

Spojrzenie do wnętrza komór hiperbarycznych

Jako nurek, niewątpliwie jesteś zaznajomiony z terminem „komora hiperbaryczna” i prawdopodobnie widziałeś zdjęcia komór lub nawet zwiedzałeś jedną z nich. Czy jednak wiesz, że komory hiperbaryczne dostarczane są w różnych rodzajach oraz wielkościach i eksploatowane są dla wielu różnych celów?

Komorę hiperbaryczną można by zdefiniować jako pojemnik, w którym można zwiększyć ciśnienie powietrza lub innych gazów i utrzymywać ciśnienia wyższe od normalnego ciśnienia atmosferycznego. Jeżeli człowiek wchodzi do wnętrza komory, właściwym terminem do opisanie tego typu urządzenia w Stanach Zjednoczonych jest „naczynie ciśnieniowe do zamieszkania przez człowieka”. Organizacje takie, jak Amerykańskie stowarzyszenie inżynierów mechaników (ASME) i Amerykańskie biuro klasyfikacyjne (ABS) stworzyło normy konstrukcji tego typu urządzeń dla komór budowanych w Stanach Zjednoczonych.

Jako zawodowy nurek, spędziłem dobrą część mego życia w komorach hiperbarycznych wszystkich rodzajów, lub blisko nich. Montowałem instalacje w nowych komorach, konfigurowałem i obsługiwałem komory wszystkich wielkości (włączając systemy nasycania) i leczyłem w nich nurków (oraz byłem leczony) z choroby dekompresyjnej (DCS).

W znaczeniu konfiguracji, obsługi oraz stworzenia zapewnianych przez nie wygód, każda komora posiada swoją własną, unikalną osobowość. Chociaż świat komór hiperbarycznych może wydawać się złożony, większość komór w rzeczywistości jest prosta.

Konstrukcja komory

W końcu XIX wieku i przez większość wieku XX, komory hiperbaryczne były wykonywane prawie wyłącznie ze stali, ponieważ był to jedyny tani materiał, który mógłby bezpiecznie wytrzymać ciśnienia spotykane w większości komór. Dzisiaj, komory wykonywane są z innych materiałów, włączając akryle i włókna paraaramidowe (jak Kevlar(r)).

Instalacje przenoszące gazy oddechowe do/z większości komór są mieszaniną rur z miedzi oraz stali nierdzewnej oraz z mosiądzu. Różne rodzaje zaworów kontrolują przepływ powietrza, tlenu i nitroxi do komory.

Wizjery większości komór są akrylowe i wyjątkowo grube. Są one na ogół uszczelniane pierścieniami O-ring, tak jak „drzwi” lub inaczej mówiąc – włazy komory.

Komunikacja z wnętrza komory z zewnętrznym operatorem zwykle odbywa się przy użyciu elektronicznej skrzynki komunikacyjnej, częściej nazywanej „com box” lub „telefonem nurków”. Nurkowie zawodowi, którzy nurkują używając zasilanego z powierzchni (jak pępowiną) sprzętu z całodwarzowymi maskami lub hełmami, wykorzystują skrzynki komunikacyjne tego samego typu.

Komory mogą mieć konstrukcję jednośluzową, z jednym przedziałem lub dwuśluzową, z dwoma przedziałami. Zaletą komór dwuśluzowych jest to, że ludzie lub sprzęt mogą „zamykać się” lub wychodzić przez zewnętrzny przedział, podczas gdy wewnętrzna śluza utrzymywana jest na stałej głębokości. Jest to szczególnie ważne przy leczeniu osób z DCS, ponieważ pozwala lekarzowi lub innym opiekunom na wchodzenie do komory oraz jej opuszczanie bez angażowania ich na cały okres terapii, trwającej zwykle sześć godzin lub dłużej.

Prawie wszystkie większe komory posiadają „śluzę medyczną”, przez którą opiekunowie dostarczają zaopatrzenie medyczne oraz pożywienie dla mieszkańców komory. Są one proste w obsłudze i działają przez wyrównanie ciśnienia komory z przestrzenią śluzy.

