

Praca instruktora IDA/CMAS

Marcin Szymański

Komora dekompresyjna ORTOLAN L-80



KOMORA

DEKOMPRESYJNA

Wstęp

Jedyną i skuteczną metodą zapobiegania chorobie ciśnieniowej jest przestrzeganie zasad dekompresji, czyli odpowiednio wolnego wynurzenia się na powierzchnię, aby nadmiar azotu zdążył się wysycać normalną drogą, to jest z tkanek do krwi do płuc i dalej na zewnątrz. Szybkość wynurzenia się nurka zależy od głębokości i czasu przebywania pod wodą. Do obliczania czasu dekompresji służą tablice dekompresyjne, zazwyczaj dekompresje przeprowadza się pod wodą. W awaryjnych wypadkach gdy nurek w sposób nie kontrolowany znajdzie się na powierzchni, istnieje możliwość rozprężenia w komorach dekompresyjnych.

Nurek zostaje umieszczony w komorze, w której po hermetycznym zamknięciu następuje podwyższenie ciśnienia, jakie panowało na głębokości z której awaryjnie wypłynął na powierzchnię. Przeprowadza się dekompresję przy zachowaniu prawidłowej prędkości rozprężania.

Pierwsze zalecenia dotyczące powolnego rozprężania opracował w 1878 roku fizjolog francuski Paul Bert. W tym czasie zaczęły się pojawiać w bazach nurkowych komory dekompresyjne, w których prowadzono liczne doświadczenia i leczenia. Paul Bert zalecał stosowanie dekompresji ciągłej, która zakładała powolne i równomierne wynurzenie nurka, ta metoda rozprężania trwała długo była niewygodna i nieekonomiczna. W roku 1910 brytyjski uczyony John Scott Haldane opracował inny sposób przeprowadzenia dekompresji polegający na tym, że podczas wynurzenia nurek zatrzymuje się na określonych głębokościach przez ściśle określony czas. Ten sposób rozprężania został nazwany dekompresją stopniową.

Po krótkim wprowadzeniu do mojej pracy opiszę budowę, działanie i obsługę komory dekompresyjnej typu Ortolan na którą posiadam uprawnienia do jej obsługiwania.

Przeznaczenie

Komora dekompresyjna ORTOLAN jest przeznaczona do:

