváme v praxi převážně u křísících přístrojů ve zdravotnických službách či zařízeních.

Zde následuje ČSN EN 850 (07 8607) z října 2001

Změna A 1 (říjen 2001)

Jde pouze o změny detailů ve výkresech a náhradu tabulky 3 opravenou verzí.

Z výše uvedených norem rovněž vyplývá, že jako uzavírací ventil pro láhve s Nitroxem nelze použít ventil na vzduch s boční přípojkou G 5/8" vnitřní. V potápěčské praxi se však setkáváme běžně s použitím těchto ventilů na láhvích s Nitroxem, a to zejména u přístrojových konfigurací užívaných technickými potápěči. Jako důvod je uváděna větší bezpečnost takové konfigurace z hlediska mechanické pevnosti a rovněž větší odolnosti proti poškození. Dalšími důvody jsou zejména jednodušší logistické problémy při spolupráci skupin technických potápěčů z různých zemí a menší náklady na pořízení celé výstroje stavěné jen pro jeden typ ventilu. Existuje však riziko naplnění takové lahve vzduchem a tím vytvoření možnosti narušení bezpečnosti nitroxového ponoru. Příslušné ČSN totiž považují směs inertního plynu s kyslíkem v koncentraci větší jak 21% za kyslíkovou směs a proto striktně vyžadují onen ventil s boční přípojkou pro kyslík. Znamená to, že pokud by se některý z uživatelů obrátil s požadavkem naplnění Nitroxu do lahve s ventilem G 5/8" na některou z průmyslových plnění (Linde, Air Products, apod.), setkal by se s odmítnutím.

Jak dále uvádíme, i ventily INT jsou již normovány a tak i zde již možnost využití těchto ventilů i pro láhve s Nitroxem nelze doporučit. Přesto je tato praxe poměrně běžná v zahraničí v potápěčských centrech poskytujících nitroxové ponory zájmovým potápěčům.

Obdobná situace je i u Trimixu, kde však zatím normou předepsaný ventil není a kde kombinace tří složek (kyslíku, hélia a dusíku) je ještě specifická tím, že se jedná o směs s obsahem kyslíku zpravidla nižším než 21%.

Tato situace je však již (s výjimkou Trimixu) **řešena** souborem tří nových norem

ČSN EN 144-1, 2 a 3, který byl vydán včetně změn a náhrad v období od října 1994 do listopadu 2003.

První byla vydána v říjnu 1994 norma

ČSN EN 144-1 (83 2280) Ochranné prostředky dýchacích orgánů - Ventily plynových lahví
- Část 1: Závitové spojení čepu ventilu.

Tato norma byla kompletně nahrazena novým zněním vydaným v září 2001.



Následně byla v listopadu 2003 vydána ZMĚNA A1.

Následně byla v lednu 2006 vydána ZMĚNA A2 - úprava obrázku 1.

Tato norma platí pro spojení mezi ventilem láhve na plyn a láhví na plyn při užití ochranných prostředků dýchacích orgánů. Stanovuje závitové spojení čepů ventilů a jimi je válcové závitové spojení M. 18x1,5, válcové závitové spojení M 25x2 a kuželové závitové spojení E 17 con.

Zde je na místě **upozornění**, že ventil s válcovým závitovým spojením čepu se používá vždy pro takovou láhev, která má pro tento ventil odpovídající zápich pro těsnicí „O“ kroužek. Zde mohou existovat rozdíly zejména u ventilů z produkce firem USA.

Těleso ventilu, které splňuje požadavky této normy, musí být označeno:

číslem této evropské normy, názvem, obchodní značkou či jiným způsobem označení výrobce, datem výroby (nejméně rokem), typem - M 18 nebo M 25 nebo E 17 con. **Pro nás je důležité**, že s ohledem na velký počet tlakových lahví se závity stávajícího národního provedení, je stanoveno desetileté období pro zavedení tlakových nádob se závity odpovídajícími této normě, čili do 09/2011, avšak v souladu se ZMĚNOU A1 smějí výrobci dodávat nové lahve jen se závity popsány v této normě.

Na tuto normu pak navazují normy

ČSN EN ISO 15245-1 Lahve na přepravu plynů - Válcové závity pro spojení ventilů s lahvemi - Část 1: Specifikace (**vydaná pouze v angličtině**)

Platí od 01. 07. 2002

Norma stanovuje parametry válcových závitů v hrdle lahve včetně údajů pro těsnicí „O“ kroužky. Rovněž specifikuje označení ventilů i lahví tak, aby nedošlo k záměně zvoleného závitu ventilu vůči lahvi.

ČSN EN ISO 11116-1 (07 8604) Lahve na přepravu plynů - Kuželový závit 17E pro spojení ventilů s lahvemi na plyny - Část 1: Technické podmínky

Platí od března 2001

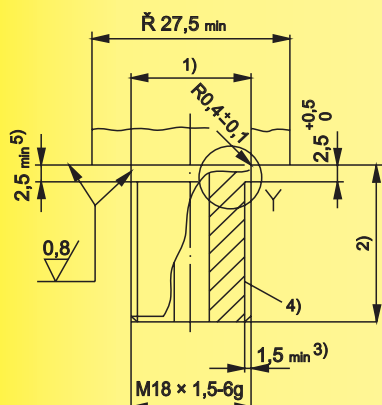
Tato část normy stanovuje definice, rozměry a tolerance kuželového závitu jmenovitého průměru 17,4 mm (označení 17E), pro spojení ventilů a lahví na medicínální a technické plyny. Tato část normy neobsahuje požadavky závitového spojení na mechanickou pevnost, plynotěsnost a způsobilost pro opakovanou montáž a demontáž.

ČSN EN 629-1 (07 8605) Lahve na přepravu plynů - Kuželový závit 25E pro spojení ventilů s lahvemi na plyny – Část 1: Technické podmínky

Platí od září 1998

Tato evropská norma stanovuje definice, rozměry a tolerance kuželového závitu jmenovitého průměru 25,8 mm (označeného 25E) pro spojení ventilů s lahvemi na přepravu medicínálních a technických plynů.

Obr. č. 7 a), b) a 8 a), b), c), d) výkresy válcového závitu v lahvi a výkresy kuželového závitu v lahvi.



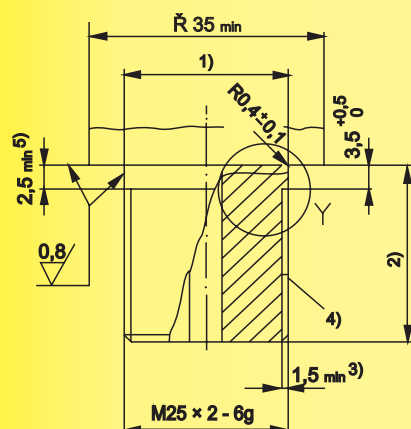
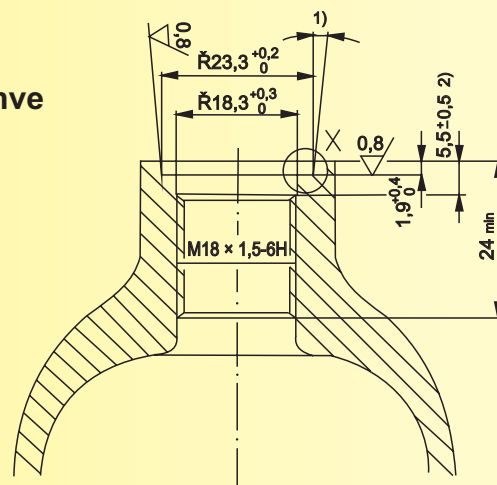
**Válcové závitové spojení M 18 × 1,5,
obr. 7 a) - Čep ventilu**

- 1) R 17,85 - 18,0
- 2) 22 až 24
- 3) maximální hloubka drážky 1,0 pod malým průměrem závitu
- 4) odvzdušňovací drážka. Šířka drážky: 2 mm max. Výběr podle volby výrobce
- 5) délka výběru závitu musí být slučitelná s rozměrem A na obr. 6 b)



obr. 7 b) - Hrdlo láhve

- 1) $3^\circ - 5^\circ$
2) rozměr A



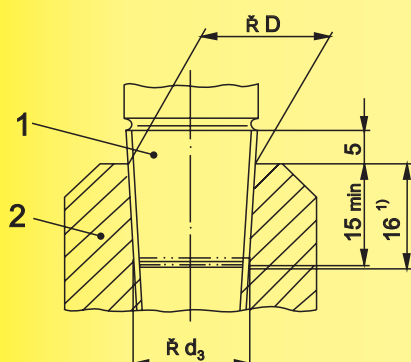
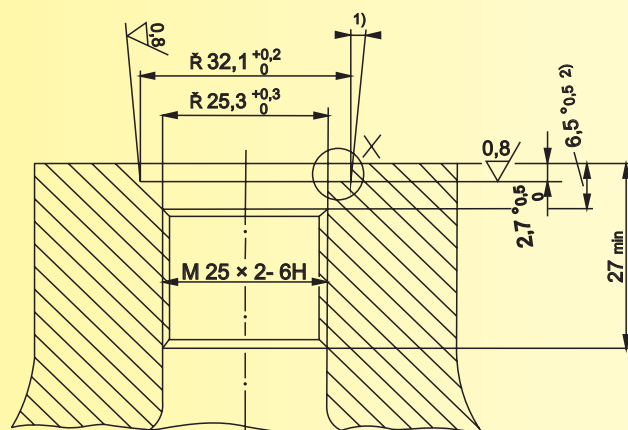
Válcové závitové spojení M 25 × 2

obr. 8 a) - Čep ventilu

- 1) $\check{R}$ 24,8 - 25,0
2) 22 až 24
3) maximální hloubka drážky 1,0 pod malým průměrem závitu
4) odvzdušňovací drážka. Šířka drážky: 2 mm max.
Výběr podle volby výrobce
5) délka výběru závitu musí být slučitelná s rozměrem A na obr. 6 b)

obr. 8 b) - Hrdlo láhve

- 1) $3^\circ - 5^\circ$
2) rozměr A

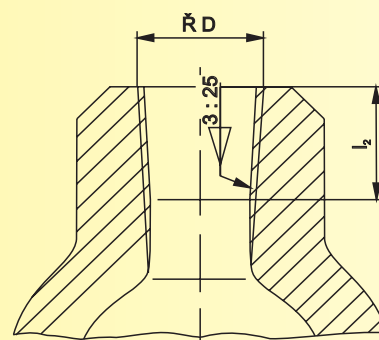


Kuželové závitové spojení E 17 con

obr. 8 c) - Čep ventilu s hrdlem láhve

- 1 závitový čep ventilu
2 hrdlo láhve
1) hloubka zavrtání čepu ventilu

obr. 8 d) - Hrdlo láhve
rozměry v milimetrech



Jako druhá byla vydána v říjnu 1999 norma

ČSN EN 144-2 (83 2280) Ochranné prostředky dýchacích orgánů - Ventily lahví na plyny - Část 2: Závitové spojení na výstupu. Tato norma definuje závitové spojení pro výstup z ventilu (dříve označované jako boční přípojka ventilu) pro dýchatelný vzduch, kyslík a směs kyslík/dusík. **Pro nás je důležité**, že norma nadále pro dýchatelný vzduch definuje závitové spojení G 5/8" vnitřní, které se rozměrově (délkou závitu a rozměrem přípojky) rozlišuje pro plnicí tlaky do 20 MPa jmenovitého tlaku a do 30 MPa jmenovitého tlaku (**podotýkám, že PA se šroubením G5/8" pro 30 MPa se dá připojit na ventil s boční přípojkou G5/8" na 20 MPa, avšak opačně ne**) a dále pro kyslík s plnicím tlakem do 20 MPa jmenovitého tlaku definuje závitové spojení M 24x2 vnější a pro kyslík s plnicím tlakem do 30 MPa jmenovitého tlaku definuje závitové spojení M 22x1,5 vnější. Dále definuje závitové připojení pro směs kyslík/dusík a to pro jmenovitý plnicí tlak do 20 MPa to je závitové připojení M 24x2 vnější, avšak rozměrově odlišné proti závitovému připojení pro kyslík, a pro jmenovitý plnicí tlak 30 MPa je to závitové připojení M 20x1,5 vnější.

Přitom je zde kuriozní situace, že norma platí pro závitové spojení mezi ventilem lahví na plyny a redukčním ventilem pro ochranné prostředky dýchacích orgánů s výjimkou zařízení pro potápění s dýchatelným vzduchem, kyslíkem nebo směsí kyslík/dusík.!!!! Zde tedy zatím musíme použít výše uvedené ustanovení o aplikaci aktuálním stavu technických a legislativních poznatků a nadále používat závitové připojení pro dýchatelný vzduch. S ohledem na dále uvedený přechodný stav lze předpokládat, že bude tento moment včas vyřešen.

Dále je pro nás důležité, že s ohledem na velký počet provozovaných ventilů odpovídajících stávajícímu národnímu provedení a z důvodů vysokých nákladů je po dobu 15 let (**do 10/2014**) uznáván přechodný stav, kdy je doporučeno zavést ventily se závity popsány v této normě.