Typowa komora używana w nurkowaniu komercyjnym posiada zwykle średnicę 54 lub 60” (135 lub 150 cm) i całkowitą długość około 14 stóp (4,3 m). Czysto akrylowe komory, jak te znajdujące się w większości szpitali, mają często długość wystarczającą do pomieszczenia jedynie pojedynczej, leżącej osoby. Jeżeli cierpisz na klaustrofobię, taka komora może stanowić wyzwanie.

Jak są używane komory

W nurkowaniu wojskowym i komercyjnym, komory hiperbaryczne są rutynowo używane do procedury znanej jako „powierzchniowa dekompresja tlenem” lub „sur-d-O₂”. Technika ta wymaga od nurka przeprowadzenia serii przystanków w wodzie, a następnie do szybkiego wynurzenia na powierzchnię i wejścia w ciągu pięciu minut do komory dekompresyjnej. Wewnątrz komory, nurek poddawany jest dekompresji, zwykle do ekwiwalentu głębokości 12 metrów, gdzie oddycha on czystym tlenem przez okresy 20 minutowe, z pięciominutowymi przerwami na powietrze.

Dekompresja powierzchniowa z użyciem tlenu jest na ogół uznawana za dużo bezpieczniejszą, niż dekompresja w wodzie. Głębokość nurka można precyzyjnie kontrolować, więc zagrożenie dla nurka w komorze jest mniejsze, niż w wodzie, ponadto, w komorze można również regulować temperaturę.

Mimo, że nurek oddycha czystym tlenem na głębokości, która przekracza maksymalną zalecaną dla tego gazu, przebywając w suchym środowisku i będąc w pełni odprężony rzadko doświadcza problemu.

Komory, które zostały oprzyrządowane dla nurkowania komercyjnego, zwykle posiadają identyczny zestaw kontrolki wewnątrz i na zewnątrz komory, chociaż kontrolki „nawodne” są zwierzchnie względem kontrolki nurka. Powody stojące za taką filozofią oprzyrządowania są takie, że w zagrożeniu, nurkowie mogą obsługiwać swoją własną dekompresję. W świecie cywilnym, niewiele komór można uruchamiać od wewnątrz.

Nurkowie wojskowi i komercyjni mogą również używać techniki znanej jako nurkowanie nasycone, gdzie nurkowie żyją w systemie nasycenia, pod ciśnieniem przez wiele dni. Taki system na ogół składa się z kilku ześrubowanych ze sobą komór oraz dzwonu nurkowego, będącego również komorą hiperbaryczną który można także dołączać do systemu. System zwykle posadowiony jest na pokładzie barki, statku lub platformy wiertniczej, zakotwiczonych nad miejscem, gdzie nurkowie będą pracowali na dnie. Gdy nadchodzi czas pójścia do pracy, nurkowie wspinają się do dzwonu nurkowego, który po uszczelnieniu jest odłączany od systemu, a system jest również uszczelniany.

Gdy tylko zostaje zamknięty wewnętrzny właz dzwonu, jest on opuszczany na głębokość, gdzie nurkowie będą pracować. Gdy ciśnienie wewnątrz dzwonu jest równe ciśnieniu na zewnątrz, mogą oni otworzyć właz. Zazwyczaj, jeden nurek wypływa na zewnątrz, aby wykonać pracę, podczas gdy drugi pozostaje wewnątrz dzwonu, aby doglądać węża pierwszego nurka i zadziałać jako nurek zabezpieczenia, w nagłym przypadku.

Pierwszy nurek zwykle pracuje przez maksymalnie cztery godziny w wodzie, a następnie zamienia się miejscami ze swoim partnerem. Nie jest niczym niezwykłym przebywanie dzwonu w wodzie 10-12 godzin od czasu, gdy opuszcza on pokład, do chwili, gdy nurkowie ulokują się z powrotem w systemie nasycania.