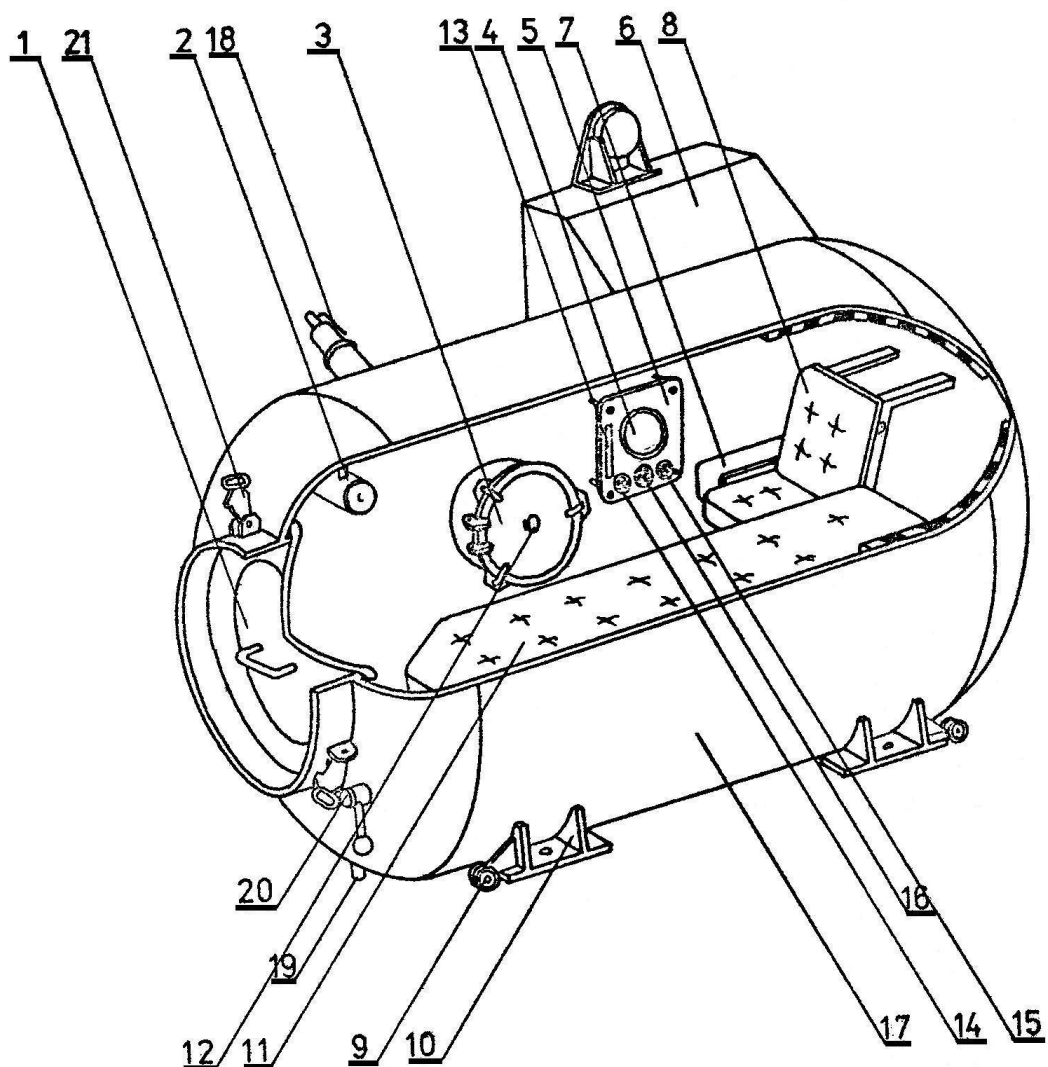
- prowadzenia dekompresji leczniczej przy objawach choroby ciśnieniowej i urazu ciśnieniowego płuc – dla jednego nurka w towarzystwie ubezpieczającego lekarza; należy przy tym zaznaczyć, że ruchoma baza płetwonurków ORTOLAN L-80 ze względów technicznych w zasadzie nie nadaje się do prowadzenia dekompresji leczniczej przy ciśnieniu powyżej 0,7 MPa;
- przeprowadzenia dekompresji powierzchniowej dla dwóch nurków jednocześnie;
- przeprowadzenia treningów ciśnieniowych dla dwóch nurków jednocześnie pod ciśnieniem do 0,3 MPa co odpowiada zanurzeniu na głębokość do 30 m;
- transportowania chorego nurka w towarzystwie ubezpieczającego lekarza do stacjonarnej komory dekompresyjnej.

Budowa

Komora dekompresyjna zbudowana jest z blachy stalowej w kształcie cylindra zamkniętego z obu stron eliptycznymi dennicami. W przedniej dennicy wykonany jest wąż wejściowy o średnicy 704 mm, zamykany pokrywą wyposażoną w gumowy pierścień uszczelniający. W położeniu zamkniętym pokrywę blokuje się za pomocą czterech rygli sterowanych z zewnątrz lub wewnątrz komory. Wokół zrębnicy wężu znajduje się 12 uchwytów śrubowych, służących do mocowania przenośnej jednoosobowej komory dekompresyjnej. Na kadłubie komory przyspawane są cztery uchwyty umożliwiające podnoszenie jej za pomocą urządzeń dźwigowych. W poszyciu komory zainstalowano dwa iluminatory (oświetleniowy i obserwacyjny) oraz urządzenie śluzowe, przeznaczone do podawania i odbierania niewielkich przedmiotów z wewnątrz komory, gdy panuje w niej podwyższone ciśnienie. Urządzenie śluzowe wyposażone jest w dwie pokrywy: pokrywa wewnętrzna posiada blokadę uniemożliwiającą jej otwarcie, jeśli uprzednio nie nastąpi połączenie przestrzeni wewnątrz śluzy z atmosferą. Wewnątrz komory znajduje się: podłoga, łóżko, stolik, grzejnik, tłumik powietrza