Na tuto normu pak navazují normy

ČSN EN ISO 12209-1 (07 8639) Lahve na přepravu plynů - Výstupní ventilová připojení lahví na plyny pro stlačený vzduch používaný k dýchání - Část 1: Třmenová připojení (**vydaná pouze v angličtině**).

Platí od 1.10.2001

Tato část normy specifikuje charakteristiky třmenových připojení pro ventily tlakových lahví na stlačený dýchatelný vzduch až do maximálního plnicího tlaku lahví 230 bar. Stanovuje základní doporučení pro tato připojení a jejich součásti včetně základních rozměrů.

ČSN EN ISO 12209-2 (07 8639) Lahve na přepravu plynů - Výstupní ventilová připojení lahví na plyny pro stlačený vzduch používaný k dýchání - Část 2: Závitová připojení (**vydaná pouze v angličtině**)

Platí od 1.10.2001

Tato část normy specifikuje charakteristiky závitových připojení pro ventily tlakových lahví na stlačený dýchatelný vzduch až do maximálního plnicího tlaku lahví 230 bar a 300 bar. Stanovuje základní doporučení pro tato připojení a jejich součásti včetně základních rozměrů.

ČSN EN ISO 12209-3 (07 8639) Lahve na přepravu plynů - Výstupní ventilová připojení lahví na plyny pro stlačený vzduch používaný pro dýchání - Část 3: Ventilový adaptér na tlak 230 bar (**vydaná pouze v angličtině**).

Platí od 1.10.2001

Tato část normy specifikuje charakteristiky adaptérů měnících závitové připojení ventilu lahve pro regulátor stlačeného dýchatelného vzduchu na připojení třmenové. Stanovuje základní doporučení pro tato připojení a jejich součásti včetně základních rozměrů.

Obr. č. 9, 10, 11 a 12 - ventil vzduch

Ventil vzduch, připojení G5/8", závit do lahve malý kužel



Ventil vzduch, připojení G5/8", závit do lahve M25×2

Ventil vzduch, připojení G5/8", závit do lahve velký kužel



Nový typ ventilu vzduch, připojení G 5/8" 30 MPa, závit do lahve malý kužel



Ventil vzduchový dvojitý, připojení G5/8",
závit do lahve M25×2, výroba LOLA

obr. č. 13 a 14 - ventil vzduch dvojitý



Ventil vzduchový dvojitý, připojení G5/8",
závit do lahve M25×2, SCUPAPRO

Jako třetí byla v srpnu 2003 vydána norma

ČSN EN 144-3 (83 2280) Ochranné prostředky dýchacích orgánů - Ventily lahví na plyny - Část 3: Závitové spojení na výstupu pro plyny Nitrox a kyslík určené k potápění. Tato norma se vztahuje na závitová spojení užívaná pro spojení mezi ventilem tlakové lahve na plyn a redukčním ventilem pro dýchací přístroj pro potápění obsahující dýchatelný plyn Nitrox s kyslíkem o koncentraci větší než 22%, nebo kyslíkem. **Stanovuje**, že pro výše uvedené plyny určeno závitové spojení M 26x2 vnitřní pro plnicí jmenovité tlaky 20 a 30 MPa, přičemž odlišení je provedeno rozdílnou délkou závitů a rozměrem přípojky. Dále určuje, že kromě značení požadovaného dle **ČSN EN 144-1** musí být spojení pro výstup z ventilu trvale označeno číslicí "200" pro jmenovitý tlak 20 MPa a spojení pro jmenovitý tlak 30 MPa číslicí "300"1

Obr. č. 15 a 16 ventily Nitrox



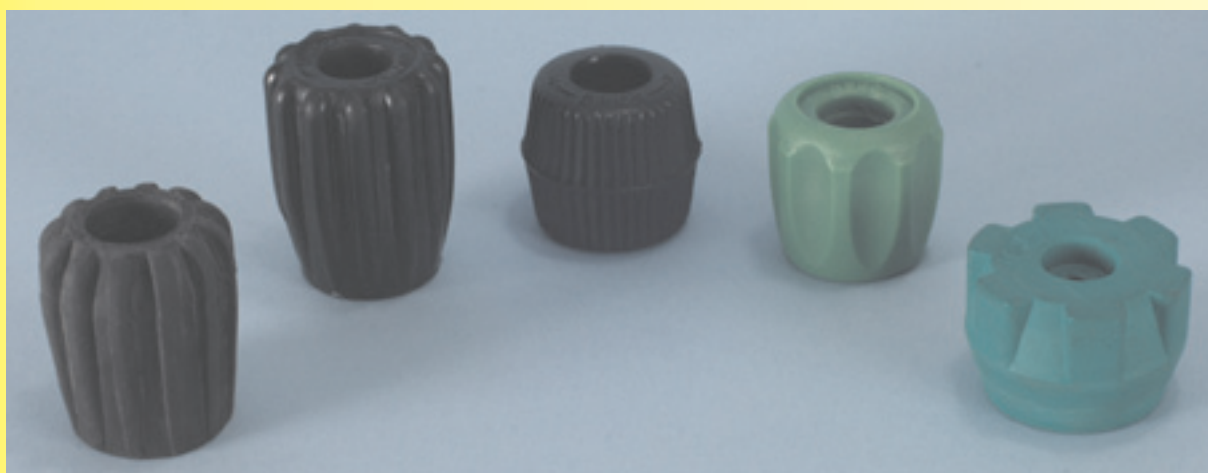
Ventil Nitrox, připojení M26×2,
závit do lahve M25×2



Ventil Nitrox dvojitý, připojení M26×2,
závit do lahve M25×2

Závěrem je možné k tomuto poslednímu "balíčku norem" konstatovat, že se poměrně dlouhou dobu budeme pohybovat v přechodovém období, kdy se budou paralelně vedle sebe vyskytovat ventily starého i nového provedení a bude nutné provádět **velmi pečlivé a důsledné kontroly ventilů a jejich bočních přípojek** přípojek (nově též zvaných „závitové připojení na výstupu“) při manipulaci s tlakovými lahvemi, aby se zabránilo případné nehodě.

Obr. č. 17 ovládací točítka ventilů 013



IV.2. Tlakové rozvody vícelahvových dýchacích přístrojů

Tyto tlakové rozvody zajišťují vysokotlaké propojení dvou až čtyř tlakových lahví do jednoho bloku, což umožňuje zvýšení objemu nesené zásoby dýchaného plynu potápěčem pod vodou. Tím je dosahováno prodloužení doby pobytu pod vodou. V minulosti bylo nejčastěji používáno propojení dvou tlakových lahví, méně časté bylo propojení tří tlakových lahví a propojení čtyř lahví bylo zcela výjimečné (při těchto sestavách se zpravidla jednalo o tlakové lahve s objemem 7 litrů). V současné době se řešení vícelahvových přístrojů ustálilo na konfiguraci propojení dvou lahví, kdy obvyklým standardem je propojení lahví o objemech 7, 10 a 12 litrů, pro speciální konfigurace používané pro extrémní ponory v oblasti technického potápění jsou konstruovány dvojice lahví o objemech 15 nebo 18 litrů.



Obr. č. 18 spojení dvou tlakových lahví vzduch (dvojče), nové značení, propojení výroba LOLA

Samostatnou kapitolu pak představují speciální konfigurace tlakových lahví s individuálně řešenými rozvody pro použití při extrémně dlouhých ponorech při potápění v jeskynních systémech.

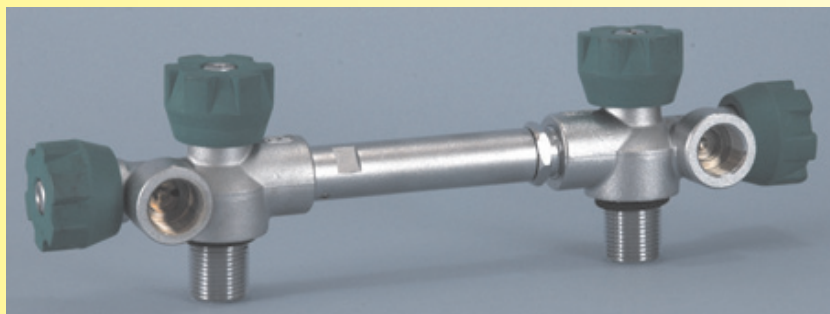


Obr. č. 19 AI - lahve používané jako Stage; ostrojení a značení dle GUE (ve smyslu DIR)

Používané tlakové rozvody pro dvojice tlakových lahví jsou zpravidla užívány v těchto konfiguracích:

- a) v hrdlech lahví samostatně uzavírané ventily propojené vzájemně silnostěnným potrubím, které má uprostřed jednu nebo dvě přípojky se šroubením DIN nebo třmenovým INT,
- b) monoblok tlakového rozvodu se šroubením do hrdel lahví a dvěma přípojkami se šroubením DIN nebo třmenovým INT, přičemž každá přípojka je uzavíratelná samostatně, ale odběr dýchaného plynu je možný vždy z obou lahví,
- c) v hrdlech lahví samostatně uzavíratelné ventily s přípojkami se šroubením DIN a vzájemně propojené silnostěnným potrubím, které má svůj samostatný uzávěr.

Obr.č. 20
Uzavíratelné propojení
dvou lahví, připojení G5/8"
závit do lahve M25×2,
výrobce LOLA



Obr.č. 21
Uzavíratelné propojení
dvou lahví, připojení G5/8"
závit do lahve M25×2,
výrobce SCUBAPRO

Starší typy těchto tlakových rozvodů bývaly vybaveny mechanickou rezervou, která omezením průtoku dýchaného plynu ventilem lahve a následným zvýšením dýchacího odporu plicní automatiky signalizovala pokles zásoby dýchaného plynu na zbytkovou rezervu a upozorňovala na nutnost zahájení výstupu na hladinu. Následně byla tato rezerva táhlem otevřena a tím byl umožněn plný průtok plynu s normalizací dechového režimu. Tento způsob byl nahrazen používáním vodotěsného vysokotlakého manometru, který je hadicí připojen na vysokotlaký výstup redukčního ventilu plicní automatiky a umožňuje kdykoliv vizuální kontrolu stavu zásoby dýchaného plynu.

V. Údržba a manipulace s tlakovými lahvemi

Plnění tlakových nádob na plyny může provádět pouze oprávněná organizace. Pracovníci pověřeni obsluhou plnicího zařízení musí být provozovatelem seznámeni s předpisy pro obsluhu a se souvisejícími bezpečnostními předpisy, s požárním řádem, poplachovými směrnici a musí být zaškoleni v obsluze těchto zařízení. Před pověřením samostatnou obsluhou zařízení musí provozovatel zajistit jejich přezkoušení.

Před naplněním nádob se musí překontrolovat údaje a barevné označení na nádobách, aby nedošlo k záměně nádob s jiným plynem.

V plnění se musí vést záznamy o plnění nádob, do kterých se musí zapisovat tyto údaje: datum plnění, jméno plniče, množství a typy naplněných nádob, druh plynu.

Přetlak plynu v naplněných nádobách musí být v případě potřeby prokázán kontrolním manometrem.

Dovolené plnění a zkušební přetlaky jsou stanoveny v příloze A dohody ADR.

Láhve na stlačené plyny se smějí plnit do přetlaku vyraženého na láhvi, který přísluší teplotě +15°C. Přetlak stlačeného plynu v lahvi výrazně závisí na teplotě.

Zkušební hydraulický přetlak pro nádoby na stlačené plyny je roven 1,5 násobku nejvyššího dovoleného plnicího přetlaku dané nádoby, pokud není na nádobě vyražen nižší zkušební přetlak. Zkušební hydraulický přetlak je předepsán v předpisu ADR, pododdíl 4.1.4.1., pokyn pro balení P200 pro láhve, trubkové nádoby, tlakové sudy a svazky lahví.

Každá nádoba na plyny se musí podrobovat periodickým kontrolám a zkouškám podle příslušných požadavků ADR v předepsaných lhůtách. Pro naši potřebu:

Každých 10 let u nádob pro přepravu plynů klasifikačních kódů 1A (stlačený vzduch, argón stlačený, helium stlačené, neon stlačený, dusík stlačený, plyny vzácné - směs stlačená, plyny vzácné a kyslík - směs stlačená, plyny vzácné a dusík - směs stlačená), 1O (kyslík stlačený, kyslík a oxid uhličitý - směs stlačená), 1F (vodík stlačený), 2A (oxid uhličitý). U lahví **potápěčských dýchacích přístrojů** pak platí **každých 2,5 roku** vnitřní vizuální kontrola a **každých 5 let** se provádí periodická kontrola a zkouška v plném rozsahu. **Odišně od této lhůty** jsou prováděny periodické prohlídky nádob kompozitních a to ve lhůtách určených příslušným orgánem, který schvaluje technická pravidla pro konstrukci a provedení. Periodické zkoušky (prohlídky) jsou prováděny pod dohledem zkušebního a schvalovacího orgánu podle těchto požadavků:

- a) vnější kontrola láhve, výstroje a označení;
- b) vnitřní kontrola láhve (např. vážením, prohlídkou vnitřního stavu, kontroly tloušťky stěny);
- c) hydraulická tlaková zkouška a, pokud je to nezbytné, kontrola charakteristik materiálu vhodnými zkouškami.

