



A.R.O. E REBREATHER

(da Wikipedia)

Storia dell'Autorespiratore a circuito chiuso ad ossigeno (ARO):

La sua progettazione risale al 1876 dall'ingegno di Henry Fleuss, poi sviluppato sia dall'azienda germanica Dräger (tuttora presente nel campo delle apparecchiature di autorespirazione) che dall'americano Charles "Swede" Momsen e dal britannico sir Robert Davis.

Ideato come apparecchio di respirazione per il soccorso nelle miniere invase da gas asfissianti, durante la II guerra mondiale tale apparecchio venne modificato ed adattato all'uso subacqueo per i primi incursori militari, i famosi Uomini Gamma della Xª Flottiglia MAS.

L'ARO si dimostrò subito utile sia in campo subacqueo che sui sommergibili, per accedere ai locali in caso di fuga di cloro dalle batterie.

Dal primo prototipo nacquero altri tipi perfezionati che entrarono a far parte delle principali marine militari. Infatti l'ARO si adattava benissimo agli scopi bellici per via del ridotto ingombro, lunga autonomia e soprattutto per la sua silenziosità (dovuta all' assenza di bolle al boccaglio).



Funzionamento:

In pratica l'ARO è un autorespiratore a circuito chiuso in grado di riutilizzare il gas respirato dal subacqueo. È costituito da un *sacco polmone* in materiale elastico, un filtro interno per l'alloggiamento della calce sodata, una o più bombole di ossigeno di piccole dimensioni (2/3 litri) raccordate al sacco per mezzo di una valvola by-pass.

Il sub inspira l'ossigeno dal polmone per mezzo di un boccaglio collegato ad un tubo corrugato collegato ad un rubinetto a due vie, poi espira sempre all'interno del sacco dove il filtro a calce sodata ha il compito di fissare chimicamente l'anidride carbonica.

L'ossigeno consumato dal metabolismo porta ad una progressiva diminuzione del volume del "sacco polmone" che si ripristina prelevando ossigeno dalla bombola: manualmente tramite un dispositivo manuale detto "By-Pass" od automaticamente per mezzo di un erogatore a domanda.

È fondamentale, prima dell'uso, eliminare residui d'aria sia dal sacco polmone sia dai polmoni del subacqueo stesso mediante una manovra detta "lavaggio".

Durante la Seconda Guerra Mondiale era utilizzato dalla Marina Italiana per compiere sabotaggi e porre sotto le chiglie delle navi nemiche delle mine esplosive tarate ad un tempo deciso dall'incursore.

Il rebreather:

è un'apparecchiatura per la respirazione indipendente dall'ambiente circostante nota soprattutto per l'uso nelle immersioni subacquee.

Tali apparecchiature tuttavia sono molto diffuse anche in ambienti lavorativi particolari quali miniere, corpi di Vigili del Fuoco, ecc., dove per emergenza o necessità è necessario disporre di una fonte d'aria respirabile dotata di un'elevata autonomia e peso ridotto.

Queste macchine possono essere a circuito completamente chiuso oppure a circuito semichiuso.

I moderni rebreather sono l'evoluzione dei dispositivi ARO (autorespiratore ad ossigeno), sostanzialmente rebreather a circuito chiuso a ossigeno puro.

La progettazione di questi primi apparecchi risale al 1876 grazie Henry Fleuss, poi sviluppato sia dall'azienda germanica Draeger che dall'americano Charles "Swede" Momsen e dal britannico sir Robert Davis.

I primi utilizzi furono come fonte d'aria respirabile per il soccorso nelle miniere, poi vennero impiegati sui sommergibili (in caso di fuga di cloro).



Vennero poi migliorati (grazie al lavoro pionieristico di Teseo Tesei) e impiegati in ambito subacqueo dai primi incursori subacquei per via dell'assenza di bolle in superficie e della lunga autonomia.

Funzionamento:

Il principio di funzionamento generale è pressoché identico in tutti i tipi di rebreather.

Il nostro organismo ha bisogno di ossigeno per le funzioni metaboliche, il consumo di ossigeno tuttavia è indipendente dalla profondità anche se il volume respirato aumenta con la pressione. Si ha una variazione di consumo di ossigeno dipendente solo dal lavoro svolto.

Per meglio comprendere tale sistema prendiamo ad esempio la respirazione con un normale circuito aperto (bombola con erogatore): come noto l'aria è composta dal 79% di azoto, dal 20,8% di ossigeno e da una percentuale di altri gas (elio, neon, argon, anidride carbonica).

