

Něco víc o hyperbarických komorách

Jako potápěči pochopitelně důvěrně znáte pojem „hyperbarická komora“ a určitě jste nějakou viděli alespoň na fotografii, nebo jste někde absolvovali její prohlídku. Víte však, že hyperbarické komory existují v různých provedeních a velikostech a používají se pro mnoho různých účelů?

Hyperbarická komora by se dala definovat jako kontejner, který lze natlakovat vzduchem nebo nějakým jiným plynem a zvýšený tlak oproti okolnímu je zde možno udržovat po stanovenou dobu. Jestliže do této komory vstupují lidé, tak se zmíněné zařízení ve Spojených státech nazývá „tlakovou nádobou pro pobyt lidí“. Pro konstrukci a výrobu takového zařízení existují ve Spojených státech normy, které vytvořily instituce Americká společnost strojních inženýrů (American Society of Mechanical Engineers – ASME) a Americký úřad pro námořní dopravu (American Bureau of Shipping – ABS).

Jako profesionální potápěč jsem strávil v nejrůznějších hyperbarických komorách a kolem nich značnou část svého života. U mnoha nových komor jsem instaloval potrubní vedení, jiné komory nejrůznějších velikostí jsem seřizoval a provozoval (včetně saturačních systémů) a také jsem v nich léčil potápěče (a sám byl léčen) na dekompresní nemoc (DCS).

Co se týče konstrukce, provozu a s tím spojeného pohodlí či nepohodlí, je každá komora specifická a jedinečná. A i když se může jevit svět hyperbarických komor jako složitý, ve skutečnosti se jedná o celkem jednoduché zařízení.

Konstrukce komory

Ke konci 19. a po většinu 20. století se hyperbarické komory vyráběly téměř výhradně z oceli, protože to byl jediný poměrně levný materiál, který dokázal bezpečně udržet tlak plynu ve vnitřním prostoru tlakové nádoby. Dnes se však komory vyrábějí z jiných materiálů, např. z akrylových a para-aramidových vláken (Kevlar(r)).

Soustava potrubního vedení, kterou se do komory vedou dýchací plyny a odvádějí z ní produkty dýchání, je kombinací trubek vyrobených z mědi, nerezové oceli a mosazi. Příklad vzduchu, kyslíku a nitroxu do komory se reguluje různými ventily. Většina průhledítek do komory je z akrylu a jsou poměrně značné tloušťky. Zpravidla jsou tato okénka utěsněna o-kroužky (stejně jako dveře nebo průlezová dvířka).

Komunikace z vnitřku komory s obsluhou (operátorem) venku se děje pomocí elektronického komunikačního boxu – hovorově označovaného jako „com box“ nebo jako „potápěčský telefon“. Komerční potápěči, kteří se potápějí se zařízením podporujícím je z hladiny (zásobovací šňůrou) a používají celoobličejovou masku nebo helmu, používají stejný typ komunikačního boxu.

Komora může obsahovat jedno nebo dvě oddělení. Výhodou komory se dvěma odděleními je skutečnost, že lidé nebo výstroj se dostávají dovnitř nebo ven přes vnější oddělení, zatímco vnitřní oddělení je udržováno na konstantní hloubce. To je hlavně důležité při léčbě osob s DCS, neboť to umožňuje lékařům i ostatnímu personálu vstupovat do komory a vystupovat z ní bez nutnosti vystavovat se působení celé terapie, která obvykle trvá šest hodin nebo i déle.

Téměř všechny větší komory mají tzv. „zdravotní okénka“, kterými obsluha dopravuje zdravotní zásoby a potravu osobám acházejícím se uvnitř komory. Tato okénka se obsluhují velmi snadno a pracují na principu vyrovnávání tlaku v komoře s tlakem v prostoru uvnitř okénka.

Typická komora používaná při komerčním potápění má průměr 120 až 150 cm a je dlouhá asi 4,3 metrů. Průhledné akrylové komory podobné komorám používaným v nemocnicích mají zpravidla takové rozměry, aby pojaly jedinou ležící osobu. Osobám trpícím klaustrofobií může pobyt v takové komoře činit značné potíže.

Jak se komory používají

Při vojenském a komerčním potápění se hyperbarické komory zpravidla používají pro léčebnou proceduru známou jako „dekomprese na hladině s kyslíkem“ nebo „sur-d-O₂“. U této terapie se na potápěči vyžaduje, aby provedl ve vodě několik zastávek, poté rychle vystoupal k hladině a během 5 minut vstoupil do dekompresní komory.

Uvnitř komory je potápěč vystaven rekompresi (obvykle odpovídající hloubce 12 metrů) a dýchá čistý kyslík v časových intervalech trvajících 20 minut přerušovaných 5minutovými přestávkami, kdy dýchá vzduch.