Se souhlasem zkušebního a schvalovacího orgánu může být hydraulická zkouška nahrazena zkouškou plynem, pokud není tento postup nebezpečný, nebo rovnocennou ultrazvukovou metodou.

Periodické zkoušky nádob na plyny smějí provádět organizace pouze na základě oprávnění. Provedení periodické zkoušky a kontroly v plném rozsahu je vyznačeno provádějíci organizací vyražením příslušných značek na vrchlík kovové tlakové láhve a nebo vyznačením na identifikačním štítku kompozitní tlakové láhve.

Životnost tlakových lahví

V současnosti není problematika životnosti tlakových lahví tak rigidní, jako tomu bylo v dřívějších normativních aktech. Aktuálně platná norma ČSN 07 8305 neuvádí obecně formulovanou životnost tlakových lahví, ale ve svých doplňcích uvádí následující:

- c) 08/84 čl. 361 odst. 2 Láhve pro kyslík se zkušebním přetlakem 19,0 MPa a vyšším vyrobené od 1.1.1943 do 31.12.1948 se mohou používat 45 let.
- d) 11.88 v tab. 6 u kyslíku s nejvýše 3% vodíku a u stlačeného vzduchu zvýšen zkušební přetlak na 45,0 MPa
- e) 02.91 v čl. 361 doplněn odstavec „Životnost ocelových lahví 40 ltr na kyslík

se zkušebním přetlakem 19,0 MPa a vyšším, vyrobených v období od 1.1.1950 do 31.12.1955 se prodlužuje o dalších 6 let s tím, že po uplynutí doby provozu 40 let, budou tlakové zkoušky těchto lahví prováděny po 3 letech.“

Dále norma ČSN 07 8305 ve svém čl. 361. uvádí:

Láhve se zkušebním přetlakem 19,0 MPa a vyšším používané 40 let, jakož i láhve s neznámým letopočtem výroby se převádějí podle jejich stavu na láhve s nižším přetlakem nebo se vyřazují podle tab. 12. Dle této tabulky se při ztrátě hmotnosti 7,5 až 10% a/nebo zvětšení objemu o 1,5 až 2,0 % lahve převádějí na láhve s nižším přetlakem a při ztrátě hmotnosti přes 20% a/nebo zvětšení objemu přes 3,0% se lahve vyřazují.

Podle vyjádření GŘ HZS ČR (největší uživatel tlakových lahví dýchacích a potápěčských dýchacích přístrojů v ČR) vytvořeného na základě konzultací s výrobcí tlakových lahví, s firmou K&V provádějící servis a periodické tlakové zkoušky lahví a zněním aktuálních norem z této oblasti je životnost tlakových lahví definována takto:



Pro ocelové tlakové lahve vyrobené podle ČSN EN 1964-2 a zkoušené podle ČSN EN 1968 není důvod k vyřazení pro překročení životnosti (platí tzv. neomezená životnost). Ve výše uvedených normách tedy není uveden důvod k vyřazení tlakové lahve pro překročení životnosti. Pro ocelové tlakové lahve, které byly vyrobeny před 08/2002, však platí i nadále životnost 40 let. U lehčených ocelových tlakových lahví vyrobených i po 08/2002 jejich výrobci (Werthington Cylinders Draeger Safety a Luxfer Gas Cylinders) přesto omezují jejich životnost na 40 let.

Odlišná situace je u kompozitních tlakových lahví, kde u dříve zakoupených lahví je životnost pouze 15 let, novější mají životnost 20 let a od ledna 2010 jsou v prodeji kompozitní tlakové lahve se životností 30 let. Zde je nutné pečlivě kontrolovat údaje uvedené na identifikačním štítku dané lahve. Z hlediska možnosti prodloužení životnosti těchto lahví jsou největším technickým problémem závažné změny v geometrii propojovacího závitů mezi tlakovou lahví a lahvovým ventilem.

Pro nás lze tedy dovodit, že životnost tlakových lahví je prioritně limitována výsledkem periodických tlakových zkoušek se zjištěním úbytku hmotnosti lahve a/nebo změnou jejího objemu. Rovněž se jeví vhodným akceptovat vyjádření GR HZS ČR.

Stanovisko ÚNMZ se k dané problematice nepodařilo získat.

Zákaz plnění.

Dle ČSN 07 8304 z ledna 2011 je zakázáno plnit nádoby:

- a) u nichž prošla lhůta periodické zkoušky;
- b) které nemají předepsané barevné a vyražené označení;
- c) které mají poškozené nebo netěsné ventily a výstroj;
- d) jejichž povrch je poškozen (trhliny, silná koroze, patrná změna tvaru, apod.);
- e) jimž chybí, nebo u nichž nejsou dostatečně jasné předepsané barevné nátěry a nápisy dle ČSN EN 1089-3;
- f) láhve s poškozenou patkou nebo kroužkem hrdla tak, že tyto neplní svou funkci, nebo se špatně nasazenou patkou, popř. s poškozeným ventilem u lahví dýchacích přístrojů;
- g) které byly vyřazeny z provozu zkušebním orgánem popř. orgánem dozoru;
- h) u nichž byl zjištěn nebo je podezření, že obsahují jiný druh plynu, než pro který jsou určeny;
- i) jestliže nečistoty v plynech a nežádoucí příměsi mohou nepříznivě ovlivnit plnění;
- j) které nemají výstroj podle příslušných norem a předpisů;
- k) se znečištěným ventilem (mastnota) u oxidujících plynů;
- l) jejichž používání nebylo v ČR povoleno

Pokud se zjistí u hořlavých nebo hoření podporujících plynů cizí předměty nebo látky (mastnoty) na nádobě nebo uvnitř nádoby, musí být tato nádoba před naplněním důkladně vyčištěna. U vlhkých nebo volných částic v lahvi se čištění provádí horkou parou a tlakovým vzduchem, odmaštění se provádí vhodným roztokem, horkou parou a tlakovým vzduchem, zápach se odstraňuje vypláchnutím roztokem uhličitanu sodného, roztokem kyseliny octové a poté horkou parou a tlakovým vzduchem.

Zkoušky a opravy nádob na plyny mohou provádět pouze oprávněné organizace. Vadné láhve, které nelze opravit, musí být prokazatelně znehodnoceny.

Zacházení s nádobami na plyny.

Všechny nádoby na plyny musí být chráněny před nárazem a pádem.

Vzdálenost lahví od topných těles a sálavých ploch musí být taková, aby povrchová teplota nádob nepřekročila hodnotu 50°C. Od zdrojů otevřeného ohně musí být láhve vzdáleny nejméně 3 m.

Láhve musí být zajištěny vhodným způsobem proti pádu.

V jedné provozní místnosti umístěné ve vícepodlažním objektu může být nejvýše 12 lahví (přepočteno na lahve s vnitřním objemem 50 l) stejného nebo různého druhu plynu.

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



Při přepouštění plynu z jedné nádoby do druhé musí být dodržena stejná ustanovení jako pro plnění nádob. K plnění tlakových nádob nebo k přepouštění plynu z jedné nádoby do druhé jsou využívány vysokotlaké plnicí a přepouštěcí hadice, které jsou tvořeny zpravidla vícevrstvou plastovou nebo pryžotextilní hadicí, která se na obou koncích vybavena připojovacím šroubením nebo třmenovým připojením dle druhu použitého dýchaného plynu a odpouštěcím ventilkem pro odtlakování propojení po ukončení plnění nebo přepouštění.

Plyny se smějí vypouštět z nádob do potrubí a/nebo do stabilních nádob a zařízení dimenzovaných na nižší přetlak pouze přes redukční ventil, určený a označený pro daný plyn a nastavený na příslušný výstupní přetlak.

Redukční ventil se nevyžaduje v případech, kdy je bezpečně a spolehlivě zajištěno, že nedojde ke stoupnutí tlaku v potrubí, zařízení nebo stabilních nádobách nad přípustnou mez.

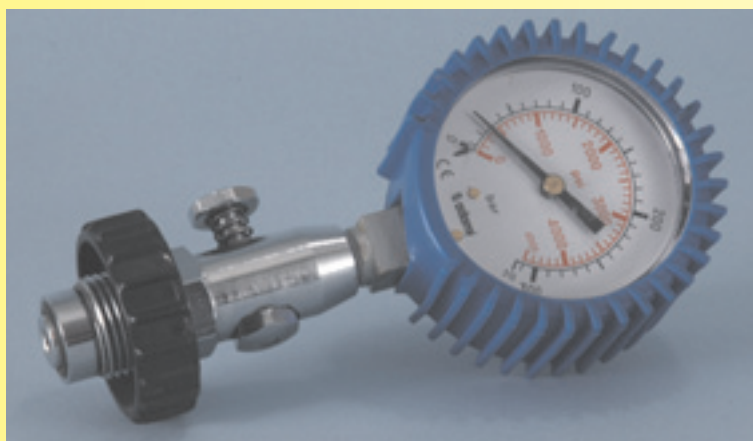
Nízkotlaká část redukčního ventilu musí mít tlakoměr a pojistné zařízení.

Tlakoměr se u redukčního ventilu nepožaduje v případě, když je redukční ventil součástí tlakové stanice a tlakoměr je instalován na potrubí v tlakové stanici. V tlakové stanici musí být tlakoměrem vybavena i vysokotlaká část.

Pojistné zařízení u redukčního ventilu se nevyžaduje v případě, že potrubí nebo stabilní nádoba, do které se vypouští plyn, jsou vybaveny vlastním pojistným zařízením.

Vyprázdněné nádoby na plyny musí mít ještě zbytkový přetlak nejméně 0,5 bar.

Ke kontrole tlaku v lahvi se zpravidla používají vysokotlaké kontrolní manometry, které jsou zpravidla tvořeny vlastním manometrem a přechodovým mezikusem vybaveným přípojkou se šroubením dle druhu použitého plynu a opatřeným odpouštěcím ventilkem pro odtlakování propojení po ukončení kontroly tlaku.



Obr. č. 22 kontrolní manometr

Pro umístění tlakové stanice platí ustanovení, jako pro skladování nádob na plyny. Zařízení tlakové stanice se umísťuje zpravidla ve vyhrazeném prostoru v provozní místnosti. Tlakovou stanici s nejedovatými, nehořlavými a hoření nepodporujícími plyny je dovoleno umísťovat též ve vyhrazeném prostoru v provozní místnosti. Dle ČSN 07 8304, změna Z1, 12/2015 tato tlaková stanice může obsahovat maximálně 12 samostatných lahví nebo jeden svazek lahví, obsahující nejvýše 32 lahví (v obou případech přepočteno na láhve s vodním objemem 50 litrů).

Plnění tlakových lahví

Podle **vyhlášky č. 21/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění pozdějších předpisů**, plnění tlakových lahví může provádět osoba pověřená. Osoby pověřené obsluhou plnicího zařízení, které patří do kategorie vyhrazených plynových zařízení, musí být seznámeny s předpisy pro obsluhu a se souvisejícími bezpečnostními předpisy, s požárními řádem pracoviště, poplachovými směrnici pracoviště a musí být zaškoleny v obsluze těchto zařízení v rozsahu, který určí provozovatel zařízení. Ověřování znalostí pověřených osob formou přezkoušení provádí revizní technik, který má platné osvědčení odborné způsobilosti příslušného druhu, v intervalu jednou za 3 roky. V případě nevyhrazených plynových zařízení postačuje proškolení provozovatelem bez přítomnosti revizního technika jednou za tři roky.

V.1. Značení tlakových láhví a uzavírací ventily dle nejčastěji užívaných zahraničních doporučení

Značení podle systémů IANTD, TDI, apod.:

Tlaková láhev na nitrox

Uzavírací ventil: s boční přípojkou G5/8" - vnitřní (označovaný jako DIN), méně často ventil INT (kostka)

Vyražené značení: neuvedeno

Barevný nátěr: obvykle žlutá barva (není však direktivně specifikováno)

Informační nálepky:

- a) velká samolepka zelené barvy šířky alespoň 100 mm, s nápisem NITROX, ENRICHED AIR a pod.;
- b) nálepka VIP - datum provedení posledního kyslíkového servisu, který platí 1 rok; někdy však také jen vizuální kontrolu;
- c) popisovací nálepka - na ni si uživatel-potápěč popíše směs, kterou v láhvi před ponorem naměřil;
- d) nálepka MOD - maximální operační hloubka pro danou směs (pro láhev na výstup a zastávky během výstupu, tzv. stage-láhev);
- e) nálepka OXYGEN - pro láhev s kyslíkem, na kterou se dává rovněž nálepka MOD a není zde nálepka ad a); jako kyslík se označuje směs, která má nad 89% (někdy už nad 80%) kyslíku.

Tlaková láhev na trimix

Uzavírací ventil: s boční přípojkou G5/8" - vnitřní (označovaný jako DIN), výjimečně ventil INT (kostka)

Vyražené značení: neuvedeno

Barevný nátěr: není přesně specifikováno, obvykle žlutá nebo bílá barva

Informační nálepky:

- a) samolepka s nápisem TRIMIX;
- b) nálepka VIP - datum provedení posledního kyslíkového servisu, který platí 1 rok;
- c) popisovací nálepka - na ni si uživatel-potápěč popíše směs, kterou v láhvi před ponorem naměřil, případně popíše směs TRIMIX, když nepoužije nálepku ad a).

