



А. ЯШИН

**РУКОВОДСТВО
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
РЕБРИЗЕРА
Dräger Ray**

Редакция II



*Посвящаю эту книгу моей собаке,
которая никогда не задавала глупых
вопросов о ребризере*

Об ответственности

Я не являюсь сертифицированным ребризер-инструктором ни по одной из систем обучения и написал это руководство в виде попытки обобщения своих знаний и опыта полученных за 3 года эксплуатации аппарата Dräger Ray, а так же от скуки; но не как замену курсу Semi Closed Rebreather Diver любой общепризнанной сертификационной системы.

Это руководство написано в расчете на человека имеющего квалификацию Nitrox Diver или выше по любой из общепризнанных систем обучения (PADI, NAUI, IANTD, TDI, ANDI). Если же у вас нет твердых знаний в рамках курса Nitrox (EANx) Diver, пожалуйста, воздержитесь от чтения этого руководства.

В случае, если вы воспользовались полученными из этой книги данными, как заменой курсу Semi Closed Rebreather Diver любой общепризнанной сертификационной системы, вся ответственность за возможные последствия для вашего здоровья и жизни ложится только на вас самих, так как вы предупреждены и используете полученные знания только на свой страх и риск.



ПОМНИТЕ: знания, полученные путем оплаты труда сертифицированного инструктора (даже если он не ориентирован в предмете или рассказывает вам байки) безопасны и полезны. Любой другой способ получения знаний приведет вас к неминуемой мучительной смерти, что вызовет горе и беспредельную скорбь ваших родных и близких.

А я просто поделился с вами знаниями и не виноват ни в чем. Это единственное, что роднит меня с сертифицированным инструктором.

А. Яшин. Москва, 2003 год.

Введение

Ребризеры полузамкнутого цикла (далее SCR — Semi Closed Rebreather) представляют собой аппараты, принцип действия которых состоит в более полной утилизации кислорода, подаваемого водолазу для дыхания в составе обогащенной кислородом газовой смеси EANx (Nitrox).

Смысл в том, что мы реально потребляем только 5-6% вдыхаемого кислорода, а остальное — выдыхаем. В случае плавания с аквалангом это означает, что значительное количество кислорода теряется безвозвратно. Более того: если мы погружаемся с аквалангом, то мы вдыхаем сухой холодный газ, а потом, насытив его своей влагой и согрев в легких выдыхаем в воду, что приводит нас к ничем не оправданной потере тепла и влаги, и ведет к повышению риска возникновения декомпрессионных осложнений. С ребризером это не так.

Преимуществами ребризеров перед аквалангом (т.е. перед системой открытого цикла) являются: легкость и компактность системы; длительное время работы на малом объеме дыхательной смеси; использование для дыхания смеси EANx (Nitrox) и, как следствие, увеличение пределов бездекомпрессионного времени; отсутствие влияния на плавучесть дыхательных движений водолаза; дыхание теплой увлажненной смесью; скрытность и малозумность аппарата. А так же постоянный расход газовой смеси вне зависимости от глубины погружения и физической нагрузки.

К недостаткам SCR по сравнению с аппаратами открытого цикла можно отнести сложность сборки и технического обслуживания, необходимость тщательной подготовки перед погружением и проведения ряда тестов, большую зависимость от береговой инфраструктуры, повышенные требования к квалификации и самодисциплине водолаза, а так же некоторую зависимость функционирования аппарата от температуры окружающей среды.

Конструктивно любой SCR состоит из дыхательных мешков, дыхательных шлангов с клапанной коробкой (загубником), канистры химвсасителя и газовой арматуры, включающей в себя систему подачи газа, систему поддува сухого костюма и компенсатора плавучести и резервную систему дыхания по открытому циклу.


Система подачи газа состоит из калиброванной дюзы, через которую осуществляется подача дыхательной смеси и автоматическо-

го байпасного клапана, через который дыхательная смесь подается для компенсации обжима дыхательных мешков при погружении.

Однако, конструкция каждого типа SCR, несмотря на идентичность базовых узлов имеет свои особенности. В данном руководстве мы будем рассматривать конструкцию и эксплуатационные особенности ребризера Dräger Ray, хотя базовые теоретические принципы и правила безопасности приведенные ниже распространяются на все типы SCR использующие подачу дыхательной смеси через калиброванную дюзу т.е. — ребризеры полузамкнутого цикла с активной подачей.



Принцип функционирования

ыхательная смесь из баллона через редуктор высокого давления подается с постоянной скоростью сквозь калиброванную дюзу в мешок вдоха. Из мешка вдоха по шлангу вдоха, через невозвратный клапан смесь попадает в легкие водолаза. Выдыхаемая смесь, через другой невозвратный клапан попадает через шланг в мешок выдоха, где меньшая ее часть стравливается в воду через травящий клапан, а большая попадает в канистру химпоглотителя, где смесь очищается от углекислого газа и после возвращается в мешок вдоха.

Поглащенный водолазом кислород пополняется за счет подачи газовой смеси через калиброванную дюзу.

Теперь разберем особенности конструкции и функционирования ребризера Dräger Ray.

Дыхательные мешки этого аппарата охватывают плечи водолаза. Это сделано для того, чтобы независимо от положения водолаза в воде усилие вдоха-выдоха оставалось одинаковым.

Например у кислородных ребризеров, используемых боевыми пловцами военно-морских сил различных стран дыхательный мешок (ровно как и весь аппарат) расположен на груди. Это дает полный контроль за состоянием аппарата (включая контроль возможных повреждений), но создает большое усилие выдоха, поскольку выдыхать приходится под себя. Из-за этого, например, всемирно известный кислородный ребризер Dräger LAR-V прозвали “lung buster”, что можно перевести, как «качалка для легких».

Похожая ситуация с аппаратами, дыхательные мешки которых размещены на спине водолаза. Дыхание в них свободное во всем диапазоне положений, кроме случаев переворота на спину. Тогда резко возникает весьма сильный подпор на вдох, что тоже неприятно. Этим, например, грешит ребризер Dräger Dolphin с которым мне тоже довелось многократно погрязнуть.

Кстати, именно наличие дыхательных мешков объясняет свойство ребризера не влиять на плавучесть водолаза в зависимости от глубины дыхания. Как бы глубоко вы не вдохнули и как бы полно не выдохнули объем системы дыхательный мешок-легкие останется неизменным. Следовательно не изменится и плавучесть, ведь изменение объема вашей грудной клетки компенсируется изменением объема дыхательных мешков. Таким образом на плавучесть ребри-

зер-дайвера будет оказывать влияние только обжим гидрокостюма.

В случае с аквалангом на плавучесть влияние оказывает так же расход дыхательной смеси в процессе погружения, но учитывая объем штатного баллона ребризера в 4 литра, можно понять, что изменение плавучести настолько ничтожно, что им можно просто пренебречь.

Иногда мне задавали вопрос: «Зачем в ребризере 2 дыхательных мешка?» В принципе, действительно достаточно одного, но мешок выдоха служит своего рода демпфером и снижает скорость протекания газовой смеси через канистру химпоглотителя, что позволяет полностью избавляться от углекислоты даже в случае близости исчерпания ресурса химпоглотителя.

Принцип работы химпоглотителя следующий:

Для начала состав химпоглотителя:

4% NaOH — гидроксид натрия, 1% KOH — едкий калий, 94% Ca(OH)₂ — гидроксид кальция, 1% — связующий компонент на силикатной основе.

А теперь, собственно реакции:

$\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{тепло}$. Это реакция, запускающая процесс. Дело в том, что в условиях низкой температуры окружающей среды температура выдыхаемого газа и его влажность могут быть еще недостаточны для запуска остальных реакций. Это происходит в результате охлаждения и конденсации в мешке выдоха на начальном этапе работы и из-за низкой температуры химпоглотителя). $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ (взаимодействие выдыхаемых паров воды с углекислым газом с образованием нестойкой угольной кислоты). Параллельно запускаются следующие реакции: $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{тепло}$ и $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{тепло}$ (реакция угольной кислоты с химпоглотителем с образованием солей, водяного пара и тепла). Теперь уже разогрев не нужен и химпоглотитель вполне в состоянии обогреть и самого себя и, заодно, водолаза.