dolotowego, pomocnicza tablica kontrolno-sterująca wraz z mikrofono-słuchawką urządzenia telefonicznego, a ponadto zbiornik na wodę do picia i zbiornik na fekalia; łóżko i fotel posiadają pasy bezpieczeństwa. Z zewnątrz komory znajdują się: zawór bezpieczeństwa, zawór odwadniający, główna tablica kontrolno-sterująca wraz z urządzeniem telefonicznym typu TUR 69-3 i wyłącznikami elektrycznymi grzejnika i lampy komory.





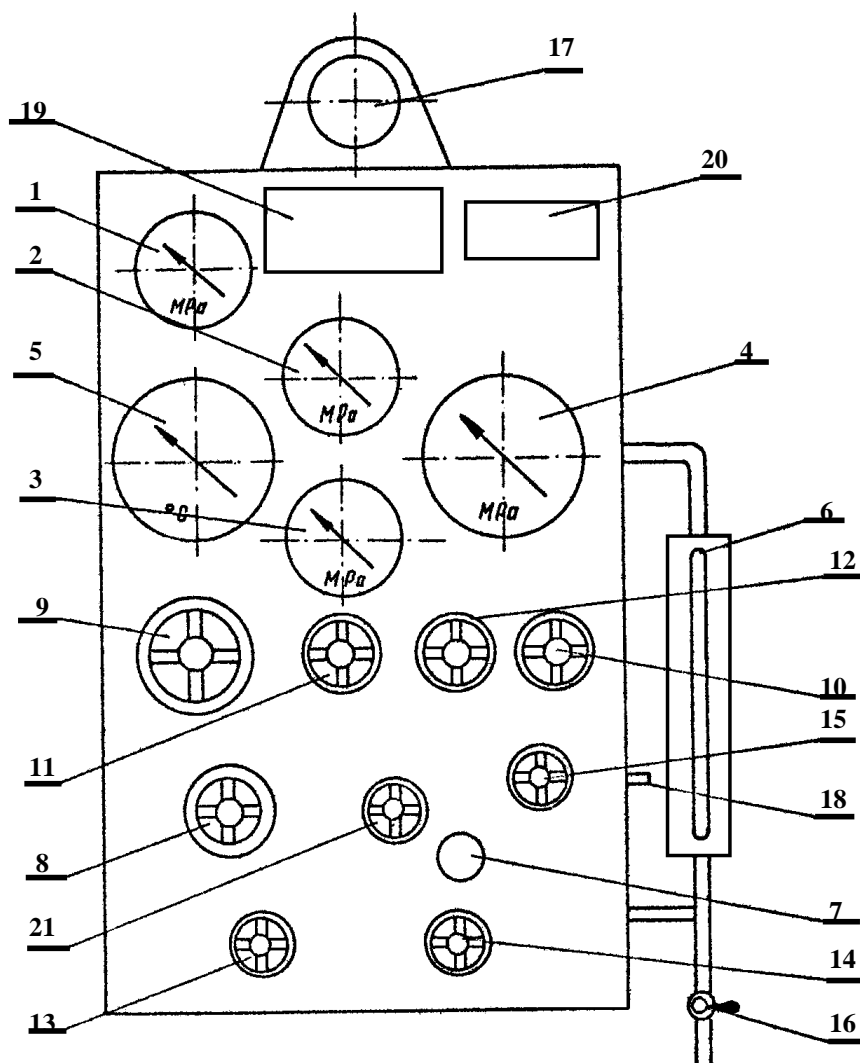
KOMORA DEKOMPRESYJNA

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1-Pokrywa wężu | 13-Termometr rtęciowy |
| 2-Tłumik powietrza dolotowego | 14- Zawór regulujący odlotowy |
| 3-Pokrywa wewnętrzna śluzi | 15-Zawór regulujący dolotowy |
| 4-Manometr wskazujący ciśnienie w komorze | 16-Mikrofon głośnikowy |
| 5-Tablica kontrolno-sterująca zewnętrzna | 17-Korpus-płaszcz stalowy komory |
| 6-Tablica kontrolno-sterująca | 18-Zawór bezpieczeństwa |
| 7-Stolik | 19-Zawór odwadniający |
| 8-Fotel | 20-Rygiel |
| 9-Rolki | 21-Uchwyt śruby. |
| 10-Wspornik | |
| 11-Łóżko | |
| 12-Zawór wyrównawczy ciśnienie w śluzie | |

Główna tablica kontrolno-sterująca komory dekompresyjnej (zewnętrzna) zawiera wszystkie zawory niezbędne do sterowania napełnianiem, opróżnianiem i wentylacją komory oraz niezbędne przyrządy kontrolne, to jest : manometry, termometr i rotametr.

Rotametr służy do pomiaru ilości powietrza odpływającego z komory w jednostce czasu (dm^3 na min), przy czym aktualną wartość przepływu wskazuje górna część pływaka. Na tablicy znajduje się ponadto reduktor o wydajności $160\text{dm}^3/\text{min}$, który służy do zmniejszenia ciśnienia powietrza z butli zasilających komorę do wartości 0,2-2,2 MPa. Należy przy tym zaznaczyć, że najniższe ciśnienie, jakie można osiągnąć za reduktorem wynosi 0,2 MPa. Wynika z tego, że w zakresie ciśnień od 0 do 0,2 MPa regulacja ciśnienia za pomocą reduktora jest niemożliwa.





Tablica kontrolno-sterująca komory dekompresyjnej (zewnętrzna)

- | | |
|--|--|
| 1- Manometr ciśnienie w kolektorze | 13- Zawór ładowania butli |