Značení podle zásad DIR či WKPP(USA):

- A) lahve se podélně označují MOD (doporučeno umístění u vrchlíku lahve), písmeny velkými alespoň 100 mm (u mezinárodních týmů dohodnout systém jednotek metry/stopy), čitelnými ve vodě ze všech stran, případně ještě jménem /přezdívkou/ majitele (doporučeno umístění u dna lahve s ohledem na její pozitivní vztlak);
- b) zásadně jsou všechny lahve kyslíkové čisté a tak to není třeba vyznačovat (přesto však se vyznačení kyslíkového servisu nevylučuje);
- c) lahve bývají dále označeny u hrdla nálepkou s popisem směsi tak, aby byla viditelná i po montáži lahve do pracovní konfigurace přístroje.



Obr. č. 23
Samolepka NITROX
dle IANTD, TDI, apod



Obr. č. 24
připojení 1. stupně
způsob třmen a DIN

Láhve na kyslík jsou opatřeny rovněž uzavíracím ventilem s boční přípojkou G5/8" - vnitřní (označovaný jako DIN), údajně z důvodu unifikace plicních automatik a také prý proto, že v Evropě není sjednocena boční přípojka uzavíracího ventilu na kyslík. Tyto láhve nesmí být použity na jiný plyn. Použití ventilu INT je méně rozsáhlé, neboť třmenové připojení je považováno za méně spolehlivé, hlavně kvůli riziku vystřelení "O" kroužku zvláště při změnách tlaku v láhvi a dále možnosti uvolnění při nárazu přístroje o stěny v úzkých prostorech.

V.2. Doporučené kombinace uzavíracích ventilů a barevného značení tlakových láhví dle výše popsaných ČSN a ČSN EN

Uvedená doporučení jsou určena pro čtyři nejčastěji užívaná dýchací média u záchranářů a potápěčů - vzduch, nitrox, kyslík a trimix.

Tlaková láhev na vzduch

Uzavírací ventil: a) s boční přípojkou G5/8" - vnitřní (též označovaný DIN),
b) ventil INT (kostka),
c) ventil INT se šroubovací vložkou G5/8".

Vyražené značení: VZDUCH.

Barevný nátěr: a) válcová část žlutá, vrchlík černobílé výseče;
b) válcová část bílá, vrchlík horní pruh bílý, spodní pruh černý.



Obr. č. 25 tlaková láhev vzduch, nové značení

Tlaková láhev na nitrox

Uzavírací ventil: s boční přípojkou M 26×2 vnitřní

Vyražené značení: SMĚS - KYSLÍK nebo NITROX nebo žádné

Barevný nátěr: celá láhev barva bílá a informační nálepka s parametry směsi, na válcové části černý nápis NITROX, který může být doplněn procentickým údajem kyslíku.

Tlaková láhev na kyslík

Uzavírací ventil: s boční přípojkou M 26×2 vnitřní

Vyražené značení: KYSLÍK

Barevný nátěr: celá láhev barva bílá

Tlaková láhev na trimix

Uzavírací ventil: a) s boční přípojkou G5/8" - vnitřní (též označovaný DIN);

b) ventil INT (kostka),

c) ventil INT se šroubovací vložkou G5/8".

Vyražené značení: žádné nebo SMĚS nebo TRIMIX

Barevný nátěr: válcová část bílá, vrchlík horní pruh bílý, střední pruh hnědý, spodní pruh černý a informační nálepka s parametry směsi, na válcové části černý nápis TRIMIX.

Barevné značení tlakových lahví již neobsahuje doplňující značení „modré písmeno N“. Při obnově barevného značení lahve se již toto doplňující značení neprovádí.

Uvedená doporučení pro potápěče-členy SPČR by měla napomoci eliminovat či alespoň minimalizovat vznik výše uvedených chyb při provozování tlakových láhví pro dýchací přístroje.

VI. Plnicí agregáty

Pro potřeby této publikace členíme plnicí agregáty na
- kompresory

VI.1. Kompresory

V principu jsou kompresory stroje, ve kterých se mění mechanická nebo kinetická energie v energii tlakovou, přičemž se vyvíjí teplo. Kompresory jsou proto stroje tepelné konverzní. Základní hodnoty charakterizující kompresor jsou:

- tlakový poměr, tj. poměr výtlačného tlaku k tlaku sacímu;
- výkonnost (nasávaný objem plynů);
- příkon na hřídeli kompresoru.

Rozdělení kompresorů (dle pracovního způsobu):

1. objemové - stlačování se dosahuje periodickým zmenšováním objemu plynu v uzavřeném prostoru pohybem pístu nebo pružné stěny.

- a) pístové,
- b) membránové,
- c) rotační (vodokružné, křídlové, šroubové, ap.)

2. rychlostní - plynu se v nich udělí vysoká rychlost a jeho kinetická energie se pak v difuzoru přemění v energii tlakovou.

- a) lopátkové (odstředivé a osově),
- b) proudové (ejektory)

V praxi se dále kompresory rozlišují podle stlačovaného média (vzduchové, plynové - pro běžné technické plyny a speciální - pro jedovaté, výbušné či jinak nebezpečné plyny).

Chemické a fyzikální vlastnosti stlačovaného média mají prvořadý vliv při volbě konstrukce kompresoru, druhu maziva, způsobu chlazení a i při jiných rozhodováních.

Podle počtu stlačovacích operací (a tím i stlačovacích stupňů) z tlaku sacího na tlak konečný rozlišujeme kompresory jednostupňové a vícestupňové. Turbokompresory mohou mít velký počet stupňů - 20 i více. U pístových kompresorů se volí tlakový poměr 3 až 5 (u malých strojů i 10) v jednom stupni, u turbokompresorů odstředivých 1,2 až 2,5; u osových do 1,3.

Jiným dělícím pro třídění kompresoru je konečný tlak (nebo tlakový poměr). Stroje vytvářející odsávání vzduchu z uzavřeného prostoru podtlak a vytlačující jej do vnější atmosféry jsou vývěvy a turbo-exhaustory. Má-li kompresor přibližně atmosférický sací tlak a tlakový poměr nepřevyšuje hodnotu 3, označuje se jako dmýchadlo nebo turbodmýchadlo. Kompresory ve vlastním slova smyslu jsou stroje stlačující plyny na tlaky od 0,2 do 250 MPa.

Kompresor je:

- nízkotlaký, není-li výtlačný tlak vyšší než 2,5 MPa,
- středotlaký pro výtlačný tlak mezi 2,5 a 10 MPa,
- vysokotlaký pro výtlačný tlak 10 až 250 MPa.

Kompresory lze dále dělit na stacionární, přenosné a pojízdné, chlazené vodou nebo vzduchem, poháněné přímo nebo s použitím řemenového, ozubeného nebo hydraulického převodu, poháněné motorem elektrickým, spalovacím nebo parním. Těchto třídících hledisek může být celá řada.

Historie stavby kompresorů.

Primitivní měchová dmýchadla - předchůdci dnešních kompresorů - jsou známa lidstvu již 3 500 let, pravděpodobně i více. Použití stlačeného vzduchu, a tím i dmýchadel, bylo známo již v antickém Řecku i Římě. Ve 4. století př.n.l. byly známy již pracovní klapky a z 1. století př.n.l. pochází Vetruviův popis dmýchadla s válcovým měchem a s rozvodnými klapkami. Z konce následujícího století máme od Plinia popis hydraulického kompresoru.

Na počátku novověku se konstrukcí dmýchadel zabýval Leonardo da Vinci. První pístovou vývěvu sestavil v r. 1652 Otto von Guericke. Rychlý vývoj kompresorů nastal po nástupu průmyslové revoluce od poloviny 18. století. Rozvíjející se hutnický průmysl vytvářel požadavky na stavbu kompresorů poháněných nejprve vodními koly a později, od r. 1777, parním strojem. V r. 1829 vznikl patent na dvou-
stupňový kompresor a o rok později se přikročilo ke konstrukci mnohostupňového kompresoru.

České země, kde byla soustředěna hlavní průmyslová výroba Rakousko-Uherska, mají dlouhou tradici ve stavbě kompresorů, a to již od počátku 19. století. Zprvu to byly pouze kompresory pístové ležatého provedení, při větších jednotkách v tandemovém uspořádání s parním strojem, později i s plynovým motorem, přičemž průměr válce dosahoval až 3 200 mm. První chladicí kompresor byl vyroben u nás v r. 1878. Od r. 1907 začaly Škodovy závody výrobu turbokompresorů a po 1. světové válce výrobu vysokotlakých kompresorů až do 100 MPa pro účely syntetické výroby čpavku. Po druhé světové válce zahájilo ČKD výrobu chladicích turbokompresorů vlastní konstrukce. První osový (axiální) turbokompresor byl v ČKD vyvinut a vyroben v roce 1956 a v tomtéž závodě byl v r. 1962 zkonstruován první šroubový kompresor.

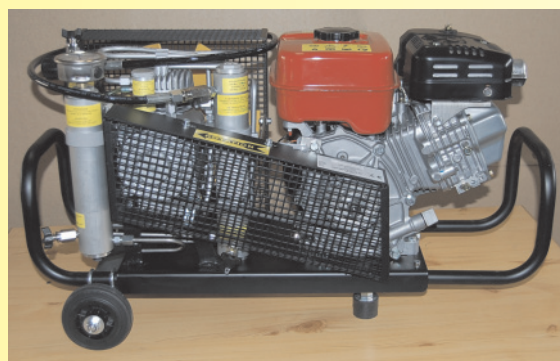
Prvním přenosným kompresorem přímo určeným pro plnění vzduchových tlakových lahví potápěčských přístrojů v Československu, byl vysokotlaký vzduchový kompresor Star s elektromotorem, který začátkem 70. let začalo vyrábět hospodářské zařízení Svazarmu Aquacentrum Praha. Tento přenosný třístupňový kompresor měl výkon 100 l/min při koncovém tlaku 20 MPa a vycházel z konstrukce francouzského kompresoru Cyclone, a v různých modifikacích a modernizacích je v podstatě vyráběn dodnes. Dalším úspěšným kompresorem HZ Aquacentrum byl kompresor Trident, který měl proti Staru dvojnásobný výkon a mohl plnit až na 30 MPa.

V současné době jsou v ČR nejznámějšími výrobci vysokotlakých vzduchových kompresorů pro plnění lahví dýchacích přístrojů firmy Aquacentrum Praha s.r.o. - produkující zejména stacionární kompresory řady Klasik, Taurus a přenosné kompresory Trident a rovněž plynové kompresory, Richard Schifauer - svou řadou kompresorů Astra slavící i exportní úspěchy v zahraničí, dále firma Seacomair zejména pro potřeby exportu produkující kompresory, jejichž základem jsou komponenty italské firmy Coltri a konečně firma Kompresory Benda - známá zejména svými malými kompaktními kompresory MK 100, avšak svoji produkci má značně omezenou.

Obr. č. 26
kompresor
Klasik 400 SSC



Obr. č. 28
Kompresor Seacomair
SCA 100 benzin,
pojízdný



Obr. č. 27 kompresor Astra



Obr. č. 29 kompresor
Benda MK 120 benzin



Pístové kompresory a jejich vlastnosti

Dosavadní zkušenosti ukazují, že pro potřebu plnění láhví dýchacích přístrojů jsou nejvhodnější kompresory pístové jednočinné a tří- až čtyřstupňové. Nutnost několicastupňového stlačování (dělení tlakového poměru) je dána zejména těmito důvody:

1. S rostoucím tlakovým poměrem klesá objemová účinnost. Nejvyššího teoreticky možného tlakového poměru se dosáhne tehdy, když všechny nasátý plyn se stlačí do škodlivého prostoru. Expanze ze škodlivého prostoru trvá pak po celý sací zdvih a objemová účinnost je nulová. Škodlivým prostorem rozumíme prostor mezi pístem (v úvrati na konci vytlačování) a hlavou a v kanálcích pod destičkami ventilů.
2. S rostoucím tlakovým poměrem roste výtlačná teplota. Vysoká výtlačná teplota negativně ovlivňuje mazací schopnost oleje ve válci, je příčinou nebezpečných nánosů zuhelnatělých zbytků oleje na ventilech a ve výtlačném potrubí, podstatně přispívá k zmenšení životnosti ventilů.
3. Při dělené kompresi jsou menší síly na píst; např. při stlačování na 0,9 MPa vyjdou síly na píst při dvoustupňové kompresi poloviční. Kladným důsledkem dělení tlakového poměru do více stupňů je úspora práce. Za každým stupněm kompresoru je plyn ochlazen v mezistupňovém chladiči, takže následující stupeň nasává menší objem.

Víceступňové kompresory mají zpravidla pro každý stupeň jeden válec a válce vyšších stupňů mají při stejném zdvihu postupně menší průměry. Často se uplatňuje konstrukce kompresoru, která má v horizontálních válcích volné písty. Jejich výhodou je malé tření, mimořádně dokonalé vyvážení pohyblivých hmot a tím velmi klidný chod.