Dekomprese na hladině s použitím kyslíku se všeobecně považuje za mnohem bezpečnější než dekomprese ve vodě. Hloubku potápěče lze přesně kontrolovat, v komoře je potápěč vystaven mnohem menšímu riziku než ve vodě a navíc lze dobře regulovat i teplotu komory. I když zde potápěč dýchá čistý kyslík v hloubce překračující doporučenou maximální hloubku pro tento plyn, děje se to v suchém prostředí a ve zcela klidovém stavu, proto nedochází prakticky nikdy k žádným problémům.

Komory určené pro komerční potápění jsou zpravidla vybaveny dvěma soupravami ovládacích prvků, přičemž jeden ovládací panel je umístěn vně komory a druhý uvnitř. Přitom je třeba podotknout, že vnější ovládací panel má přednost před ovládacími prvky, které může obsluhovat potápěč uvnitř. Důvodem tohoto zdvojení je umožnit potápěči, aby v případě nějaké nehody mohl ovládat a regulovat svou dekompresi sám. Zpravidla se však ovládá komora jen z jednoho panelu a ten je umístěn zvenčí.

Vojenští a komerční potápěči mohou rovněž používat techniku známou pod pojmem saturační potápění, kdy potápěči žijí v saturační soustavě pod tlakem vždy několik dní najednou. Tato soustava se skládá z několika komor svařených k sobě a z potápěčského zvonu, což je zároveň hyperbarická komora, kterou lze k soustavě také připojit. Celá soustava bývá umístěna na mořské plošině, na palubě člunu nebo na lodi ukotvené nad místem, kde pracují potápěči na dně. Když nastane čas jít do práce, potápěči vstoupí do zvonu, který je hermeticky utěsněn/oddělen od soustavy (ta je také utěsněna).

Když se uzavřou dvířka uvnitř zvonu, spustí se celý zvon do hloubky, kde budou potápěči pracovat. Jakmile se shoduje tlak uvnitř zvonu s tlakem vnějším, mohou potápěči dvířka otevřít. Práce probíhá většinou tak, že jeden potápěč vyplave a začne pracovat, zatímco druhý potápěč zůstane uvnitř zvonu a dohlíží na hadici prvního potápěče a jistí jej pro případ nějaké nouzové situace. První potápěč většinou pracuje ve vodě maximálně 4 hodiny a pak si vymění svou roli s kolegou ve zvonu. Není však žádnou zvláštností, když zvon „běží“ 10-12 hodin od okamžiku, kdy byl spuštěn z paluby a teprve potom potápěči práci ukončí a znovu se uzamknou do saturačního systému.

Saturační potápění je založeno na principu, že po 24 hodinách pod tlakem je potápěč „saturován“ jakýmkoliv inertním plynem v dýchací směsi a jeho dekomprese je stejná bez ohledu na to, zdali je/byl pod tlakem den, týden nebo měsíc. Jelikož většina saturačního potápění se provádí do hloubek větších než 50 metrů, používá se jako inertní plyn ve směsi helium, neboť tento plyn nemá narkotické účinky jako dusík. Vojenské a komerční potápěče může samozřejmě postihnout DSC také a hyperbarické komory se používají k jejich léčbě stejně tak, jak se to děje v případě sportovních potápěčů. Mezi civilními a vojenskými/komerčními potápěčskými akcemi však bývá zásadní rozdíl v dostupnosti: Mnoho vojenských a komerčních plavidel má komoru s sebou přímo na místě, takže s léčbou postiženého potápěče lze začít brzy po nehodě. A protože se jedná o odbornou terapii, bývá přítomen i lékař odborník na hyperbarickou medicínu.

Hyperbarické komory se také často používají při výzkumech v oblasti potápěčské fyziologie a pro testování potápěčské výbavy. Takové komory mívají velmi neobvyklé tvary i rozměry. Mohou být velmi velké, jako je např. komora institutu U.S. Navy's Ocean Simulation Facility v Panama City na Floridě, nebo jsou tak malé,

aby pojaly jen nějaký kus výbavy – např. potápěčskou helmu, regulátor nebo potápěčský počítač.

Malé komory pro jednoho člověka se také používají pro přepravu obětí nehod, které se udály při přístrojovém potápění, a sice pro přemístění z nějaké odlehlé lokality do zařízení, kde může být postiženému potápěči poskytnutá komplexní péče. Takové komory jsou malé i lehké, proto je lze přepravovat vrtulníkem nebo letadlem. Rovněž bývají konstruovány tak, aby se daly spojit s větší komorou, nebo jsou tak malé, že je lze do větší komory umístit, což umožňuje, aby byla postižená osoba pod tlakem nepřetržitě.

Hyperbarická zkušenost

Provedení „ponoru“ uvnitř hyperbarické komory velmi připomíná pobyt uvnitř velké nádrže pro přístrojové potápění. Podobně jako v nádrži, i komora se zahřívá, když v ní tlak stoupá a ochlazuje, jakmile se tlak snižuje.