| 2- Manometr ciśnienie przed reduktorem | 14- Zawór wentylacja z zespołu zasilania |
| 3- Manometr ciśnienie za reduktorem | 15- Kurek do próbek powietrza |
| 4- Manometr ciśnienie w komorze | 16- Kurek odwadniający rotametr |
| 5- Termometr temperatura w komorze | 17- Zegar |
| 6- Rotametr | 18- Końcówka do próbek powietrza |
| 7- Reduktor | 19- Tablica włączników elektr. |
| 8- Zawór odcinający butle | 20- Telefon nurkowy |
| 9- Zawór szybkiego napełniania | 21- Zawór powietrze dla nurka |
| 10- Zawór regulujący dolotowy | |
| 11- Zawór regulujący odlotowy | |
| 12- Zawór szybkiego opróżniania | |

Przygotowanie komory dekompresyjnej do pracy

Podstawowym warunkiem dopuszczenia komory dekompresyjnej do pracy jest ważność legalizacji samej komory, manometrów i zaworu bezpieczeństwa. Komorę dekompresyjną przygotowuje się do pracy raz na dobę:

- przed rozpoczęciem nurkowania,
- przed treningiem ciśnieniowym.

W celu przygotowania komory do pracy należy rozwiązać bazę, a następnie:

- otworzyć drzwi nadwozia i opuścić schodki oraz otworzyć pokrywę wjazdu komory i zabezpieczyć ją w położeniu otwartym,
- sprawdzić czy wszystkie instalacje powietrznej są zamknięte,
- sprawdzić odwodnienie komory i butli na sprężone powietrze za pomocą zaworów odwadniających,
- sprawdzić czy butle w nadwoziu samochodu i na przyczepie naładowane są do ciśnienia roboczego – 15 MPa,
- sprawdzić szczelność zaworów na dławicach i w razie potrzeby dokręcić dławice po uprzednim obniżeniu ciśnienia w przewodach do ciśnienia atmosferycznego,
- sprawdzić szczelność reduktora,
- sprawdzić pod ciśnieniem 0,02 MPa szczelność wjazdu i pokrywy wewnętrznej śluzy, a następnie szczelność pokrywy zewnętrznej śluzy, w razie stwierdzenia nieszczelności sprawdzić stan i ułożenie uszczelek gniazdach, uszczelki uszkodzone wymienić na nowe,
- sprawdzić działanie oświetlenia komory, telefonu i grzejnika – usunąć usterki,
- włożyć do wnętrza komory tabele dekompresyjne, tabele kodu nurkowego i drewniany młotek do łączności awaryjnej,
- przygotować (dla obserwującego komorę z zewnątrz) tabele dekompresyjne,