Rozvody kompresorů

Rozvod kompresoru je orgán, který řídí při každé otáčce vstup plynu do válce a jeho výstup z válce. Spojuje tedy střídavě válec se sacím a výtlačným potrubím a umožňuje nasátí a vytlačení plynu. V současnosti se téměř výlučně používá rozvodů samočinných. Jsou to různé druhy ventilů, které jsou ovládány rozdílem tlaků ve válci a v sacím, resp. výtlačném potrubí, takže pracují správně i při jiném tlaku než jmenovitém a pružina v nich umístěná dále zlepšuje jejich funkci.

Ventily jsou nejdůležitější částí stroje, jsou doslova srdcem kompresoru. U stroje s otáčkami 1000/min je ventil v akci 1000x za minutu. Na otevření, průtok plynu a zavření má asi 0,01 až 0,02 s. Musí přitom umožnit průtok s minimálními odpory, mít malý škodlivý prostor, být těsný a při rozdílných poměrech tlakových a tepelných pracovat tiše a spolehlivě i při různých podmínkách použití, vzdorovat korozi, opotřebení a únavě materiálu při střídavém namáhání. V podstatě se používá čtyř druhů ventilů: jazýčkový, korýtkový, proužkový a destičkový. U kompresorů používaných potápěči se nejčastěji setkáváme s ventily destičkovými.

V každém válci musí být nejméně jeden ventil sací a jeden výtlačný. U strojů s vyššími otáčkami je obtížné oba ventily dobře umístit bez nadměrného zvýšení škodlivého prostoru a zhoršeného proudění plynu. Výhodněji se proto používají souosé ventily, kde kolem sacího ventilu jsou jeden nebo dva kanálky ventilu výtlačného, nebo naopak. Tyto ventily snižují škodlivý prostor ve válci, zlepšují proudění plynu a jsou konstruovány tak, že se vkládají mezi válec a hlavu; chladičí žebra na obvodu zintenzivňují odvod tepla.

Kompresorové soupravy

Jsou tvořeny strojní a elektrickou částí.

Strojní část se skládá z kompresoru, z filtru sacího a výtlačného, spojovacího potrubí, z odlučovačů, z chladičího systému a z motoru (pokud nejde o elektromotor).



Sací filtry slouží k zachycení všech mechanických částic z nasávaného plynu, větších jak $1\text{ }\mu\text{m}$. Podle konstrukce se dělí filtry na suché, viskózní a olejové. U přenosných kompresorů převážně užívaných potápěči jsou užívány suché sací filtry, které jsou většinou identické s filtry užívanými u motocyklů. Jako filtrační materiál je převážně papír, případně plst', látka nebo vata na kovovém perforovaném nosiči. Pro zmenšení rozměrů filtru je filtrační vložka skládaná a nesmí svým odporem snižovat výkonost kompresoru.

Chlazení je zpravidla vzduchové nebo vodní. Vzduchové chlazení se používá většinou pro menší kompresory, vodní chlazení je spojeno s vodním hospodářstvím a je využíváno u větších zařízení.

Chladiče u vzduchového chlazení jsou tvořeny žebrováním válců a hlav kompresoru a žebrováním spojovacího potrubí, které jsou ofukovány vzduchem hnaným ventilátorem na hřídeli kompresoru. Tím stlačený plyn předává své teplo okolnímu vzduchu. Ventilátor mnohdy tvoří ramena setrvačníku kompresoru. Jde o tzv. chlazení vnější, na rozdíl od chlazení vnitřního, kdy stlačovaný plyn přichází do přímého styku s chladicí kapalinou.

Ochlazení je spojeno s kondenzací značné části vlhkosti stlačeného plynu, která je odstraňována pomocí odlučovačů. Kromě zkondenzované vlhkosti odlučovače zachycují ze stlačeného plynu i mazací olej unášený z kompresoru. Fyzikální principy použité u jednotlivých typů odlučovačů jsou různé a jejich výběr závisí hlavně na velikosti odlučovaných kapiček, koncentraci kapaliny v plynu, na hustotě plynu, na elektrických nábojích molekul vody a na mnoha dalších okolnostech.

Jen při odlučování poměrně větších kapiček ($150 - 3000\text{ }\mu\text{m}$), vystačíme s odlučovačem založeným na principu zemské gravitace. Pro kapičky menšího průměru ($10 - 2000\text{ }\mu\text{m}$) použijeme odstředivou sílu uplatňující se v cyklónech. Jsou to válcovité nádoby, do nichž nahoře vstupuje plyn s kapičkami buď tangenciálně, nebo se mu systémem vírníkových lopatek poněkud se překrývajících, udělí šroubový sestupný pohyb. Při tomto pohybu se odstředí těžší kapičky na stěnu, kde se shlukují a v tenké zesilující se vrstvě stékají dolů. Nad falešným dnem, které ponechává volný průřez u stěny, se proud plynu obrací směrem nahoru do stoupací trubky, kterou z odlučovače proudí ven. Ve spodním dnu je výtok odloučené kapaliny. Obdobné řešení s opačným směrem proudění plynu využívá tzv. "stromeček", kdy na stoupací trubce jsou umístěny miskovité lamely dnem nahoru a zespodu proudící plyn na nich mění směr svého proudění s výše popsaným efektem.

Výtlačné filtry jsou zařazeny na konci výtlačného potrubí kompresoru za odlučovačem a slouží k dočištění vytlačovaného plynu. Tyto filtry jsou v optimálním případě dva. Dosušení vzduchu se provádí za pomoci fyzikální adsorpce. Adsorpce je děj, při němž se na rozhraní dvou fází (tekutina-tuhá látka; v našem případě vzduch-náplň filtru) selektivně koncentrují některé složky (adsorbáty) tekuté fáze (v našem případě vodní páry). Síly vázající adsorbované molekuly závisí na vlastnostech adsorbentu a adsorbátu. Při fyzikální adsorpci tvoří vazby síly van der Waalsovy, popř. elektrostatické síly a děj je reverzibilní. Při této adsorpci nedochází k chemické změně látek a adsorpce je téměř vždy exotermická. První filtr zajišťuje dosušení plynu (vzduchu od vlhkosti zbývajících po odloučení kondenzátu) a je zpravidla plněn silikagelem nebo molekulovým sítem. Obě látky jsou v podobě granulí o průměru cca $3 - 5\text{ mm}$. Silikagel je ztuhlý gel kyseliny křemičité. Získává se srážením roztoku křemičitanu sodného kyselinou. Vysrážený gel se po promytí suší a aktivuje žháním při 200°C . Dobré druhy mají měrný povrch okolo $600\text{ m}^2/\text{g}$, pórovitost 40% a střední průměr pórů 200 nm . Jde o polární adsorbent. K indikaci nasycenosti vodou je silikagel barven chloridem kobaltnatým (je-li suchý, barva je modrá, je-li nasycen vodou, je barva růžová). Molekulová síta jsou adsorbenty pravidelné pórovité struktury; jsou to pórovité krystaly, jejichž vnitrokrystalické dutiny jsou zpřístupněny jednotnými otvory molekulových rozměrů. Nejvýznamnější z nich jsou syntetické zeolity (hlinitokřemičitany sodné, draselné nebo vápenaté), které se připravují současným srážením roztoků hlinitých a křemičitých solí, výměnou kationtů a tepelným zpracováním vysráženého gelu. Typ krystalické mřížky a druh kationtu ve struktuře zeolitu určuje velikost otvorů. Malé krystalky zeolitů, $1 - 5\text{ }\mu\text{m}$, jsou spojeny např. bentonitem, v množství asi 20% hm. na zeolit. Celková pórovitost je okolo 50%, z toho polovina připadá na spojovací, tzv. sekundární póry. Adsorpční kapacitu neurčuje měrný povrch, ale vnitrokrystalový objem pórů. Jde o velmi polární adsorbenty s velkou afinitou k vodě. Adsorbují jen molekuly menší než je účinný průměr otvorů, a jen ty molekuly, které mají dostatečnou aktivační energii, aby pronikly otvory. Druhý filtr pak zajišťuje pohlcení eventuálních pachových (olejových) částic, které se mohou v plynu vyskytovat a je naplněn aktivním



uhlím. Aktivní uhlí se vyrábí karbonizací dřeva, dřevěného uhlí ap.. Aktivuje se parciální oxidací horkým vzduchem a přehřátou vodní parou. Je to nepolární adsorbent. Neaktivnější druhy mají měrný povrch až $1300 \text{ m}^2/\text{g}$, střední průměr pórů $200 - 600 \text{ nm}$ a pórovitost 60%.

V této souvislosti je třeba si uvědomit, že filtry vzduchových kompresorů v žádném případě neslouží k zachycení toxických plynů, jako je např. oxid uhelnatý, oxid uhličitý, chlór, čpavek, apod. a pokud jsou tyto plyny nasáty, dostanou se až do plněného zásobníku. Je tedy nutno sání kompresoru instalovat tak, abychom se vyhnuli možnosti nasátí jakýchkoliv toxických látek.

Osobní (přídavné) filtry.

Jsou využívány jako individuální doplněk těmi potápěči, kteří pro své ponory vyžadují dýchací směs vysoké čistoty z hlediska obsahu vodních par a olejů. Proto při plnění svých lahví kompresory nebo plnicími stanicemi externího původu vřazují mezi uzavírací ventil své tlakové láhve a plnicí výstup plnicího agregátu ještě svůj vlastní filtr, který má za úkol zachytit případné poslední zbytky oleje a vzdušné vlhkosti v dodávaném dýchacím médiu.



Obr.č. 30 přepouštěcí hadice s připojením G5/8" a osobní filtr vzduchu

Pojistné ventily jsou umístěny ve výtlačném potrubí všech stupňů kompresoru, přičemž musí mít dostatečnou průtočnou plochu, aby se otvíraly při přestoupení maximálního provozního tlaku nejvýše o 10%. Ventil je dimenzován tak, aby maximální protékající množství plynu bylo větší než množství stlačované kompresorem. Pojistný ventil koncového tlaku může být umístěn až na plnicí přípojce plnicí hadice.

Pro pohon kompresorů jsou používány jak spalovací motory benzinové nebo naftové, tak zejména elektromotory. Tyto motory mohou být spojeny s kompresorem přímo, nebo pomocí převodu. U kompresorů potápěčských je zpravidla užíván převod s klínovými řemeny. Přednostmi klínových řemenů jsou malá osová vzdálenost obou řemenic, uskutečnitelnost vysokých převodových poměrů v jednom stupni (až $1 : 7$, což připouští pohon rychloběžnými a tedy levnými motory), malé tahy řemenů, tichý chod a malý skluz. Vysoká obvodová rychlost moderních řemenů umožňuje snížení jejich počtu při daném přenášeném výkonu, takže se snižuje zatížení ložisek. Klínová řemenice kompresoru má obvykle zároveň funkci setrvačníku. Účinnost klínových řemenů je 91 až 96% a skluz menší než 0,5%. Směr otáčení musí být vždy v souladu s otáčením kompresoru k zabezpečení jeho funkce. Opačný směr znamená v krátké době poškození agregátu.

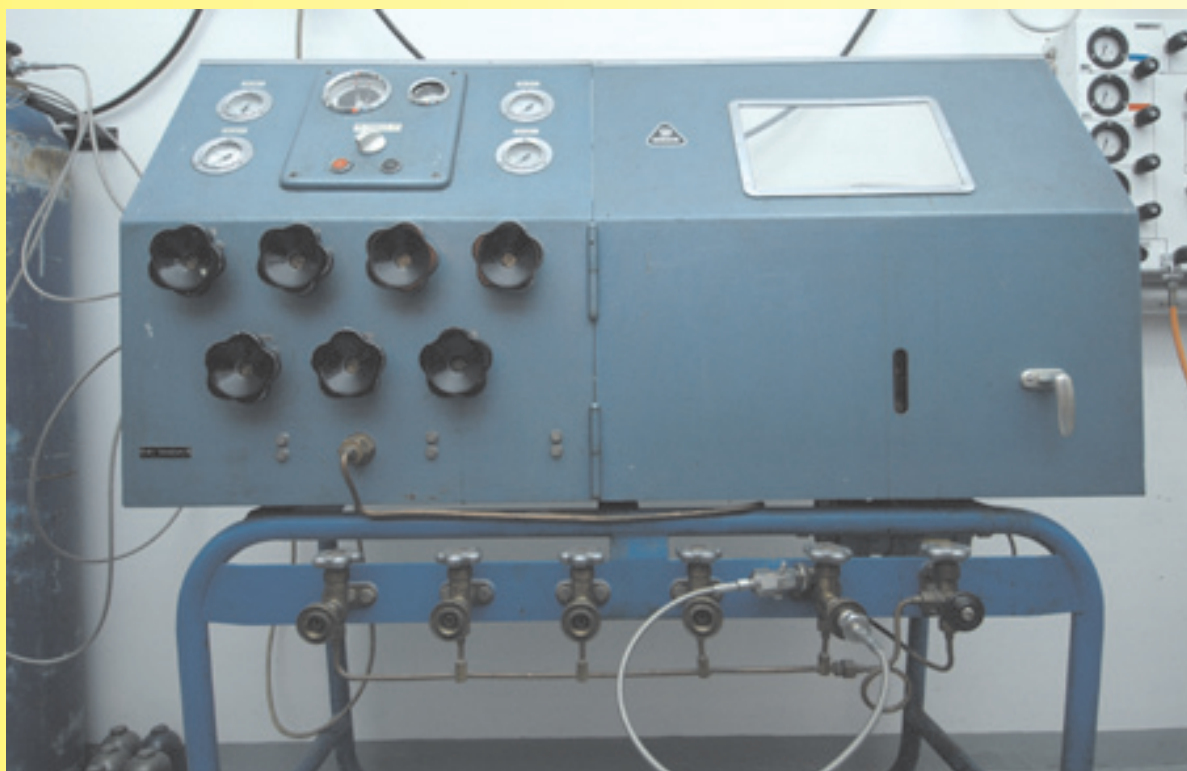
Elektrická část se nejčastěji skládá z elektromotoru s ovládacími prvky, z kabelů, z různé automatiky pro kontrolu, signalizaci a ovládání kompresoru a případně elektrického osvětlení. Používané elektromotory jsou téměř vždy asynchronní s napětím 220/380 V. Výjimečně jsou používány i jednofázové motory s napětím 220 V, s kapacitním rozběhem nebo pomocnou odporovou fází na rozběh.