Respirando a circuito aperto, ad ogni inspirazione immettiamo nei nostri polmoni una certa quantità di ossigeno, ben oltre comunque il nostro fabbisogno e quando espiriamo lasciamo sfuggire una parte di ossigeno che potremmo riutilizzare. Il rebreather, a prescindere dal principio di funzionamento, recupera una parte o tutto l'ossigeno che altrimenti verrebbe liberato nell'ambiente ad ogni espirazione consentendoci una autonomia maggiore a parità di gas trasportato.

Per poter recuperare e riutilizzare l'ossigeno non consumato, è necessario tuttavia filtrarlo dal biossido di carbonio prodotto dal nostro metabolismo, per fare ciò viene usato un composto chimico chiamato "calce sodata" (composto da idrossido di calcio e idrossido di sodio) che ha la proprietà di fissare l'anidride carbonica che lo attraversa.

Per tale motivo in ogni rebreather vi è un filtro (chiamato anche canister o capsula) che contiene una certa quantità di tale materiale (mediamente da 1,5 a 4 kg).

Il rebreather ha uno o due sacchi polmone, collegati al boccaglio per mezzo di tubi di grossa sezione (detti corrugati) attraverso i quali passa il gas espirato ed inspirato.

Generalmente tra i due sacchi si trova il filtro di calce sodata. Il gas espirato, pur contenendo ancora una certa percentuale di ossigeno, deve essere miscelato con nuovo ossigeno o nuova miscela respiratoria per poter essere riutilizzato dal subacqueo.

Il sistema per ripristinare tale percentuale di ossigeno determina il principio di funzionamento dell'apparecchio.

In un circuito chiuso non vi sono (normalmente) fuoriuscite di gas dall'apparecchio e quindi nessuna produzione di bolle.

In un semichiuso invece una parte di gas viene espulsa dalla macchina con frequenza costante.

Rebreather a circuito chiuso:

Detti CCR (Closed Circuit Rebreather). Con i rebreathers chiusi, siano essi elettronici o manuali, si possono raggiungere elevate profondità (anche ben oltre i 100 m) grazie al fatto che è possibile variare la percentuale di ossigeno presente nella miscela ed al fatto che quest'ultima può contenere elio (che limita i problemi di narcosi da azoto oltre i 30 m).

Sono molto apprezzati anche per la silenziosità e l'assenza di bolle che permette di non spaventare i pesci.

Circuito chiuso a ossigeno puro:

Comunemente detti ARO (autorespiratore ad ossigeno), sono stati i primi rebreather ad essere costruiti.

Si tratta del tipo più semplice di rebreather e non vi è alcuna parte elettronica.

Il sacco polmone viene riempito di ossigeno puro e respirato dal sub, vi sono per questo motivo pesanti limitazioni sulla profondità di utilizzo a causa della tossicità dell'ossigeno.

Attualmente la profondità massima consigliata (ppO₂ 1,6 bar) è di 6 m, ma in passato, specie in ambito militare, veniva usato a profondità ben superiori e gli incidenti non erano infrequenti.

Quando il sub espira nel sacco, la capsula provvede ad assorbire la CO₂ e quindi si avrà una progressiva diminuzione del volume di ossigeno presente nel sacco.

Periodicamente, per evitare che il sacco collassi non consentendo più la respirazione, il sub in modo manuale (esistono anche apparecchi automatici) immette ossigeno puro attraverso un rubinetto chiamato *bypass*. Questo apparecchio è caratterizzato da una lunghissima autonomia (fino a 6 ore di immersione continua), estrema compattezza e da una notevole silenziosità.

Rebreather a circuito chiuso elettronico (modello Inspiration):



Sono detti ECCR (Electronic Closed Circuit Rebreathers) e si tratta di dispositivi a miscela a controllo elettrochimico con automatismo elettronico.

In questa macchina, che utilizza di solito due bombole (una di ossigeno puro ed una di "diluente", ovvero una miscela di gas che può essere anche aria) il gas contenuto nella bombola di diluente serve solo come "volume da respirare", mentre man mano che l'ossigeno viene consumato, vi è una immissione di quest'ultimo gas attraverso un sistema elettronico.

Detto sistema utilizza dei sensori per ossigeno che "leggono" la percentuale di ossigeno presente nella miscela e se questo scende sotto un valore predeterminato (detto *set-point*) provvede ad azionare automaticamente un'elettrovalvola (detta in gergo *solenoid*) che lascia entrare una parte di ossigeno dalla bombola che lo contiene.

Peculiarità di detti apparecchi, oltre al costo elevato, è il fatto che richiedono uno specifico addestramento.