tabele kodu nurkowego, drewniany młotek do łączności awaryjnej oraz specjalny klucz do otwierania zaworów,

- ustalić, z których butli odbywać się będzie napełnianie komory a z których wentylacja.

Przyjęcie chorego (wejście nurków do komory). Bezpośrednio przed wejściem do komory dekompresyjnej należy włączyć oświetlenie komory i telefon. Po wejściu chorego wraz z lekarzem lub nurków do komory należy: odbezpieczyć pokrywę wjazdu, zamknąć ją i zaryglować oraz ustawić łóżko tak, aby chory nurek mógł się na nim położyć, a także zapiąć pasy bezpieczeństwa, jeżeli przewiduje się jazdę.

Napełnienie komory. Po osiągnięciu gotowości komory do napełnienia należy: otworzyć zawór odlotowy wybranej grupy butli, otworzyć zawór odcinający butle, rozpocząć napełnianie komory, zamknąć zawór, przez który odbywało się napełnianie komory z chwilą, gdy ciśnienie w komorze osiągnie zamierzoną wartość i uzupełnić zapas powietrza w butlach.

Komorę można napełnić również w butli na przyczepie. Należy tak postępować zwłaszcza w sytuacjach, gdy przewiduje się jazdę, a więc zachodzi potrzeba zachowania powietrza w butlach na samochodzie do wentylacji komory. Należy pamiętać, że zarówno w czasie napełniania, jak i wentylacji komory nie wolno całkowicie opróżniać butli, lecz zawsze pozostawić pewien zapas powietrza – minimum 1 MPa powyżej ciśnienia panującego w komorze.

Wentylacja komory

Zasadniczym celem wentylacji komory jest usuwanie nadmiaru dwutlenku węgla wydzielanego przez osoby poddawane dekompresji. Wentylacja umożliwia ponadto obniżenie temperatury w komorze, usunięcie nadmiaru wilgoci i nieprzyjemnych zapachów. Wentylacja czyli wymiana powietrza w komorze bez zmiany panującego w niej ciśnienia dokonuje się poprzez jednoczesne otwarcie dopływu i odpływu powietrza z komory. Można ją przeprowadzić w sposób ciągły, przerywany i kombinowany.

Wentylacja ciągła polega na tym, że wymianę powietrza w komorze prowadzi się przez cały czas trwania dekompresji od momentu napełnienia komory do chwili otwarcia wjazdu. Przerwy w wentylacji dozwolone są jedynie w czasie obniżania ciśnienia w komorze. Wentylację ciągłą w przypadku komór wyposażonych w rotametry traktuje się jako podstawowy sposób wentylacji, umożliwiający proste i łatwe utrzymanie wymaganej intensywności powietrza.

Wentylacja przerywana polega na tym, że prowadzi się ją okresowo, lecz za to z intensywnością znacznie większą niż w przypadku wentylacji ciągłej. Wentylację przerywaną stosuje się w razie awarii rotametu lub gdy wymagana intensywność wymiany powietrza przewyższa maksymalną przepustowość rotametu. Ilości powietrza muszą być dostarczane do komory w czasie krótszym niż czas między rozpoczęciem kolejnych wentylacji. Wynika stąd, że czas przerwy będzie tym dłuższy, im szybciej zakończy się wentylacja – i odwrotnie. Zawsze jednak łączny czas trwania wentylacji i przerwy nie może przekroczyć wcześniej ustalonego czasu rozpoczęcia wentylacji. Wentylację przerywaną można przeprowadzić tylko przy wykorzystaniu powietrza z butli. Nie można jej prowadzić bezpośrednio ze sprężarek.