Obsluhu vysokotlakých vzduchových kompresorů pro plnění lahví dýchacích přístrojů může provádět osoba starší 18-ti let zaškolená výrobcem nebo pověřenou osobou v souladu s návodem k použití a související aktuálně platnou legislativou.

VI.2. Přečerpávací pumpy

Přečerpávací pumpy jsou zařízení, které nám slouží k plnění tlakových láhví dýchacích přístrojů kyslíkem a umělými dýchacími směsmi, které se nevyskytují v našem okolí, a to přečerpáváním z větších tlakových zásobníků, kde je již směs připravena.

Pumpa je připojena na velkokapacitní zásobníky plynu, ze kterých je jeho prostřednictvím kaskádovitým přepouštěním naplněna malá láhev dýchacího přístroje. Po ukončení přepouštění je pak malá láhev doplněna přečerpáním plynu ze zásobníku s tlakem nejbližším tlaku v malé láhvi na tlak maximální plnicí. Pumpa je zpravidla jednostupňová, jednopístová, dvojčinná a je poháněna elektromotorem. Jiná konstrukční uspořádání (kromě pohonné jednotky) jsou výjimečná. Mazání a chlazení je nejčastěji zajišťováno směsí vody a glycerinu v poměru 4 : 1. Většina těchto pump nefunguje se vstupním tlakem plynu rovným tlaku atmosférickému.



Obr. č. 31 kyslíková pumpa Draeger DS 200

VI.3. Plnicí a míchací zařízení

Plnicí a míchací zařízení slouží k přípravě umělých dýchacích směsí, mezi které řadíme z hlediska potřeb potápění především směsi kyslíku a dusíku, směsi kyslíku a hélia a směsi kyslíku, dusíku a hélia. Směsi kyslíku a dusíku s různým procentickým poměrem obou plynů jsou zpravidla označovány názvem Nitrox a ten bývá doplněn číselným označením. Tak např. Nitrox 36/64 znamená, že jde o směs obsahující 36% kyslíku a 64% dusíku. Někdy se také používá označení EANxx (Enriched Air Nitrox, xx je pak podíl kyslíku v %). Pak EAN36 je stejná směs jako Nitrox 36/64. Směsi kyslíku a hélia jsou obvykle označovány názvem Heliox a směsi kyslíku, dusíku a hélia zpravidla nesou název Trimix. I tyto názvy bývají doplněny číselným značením vyjadřujícím procentické složení směsi.

Základní zásady bezpečnosti plnění dýchacích směsí

Potápění s umělými směsmi je poněkud náročnější na přípravu potápěčského vybavení, na přípravu (namíchání) dané směsi, její analýzu a její skladování. Nevhodný nebo chybný postup totiž může ohrozit jak osoby podílející se na míchání směsi, tak uživatele této směsi. Vzhledem k tomu, že při přípravě těchto směsí je manipulováno s čistým kyslíkem (zejména při přípravě Nitroxu), je k vyloučení nebezpečí výbuchu nutné, aby zařízení, které přichází do kontaktu s kyslíkem např. pod zvýšeným tlakem, bylo především připraveno ke kyslíkovému využití (oxygen service). Zde je nutné uvést, že normativní předpisy ČR předepisují, že se směsí plynů obsahující více jak 21% kyslíku, je nutno zacházet stejným způsobem jako s čistým kyslíkem. Některé zahraniční instituce (např. NOAA) tuto povinnost uvádějí až u směsí obsahujících více jak 40% kyslíku.

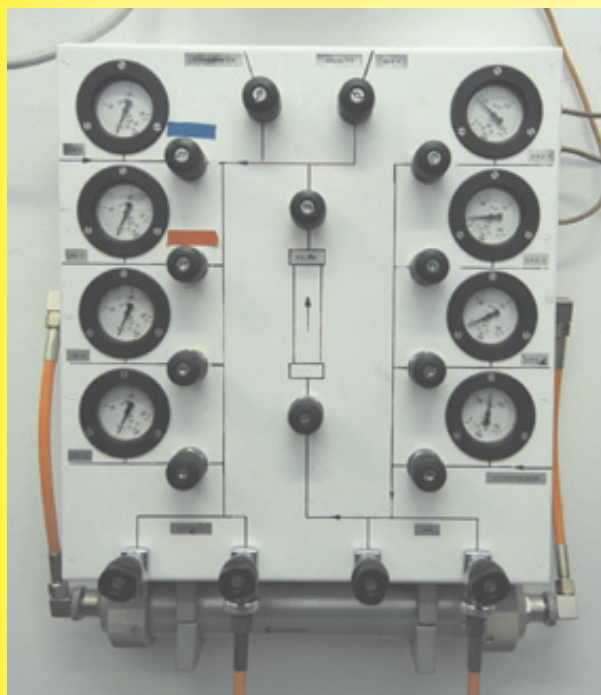
Ke kyslíkovému využití je nutné, aby zařízení splňovalo dva základní požadavky:

- požadavek na jeho kyslíkovou čistotu,
- požadavek na jeho kompatibilitu s kyslíkem.

Požadavek **kyslíkové čistoty** zařízení znamená, že všechny jeho součásti musí být zbaveny nečistot, které by mohly v kontaktu s kyslíkem způsobit výbuch. Všechny jeho součásti musí být očištěny vhodným rozpouštědlem nebo detergentem k odstranění především uhlovodíků, případně od zplodin koroze a okují, pod nimiž mohou zůstat zbytky nečistot a musí být provedena vhodná kontrola čistoty.

Kompatibilita s kyslíkem zase znamená, že veškeré součásti zařízení (např. plicní automatiky) obzvláště nekovové a měkké, jako např. běžné těsnicí "O" kroužky, musí být nahrazeny takovými, které mohou být ve styku s čistým kyslíkem (např. z materiálu Viton A) a rovněž mazadla (silikonová vazelína) musí být zaměněna za mazadla kompatibilní s kyslíkem.

Při potápění s nitroxem o obsahu kyslíku menším než 40% nemusí obvykle plicní automatika a součásti na ni napojené mít "oxygen service", pokud výrobce plicní automatiky neuvádí jinak. Avšak při plnění zásobníků směsí metodou parciálních tlaků, kdy se do láhve nejprve napustí určité množství kyslíku, je zcela nutné, aby **k režimu použití s kyslíkem byla připravena láhev samotná a její uzavírací ventil**. Tato metoda je přitom používána nejčastěji a proto by se tento pokyn měl vztahovat na **všechny zásobníky nitroxu**.



Obr. č. 32 Míchací panel s osmi vstupy, výroba fa. Potápěčská technika Trpík



Obr. č. 33 Zařízení pro kontinuální míchání nitroxu, výroba fa. Pracownia Techniki Nurkowej "TechNur" Riszard Bałakier



S touto problematikou souvisejí následující normy:

ČSN EN ISO 11621 (07 8315) Lahve na přepravu plynů - Postupy pro změnu plynu během používání
Účinnost od srpna 2006

Tato mezinárodní norma se vztahuje na bezešvé ocelové lahve, lahve z hliníkových slitin a svařované znovuplnitelné lahve všech velikostí, včetně velkoobjemových lahví (s vodním objemem větším než 150 ltr). Stanovuje všeobecné požadavky a postupy, kdykoliv se uvažuje, že budou lahve převáděny z použití jednoho plynu na jiné stálé a zkapalněné plyny. Není použitelná pro lahve na přepravu rozpuštěného acetylenu, radioaktivních plynů nebo plynů jedovatých, korodujících či pyroforických.

Plyny jsou v tabulce 1 rozděleny do skupin A - E (F,G) a podle druhů plynů se v tabulce 2 najdou čísla kroků, které jsou popsány v tabulce 3a které je nutno učinit, aby se s lahví mohlo přejít z původního plynu na plyn nový. **Zde je velmi důležitá Příloha A (informativní), která uvádí postupy čištění lahví na plyny - metody čištění a používané čisticí roztoky.**

ČSN EN 720-1 (07 8310) Lahve na přepravu plynů - Plyny a plynné směsi - Část 1: Vlastnosti čistých plynů
Platnost od října 2000

Účelem této části normy je definovat vlastnosti plynů čtyřmi základními fyzikálně-chemickými kritérii, tj. požárním potenciálem (hořlavost ve vzduchu), toxicitou, stavem plynu a žíravostí pro účely výběru vhodných výstupních ventilových připojení.

ČSN EN 13096 (07 8326) Lahve na přepravu plynů - Podmínky plnění plynů do nádob - Jednotlivé složky plynů
Platnost od listopadu 2004 - OPRAVA 1 červenec 2007

ČSN EN 13099 (07 8327) Lahve na přepravu plynů - Podmínky plnění směsí plynů do nádob
Platnost od listopadu 2004

Tyto dvě poslední normy jsou svým charakterem převážně určeny pro velkokapacitní plnicí zařízení, nicméně lze je v případě specifické potřeby využít jako "nejlepší rady k řešení daného problému".

Plnění kyslíku

Pro plnění kyslíku platí stejná bezpečnostní opatření jako při plnění dýchacích směsí s obsahem kyslíku větším jak 21%. Aplikujeme postup uvedený při použití přečerpávací pumpy. Znovu je nutné zdůraznit důslednou aplikaci kyslíkové čistoty všech součástí, které přicházejí do styku s čistým kyslíkem a dbát na velmi nízkou rychlost proudění plynu během přepouštění z nádoby s vysokým tlakem do nádoby s tlakem nižším (nárůst tlaku v plněné lahvi by neměl převyšovat 0,7 MPa za minutu). Rovněž je nutné věnovat pozornost možnosti extrémního zahřátí lokální partie přepouštěcího systému vlivem adiabatického ohřevu při vpuštění kyslíku do malého prostoru (např. plnicí hadice s uzavřeným ventilem), kdy může dojít i k explozivnímu zahoření.

Příprava nitroxové směsi

Příprava (namíchání) nitroxové směsi a manipulace s ní vyžaduje oproti vzduchu některé dodatečné či odlišné postupy. Ohrožení obsluhy či uživatele může způsobit manipulace s vysokotlakým kyslíkem, nesprávně provedená analýza směsi či nesprávné označení směsi v láhvi nebo její záměna za vzduch.



V principu bývá směs připravována

1. na základě molekulární hmotnosti plynů,
2. využitím molekulárního filtru ke snižování obsahu dusíku,
3. mícháním směsi před její kompresí,
4. mícháním směsí na základě parciálních tlaků jejich složek.

První dvě metody jsou náročné na technické vybavení a tudíž poměrně nákladné, i když druhá z nich již nachází své širší uplatnění.

Třetí metoda využívá předběžného obohacování stlačovaného vzduchu o kyslík. Do vzduchu nasávaného po předběžné filtraci do kompresoru je řízeně přiváděna ze zásobníku taková dávka kyslíku, aby analýza směsi, provedená ještě před stlačením, vyhovovala požadavku na složení směsi. Ke kompresi samotné by mělo být používáno kompresorů bez olejového mazání. Výhodné je, že do lahví je již vtlačována namíchaná směs.

Poslední a nejčastěji využívaná metoda spočívá v tom, že do zásobníku se nejprve vtlačí čistý kyslík do určitého, předem stanoveného tlaku. Následně se láhev doplní vzduchem z kompresoru do výsledného tlaku. Pro plnění kyslíkem je tedy nutné, aby zmíněná láhev i její ventily odpovídaly kyslíkovému využití. Navíc je nutno zajistit (dvojnásobným filtrováním) vysokou čistotu vzduchu, přiváděného z kompresoru a rovněž zabránit (zpětným ventilem) možnosti vniknutí kyslíku ze zásobníku ke kompresoru.