Отступление №1

Эти реакции, кроме удаления углекислого газа, нагревают и увлажняют газовую смесь, что позволяет ребризерайверу не мерзнуть в холодной воде и делают дыхательную смесь более благоприятной для слизистых оболочек дыхательных путей. Не сложно так же понять, что потери тепла и влаги дополнительно сокращаются

еще и из-за того, что выдыхаемая водолазом газовая смесь попадает не в воду, как в случае с аквалангом, а циркулирует по дыхательному контуру ребризера.

Потери влаги и тепла, неизбежно возникающие при использовании акваланга являются первым шагом в сторону кессонной болезни.

Как я уже говорил, температура окружающей среды влияет на продолжительность работы химпоглотителя. Происходит это из-за конденсации влаги в канистре химпоглотителя, что ведет к уменьшению рабочей поверхности сорбента, а так же из-за замедления скорости химических реакций вообще при снижении температуры.

В численном представлении влияние температуры на продолжительность работы химпоглотителя выглядит так:

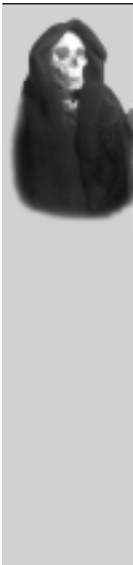
Ресурс химпоглотителя (мин)	Температура воды (°C)
58	-2
70 (номинал по инструкции)	+3
75	+10
81	+15
105	+20
115	+26

Эта таблица, взятая из книги «The Simply Guide for Rebreather Diving» пересчитана под характеристики ребризера Dräger Ray (масса хипоглотителя 1,25 кг) и из градусов Фаренгейта в градусы Цельсия, и действительна для потребления кислорода 1,3 литра в минуту.

Очевидно, что при снижении потребления кислорода, ресурс химпоглотителя будет увеличиваться. В принципе стоит исходить из того, что 1 килограмм химпоглотителя гарантированно поглощает 100 литров углекислого газа (подробнее для каждого типа химпоглотителя можно узнать в документации на него). Количество углекислого газа, выделяемого водолазом равно количеству потребляемого кислорода, хотя некоторые источники указывают коэффициент отношения, равный 0,9. По собственному опыту могу сказать, что после 90 минут погружений в воде с температурой от +3 до +10 градусов Цельсия химпоглотитель не пропускал углекислый газ и продолжал нормально работать. Выделение CO_2 мной составляло примерно 1,15 литров в минуту. Для теплой воды Красного моря гарантированное время составляло не менее 120 минут при том же выделении CO_2 .

Отступление №2

Существуют химпоглощители (например, Sofnolite компании Molecular Products) меняющие свой цвет в зависимости от насыщения углекислотой. На этот показатель не стоит ориентироваться, поскольку действие цветового индикатора зависит от влажности и полностью исчерпавший свой ресурс химпоглощитель после высыхания будет выглядеть как свежий.

**ПРАВИЛА РАБОТЫ С ХИМПОГЛОТИТЕЛЕМ :**

1. Всегда следите за ресурсом химпоглощителя.
2. Используйте только свежий, рекомендованный производителем химпоглощитель, условия хранения и источник которого вам известны.
3. Никогда не используйте химпоглощитель повторно.
4. В случае погружения в зимних условиях всегда используйте химпоглощитель, хранившийся перед погружением при комнатной температуре не менее 12 часов.
5. Не перемораживайте и не пересушивайте химпоглощитель. Для начала реакции нужна влага и при ее отсутствии реакция не пойдет.
6. Между погружениями держите канистру химпоглощителя герметично закрытой.

На ресурс химпоглощителя оказывает влияние так же и глубина погружения. Причем, чем больше глубина, тем меньше ресурс. Это следует иметь в виду, но принимать в расчет не стоит, т.к. данное ограничение вступает в силу только при повторных (без перезарядки химпоглощителя) декомпрессионных погружениях, которые с ребризерам Dräger Ray запрещены.

В зарубежных интернет-конференциях мне встречалось упоминание о том, что объема химпоглощителя ребризера Dräger Ray должно хватать на 4 часа в теплой, и на 3 часа в холодной воде. Звучит заманчиво, если бы не одно «но»: автор сообщения честно признается, что несколько раз подвергался отравлению углекислым газом.

Так что лучше не экономить и следовать правилу, сформулированному Ричардом Пайлом: «Химпоглощитель дешев, жизнь дорога».

Расчеты

Как мы уже знаем, принцип работы SCR состоит в подаче дыхательной смеси через калиброванную дюзу с постоянной скоростью вне зависимости от глубины погружения и физической нагрузки водолаза. Смесь подается исходя из того, что водолаз потребляет до 2,5 литров чистого кислорода в минуту. Подача смеси определяется по следующей формуле:

$$V_s = 160 / (fO_2 - 20) \times 1,25$$

Где: V_s — подача в литрах в минуту, **160** и **20** — коэффициенты, полученные неизвестным мне путем, fO_2 — концентрация кислорода в дыхательной смеси в процентах; **1,25** — «страховочный коэффициент», определяющий максимальное потребление кислорода дайвером, равным 2,5 литра в минуту. Этим коэффициентом можно пренебречь. Очевидно, что потреблять 2,5 литра чистого кислорода в минуту нормальный человек не может.

Например:

Требуется определить скорость подачи (V_s) для смеси EANx50.
 $160 / (50 - 20) \times 1,25 = 6,6$ литра в минуту.

Отступление №3

Для интересующихся сообщу, что мой расход кислорода составляет порядка 1 литра в минуту при малой и 1,5 литра при высокой физической нагрузке. Эти цифры получены из расчетов по данным кислородного датчика Dräger OxyGauge и глубиномера. За легкую физическую нагрузку принимались погружения без какого-либо течения и напряжения сил, а за тяжелую — погружения с длительным плаванием против сильного течения, во время которых я сильно устал. О методике расчета вы узнаете из главы «Опции».

Тут необходимо отметить, что в принципе использование этой формулы не обязательно — в инструкции к аппарату есть таблицы, в которых приведены эталонные скорости подачи для используемой смеси при разном давлении в баллоне. Разница давления в баллоне оказывает влияние на скорость подачи не смотря на то, что редуктор высокого давления ребризера Dräger Ray является сбалансированным.

Подача (литров в минуту) для смеси EANx50		
Давление (ата)	Нижний предел	Верхний предел
20	6,5	8,5
50	6,6	9,1
100	6,9	9,5
150	7,4	10,2
200	7,9	11,0

Эта таблица создана для того, чтобы водолаз мог верифицировать тесты подачи перед погружением и взята из инструкции к ребризериу Dräger Ray. Следует заметить, что в этой таблице приведены крайние значения и на практике реальная скорость подачи меняется не столь сильно. Как правило скорость подачи для EANx50 при 200 ата составляет порядка 8,3 литров в минуту и отличается от этого значения примерно на 0,5 литра в минуту при давлении в баллоне 50 ата.

После того, как мы определили подачу, мы можем перейти к определению концентрации кислорода в дыхательном мешке ребризера. Она не будет равна концентрации в баллоне и рассчитывается по следующей формуле:

$$FiO_2 = (fO_2 \times Vs) - Vo / Vs - Vo$$

Где: FiO_2 — концентрация кислорода в дыхательном мешке ребризера в десятичном виде, fO_2 — концентрация кислорода в баллоне в десятичном виде, Vs — подача газовой смеси в литрах в минуту, Vo — потребление кислорода в литрах в минуту.

Vo обычно устанавливается следующим:

1,25 литра в минуту для плавания с малой нагрузкой,

1,5 литра а минуту для плавания со среденй нагрузкой и

2 литра а минуту для плавания с большой нагрузкой.

Опытный ребризери-дайвер может устанавливать свои коэффициенты, понимая, однако, что этим он нарушает пределы, рекомендованные производителем.

Рассмотрим пример расчета.