Wentylacja kombinowana wykonywana jest w sposób podobny jak wentylacja ciągła czy przerywana z tym, że odpływ powietrza z komory odbywa się równocześnie przez zawór regulacyjny odlotowy i zawór szybkiego opróżniania. Jeżeli otwarcie tych zaworów jest niewystarczające dla uzyskania wymaganej wymiany powietrza w komorze należy dodatkowo otworzyć zawór odwadniający komorę.

Regulacja wentylacji z wnętrza komory. Niezależnie od wentylacji prowadzonej przez obsługę z zewnątrz komory istnieje możliwość regulacji wentylacji przez osoby przebywające w komorze. Do tego celu służą zawory regulacyjne: dolotowy i odlotowy znajdujące się na tablicy kontrolno-sterującej wewnątrz komory. Należy przy tym zaznaczyć, że regulacja wentylacji z wnętrza komory może odbywać się tylko za zgodą osoby obsługującej główną tablicę kontrolno-sterującą.

Odwadnianie komory i butli. Komorę dekompresyjną i butle należy odwadniać okresowo podczas pracy (co 2-3 godz.) a także po zakończeniu pracy. Odwadnianie wykonuje się poprzez otwarcie zaworów odwadniających do czasu,

aż z króćców spustowych zacznie wypływać czyste powietrze bez kropeł wody.

Łączność między osobami wewnątrz komory. Łączność między obsługą a osobami wewnątrz komory zapewnia telefon TUR-69. Powinien być on włączony przez cały czas pracy komory dekompresyjnej. Do łączności awaryjnej służy drewniany młotek.

Obserwacja osób wewnątrz komory. Kołpak z iluminatora zdejmuje się tylko na okres obserwacji wnętrza komory. Po zakończeniu obserwacji należy założyć go z powrotem.

Ogrzewanie wnętrza komory. Wewnątrz komory należy utrzymywać temperaturę w zakresie 20-22°C. Przy spadku temperatury poniżej 20° należy włączyć grzejnik i wyłączyć go, gdy temperatura osiągnie wartość 22°C.

Obsługa śluzy. Podczas używania śluzy należy bezwzględnie przestrzegać zasady, że otwarcie pokrywy wewnętrznej może nastąpić dopiero po wyrównaniu się ciśnienia wewnątrz śluzy z ciśnieniem w komorze, natomiast otwarcie pokrywy zewnętrznej – gdy w śluzie panuje ciśnienie atmosferyczne. Do wyrównania ciśnień służą zawory umieszczone w pokrywach śluzy a do kontroli ciśnienia w śluzie – manometr za zewnątrz komory.

Obniżenie ciśnienia w komorze. Obniżenie ciśnienia w komorze wykonuje się poprzez otwarcie zaworu szybkiego opróżnienia. Szybkość obniżania ciśnienia w komorze musi być zgodna z warunkami określonymi w tabelach dekompresyjnych przy czym w zasadzie nigdy nie powinna przekraczać 0,08 MPa na minutę (8 mH₂O na minutę).

Zakończenie dekompresji

W celu zakończenia dekompresji i wyjścia z komory należy wykonać następujące czynności: zamknąć wszystkie zawory, poprzez które odbywał się dół powietrza do komory oraz otworzyć zawór szybkiego opróżniania, zawór regulacyjny odlotowy i zawór odwadniający komorę. W tym czasie osoby znajdujące się w komorze powinny: podnieść odchylną część łóżka i zabezpieczyć ją oraz odryglować pokrywę wjazdu a następnie otworzyć pokrywę wjazdu i zabezpieczyć ją w położeniu otwartym.