Plnění trimixu

Příprava (namíchání) trimixové směsi vyžaduje obdobně jako příprava nitroxové směsi své specifické postupy. Ohrožení obsluhy či uživatele může způsobit manipulace s vysokotlakým kyslíkem, nesprávně provedená analýza směsi či nesprávné označení směsi v lahvi nebo její záměna za vzduch. V principu bývá směs připravována

1. mícháním metodou parciálních tlaků
2. doplněním nitroxu o hélium a vzduch
3. mícháním podle hloubek a expozič

První metoda vychází ze zbytkového tlaku TMX v lahvi, který má určité složení a je zadání jaký TMX chceme. Spočítá se rozdíl parciálních tlaků kyslíku a rozdíl parciálních tlaků hélia s využitím kompresibilního faktoru pro přesnější výsledek. Do láhve se dopustí hélium na vypočtený tlak, vyčká se alespoň 3 hodiny nebo se láhev válí kvůli důkladnému promíchání, změří se koncentrace kyslíku a dopustí se kyslík na vypočtený tlak. Poté se láhev doplní kompresorem nebo nitroxem dle výpočtu na koncový tlak. Opět se proměří koncentrace kyslíku, případně dle možností i hélia.

Některá doporučení tuto metodu uvádějí jako možnou i pro plnění nové směsi TMX, přičemž často při malém tlaku kyslíku v původním zásobníku upřednostňují nejprve dopustit kyslík, neboť jeho obsah je důležitější než hélium.

Druhá metoda vychází z využití nitroxu a jeho úpravy dle výpočtu přimícháním hélia, kyslíku a vzduchu.

Třetí metoda vychází z limitních hodnot parciálních tlaků kyslíku (nesmí překročit 160 kPa) a dusíku (nesmí překročit 400 kPa) a hloubky, pro kterou má být směs použita. Pro danou hloubku se spočítají podíly kyslíku a dusíku vyjadřující následně jejich procentický obsah a zbytek do celkového složení představuje hélium. S ohledem na svoji hmotnost se hélium do lahví plní vždy první a je třeba dbát na řádné promíchání směsi v lahvi.

U všech metod se doporučuje po ukončení plnění provést analýzu směsi za přítomnosti jejího konečného uživatele.

Příprava umělých dýchacích směsí (nitroxu a trimixu) je detailně řešena ve speciálních kurzech pro míchače těchto směsí.



Plnění stlačeného vzduchu

Plnění stlačeného vzduchu je prováděno pomocí vysokotlakého vzduchového kompresoru, přičemž kompresor se musí nacházet v prostředí, kde nehrozí nebezpečí nasátí toxických škodlivin. Z těch mezi nejzávažnější patří oxid uhelnatý, který se zpravidla nachází ve výfukových plynech spalovacích motorů. Obsluhu kompresoru a plnění stlačeného vzduchu smí provádět pouze osoba starší 18-ti let, která je v obsluze daného kompresoru zaškolená oprávněnou osobou s příslušnou odbornou způsobilostí. Při plnění je třeba postupovat dle následujících obecně platných ustanovení:

- zkontrolovat stav kompresoru včetně správného množství provozních kapalin a dle záznamů v provozní knize i stav náplní filtrů,
- zkontrolovat způsobilost tlakové láhve k plnění,
- na plnicí hadici nebo plnicí lištu připojit tlakovou láhev určenou k naplnění,
- otevřít ventil plněné lahve a odečíst její zbytkový tlak,
- spustit kompresor a vyčkat s náběhem tlaku v systému až k maximální hodnotě plnění (vždy však alespoň shodné nebo o cca 0,5 MPa vyšší než je zbytkový tlak v lahvi), poté otevřít ventil plnicí hadice nebo lišty,
- během plnění lahve během každých 3 - 5 MPa (podle velikosti objemu plněné lahve) odpouštět odloučený kondenzát,
- po dosažení předepsaného tlaku v plněné lahvi uzavřít její ventil,
- následně uzavřít ventil plnicí hadice nebo lišty kompresoru a vypnout kompresor,
- odtlakovat hadici nebo lištu odpouštěcím ventilem a odpojit naplněnou láhev,
- připojit novou láhev a postupovat, jak uvedeno výše,
- je-li používáno více plnicích hadic nebo plnicí lišta s více přípojkami, je nastaveno připojování a výměna tlakových lahví tak, že není nutné kompresor vypínat a třídání lahví a plnění probíhá kontinuálně,
- po ukončení plnění se nechá kompresor chvíli běžet naprázdno, aby došlo k promazání válců, zavřou se ventily plnicí hadice nebo lišty a kompresor se vypne,
- provedou se záznamy do knihy plnění jako o činnosti kompresoru, tak i o všech lahvích, které byly naplněny,
- kompresor se vyčistí, případně provedou výměny náplní,
- je-li kompresor v sestavě větších plnicích stanic, je vhodné instalovat počítač motohodin a systém automatického odpouštění kondenzátu

U každého kompresoru je však k jeho obsluze rozhodující návod k použití dodaný výrobcem.

VI.4. Čistota plněného vzduchu a jeho kontrola

Jedním z významných faktorů ovlivňujících bezpečnost potápění je kvalita použitého dýchacího média. Neadekvátní zajištění odpovídající kvality vzduchu v dýchacích přístrojích vede k relativně častým poruchám plicních automatik zvláště při potápění ve studených vodách, nebo v zimním období, případně může vést k ohrožení zdraví potápěče vdechováním toxických příměsí. V takovém případě není samozřejmě nic platný po technické stránce kvalitní přístroj, je-li jeho použití znehodnoceno použitím škodlivé dýchací směsi.

Nejčastěji používanou dýchací směsí je vzduch, který tvoří plynný obal naší planety. Vzduch je směs plynů a skládá se z asi 78% dusíku, 21% kyslíku a 1% různých vzácných plynů, vodních par a nečistot, přičemž všechny tyto složky mohou za jistých okolností působit negativně na zdraví potápěče. Negativní účinky dusíku a kyslíku lze potlačit buď aplikací umělých dýchacích směsí nebo dodržováním omezujících limitů potápění, kterým je v případě vzduchu maximální hloubka ponoru 40 m. Ve větších hloubkách, jak známo, narůstá toxicita kyslíku a narkotický účinek dusíku. V již zmíněném "jednom procentu" pak mohou být další látky, které mohou mít vysoké toxické účinky i při velmi nízkých koncentracích (jako je např. oxid uhelnatý) anebo mají neblahé fyzikální účinky (což je zejména kondenzace vodních par).



Je však třeba si uvědomit, že výše uvedené složení vzduchu je obecné a je značně ovlivňováno místními zdroji exhalací a velkým množstvím různých látek i s případnými škodlivými nebo obtěžujícími účinky. Proto je v trvalé platnosti pravidlo, že kompresor plnicí tlakové láhve vzduchových dýchacích přístrojů musí být umístěn tak, aby nasával co nejčistší vzduch bez nežádoucích exhalátů. Přesto však existují látky, které se ve vzduchu vyskytují trvale a které by mohly ohrozit lidský organismus nebo negativně ovlivnit činnost dýchacího přístroje. Definování těchto látek je dáno různými normativními předpisy, které jsou v jednotlivých zemích různé.

V České republice vyšla v roce 1994 v rámci harmonizace norem s EU norma

ČSN EN 132 (83 2202) "Ochranné prostředky dýchacích orgánů. Definice.", která na našem teritoriu poprvé stanovila parametry vzduchu určeného k dýchání. Tato norma ve své "Příloze A (informativní) Dýchatelný vzduch, vysvětlení" v odstavci A.1 "Složení vzduchu" uvádí typické složení přirozeného vzduchu (odpovídá výše uvedenému) a v odstavci A.2 "Čistota vzduchu k dýchání" uvádí požadavky na standardní čistotu vzduchu k dýchání:

- Není-li určeno jinak, je třeba snížit obsah škodlivin na minimum, jež však v žádném případě nesmí překročit nejvyšší přípustnou koncentraci.
- Obsah minerálních olejů musí být takový, aby vzduch neměl olejový zápach (Poznámka - pachová hranice se pohybuje v rozmezí $0,3 \text{ mg/m}^3$).
- V autonomním dýchacím přístroji na stlačený vzduch s otevřeným dýchacím okruhem nesmí obsah vody přesáhnout 30 mg/m^3 pro přístroj pracující s tlakem 30 MPa nebo 50 mg/m^3 pro přístroj s tlakem 20 MPa.
- V hadicovém dýchacím přístroji s přívodem stlačeného vzduchu je třeba použít vzduch, který má rosný bod dostatečně nízký, aby nedocházelo uvnitř k zamrznání vody.

Z uvedeného vyplývá, že však ani tato norma neuvádí požadavky specifické pro čistotu vzduchu k dýchání v potápěčských dýchacích přístrojích, avšak norma

ČSN EN 250 (83 2242) ze září 1995 "Dýchací přístroje. Potápěčské autonomní dýchací přístroje na tlakový vzduch s otevřeným okruhem. Požadavky, zkoušení a značení" na výše uvedenou ČSN EN 132 v článku 6.1.2. "Dodávaný vzduch" odkazuje.

Následně byla v lednu 2000 vydána další norma (dosud platná) a to

ČSN EN 12021 (83 2282) "Ochranné prostředky dýchacích orgánů - Tlakový vzduch pro dýchací přístroje" a na tuto normu se již revidovaná ČSN EN 250 z listopadu 2000 opětovně v článku 6.1.2. odvolává. Tato norma stanoví požadavky na kvalitu tlakového vzduchu pro dýchací přístroje autonomní s tlakovým vzduchem a otevřeným dýchacím okruhem a přístroje stejného typu potápěčské, pro hadicové dýchací přístroje s tlakovým vzduchem a stejné přístroje potápěčské a též pro únikové autonomní dýchací přístroje s tlakovým vzduchem s otevřeným dýchacím okruhem. Tato norma platí též pro syntetický vzduch. Dále platí, že maximální přípustné koncentrace znečištění tlakového vzduchu v této normě uvedené, jsou dány jako hodnoty vztahující se na normální atmosférický tlak.

Tato norma **se nevztahuje** na tlakový vzduch pro lékařské účely, na potápěčské přístroje pro hloubky, kdy hydrostatický tlak přesáhne $0,6 \text{ MPa}$ absolutních a na dýchací přístroje pro velké výšky.

Požadavky na tlakový vzduch dle této normy:

- koncentrace kyslíku musí být v rozsahu $21 \pm 1 \text{ obj. \%}$,
- nesmí být přítomny žádné znečišťující látky v koncentracích, které by mohly být jedovaté nebo mít škodlivé účinky, v každém případě musí být přítomny v co nejmenší míře a nejsou-li přísnější národní přípustní dávky, pak platí hodnoty dále uvedené:
- koncentrace maziva nesmí překročit $0,5 \text{ mg/m}^3$,
- vzduch nesmí mít významný pach nebo příchut',
- koncentrace oxidu uhličitého nesmí překročit 500 ml/m^3 (500 ppm),
- koncentrace oxidu uhelnatého nesmí překročit 15 ml/m^3 (15 ppm),
- nesmí se vyskytovat žádná voda v kapalném stavu, při skladování musí být rosný bod nejméně 5°C pod předpokládanou nejnižší teplotou,
- pro tlak 20 MPa je max. koncentrace vody při atmosférickém tlaku 50 mg/m^3 ,
- pro tlak 30 MPa je max. koncentrace vody při atmosférickém tlaku 35 mg/m^3 ,
- na výstupu z kompresoru pro plnění 20 nebo 30 MPa koncentrace vody nesmí překročit 25 mg/m^3 .



Tuto normu nahrazuje nová **ČSN EN 12021 (83 2282) z listopadu 2014**, která deklaruje významné technické změny v tomto rozsahu:

- a) změna názvu zahrnující stlačené plyny pro dýchací přístroje;
- b) začlenění příslušných směrnic;
- c) začlenění tabulek pro plyny k dýchání jiné než vzduch;
- d) začlenění doplňkových označení.

Tato norma se netýká stlačených plynů užívaných pro lékařské účely nebo pro použití v letectví. Byl tudíž odstraněn paradox z minulého vydání, kde bylo toto vymezení uváděno i pro potápěčské přístroje.

Pro potápěče má zásadní význam kapitola 6 Požadavky a její odstavce:

6.1 Obecně základní charakteristika tlakového vzduchu pro dýchací přístroje.

6.2 Vzduch k dýchání zde je uvedeno, že typické složení přírodního vzduchu je uvedeno v příloze A této normy, dále Tabulka 1 uvádí složení vzduchu k dýchání, Tabulka 2 uvádí obsah vody ve vysokotlakém vzduchu k dýchání a konečně Tabulka 3 uvádí obsah vody v dodávaném vzduchu k dýchání do 40 bar.

6.3 Směšování plynů

6.3.1 uvádí obecné zásady:

Pokud jsou některé z plynů uvedených v Tabulce 4 až Tabulce 10 smíchány pro vytvoření směsi k dýchání, musí být ve výsledné směsi plynů stanoven obsah kyslíku. Obsah kyslíku musí vyhovovat příslušné hodnotě stanovené pro určitou směs plynů k dýchání.

Pokud jsou některé z plynů uvedených v Tabulce 8 až Tabulce 9 smíchány pro vytvoření směsi k dýchání pro potápěče, ve výsledné směsi musí být rovněž stanoven obsah helia. Obsah helia musí vyhovovat příslušné hodnotě stanovené pro určitou směs plynů podle Tabulky 8 až Tabulky 9.