Необходимо рассчитать концентрацию кислорода в дыхательном контуре ребризера (FiO_2) для обычного рекреационного погруже-

Расчеты

ния с использованием смеси Nitrox50, содержащей, как известно 50% кислорода.

$$fO_2 = 0,5 \text{ — Nitrox 50}$$

$$V_o = 1,25 \text{ — плавание с малой нагрузкой}$$

$V_s = 160 / 50 - 20 \times 1,25 = 6,6$ литров в минуту. Это по расчету, на самом же деле мы будем вводить ту цифру, которую получим при проверке скорости подачи, но об этом ниже.

$$FiO_2 = (0,5 \times 6,6) - 1,25 / 6,6 - 1,25 = 0,38$$

Таким образом получаем, что в мешке будет смесь, содержащая 38% кислорода.

Именно эту цифру, а не 50% мы будем вводить в свой компьютер, чтобы отслеживать насыщение азотом.

А вот насыщение кислородом (CNS) мы должны будем отслеживать (так говорят нам все сертифицированные учебные курсы) по концентрации кислорода в баллоне. Для страховки. Или по концентрации в мешке. Исходя из здравого смысла. Каждый сам выбирает для себя. Я отслеживаю по реальной концентрации. Все равно ни разу не было даже близко к критическому. Однако, если верить учебным курсам, то ограничивать нас по глубине будет парциальное давление кислорода, рассчитанное исходя из концентрации его в баллоне, а не в мешке. На первых парах это, возможно, оправдано.

Отступление №4

В принципе с появлением компьютеров, умеющих общаться с кислородным датчиком и рассчитывать декомпрессионный статус и CNS исходя из реального состояния газовой смеси в дыхательном контуре ребризера, необходимость в расчете концентрации отпала. Однако, компьютеры такие крайне дороги, кислородные сенсоры капризные и недолговечны, а жизнь одна. По-этому следует все-таки исходить из данных вышеприведенных расчетов. Я бы не писал этого, если бы не столкнулся сам с внезапным отказом кислородного датчика во время одного из погружений. Датчик этот ничем не управлял и ни на что не влиял. Но сам по себе внезапный отказ привил мне паранояльное недоверие к электролитическим кислородным сенсoram. Что уж тут поделаешь...

По программе курса Semi-Closed Rebreather Diver положено, чтобы студент выполнял планирование погружений. Что же, давайте попробуем рассчитать погружение продолжительностью 1 час на глубину 20 метров в условиях отсутствия течения и с целью наблюдения за половой жизнью раков (то есть в условиях легкой физической, но тяжелой эмоциональной нагрузки). Температура воды +20 градусов Цельсия, используемая смесь Nitrox 50, а объем баллона 4 литра, причем давление в нем 200 ата.

Нам надо узнать:

1. Не окажемся ли мы вне декомпрессионных пределов?
2. Сколько процентов CNS мы наберем и не превысим ли лимит по времени и предельные значения pO_2 ?
3. Хватит ли нам газа на это приключение?
4. И позволит ли хемпоглотитель целый час подсматривать за интимной жизнью ракообразных?
5. А так же: хватит ли хемпоглотителя, чтобы погрузится еще раз, если какая-нибудь парочка нам очень приглянулась?

Начнем...

Предположим, что подача газа, реально измеренная при подготовке к погружению, составляет 8 литров в минуту (примерно столько она обычно и составляет).

Рассчитаем необходимую подачу по известной нам формуле: $V_s = 160/50 - 20 \times 1,25 = 6,6$ литров в минуту. Имеющаяся у нас подача превышает необходимую, значит все в порядке.

Тут же померяем анализатором концентрацию кислорода в баллоне и убедимся, что газ-блендер, гад такой, кислород экономил и сделал нам вместо Nitrox 50, за который мы ему заплатили, Nitrox 45. Ну, хоть до 200 бар забил, и то спасибо! По правилам баллон надо заменить, но менять его не на что, а рабы оргии посмотреть ой как хочется...

Ладно, харю газ-блендеру начистим потом, а пока, по второй формуле определим концентрацию кислорода в дыхательном мешке. Зная что напрягаться мы не будем и думая, что опыт погружений у нас есть, с ходу нарушим правила и примем наше потребление кислорода за 1,1 литр в минуту.

Отсюда: $FiO_2 = (0,45 \times 8) - 1,1 / 8 - 1,1$. Проводим 10 минут в поисках калькулятора (газ-блендер злобно хихикает в кустах, но не показывается) и в итоге считаем на земле прутиком в столбик. Получаем 0,36. То есть дышать мы будем смесью в которой 36% кислорода. Ну, блендер, погоди...

По ходу, в легкую определяем парциальное давление кислорода на максимальной глубине предстоящего погружения: $0,36 \times 3 = 1,08$. Будем считать, что 1 ата. Нечего с тысячными возиться.

Теперь неплохо было бы определить, сколько за час при таком парциальном давлении процентов CNS нахапаем. Где табличка? А нету: друзья-товарищи мангал разжигали и она им очень пригодилась. Ничего не поделаешь, придется опять в столбик. Какой там предел для давления 1 ата? 300 минут. Ну и прекрасно. $60/300 \times 100 = 20\%$ CNS. Да хоть все таблицы сожгите — без них обойдемся. И шашлык ваш сырой жрать не станем, а наловим целую кучу одуревших от гормонов раков. И под пиво... Главное помнить пределы и знать, как посчитать.

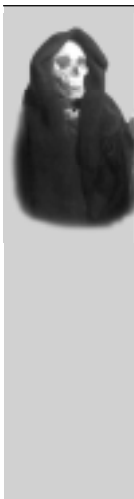
Тут уж заодно посчитаем, сколько на этой глубине находиться можно. Это совсем просто. Все мимо курса Nitrox Diver проходили, по этому формулу EAD конечно же помнят. Легко: $[(1-0,36)/0,79] \times 30 - 10$. О-па! 14,3 метра. Да на такой глубине о декомпрессионных пределах как-то неприлично даже думать. Хоть час сиди, хоть полтора. А группу на выходе по любой таблице можно определить, если хочется, конечно.

Кстати, а хватит ли нам маленького 4-литрового баллона? А вот мы сейчас опять считать примемся. Вместо того, чтобы нырять (шутка, шутка — к ракам уже скоро). Подачу мы намеряли 8 литров в минуту, помнится. Ну тогда вот: 4 литра умножаем на 200 ата и делим на 8. Получаем 100 минут. Хватит нам на раков, и еще останется. А то, что на поддув компенсатора что-то уйдет, мы просто проигнорируем. Честное слово — обычно это такой мизер, что на манометре не сказывается.

Ну и вопрос ресурса химпоглопителя остался. Это, вообще-то, не вопрос. Канистра в теплой воде больше полутора часов тянет при 1,3 литрах CO_2 в минуту, а у нас 1,1 литра, и идем всего на час. Так что на той же зарядке химпоглопителя нырнем еще разок.

Вообще-то, друзья аквалангисты (ну те, которые таблицу CNS сожгли в мангале) могут сказать, что на 14 метрах они тоже час просидят, но мы им ответим, что у нас это глубина *эквивалентная*, а на самом деле — 20 метров. И на этих 20 метрах через час они со своим воздухом получают 7 минут декомпрессии и понадобится им для этого приключения чуть больше 15-литрового баллона. Так что пусть давят своим сырым шашлыком, а мы — за раками.

Кстати, а какой процент CNS у нас будет через 3 часа после погружения?

**ВНИМАНИЕ!**

Если вы планируете погружение с переменной нагрузкой, то рассчитывать реальную концентрацию кислорода в мешке и ресурс химпоглотителя надо по той части погружения, где потребление кислорода будет наибольшим. В результате вы получите страховку по азоту и ресурсу поглотителя. Если же вы спланировали погружение при малой нагрузке, но из-за незнания условий попали на сильное встречное течение, то либо прервите погружение, либо сократите план и удлинните остановку безопасности. Остановка безопасности приведет подъему концентрации кислорода в дыхательном мешке, что компенсирует падение фракции кислорода в контуре во время погружения.