Zasadą przemawiającą za nurkowaniem nasyconym jest to, że po 24 godzinach pod ciśnieniem, nurek zostaje „nasycony” każdym obojętnym gazem z mieszanki oddechowej i jego dekompresja będzie trwała tyle samo, bez względu na to, czy przebywał pod ciśnieniem dzień, tydzień, czy miesiąc. Ponieważ większość nurkowań nasyconych ma miejsce na głębokościach przekraczających 50 metrów, gazem obojętnym użytym w mieszance jest hel, który nie wytwarza takiego samego efektu narkotycznego, jak azot.

Oczywiście nurkowie wojskowi i komercyjni mogą również nabawić się DCS i komory hiperbaryczne są używane do ich leczenia, tak jak leczeni są nurkowie sportowi. Inną wielką różnicą między operacjami cywilnymi w zestawieniu z komercyjnymi i wojskowymi jest dostępność: wiele komercyjnych i wojskowych statków posiada komorę na miejscu tak, aby nurek mógł być szybko leczony ze wszystkich typów wypadków nurkowych. Ponieważ leczenie wypadków nurkowych jest procedurą medyczną, w większości przypadków lekarze hiperbaryczni zalecają kurs leczenia dla nurków.

Komory hiperbaryczne są również używane do przeprowadzania badań z fizjologii nurkowania oraz testowania sprzętu nurkowego. Takie komory są zwykle ekstremalnej wielkości. Mogą one być bardzo duże, jak ta w Obiekcie symulacji oceanicznych marynarki USA w Panama City na Florydzie (U.S. Navy's Ocean Simulation Facility) lub mogą wystarczająco duże, aby pomieścić element wyposażenia taki, jak hełm, regulator lub komputer nurkowy.

Niewielkie, jednoosobowe komory są również używane do ewakuacji ofiar wypadków nurkowych z odległych miejsc do obiektów, w których można zapewnić bardziej obszerną opiekę medyczną. Zwykle wystarczająco małe i lekkie, aby mogły być przetransportowane helikopterem lub samolotem. Są one na ogół również zaprojektowane do sprzęgnięcia z większą komorą, lub są wystarczająco małe, aby umożliwiło to umieszczenie ich wewnątrz większej komory; pozwala to na ciągłe utrzymywanie poszkodowanej osoby pod ciśnieniem.

Doświadczenie hiperbaryczne

Wykonywanie „nurkowania” wewnątrz komory hiperbarycznej jest bardzo podobne do przebywania w dużym zbiorniku akwalungu. Tak, jak butla twego akwalungu, komora będzie się nagrzewać, gdy ciśnienie w jej wnętrzu wzrasta, a ostudzać, gdy ciśnienie jest zmniejszane.

Gdy przeprowadzasz nurkowanie wewnątrz komory, będziesz musiał wyrównywać ciśnienie w uszach tak, jak czynisz to podczas nurkowania pod wodą. Wszystko, co zabierasz ze sobą do wewnątrz, np., zegarek, musi mieć zdolność wytrzymania ciśnienia.

Jeżeli masz okazję wykonać nurkowanie w komorze, po prostu dla doświadczenia, a nie z konieczności terapii, pamiętaj, że jeżeli nurkowanie jest wystarczająco długie i głębokie, w rezultacie możesz nabawić się choroby kesonowej tak, jak podczas każdego nurkowania w otwartych wodach.

Eksploatacja komory hiperbarycznej wymaga umiejętności i konserwacji. Przebywanie wewnątrz komory hiperbarycznej jest stosunkowo bezpieczne, lecz bądź świadomy następujących zagrożeń: niewłaściwa eksploatacja komory, usterka konstrukcyjna i pożar.

Pożar wymaga źródła zapłonu, czegoś do palenia się i tlenu w ilości wystarczającej do podtrzymania spalania. Z tego powodu, operatorzy komór są wyjątkowo ostrożni, jeżeli chodzi o rodzaje tkanin dopuszczanych do wnętrza. Dodatkowo, wszyscy pasażerowie komór muszą zdjąć swoje obuwie zanim wejdą, unikając następowania na łatwopalne oleje.