Ładowanie butli. W celu naładowania butli znajdujących się w nadwoziu samochodu należy: otworzyć zawór odcinający ładowanie butli, otworzyć zawór dolotowy ładowanej grupy butli, dać sygnał obsługującemu zespół zasilający do ładowania butli.

Przegląd komory dekompresyjnej. Rozróżnia się dwa rodzaje przeglądów komory dekompresyjnej: codzienny i miesięczny.

Próby okresowe (legalizacja) komory dekompresyjnej, zaworu bezpieczeństwa i manometrów.

Komora dekompresyjna, jak każdy zbiornik wysokociśnieniowy podlega próbom okresowym zgodnie z wymogami Dozoru Technicznego (DT). Bezpośredni nadzór nad wykonaniem tych prób sprawują delegatury DT. W tym celu każda komora musi być zgłoszona i zarejestrowana w delegaturze DT właściwej dla stałego miejsca postoju bazy.

W myśl obowiązujących przepisów komora dekompresyjna podlega dwojakim rodzajom prób okresowych: rewizji wewnętrznej (co 6 lat w specjalistycznym zakładzie remontowym) i rewizji zewnętrznej (wykonują ją przedstawiciele delegatury DT).

Zawór bezpieczeństwa jest sprawdzany podczas każdej rewizji komory. Jeśli okaże się, że zawór bezpieczeństwa otwiera się przy ciśnieniu innym niż 1,08 – 1,1 MPa przeprowadza się jego regulację. Po sprawdzeniu i regulacji, zawór zostaje zaplombowany przez przedstawiciela DT.

Manometry komory dekompresyjnej (zewnętrzny i wewnętrzny) muszą być legalizowane co 12 miesięcy. Natomiast wszystkie pozostałe manometry instalacji powietrznej bazy wymagają legalizowania co 24 miesiące. Legalizacji dokonuje się w specjalistycznym zakładzie legalizacji przyrządów pomiarowych.

Zasady bezpieczeństwa przy obsłudze instalacji powietrznej i komory dekompresyjnej

Zabrania się:

- obsługiwanie instalacji powietrznej przez osoby nie posiadające odpowiedniego przeszkolenia i uprawnień,
- dokręcania i odkręcania złączek instalacji powietrznej będącej pod ciśnieniem,
- gwałtownego otwierania i zamykania zaworów w instalacji powietrznej,
- zatykania lub zastawiania wylotów sprężonego powietrza do atmosfery,
- czyszczenia i konserwowania instalacji powietrznej i komory dekompresyjnej przy użyciu olejów, smarów i łatwopalnych płynów, wyjątek stanowi zawór wyrównawczy w pokrywie zewnętrznej śluzy, który smaruje się olejem wlewając go poprzez specjalnie do tego celu wykonany otwór,
- wchodzenia do komory w ubiorze zawierającym elementy metalowe – jak podkute buty, sprzączki itp.,
- używania otwartego ognia i palenia tytoniu wewnątrz komory i wewnątrz nadwozia,
- wnoszenia do komory materiałów łatwopalnych, zapalek i innych źródeł ognia,
- stukania w kadłub komory metalowymi przedmiotami,
- używania niesprawnej komory,
- podawanie przez służbę zamkniętych pojemników z płynami – płyny należy przekazywać wyłącznie w pojemnikach otwartych,
- otwierania pokrywy zewnętrznej śluzy i gdy ciśnienie wewnątrz śluzy jest wyższe niż atmosferyczne,
- otwierania pokrywy zewnętrznej śluzy od wewnątrz, oddalania się obsługi w czasie pracy komory.

Komora dekompresyjna jest bardzo korzystnym narzędziem pozwalającym zachować bezpieczeństwo nurka, szczególnie w przypadkach niebezpiecznych wyjść, kiedy pominęło się, bądź nieprawidłowo dokonano dekompresji. W komorze dekompresyjnej zachodzą bezpieczne zmiany ciśnienia wokół nurka w wyniku czego normalizują się stężenia gazów w jego ustroju. Komora dekompresyjna jest urządzeniem ratującym człowieka od kalectwa, a bardzo często również od śmierci.