И последнее: ребризер полузамкнутого цикла устроен таким образом, что подача газовой смеси остается стабильной до тех пор, пока скорость истечения газа через калиброванную дюзю превышает звуковую. Происходит это до тех пор, пока установочное давление редуктора превышает давление окружающей среды минимум в 2 раза (по некоторым источникам — 1,9). Для Dräger Ray, установочное давление редуктора которого равно 10,5 ата, такая глубина должна составлять 42,5 метра. Но редуктор высокого давления Dräger Ray не изолирован (как например у Dräger Dolphin) от окружающей среды и, соответственно на глубине 20 метров вы получите не 10,5, а 12,5 ата. Это, с одной стороны, освобождает нас от выше-названного ограничения, но с другой стороны ведет к перерасходу газа на глубине и повышению концентрации кислорода в смеси.

Такова плата за простоту конструкции. Dräger Ray не имеет отдельной резервной системы открытого цикла и его дыхательный автомат запитывается от основного баллона, а легочнику, в отличие от калиброванной дюзы, нужно привязанное к глубине давление газа.

Вы должны учитывать это при планировании глубоких погружений как для предварительной оценки расхода газа, так и для расчета CNS. Я бы рекомендовал прибавлять к скорости подачи при планировании погружений на глубины более 20 метров примерно 2,5-3 литра в минуту. Интересно, почему в инструкции к ребризеру об этом не сказано ни слова?

Подготовка к погружению

Сначала заправляем канистру химпоглотителя. Для этого снимаем кольцевой зажим на том конце канистры, где расположена большая черная заглушка (это заглушка порта опционального кислородного датчика OxyGuage, который стоит бешеных денег, в комплект не входит и по-этому обсуждаться не будет). Вынимаем, держась за байонет заглушки, крышку канистры и видим перед собой внутренности — решетку на заднем плане и трубу, идущую через всю канистру. Снимаем защитный колпачек с одного из патрубков на другой стороне канистры и надеваем его на трубу. После — установив канистру в вертикальное положение насыпаем примерно на $1/3$ высоты химпоглотитель. Потом, постукивая ладонью по стенкам канистры добиваемся того, чтобы поглотитель немного осел и лежал плотно. Уплотнять рукой засыпанный в канистру сорбент нельзя! Потом насыпем еще треть и повторяем предыдущие действия. Продолжаем насыпать сорбент до тех пор, пока его граница не достигнет риски в верхней части канистры. Тогда снимаем с трубы колпачек, возвращаем на место крышку канистры и осторожно фиксируем ее кольцевым зажимом. При этом обычно раздается негромкий щелчек.

При встряхивании правильно заполненной канистры не должно раздаваться звука пересыпающихся гранул. Закрываем патрубок защитным колпачком. В таком виде заряженная но, что важно, не использованная канистра может храниться весьма долгое время без потери ресурса химпоглотителя.

Так же, до сборки аппарата, необходимо провести анализ газовой смеси в баллоне, чтобы при необходимости внести коррективы в расчеты или, при серьезных отклонениях в составе смеси заменить баллон. На этой процедуре я не буду останавливаться, поскольку она и так должна быть известна.

Далее следует проверить скорость подачи. Снимаем защитный колпачек резьбы на баллоне и редукторе высокого давления, подключаем редуктор высокого давления ребризера к баллону и открываем винтель, не забыв перед этим снять защитный колпачек с корбки дозирующего устройства (иначе колпачек с громким хлопком улетит). Раздается шипение — это газ пошел через калиброванную дюзу. Тут же по манометру контролируем давление в баллоне (это пригодится для расчета времени работы ребризера). Далее:

берем в левую руку дозирующее устройство, удерживая его перпендикулярно земле, а в правую — флоумитер и держа его горизонтально втыкаем его пробку в отверстие дозирующего устройства. После, медленно, без рывков поворачиваем флоумитер в вертикальное положение и засекаем по шкале положение стального шарика. Это указывает нам реальную подачу газа в литрах в минуту. Убеждаемся, путем нажатия на кнопку принудительной подачи и последующего вдоха-выдоха в работоспособности резервной системы дыхания (т.е. просто второй ступени открытого цикла). Закрываем винтель баллона. Убираем флоумитер в надежное место. Ждем пока газ покинет систему и снимаем редуктор с баллона.

Теперь приступаем к сборке аппарата.

Кладем корпус-компенсатор аппарата передней частью вниз и вставляем баллон в петлю ремня фиксации баллона таким образом, чтобы при надетом аппарате винтель баллона оказался слева. Фиксируем баллон с помощью пряжки. Привертываем к баллону редуктор высокого давления. Берем главную газовую магистраль (которая с металлической вставкой) и располагаем ее вдоль матерчатого крепления канистры химпоглотителя таким образом, чтобы шланг поддува компенсатора пройдя слева от инфлятора вышел в окаймленное пластиковой рамкой овальное отверстие на переднюю сторону аппарата, а короткий шланг с дозирующим механизмом прошел бы ниже байонетов канистры химпоглотителя и дозирующий механизм оказался бы над байонетом в районе правого плеча. Берем дозирующий механизм, проверяем фиксирующую его на шланге гайку и вставляем дозирующий механизм в предназначенный для него байонет. Усилий не требуется. При фиксации раздается легкий щелчек, после чего коробка дозирующего механизма не должна выниматься из байонета без нажатия на кнопку, расположенную сбоку кольца байонета.

Потом берем груз массой 2-2,5 кг и кладем его в карман, расположенный посередине корпуса аппарата в месте крепления канистры химпоглотителя.

▶ Отступление №5

Этот груз нужен для того, чтобы скомпенсировать переворачивающий момент дыхательных мешков. Место под дополнительные балансировочные грузы есть еще спереди, под дыхательными мешками. Без этих грузов вы постоянно будете оказываться в вертикальном положении.

В моем случае развесовка ребризера под сухой костюм и пресную воду выглядит так: в карман под канистру — 2 — 2,5 кг.; в карманы под мешки по 2 кг.; в основные грузовые карманы — по 4,5 кг. То же самое на соленую воду и 5-мм костюм. Кстати, в инструкции по эксплуатации Dräger Ray грузовые карманы под дыхательными мешками вообще обойдены молчанием.

Берем канистру химпоглотителя и снимаем защитные колпачки. Обратите внимание, чтобы на О-рингах патрубков канистры химпоглотителя не было частиц сорбента. При их наличии — удалите не используя воду. Ориентируем канистру таким образом, чтобы патрубок с красным О-рингом оказался слева, а с черным — справа. Вводим патрубки в предназначенные для них байонеты. Усилий обычно не требуется, но иногда приходится повозиться из-за того, что один патрубок направлен под углом и возникает некоторый перекося канистры. Свидетельством надежной фиксации является щелчок и невозможность извлечь патрубок из байонета без нажатия кнопки.

Закрываем канистру тканевыми крышками на липучке и перетягиваем сверху поперечным нейлоновым ремнем на пряжке. Если хочется, то можно зацепить за заглушку порта кислородного датчика нейлоновую петлю, находящуюся между баллоном и канистрой химпоглотителя. Далее распределяем шланги манометра и резервной системы дыхания как нравится, но избегаем их перегибов.

Обычно шланг манометра удобнее пропустить слева направо вдоль баллона и зафиксировать манометр специальной липучкой на компенсаторе, а шланг резервной системы открытого цикла пропустить на первом этапе сборки параллельно с главной газовой магистралью таким образом, чтобы легочник выходил из-под дыхательного мешка в районе правого плеча. Длина его шланга вполне позволит вам без проблем воспользоваться легочником, а напарнику вашему он все равно незачем. Это ваш резерв, а не октопус.

Далее берем широкий «вырост», напоминающий бобровый хвост и закрепляем пряжку его ремня за пряжку, находящуюся сверху канистры химпоглотителя, так, чтобы «вырост» (ну не знаю, как его назвать) охватывал баллон и частично закрывал снизу канистру химпоглотителя. Подтягиваем ремень. После — фиксируем липучками мягкий кожух аппарата вокруг канистры химпоглотителя.