Když se provádí ponor uvnitř komory, musí se vyrovnávat tlak v uších – stejně jako při potápění ve vodě. A vše, co se bere s sebou dovnitř, např. hodinky, musí odolávat tlaku.

Budete-li mít příležitost zkusit si ponor v kabině jen tak pro zajímavost, tedy ne proto, že potřebujete terapii, pamatujte, že bude-li ponor dost dlouhý a hluboký, můžete zaznamenat stejné následné potíže („bends“), jako kdybyste se potápěli ve volné přírodě.

Zacházení s hyperbarickou komorou vyžaduje specifické

dovednosti a dobrou údržbu. Pobyt uvnitř hyperbarické komory je poměrně bezpečný, ale buďte si vědomi těchto nebezpečí: nesprávného provozování komory, možnosti technické poruchy a ohně.

K požáru je potřeba zdroj, hořlavý materiál a dostatek kyslíku, který podporuje hoření. Z těchto důvodů bývá obsluha komor velmi opatrná na materiály, které povolí vnést do komory.

Navíc si osoba určená do komory musí před vstupem zout boty, aby dovnitř nezanesla nějaké hořlavé oleje. Komory se vyrábějí podle přesně stanovených norem, proto u nich dochází k technickým poruchám velmi zřídka. Je-li však komora stará a není-li dobře udržovaná, nebo je-li poškozená nějakou vnější silou, mohlo by v ní dojít k rychlému snížení tlaku. V takové situaci by mohla nastat až explozivní dekomprese s velmi vážnými nebo dokonce fatálními následky.

I když je obsluha většinou velmi dobře vyškolená, každý člověk může někdy udělat chybu. Potřebujete-li vy sami nebo váš potápěčský kolega podstoupit rekompresi v nějakém neznámém místě, prohlédněte si, v jakém stavu se zařízení na chází: Je čisté a vypadá v pořádku? Není nutno něco zkontrolovat nebo opravit? Když jste se na něco zeptali, dokázala vám obsluha uspokojivě odpovědět? A budete-li mít i nadále pochybnosti ohledně zařízení, do kterého máte vstoupit, zavolejte do DAN.

Ke komorám všeobecně

Z mnoha důvodů jsou hyperbarické komory pro potápění velice důležité. Doufejme, že nikdy nebudete žádnou potřebovat, ale je dobré vědět, k čemu vlastně slouží, jak fungují a proč jsou tak důležité.

Program DAN pro podporu obsluhy rekompresních komor (RCAP) začíná 18. rok služeb rekompresním komorám. Díky svému stále aktivnímu programu poskytování služeb rekompresním komorám udržuje DAN kontakt s asi 30 komorami na území, které patří do působnosti DAN America. Tyto komory si mohou kdykoliv vyžádat pomoc v rámci Programu DAN pro podporu obsluhy rekompresních komor (RCAP).

Letos začíná již 18. rok trvání tohoto programu poskytování služeb rekompresním komorám. Joel Dovenbarger, viceprezident pro zdravotní služby v DAN America, uvádí, že díky pravidelné komunikaci s komorami zná DAN konkrétní potřeby i cíle prakticky každé komory. „Dostáváme informace přímo z komor, pomáháme jim stanovovat priority a radíme jim, jak je DAN může co nejúčinněji podporovat,“ říká

Dovenbarger.

„Letos se RCAP zaměří hlavně na vzdělávací programy a také umístí u těch komor, které je zatím nemají, přístroje na monitorování pacientů, a sice na sledování srdeční frekvence, dýchání a kyslíkové saturace během probíhající terapie potápěčů. DAN bude také hodnotit stav komor přímo na místě, aby personálu pomohl zmodernizovat jejich stávající funkční zařízení nebo, bude-li to potřeba, aby se provedly nutné opravy.“

Formou dotací v rámci programu RCAP pomáhá DAN komorám s jejich údržbou, opravami i vybavováním novými přístroji a také průběžně pořádá různé zdravotnické vzdělávací akce a konference pro obslužný personál. Důležitost RCAP spočívá mimo jiné v tom, že tento program poskytuje podporu a služby, které by si jinak komory nemohly dovolit.

Program DAN pro podporu obsluhy rekompresních komor vznikl v roce 1993 s cílem pomáhat rekompresním komorám a jejich obslužnému personálu finančně i školením. Tento program usiluje od samého začátku o zajištění dostupnosti vysoce kvalitní rekompresní terapie pro potápěče na celém území působnosti DAN America.

O programu RCAP se dozvíte více na stránce <http://www.daneurope.org/web/guest/rcapp1>.

o Autorovi

Steve Barsky je členem DAN a profesionálem pracujícím na plný úvazek v potápěčském průmyslu. Působí také jako dobrovolník v Catalina Hyperbaric Chamber. Napsal knihy The Simple Guide to Commercial Diving (společně s B. Christensenem) a Underwater Digital Video Made Easy (společně s L. Milbrandem a M. Thurlowem).

www.hammerheadpress.com.