Jelikož čistota a přípustné hodnoty znečišťujících látek použitých pro tvorbu směsí jsou stanoveny v Tabulce 4 až Tabulce 9, je třeba stanovit pouze směšovací poměr. Po vytvoření směsi se musí stanovit pouze obsah kyslíku a případně helia, pro ověření kvality vytvořené směsi.

6.3.2 Vzduch s kyslíkem

6.3.3 Vzduch zbavený dusíku a vzduch obohacený kyslíkem (též zvané „nitrox“)

6.3.4 Kyslík k dýchání

Typickým představitelem těchto přístrojů je měřicí souprava AEROTEST, která je tvořena redukčním ventilem s manometrem a jemným regulačním ventilem, průtokoměrem a držákem detekční trubice, dále sadou detekčních trubic pro CO, CO₂, H₂O, olej a někdy i nitrózní plyny, přechodovými adaptéry pro přípojky 20 a 30 MPa, odlamovačem konců detekčních trubic, ochrannou trubkou pro lámání ampulí detekčních trubic na olej a stopkami. Vzduch může být měřen buď na výstupu vzduchu kompresoru, na některém z výstupů plnicí rampy kompresoru, na některém ze zásobníků vzduchu kompresoru anebo přímo na lahvi dýchacího přístroje. Při měření ze zásobníků nebo lahví je nezbytně nutné mít tyto nádoby perfektně vysušené, jinak je výsledek měření znehodnocen vlhkostí v těchto nádobách. Redukční ventil snižuje tlak na potřebnou úroveň a jemným regulačním ventilem je nastaven předepsaný průtok. Trubice s odlomenými konci je vložena do držáku a spustí se stopky. Po uplynutí stanoveného času je ventil uzavřen, trubice vyjmuta a provede se vyhodnocení dle návodu k použití. Podle výsledků měření se pak zajistí příslušná opatření, např. výměna náplně filtru kompresoru.

Pokud si plníme láhve dýchacích přístrojů v plnárně, kde nejsme přesvědčeni o dostatečné kvalitě plněného média, doporučuje se do plnicího okruhu zařadit vlastní přídavný osobní filtr s náplněmi aktivního uhlí a vhodného sušícího adsorbentu.

VI.5. Analýza dýchací směsi

U umělých dýchacích směsí je předpoklad čistoty vůči nežádoucím nečistotám na rozdíl od vzduchu a proto se analýza soustřeďuje na **měření koncentrace kyslíku**, neboť jeho obsah je s ohledem na limitované hloubky ponorů nejdůležitější.

První analýza směsi se provádí po naplnění přístroje. U nitroxu obvykle dochází k dostatečnému promísení obou složek mechanicky i difúzí poměrně rychle a nemělo by dojít k disproporcím vůči očekávání. U trimixu je nutné dbát na řádné promíchání směsi, zejména s ohledem na hmotnost hélia, kde může dojít i k rozvrstvení jednotlivých složek směsi. Lze tedy pochopitelně uskutečnit měření i po uplynutí určité doby.

Je nutné, aby potápěč, coby uživatel směsi, sám provedl její analýzu nebo se jí osobně účastnil při odběru láhve. Svým podpisem na protokolu o převzetí by měl stvrdit složení směsi a rovněž maximální hloubku, do níž smí tuto směs s ohledem na kyslíkovou toxicitu CNS použít. Důrazně se však dále doporučuje provést další analýzu směsi těsně před ponorem.

Přesnost měření koncentrace kyslíku by neměla překročit hodnotu $\pm 1\%$. To znamená, že označení Nitrox 32/68 odpovídá směsí s koncentrací kyslíku 31 - 33%. Analýza směsi se provádí přenosným detektorem obvykle pracujícím na principu galvanického článku. Přesnost měření koncentrace bývá v mezích $\pm 1\%$ kyslíku. Čidlo detektoru má zpravidla životnost přibližně 1 rok a i v originálním obalu začíná ztrácet své užité vlastnosti asi po 3 měsících. Je nutné se předem seznámit s návodem k použití přístroje. Přístroj je nutno chránit před vlhkostí. Existuje i možnost poškození čidel mrazem.

Vždy před měřením směsi v lahvi je nutno provést kalibraci měřicího přístroje, ať už pomocí čistého kyslíku nebo na okolní vzduch. Při kalibraci na vzduch se detektor zapne a vyčká se alespoň 1 minutu, až se zastaví nárůst hodnot a udávaná koncentrace kyslíku se stabilizuje. Je-li odečet mimo meze 20,8 - 21%, je nutno provést nastavení přístroje zpravidla kalibračním knoflíkem do tohoto rozmezí. Nelze-li toto provést, je přístroj vadný a vyžaduje opravu nebo výměnu čidla. K lahvi s měřenou směsí by mělo být připojeno zařízení, z něhož proudí směs v množství ca $2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ do prostoru (trubice), kam ústí čidlo detektoru (zde bývá často doporučen omezovač rychlosti průtoku, aby nedošlo k poškození čidla tlakem). Při měření se stoupající ručička měřicího přístroje zastaví do 30 sekund na konečné hodnotě odpovídající koncentraci kyslíku ve směsi, případně se ustálí hodnoty na digitálním displeji.

Dojde-li k situaci, kdy analýza provedená dvěma měřicími přístroji dá dva odlišné výsledky (a oba přístroje se jeví být v pořádku), je nutno při plánování ponoru postupovat tak, že pro účely stanovení maximální hloubky ponoru (MOD) a stupně kyslíkové zátěže se bere v úvahu větší naměřená koncentrace kyslíku ve směsi a pro účely stanovení dekomprese naopak menší naměřená koncentrace kyslíku ve směsi.

Je-li provedená kontrola směsi v souladu s plánovanými parametry, je možno zahájit přípravy a realizaci vlastního ponoru. Jsou-li naměřené koncentrace odlišné, je možné ponor upravit podle nově určené MOD, nebo láhev se směsí vyměnit (je-li k dispozici), případně ponor zrušit až do vyřešení problému.

Rozvoj technického potápění a narůstající nutnost důsledné kontroly správného složení připravovaných dýchacích směsí vedla k tomu, že kromě kontroly koncentrace kyslíku je prováděna **kontrola obsahu hélia**.

Nejčastěji je při kontrole obsahu hélia v dýchací směsi využíváno měřicích přístrojů fungujících na principu měření tepelné vodivosti plynu. Jeden z nejčastěji používaných přístrojů "Expedition Helium Analyzer" je vybaven dobíjecím akumulátorem a vlastní měření probíhá uvnitř malé komůrky, která se naplní plynem z kontrolované tlakové láhve a následně uzavře. Na LCD displeji postupně narůstá hodnota měřeného obsahu hélia ve směsi a asi do 1 minuty se údaj ustálí na konečné naměřené maximální hodnotě. Přístroj není nutno nijak kalibrovat. Přístroj však není vhodný pro kontinuální měření směsi.

Dalším, novějším produktem je přístroj "Mixcheck", který spojuje měření obsahu kyslíku i hélia. Přístroje je nabízen v přenosné i nástěnné verzi (ta je vybavena dobíjecími akumulátory), funguje na bázi výše uvedeného principu měření a měří směs, která proudí měřicím prostorem a je tudíž vhodný i pro kontinuální kontrolu směsi. Přístroj je však nutné ca 1x měsíčně kalibrovat na čisté hélium. Výhodou tohoto přístroje je takřka okamžité zobrazení naměřených hodnot obsahu hélia.

V roce 2004 se na trhu objevil i výrobek české firmy Dive soft, který je rovněž přístrojem měřicím obsah kyslíku i hélia. Pro zjištění obsahu hélia je použito metody měření rychlostí šíření zvuku v dané směsi plynů. Zařízení není nutno pro měření hélia nijak kalibrovat a je rovněž vhodné i pro kontinuální kontrolu směsi. Přístroj je vybaven vestavěným akumulátorem. Měřené hodnoty je možno přenášet do PC přes rozhraní RS232. Vzhledem k použité metodě měření je nutné s tímto přístrojem pracovat v bezhlučném prostředí. Při měření v těsné blízkosti běžícího vysokotlakého kompresoru nebo jiného intenzivního zdroje hluku, jsou naměřené hodnoty obsahu hélia nepřesné.



Obr. č. 35 Analyzátor obsahu kyslíku ve směsi plynů, Výroba Greisinger electronic GmbH



Obr. č. 36 Analyzátor obsahu kyslíku a hélia ve směsi plynů, výroba Teledyne Technologies Inc.

VI.6. Převrpa tlakových lahví

Jak je již v úvodních částech této monografie uvedeno, patří tlakové lahve se stlačenými plyny mezi nebezpečné výrobky, které vyžadují dodržování příslušných předpisů při manipulaci s nimi. Tyto skutečnosti se vztahují i na přepravu tlakových lahví, která je regulována příslušnými mezinárodními předpisy pro silniční, železniční, leteckou a vodní přepravu.

Pro naši potřebu je nutnost řešení daného problému spojeno rozhodujícím způsobem se silniční a železniční dopravou, kdežto při cestách letadly se lahve zejména z důvodů hmotnostních limitů na každého cestujícího prakticky nepřevrpa a pokud ano, tak lahve dýchacích přístrojů povoluje přepravce umisťovat do nákladního prostoru letadla pouze prázdné. U vodní přepravy jsou v zásadě předpisy shodné s těmi pro silniční a železniční přepravu a jsou uvedeny v pokynech přepravce.

U silniční a železniční přepravy je daná problematika řešena mezinárodními předpisy ADR (silniční doprava) a RID (železniční doprava).

Plyny užívané pro potřeby potápěčů, výše uvedené - vzduch, kyslík, nitrox, trimix - patří mezi plyny v tlakových lahvích (nebezpečné věci), jejichž přeprava dle článku 2 dohody ADR je po silnicích povolena. Příloha B této dohody pak uvádí požadavky na konstrukci, výbavu a provoz vozidel přepravujících tyto látky a to

- požadavky na osádky vozidel, jejich výbavu, provoz a doklady;
- požadavky na konstrukci a schvalování vozidel.

Tato ustanovení se dle článku 1.1.3.1. odst. (a) této dohody nevztahují na přepravu nebezpečných věcí soukromými osobami, kde věci jsou baleny pro drobný prodej a/nebo jsou určeny pro jejich osobní nebo domácí použití nebo pro jejich zábavu nebo sportovní činnost. Dále dle odst. (e) téhož článku se tato ustanovení nevztahují na přepravu za účelem zajištění první pomoci pro záchranu lidských životů nebo ochranu životního prostředí při realizaci všech opatření zajišťujících její plnou bezpečnost.

Jedná-li se o tlakové lahve, na něž se nevztahují ustanovení článku 1.1.3.1. dohody ADR, pak lahve musí odpovídat všem výše popsaným značením dle druhu plynu a dále musí být opatřeny bezpečnostními nálepkami uvedenými v ČSN EN 1089-2. V našem případě se bude jednat o lahve o objemech 40 - 50 ltr, které budou obsahovat plyny určené k míchání směsí a nebo již směsi namíchané.

Pro naši potřebu to znamená, že přeprava tlakových lahví dýchacích přístrojů nevyžaduje žádná mimořádná opatření při jejich transportu v osobních vozidlech. Při přepravě lahví o objemech 40 - 50 ltr však musíme plně akceptovat příslušná ustanovení ADR a přepravovat je v souladu s těmito ustanoveními na samostatném vozidle s příslušným označením a s kabinou pro posádku oddělenou od nákladového prostoru.

Použitá a doporučená literatura:

- Chlumský V., prof. Ing., Liška A., Doc. Ing. CSc.: "Kompresory", SNTL-Alfa, Praha 1982
- Jahns J., p.f.: Míchání dýchacích směsí (nitrox, trimix), SPČR, Hlučín 2008
- Jahns J., p.f.: Potápění s trimixem, II., revidované vydání, SPČR, Hlučín 2008
- Leichnitz K.: Pruefroerchen-Taschenbuch, Draegerwerk AG Luebeck, 5. Ausgabe (Mai 1982)
- Lukš O., Ing.: "Čistota vzduchu v potápěčských přístrojích, část první"; Nová vodní revue Dobrá voda č. 4/2000
- Lukš O., Ing.: "Čistota vzduchu v potápěčských přístrojích, část druhá"; Nová vodní revue Dobrá voda č. 1/2001
- Luxfer LCX: Návod k použití, hodnocení a zkoušení karbonových kompozitních tlakových lahví LUXFER, Luxfer Gas Cylinders, Colwick, Nottingham, Vector International s.r.o., únor 1998
- Matějka J., Ing.: „Analýza tlakových lahví na českém trhu“; časopis „112“, č. 11/2009, MV-GŘ HZS ČR
- Normy ČSN, ČSN EN a DIN uvedené v textu jednotlivých kapitol
- Dohody ADR a RID ve znění vybraných článků uvedených v textu jednotlivých kapitol
- MV-GŘ HZS ČR: Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru ČR, Praha 2017

Zpracoval: Ing. Oldřich Lukš 2017/2018