Устанавливаем аппарат в вертикальное положение и присоединяем шланг поддува компенсатора к инфлятору. Берем дыхательные шланги и вставляем загубник в рот. Открываем клапан загубника. Зажимаем рукой красный патрубок на шланге и пытаемся выдохнуть. Ничего не должно получиться. Если выдох происходит, значит невозвратные клапана вдоха-выдоха неисправны и нырять нельзя. Потом закрываем рукой черный патрубок и пытаемся сделать вдох. Тоже ничего не должно получиться. В противном случае — клапаны неисправны или шланги не герметичны. Если все в порядке — закрываем клапан загубника и устанавливаем шланги в предназначенные для них байонеты. Цвет патрубка должен соответствовать цвету кнопки на байонете (зарубежные коллеги формулируют принцип сборки оп цветовым маркерам следующим образом: «Red to red or you be dead», хотя по-моему они сильно гущают краски).

Потом проверяем наличие пробок для слива конденсата. Они находятся в передних частях дыхательных мешков под молниями. Пробки должны быть на своих местах и плотно завернуты. Укладываем в карманы под мешками балансировочные груза и закрываем молнии на карманах дыхательных мешков.

Осматриваем травящие клапаны. Они должны быть полностью закрытыми (до упора по часовой стрелке). С накоплением опыта погружений можно выбрать положение отличное от указанного, но инструкция рекомендует такое.

Открываем боковые грузовые карманы и кладем в них необходимое количество грузов. Закрываем на липучку грузовые карманы. Готово.

Остались последние тесты.

Кладем ребризер «мордой» вниз, (загубник должен быть закрыт!) открываем винтель баллона и ждем, пока дыхательные мешки полностью не раздуются и не сработает один из травящих клапанов. Закрываем винтель баллона, кладем на мешки груз массой 2,5-3 кг. В течении как минимум 30 секунд мешки не должны спадаться. Спадение мешков означает, что контур аппарата не герметичен или сборка проведена неправильно. Проверьте крепление байонетов, состояние клапана загубника и дренажных пробок. Повторите тест. Если мешки вновь спадаются, то аппарат надо разобрать и выяснить причину негерметичности. Нырять с таким аппаратом нельзя.

Это был тест положительного давления. Есть еще тест отрицательного давления. Проводится он так: надо открыть загубник и

вдыхать из контура, выдыхая носом в атмосферу. Когда вдох станет невозможен — закрыть клапан загубника и наблюдать в течении 30-40 секунд за дыхательными мешками. Если спавшиеся мешки начнут расправляться, то это говорит о негерметичности контура. Поступать при этом следует так же, как в предыдущем случае.

Отступление №6

Вообще, ребризер чрезвычайно устойчив к мелким повреждениям дыхательного контура. Как-то раз я нырял с ребризером Dräger Dolphin и не завернул пробки слива конденсата. То есть в каждом дыхательном мешке возникло по две 5-мм дырки. Это проявилось тем, что возникло значительное сопротивление вдоху, надо мной поднялся столб мелких пузырьков, выходивших из корпуса ребризера, а газ стал расходиться примерно в два раза быстрее. Однако, воды в контуре не было. Тогда, разобравшись в чем дело, я подумал: «А работал бы акваланг с 5-мм дыркой в мембране второй ступени?»

В тесте положительного давления мы использовали подачу газа из баллона. Можно, конечно, надуть дыхательный контур используя собственные легкие, и, вроде бы сэкономить дыхательную смесь, но это приведет к неоправданному расходу химпоглопителя.

Вообще, обращайте внимание на то, чтобы собранный и готовый к погружениям аппарат хранился с закрытым винтелем. Иначе вы рискуете остаться без газа к началу погружения — подача-то постоянная и включается не на вдох, а по открытию винтеля.

Так же обратите внимание на то, чтобы в холодное время года собранный аппарат не лежал на холоде перед и между погружениями (см. о влиянии температуры на ресурс химпоглопителя).

Погружение

Открываем винтель на баллоне, надуваем компенсатор плавучести и входим в воду. За это время однократно срабатывает травящий клапан (тихое короткое шипение около левого плеча). Вставляем в рот загубник, открываем его клапан и вперед. На глубине примерно 3-5 метров останавливаемся и смотрим вверх на предмет наличия посторонних пузырей. В отличие от пузырей, выходящих время от времени через травящий клапан они имеют небольшой размер, и выделяются постоянно без всякой связи с выдохом. По-умному это называется bubble check. При обнаружении посторонних пузырьков погружение надо прервать. Само это не пройдет.



ВНИМАНИЕ!

Если вы погружаетесь в холодной воде, то есть смысл в течении минуты-другой подышать из ребризера на поверхности. Это запустит реакцию в канистре химпоглотителя и гарантирует вас от проскока углекислого газа, что, как мы уже знаем, может вызвать серьезные проблемы на глубине.

Важно помнить, что сыпаться вниз с большой скоростью нельзя: автоматический байпасный клапан может не успеть компенсировать повышение давления водяного столба. Тогда придется некоторое время тянуть газовую смесь через байпас. Удовольствие ниже среднего (все равно, что дышать через тонкую трубочку), а по началу и вообще испугать может.

Обратите внимание на то, что в процессе нарастания глубины травящие клапаны не работают. Это вызвано нарастающим обжимом мешков. А вот через некоторое время после того, как вы выдите на рабочую глубину и травящие клапаны начнут работать ваша плавучесть может слегка увеличиться из-за того, что ребризер подает газовую смесь в несколько избыточном количестве. Откорректируйте плавучесть.

И еще о дыхании. Ваш темп дыхания больше не влияет на расход газовой смеси и на плавучесть. По-этому дышите так, как дышите на поверхности. Не пытайтесь экономить газ, задерживая дыхание. Подача не зависит от вашего темпа дыхания и ничего вы не экономите. Ребризер расходует газ по часам и если вы, к примеру, перед погружением засечете начальное значение показаний манометра и рассчитаете, сколько должно быть через 10 минут после начала погружения, то примерно столько (с поправкой на компенсацию редуктора по глубине) вы на

Погружение

манометре через 10 минут и увидите (если в расчетах не ошиблись). Таким образом, на манометр можно вообще не смотреть. Смотрите только на часы и планируйте погружение так, чтобы при выходе оставлять в баллоне примерно 50 бар. В случаях, когда вы погружаетесь глубже 20 метров и используете сухой костюм, имеет смысл при расчете времени на которое хватит газа добавлять к скорости подачи от 2,5 до 3 литров в минуту. Это, позволит учесть расход газа на компенсацию по глубине редуктора высокого давления. На глубинах более 20 метров этот расход довольно сильно увеличивает скорость подачи.

Ребризер во время погружения напоминает о себе, только звуком выходящих из травящего клапана пузырьков (бульканье на выдохе слева) и звуком, издаваемым газом, проходящим через калиброванную дюзу. Его можно услышать, слегка запрокинув голову назад и повернув вправо. Звук этот похож на тихое тонкое жужжание или свист. На глубинах более 30 метров этот звук становится очень тихим.

В инструкции для аппарата описан следующий прием контроля подачи. Надо закрыть винтель на баллоне и смотреть на манометр. Стрелка должна устремиться к нулю. Не дожидаясь, пока стрелка пересечет деление 50 бар надо снова открыть винтель. Тест не должен занимать больше 10 секунд. Но по-моему гораздо проще голову повернуть.


Иногда, как правило при интенсивном дыхании, бывают слышны щелчки невозвратных клапанов. При погружении с исправным ребризерами никаких других звуков быть не должно.

Погружаясь с ребризерами следует избегать пилообразного профиля погружения. Это приводит к неоправданным потерям дыхательного газа, т.к. при погружении дополнительная смесь поступает для компенсации обжима мешков через байпасный клапан, а при всплытии избыток смеси удаляется из расширяющихся мешков через травящие клапаны.

Если вам почему-то потребовалось во время погружения вынуть загубник изо рта, то сначала необходимо перекрыть клапан загубника. При повторном включении в аппарат надо сначала продуть загубник (для удаления воды при закрытом клапане загубника есть специальная дырка) и только потом открыть клапан для дыхания. Стоит заметить, что продувка загубника ребризера в отличии от продувки легочника акваланга требует большего усилия и занимает больше времени из-за малого сечения продувочного отверстия.