Circuito chiuso a controllo manuale:

Sono detti MCCR (Manual Closed Circuit Rebreathers) e si tratta di dispositivi a miscela a controllo elettrochimico manuale.

Il principio di funzionamento è in tutto e per tutto simile al chiuso elettronico, tuttavia in questi apparecchi i sensori per ossigeno (in questo caso ne bastano due), rappresentano le loro letture su un display.

Questi dati vengono periodicamente letti dal subacqueo e quando le letture scendono sotto un valore prefissato il sub stesso interviene in maniera manuale con un bypass lasciando entrare una certa quantità di ossigeno.

Circuito chiuso ad addizione chimica:

Sono detti CCCR (Chemical Closed Circuit Rebreathers) e si tratta di dispositivi a miscela a controllo chimico.

Tali apparecchi sono nati in Unione Sovietica fin dagli anni cinquanta, la loro particolarità consiste nell'aver, in parallelo al filtro della calce, un contenitore di perossido di sodio.

Tale composto ha la particolarità di produrre ossigeno in modo direttamente proporzionale al CO₂ assorbito.

Potrebbe sembrare il sistema ideale ma l'uso presenta notevoli rischi.

Il perossido infatti è esplosivo se viene in contatto con l'acqua e generalmente è stabilizzato con amianto.

Come noto l'incendio alla stazione spaziale Mir è stato causato proprio dal perossido di sodio.

Questi apparati sono prodotti quasi esclusivamente in Russia e non hanno alcuna (se non ai fini di collezionismo) diffusione nel mondo occidentale a causa del fatto che sono generalmente ritenuti pericolosi.

Rebreather a circuito semichiuso:

Detti SCR (Semiclosed Circuit Rebreather). In questi apparecchi il discorso cambia, essi infatti (ad eccezione del PASCR - semichiuso ad addizione passiva), si utilizza prevalentemente una miscela Nitrox (ossigeno e azoto in percentuale diversa dall'aria) che può andare - generalmente - da un minimo del 32% ad un massimo del 60% di ossigeno.

Il loro principio di funzionamento è il seguente: nel momento in cui si apre la bombola principale, un flusso predeterminato di gas comincia a scorrere nel circuito respiratorio, il sub respirando, "preleva" una parte di ossigeno da questo gas in circolazione la cui percentuale viene mantenuta dalla macchina entro percentuali accettabili grazie al predetto flusso continuo.

Come nei circuiti chiusi il biossido di carbonio prodotto dal metabolismo è eliminato dalla calce sodata.

Premiscelati a massa costante:

Si tratta di apparecchi, generalmente dotati di una sola bombola di gas primario (quello utilizzato dal circuito respiratorio), che generalmente è un nitrox nel quale la percentuale di ossigeno presente è stabilita in base alla profondità che si vuole raggiungere.

Il gas, attraverso un sistema meccanico chiamato "dosatore" lascia entrare nel circuito respiratorio un flusso continuo di gas che deve rinnovare la miscela presente, il sub respirando consuma una parte dell'ossigeno presente nella miscela.

Per tale motivo la percentuale di ossigeno presente nel circuito è quasi sempre inferiore alla percentuale contenuta nella bombola e dipende dal lavoro svolto (ovvero dal consumo metabolico di ossigeno). Appartengono a questa categoria la maggior parte dei rebreather semichiusi presenti sul mercato.

Automiscelanti a massa costante:

Questi apparecchi hanno lo stesso principio di funzionamento dei semichiusi descritti sopra, l'unica differenza è che il gas non è premiscelato, l'apparecchio ha infatti due (o più) bombole contenenti una ossigeno e l'altra un altro gas (generalmente nitrox o anche aria).

Il vantaggio rispetto al tipo precedente è che pur ottenendo una complessità costruttiva maggiore, si può decidere la profondità operativa in maniera continua senza necessariamente cambiare il gas primario come nei rebreather descritti sopra.

Tali apparecchi, tuttavia, proprio a causa della loro complessità, non hanno trovato una notevole diffusione.

Premiscelati ad addizione passiva:

I PASCR (passive addition Semi Closed Rebreather) hanno la particolarità di essere gli unici semichiusi che consentono (come i chiusi) immersioni oltre i normali limiti dell'immersione ricreativa potendo utilizzare oltre al Nitrox anche miscele Trimix (Ossigeno, Azoto e Elio).

In queste macchine ad ogni inspirazione, grazie ad un sistema meccanico, vi è una piccola espulsione di gas "vecchio" che viene rimpiazzato dal gas proveniente dalle bombole.