Ponieważ komory są budowane w oparciu o wymagające normy, usterki konstrukcyjne są rzadkie. Jednakże, jeżeli komora jest stara i była niedbale utrzymywana, lub jest uszkodzona przez siły zewnętrzne, mogłoby to zakończyć się bardzo szybkim rozszczelnieniem. Taka sytuacja, może skutkować dekompresją wybuchową, zdarzeniem poważnym lub nawet fatalnym.

Mimo, iż większość operatorów jest dobrze przeszkolonych, nawet najlepszy operator może popełnić pomyłkę. Jeżeli ty, lub twój partner wymagacie dekompresji w nieznanym miejscu, przyjrzyjcie się ogólnemu stanowi obiektu: czy jest on czysty i zadbane? Czy coś wydaje się wymagać uwagi lub naprawy? Jeżeli zadałeś pytanie, czy odpowiedzi były zadowalające? Jeżeli masz jakiegokolwiek wątpliwości dotyczące obiektu, w którym przebywasz, zadzwoń do DAN.

Komory w perspektywie

Z wielu względów, komory hiperbaryczne są istotne przy nurkowaniu. Miejmy nadzieję, że nie będziesz nigdy potrzebował którejś z nich, lecz dobrze jest rozumieć czym one są, jak działają i dlaczego są tak ważne.

Program pomocy DAN komorom dekompresyjnym (RCAP) rozpoczyna 18^o rok służby komorom dekompresyjnym. Poprzez swój bieżący program pomocy komorom, DAN utrzymuje kontakt z ponad 30 komorami w rejonie DAN America. Komory te mogą żądać pomocy zgodnie z programem pomocy DAN komorom dekompresyjnym (RCAP). Program rozpoczyna 18^o rok służby dla społeczności komór dekompresyjnych.

Joel Dovenbarger, wiceprzewodniczący DAN America dla usług medycznych, powiedział, że przez komunikację z komorami, że DAN identyfikuje ogólne potrzeby i celuje w specyficzne potrzeby poszczególnych komór. „Rozmawiamy bezpośrednio z komorami, pomagamy im ustanowić priorytety i znajdujemy sposoby, jak DAN może najlepiej im pomagać”, powiedziała Dovenbarger.

„Tego roku, RCAP skupi się na programach edukacyjnych i umieści monitory pacjentów w komorach, które w czasie leczenia nurków, nie mają sposobu monitorowania bicia serca, oddychania i nasycenia tlenem. „DAN przeprowadzi również ocenę na miejscu, aby pomóc personelowi komory zmodernizować ich obiekty lub, jeżeli wymagane, dokonać ulepszeń.”

Poprzez RCAP, DAN pomaga komorom udzielając grantów na konserwację, naprawy oraz nowy sprzęt i kontynuuje fora edukacji medycznej lub konferencje medyczne dla personelu komór. Podkreśla to wagę RCAP. RCAP może dostarczyć rzeczy, na które komory nie zawsze mogą sobie pozwolić. Program pomocy DAN komorom dekompresyjnym został ustanowiony w 1993, aby wesprzeć komory dekompresyjne i personel medyczny pomocą finansową oraz szkoleniami. Program był pomyślany, aby upewnić się, że w rejonie funkcjonowania DAN America dostępne jest dla nurków wysokiej jakości leczenie dekompresyjne.

Aby dowiedzieć się więcej o RCAP, odwiedź <http://www.daneurope.org/web/guest/rcapp1>.

Informacje o autorze

Steve Barsky jest członkiem DAN i pełnoetatowym zawodowcem z przemysłu nurkowego. Jest wolontariuszem w komorze hiperbarycznej Watalina. Jego książki obejmują The Simple Guide to Commercial Diving (Prosty przewodnik do nurkowania komercyjnego) (z B. Christensenem) oraz Underwater Digital Video Made Easy (Łatwe wykonywanie podwodnego, cyfrowego wideo) (z L. Milbrandem oraz M. Thurlowem). www.hammerheadpress.com