При длительных повторных погружениях в шланг вдоха может начать хлопать вода. Путаться этого не надо, и бороться с этим — тоже. Это влага, выделяемая вами и химопоглотителем, которая сконденсировалась в гофрах шланга вдоха. На вкус она совершенно не похожа ни на пресную, ни на соленую воду.

Аварийные ситуации

 сновное правило поведения в аварийных ситуациях гласит: «Если что-то пошло не так — переключайся на резерв и всплывай». В силу простоты и крайней обобщенности этого правила мы не вынуждены вникать в детали.

Важно, однако, понять, что аварийную ситуацию при использовании ребризера проще предотвратить, чем разрешить. Тем более, что все аварийные ситуации берут свое начало в небрежной подготовке аппарата к погружению и недисциплинированности водолаза.

Первая аварийная ситуация, о которой говорят все, кому не лень, это попадание воды в канистру химпоглотителя. Причиной этого может быть неправильная сборка аппарата с последующим игнорированием тестов высокого и низкого давления, неправильное обращение с клапаном загубника и катастрофические повреждения аппарата в процессе погружения. Поскольку атака глубинными бомбами нам, как правило, не горзит, то о катастрофических повреждениях мы больше упоминать не будем. О загубнике мы поговорим ниже. Следовательно — остается одна причина: неправильная сборка.

Попадание воды в химпоглотитель проявляется резким повышением сопротивления вдоху и выдоху и, при негерметичности соединений — появлением большого количества мелких пузырьков.

По ходу погружения это не лечится и необходимо немедленно прервать погружение.

Никакой реакции современных химпоглотителей с водой по типу образования каустического коктейля не бывает, по-этому подробно останавливаться на этом явлении нет никакого смысла.

Наиболее часто встречается попадание воды в дыхательный контур через загубник. Привыкнув, при использовании акваланга без всякой на то нужды вынимать изо рта загубник водолаз сам создает аварийную ситуацию. Следовательно причина в недисциплинированности водолаза.

Помните: если возникла необходимость вынуть загубник, то сначала необходимо перекрыть его клапан. При повторном включении в аппарат необходимо сначала продуть загубник и только потом открыть его клапан.

В принципе может создаться ситуация, когда загубник выскокил у вас изо рта по независящим от вас причинам. Например

вырван запаниковавшим напарником. Это в общем-то не фатально, хотя и серьезно. В дыхательных мешках ребризера всегда есть небольшое положительное давление и нахождение открытого загубника в воде не сразу приводит к затоплению дыхательного контура. У вас есть около 3х секунд, чтобы поймать загубник и включиться в аппарат. Понятно, что некоторое количество воды в контур все-таки попадет, но дыхательные мешки аппарата устроены таким образом, что канистра химвсасителя сразу затоплена не будет. Если в этом случае сопротивление дыханию не увеличилось, то погружение можно продолжать. Если появилось — прервать погружение. В любом случае, после возникновения такой ситуации необходимо разобрать ребризера и удалить из него попавшую воду. При подозрении на попадание воды в канистру химвсасителя последний надо заменить.

Следующей группой аварийных ситуаций являются повреждения шлангов. Различают повреждения шлангов среднего давления и дыхательных шлангов. И то и другое вызывается либо за пределами физическим воздействием во время погружения, либо нарушением правил хранения и технического обслуживания аппарата. И то и другое является показанием к переключению на резерв и немедленному прерыванию погружения.

Повреждение шланга вдоха проявляется внезапным поступлением воды на вдохе, повреждение шланга выдоха — появлением большого количества пузырей слева во время выдоха и возрастающим сопротивлением вдоху.

Разрыв шлангов среднего давления проявляется внезапным хлопком и свистом с выделением большого количества пузырей. То же касается и шланга манометра.

Причем, поскольку Dräger Ray не имеет отдельной резервной системы дыхания по открытому циклу, то в случае разрыва шлангов манометра и среднего давления, переключаться на резерв и прерывать погружение уже не нужно. Надо спокойно повторять: «Отче наш, иже еси на небеси, да святиться имя Твое...» И так далее...

Следующей ситуацией, возникающей из-за безалаберности водолаза является гиперкапния. То есть отравление углекислым газом. Его симптомы: головная боль, затруднение дыхания, звон в ушах, ощущение нехватки воздуха даже при полном вдохе. Возникает гиперкапния в том случае, если водолаз небрежно отнесся к учету ресурса химвсасителя, потнадеялся на «авось» или заморозил канистру химвсасителя перед погружением.

Причем, если химпоглотитель полностью выработал свой ресурс или замерз, то симптомы появляться практически сразу, а если поглотитель «накрылся» во время погружения, то симптоматика будет нарастать постепенно и водолаз, прежде чем заметить проблему может потерять сознание и утонуть. В случае возникновения подобных неприятностей есть 2 выхода: первый — переключиться на резерв и всплыть. Второй — если почему-то нет резерва — выполнить промывку дыхательных мешков и всплывать, делая каждый второй выдох в маску (свежий газ будет добавляться через байпасный клапан автоматически). Это наряду с уменьшением глубины снизит концентрацию и парциальное давление CO_2 во вдыхаемой смеси.



ВНИМАНИЕ!

Какими бы не были проблемы, заставившие вас переключиться на резерв — не забудьте перед этим закрыть клапан загубника. Это предотвратит затопление дыхательного контура и поможет сохранить плавучесть.

Еще одним осложнением, возникающим так же из-за безалаберности водолаза является кислородное отравление. Его причины и симптомы подробно описаны в любом курсе Nitrox Diver и повторять их тут нет смысла. Могут сказать одно: не привышайте пределов по pO_2 , ведь если кислородные проблемы начнутся, то вас уже ничто, кроме везения, не спасет.



ВНИМАНИЕ!

Если приборы показывают превышение pO_2 ни в коем случае не прибегайте к промывке дыхательного мешка (это только усугубит ситуацию), а постарайтесь, совершая как можно меньше движений подняться на безопасную глубину. Лучшее всего за счет компенсатора, а не ласт.

Еще одной проблемой является катастрофическая потеря дыхательного газа, не связанная с повреждением шлангов среднего давления и разгерметизацией контура. Это так называемый System Overbreathing. Это случается с пугливыми людьми или с людьми, объем легких которых превышает объем дыхательных мешков ребризера (7,5 литров). Этому способствуют и открытые травящие клапаны.

В состоянии стресса человек начинает глубоко и часто дышать. В таком режиме на каждый вдох срабатывает автоматический байпасный клапан, но подаваемая смесь при выдохе оказывается избыточной и стравливается в воду через травящие клапана. На моей памяти был случай, когда человек средней комплекции за 5 минут пребывания в воде истратил таким образом более 50 бар из 8-литрового баллона (подача составляла 10 литров в минуту). В такой ситуации ни в коем случае нельзя переключаться на резерв — газ будет тратиться еще быстрее. Надо стабилизировать глубину и как можно скорее разобраться с источником стресса, стабилизировав дыхание. Когда проблема решена — скорректировать план погружения исходя из показаний манометра или прервать погружение по самочувствию. Как хотите.

К потере газовой смеси может привести так же свойственная многим аквалангистам привычка выдыхать носом в маску. С аквалангом это все равно, а с ребризером приводит к потере смеси. Тоже касается и упомянутого выше пилообразного профиля погружения.

Последней проблемой может быть потеря сознания при всплытии, вазванная гипоксией. Это, насколько мне известно, уже послужило причиной гибели двух английских водолазов.

В первом случае водолаз использовал нерекомендованную смесь Nitrox 26 и плыл против сильного течения на глубине около 40 метров довольно значительное время. В результате чего смесь в дыхательном контуре стала гипоксичной. На глубине это никак не проявлялось из-за высокого парциального давления кислорода, но при всплытии парциальное давление кислорода начало падать и водолаз потерял сознание и утонул. Виноват только он сам, поскольку для подобных условий есть правило: в случае, если вы использовали бедную кислородом смесь и находились в условиях повышенной физической нагрузки на большой глубине, то перед всплытием необходимо выполнить трехкратную промывку дыхательного мешка. Для этого нужно трижды глубоко вдохнуть и выдохнуть через нос в маску. Это единственный случай, когда выдох в маску рекомендован. Если не хочется дышать в маску, то можно принять вертикальное положение и нажать на травящий клапан на левом плече. Содержимое дыхательного контура вылетит через него примерно за 5 секунд и тут же байпасный клапан подаст свежую газовую смесь.

Смерть второго водолаза имела более прозаические причины: он не был особенно глубоко и не боролся с течением. Он просто не

проверил состав газовой смеси (а вместо Nitrox в баллоне был воздух). На глубине парциальное давление кислорода в дыхательном мешке его ребризера оставалось приемлемым для поддержания жизни, но при всплытии его вряд ли спасла бы даже промывка мешков. Виноват только он сам, т.к. нарушил основное правило даже не ребризера, а Nitrox-курса: «Знай свою смесь!».

Где-то была описана аварийная ситуация с гипоксией, вызванной окончанием газовой смеси естественным путем, т.е. при нормальной работе аппарата. Ее мы касаться не будем: если водолаз такой раздолбай, что не смотрел ни на часы, ни на манометр, то ему просто не место среди живых. Есть смысл считать это не аварийной ситуацией, а проявлением естественного отбора.

Несмотря на то, что симптомы гипоксии и гиперкапнии описаны в различных руководствах, их проявления зачастую очень индивидуальны. По-этому имеет смысл последовать рекомендациям Ричарда Пайла и проверить, каким образом это проявляется лично у вас.



ВНИМАНИЕ!

Изложенные ниже действия потенциально опасны для вашего здоровья и должны проводиться только на поверхности в присутствии напарника или инструктора, имеющего медицинскую подготовку.

Чтобы оценить воздействие гипоксии необходимо заполнить контур ребризера Nitrox из баллона, закрыть баллон, а потом включиться в аппарат и дышать из него. При этом необходимо тщательно оценивать и запоминать свое состояние.

Для оценки влияния гиперкапнии наоборот баллон закрывать не надо, но канистра химвсасывателя должна быть пустой.

При проведении этих тестов следует соблюдать предельную осторожность, а оценивая их результаты следует иметь в виду, что гипоксия под водой (при условии сохранения стабильной глубины) будет наступать медленнее, а гиперкапния — быстрее из-за влияния избыточного давления окружающей среды.

Говоря о несомненной опасности этих тестов Ричард Пайл все-таки приходит к выводу об их полезности, поскольку они настраивают водолаза на постоянный контроль своего состояния и дают ему опыт в быстром распознавании аварийной ситуации.

Всплытие

Всплытие при погружении с ребризерам имеет некоторые особенности. Во-первых оцените нагрузку в течении погружения. Если она была значительной — выполните промывку дыхательных мешков, как это было описано выше и останковку безопасности. Сделайте это даже в том случае, если высокая нагрузка учтена в ваших расчетах при планировании погружения.

Поднимайтесь медленнее, чем делали это с аквалангом. Учтите, что с аквалангом вы имели дело только с расширением камер компенсатора плавучести, а в случае с ребризерам необходимо учитывать еще и расширение дыхательных мешков. Конечно, смесь стравливается из них через травящие клапаны, но все-таки соблюдайте осторожность и всплывайте как можно медленнее. Производительность травящих клапанов меньше, чем производительность инфлятора.

В крайнем случае можете использовать для замедления скорости всплытия травящий клапан на мешке выдоха ребризера (он находится на левом плече). До этого, однако, лучше не доводить.

Оказавшись на поверхности немедленно установите положительную плавучесть, потом перекройте клапан загубника и вытащите загубник изо рта. После — закройте винтель баллона и выходите из воды.

Эта последовательность действий очень важна. Некоторые опытные аквалангисты пренебрегают ею и оказываются в дурацком положении. Типичная ошибка такова: всплывший водолаз устанавливает положительную плавучесть, а потом вынимает загубник с открытым клапаном изо рта. И теряет 4-5 литров смеси, а следовательно 2-3 килограмма положительной плавучести. И пьет воду, активно подрабатывая ластами.

Между погружениями

Инструкция рекомендует разборку аппарата и проведение всех необходимых тестов. На практике это повсеместно игнорируется при условии, что аппарат во время предыдущего погружения работал корректно и ресурс химпоглотителя исчерпан не был.

Так что просто замените баллон, если в этом есть необходимость и оставьте аппарат в покое. Дайте отдохнуть и ему. Однако помните, что клапан загубника должен быть закрыт. Если на улице холодно — отнесите ребризер в теплое помещение. Химпоглотитель не любит холода.

В том случае, если вы не меняете и не перезаправляете баллон между погружениями — проверьте скорость подачи газа и скорректируйте концентрацию кислорода в дыхательном мешке, которую вы вводите в свой компьютер. Помните: с падением давления в баллоне будет падать и подача газа в дыхательный контур.

Разборка и обслуживание

Разборка производится в обратном сборке порядке. После полной разборки аппарата отверните пробки для слива конденсата на дыхательных мешках. Мешки, шланги и остальные части аппарата промойте теплой пресной водой. Инструкция рекомендует использовать для промывки дыхательных шлангов и мешков специальный дезинфицирующий раствор, но учитывая его стоимость и доступность, мы не будем больше о нем вспоминать.

Отработанный химпоглотитель сложите в пакет и выбросите на помойку. Не оставляйте его в канистре и ни в коем случае не выбрасывайте в воду.

Сушить и хранить аппарат необходимо в сухом, защищенном от прямых солнечных лучей месте.

После просушки аппарата уберите его в сумку, установив в нужные места защитные колпачки (если вы их еще не растеряли).

Замена О-рингов и техническое обслуживание редуктора производится согласно рекомендациям производителя, хотя по моему опыту

О-ринги на байонетах можно менять не раз в год, а по мере износа. Смазка О-рингов в процессе эксплуатации не рекомендована.



ВНИМАНИЕ! В случае, если вы погружаетесь в зимних условиях, необходимо очень внимательно отнестись к просушиванию аппарата. После погружений в гофрах илангов скапливается конденсат, который, не будучи удаленным — замерзнет и вполне может блокировать работу невозвратных клапанов. Это будет проявляться невозможностью вдоха или выдоха при попытке дышать из аппарата, или, что еще хуже обмерзание клапанов приведет к их неполному закрытию. В такой ситуации циркуляция газа будет нарушена и может возникнуть отравление углекислым газом.

То же касается канистры химпоглотителя. Канистра должна быть тщательно просушена, а химпоглотитель — удален, даже если его ресурс не выработан полностью. В противном случае, образовавшаяся в канистре во время предыдущего погружения влага замерзнет и блокирует химпоглотитель. Это может стоить вам жизни.

Опции

К опциям для ребризера Dräger Ray относятся: датчик парциального давления кислорода Dräger OxyGuage, кольцевые триминг-груза на дыхательные шланги, резинка, удерживающая во рту загубник и дозаторы для газов, отличных от EANx 50.

Про резинку ничего сказать не могу — я ей никогда не пользовался. Выглядит она, как оголовник маски и, очевидно, призвана препятствовать выпадению клапанной когобки (загубника) изо рта водолаза. Она перекочевала на Dräger Ray с военных ребризеров, где ее назначение в общем-то понятно (ну, мало-ли что случится в боевой ситуации). Применительно к рекреационному дайвингу использование такой резинки мне кажется избыточным. Не говоря уж о том, что она создает с оголовником маски весьма хитрые переплетения и неоправданно усложняет подготовку к погружению.

Триминг-груза представляют собой металлические кольца, которые надеваются на шланги вдоха и выдоха. Они нужны для компенсации положительной плавучести шлангов. Во время погружения шланги всеми силами пытаются всплыть, что создает нагрузку на мышцы шеи и верхнюю десну спереди. Когда погружений одно-два — это не становится проблемой, а когда 10-12 подряд, то возникают потертости на верхней десне, как от неудачно подогнанных зубных протезов. В результате последние 3-4 погружения приходится плавать, придерживая загубник рукой (иначе — больно). Триминг-груза за счет своей массы компенсируют положительную плавучесть шлангов, и тем самым решают эту проблему. Водолазу только нужно разместить груза, передвигая их по шлангам таким образом, чтобы плавучесть шлангов на всем протяжении была близкой к нейтральной. Кстати, подобные груза изначально входят в комплект ребризера Dräger Dolphin, но поставить их на Dräger Ray нельзя — разный диаметр шлангов.

В общем вещь полезная, но стоит безумных (для своей конструкции) денег.

Датчик парциального давления кислорода Dräger OxyGuage представляет собой простой электронный прибор (по сути милливольтметр), постоянно информирующий водолаза о парциальном давлении кислорода в дыхательном мешке. Он, в отличие от декомпрессионных компьютеров, включается и выключается только вручную. Стоит он на уровне хорошего односесевового Nitrox-компьютера, что делает его покупку занятием сомнительным.

Отступление №7

Его появление вызвано, очевидно, наличием правила, призывающего водолаза всегда знать парциальное давление кислорода в дыхательном мешке. Оговорюсь, что для ребризера Dräger Ray и ему подобных это правило не особенно актуально т.к. при подаче газа через калиброванную дюзку поддерживается не парциальное давление, а концентрация кислорода.

Это правило актуально только для ребризеров, управляемых электроникой, которые как раз поддерживают парциальное давление, а не концентрацию. Эти аппараты предназначены для погружений на большие глубины, когда даже незначительное отклонение парциального давления от запланированного может стать причиной серьезных проблем, а то и гибели водолаза.

Включение Dräger OxyGuage производится двойным нажатием на единственную кнопку на его корпусе, после чего на дисплее прибора появляется надпись “ON”, то есть просьба подтвердить включение. Если подтверждение не поступило в течении 5 секунд, то прибор выключается. Подтверждение осуществляется однократным нажатием на кнопку. После этого начинается процесс калибровки — прибор проверяет состояние дисплея, датчика и батарей и прокручивает звук аварийной сирены. Попутно предлагается изменить настройки по режиму высот и т.д.

Это довольно не очевидно и желающих узнать об этом подробнее я отсылаю к инструкции. К инструкции следует обращаться и по вопросам, связанным с хранением и обслуживанием прибора.

Калибровка проводится по току датчика, а не по газу (как в случае с анализаторами кислорода, применяемыми для проверки газовой смеси в баллонах), по-этому нет никакого смысла делать это на воздухе. После окончания калибровки, при условии, что она прошла успешно, на дисплей выводится текущее значение парциального давления кислорода.

Отступление №8

На начальном этапе использования ребризера Dräger Ray может быть полезным использование Dräger OxyGuage вместе с Nitrox-компьютером. Компьютер в процессе погружения будет показывать воображаемое парциальное давление

кислорода, исходя из данных, которые вы ввели в компьютер по результатам своих расчетов. Датчик же покажет вам реальное парциальное давление кислорода в дыхательном мешке. Сравнение по ходу погружения этих данных поможет вам оценить свой реальный расход кислорода под разными нагрузками и скорректировать с помощью уменьшения глубины погружения или промывки дыхательного мешка ошибки в расчетах и планировании погружения, которые возникнут на первом этапе обучения.

Формула, по которой определяется реальное потребление кислорода выглядит так:

$$V_o = (V_s \times (fO_2 - FiO_2)) / 1 - FiO_2$$

Где: FiO_2 — концентрация кислорода в дыхательном мешке ребризера в десятичном виде, fO_2 — концентрация кислорода в баллоне в десятичном виде, V_s — подача газа (EANx Nitrox) в литрах в минуту, V_o — потребление кислорода в литрах в минуту.

Концентрация кислорода в дыхательном мешке определяется исходя из показаний Dräger OxyGuage и глубиномера по известной из курса Basic Nitrox формуле.

Далее прибор работает самостоятельно, а выключение его производится аналогично включению, за исключением того, что надпись на дисплее гласит: “OFF”. Если подтверждение отключения не поступило в течении 5 секунд — прибор возвращается в режим измерения pO_2 . После подтверждения выключения на дисплее появляется надпись “END” и прибор начинает изредка пищать. Через 1 минуту он отключиться сам и делать с ним больше ничего не надо.

Предварительное предупреждение о слишком низком парциальном давлении кислорода (0,3 ата) осуществляется отображением справа от цифер на дисплее направленного вниз черного треугольника с буквой “L” посередине и прерывистым писком. Оно может быть отключено однократным нажатием на кнопку (слышу, слышу!), но при повторном снижении pO_2 ниже этого порога предупреждение возникнет снова.

Предупреждение о критическом падении pO_2 (ниже 0,25 ата) проявляется появлением там же черного треугольника и весьма

отвратительной сиреной. Это предупреждение не отключается.

При превышении pO_2 справа от цифр появляется белый направленный вверх треугольник с буквой “Н”. Предварительное предупреждение выдается при $pO_2=1,4$ ата, а основное при 1,6 ата.

Отступление №9

Исходя из значения нижнего предела pO_2 для Dräger OxyGuage будет логично включать этот прибор после открытия винтеля на баллоне. Иначе, когда дыхательный контур заполнен воздухом, а не Nitrox прибор сразу же начнет действовать вам на нервы аварийной сигнализацией по поводу низкого парциального давления кислорода.

Важно заметить, что в ребризере Dräger Ray кислородный датчик монтируется на выходе канистры химпоглотителя, то есть до того места, где смесь пополняется кислородом. Это приводит к снижению показаний датчика от $-0,045$ до $-0,144$ ата в зависимости от глубины.

Дозаторы для отличных от Nitrox 50 дыхательных газов поставляются отдельно и за отдельную (весьма немалую) плату. Выпускаются дозаторы для EANx32, EANx40 и EANx60. Однако в учебном курсе и руководстве по эксплуатации о них нет ни слова, и Dräger Ray представлен как совершенно рекреационный ребризер с глубиной погружения 22 метра. Даже сертификат TDI дает право погружаться только до глубины 22 метра и только при использовании EANx 50.

Это по меньшей мере странно, но может быть объяснено тем, что дополнительные дозаторы были выпущены Dräger примерно через год после поступления ребризера Dräger Ray в продажу; а поменять стандарт, видимо, гораздо сложнее, чем запустить в производство новый дозирующий блок.

Крепление дозирующего устройства, которое включает в себя корпус, дюзу и автоматический байпасный клапан производится накидной гайкой на шланге подачи газовой смеси, без применения каких-либо инструментов.

Установка нового дозирующего устройства не добавляет вам никаких сложностей, однако вы должны ввести соответствующие коррективы в свои расчеты при планировании погружения.

Внешне дозаторы абсолютно одинаковы и отличаются только цветом пластикового кольца на металлической вставке напротив ввода шланга подачи. У дозатора для EANx50 кольцо красное, у дозатора EANx40 — голубое, EANx32 — желтое, а для EANx60 — черное.

«Идеальная» смесь

Ниже приводится таблица соответствия между потреблением кислорода водолазом и концентрацией кислорода в дыхательном мешке для основных дыхательных смесей.



ВНИМАНИЕ!

Следует учесть, что цифры приведенные ниже являются усредненными, и могут отличаться от ваших, что может изменить картину расчетов и подвергнуть вас воздействию pO_2 , превышающего 1,6 ата.

Если у вас нет достаточного (не менее 50 погружений в разных условиях и с разными нагрузками) опыта погружений с ребризером, воздержитесь от использования этой информации.

Потребление O_2 л/мин	% O_2 в дыхательном контуре
Nitrox 32	
1.25	26
1.5	25
2	23
Nitrox 40	
1.25	31
1.5	29
2	25
Nitrox 50	
1.25	40
1.5	35
2	31

Как мы уже знаем, концентрация кислорода в дыхательном мешке всегда ниже, чем концентрация в баллоне, и это нормально для ребризера. Важно другое: чем беднее смесь, тем меньше относительное падение фракции кислорода в зависимости от физической нагрузки, следовательно, при внезапном повышении нагрузки в процессе погружения отклонения от рассчитанного декомпрессионного статуса будут не столь велики. Да и падение FiO_2 гораздо быстрее

будет компенсировано за счет повышения концентрации кислорода в дыхательном мешке относительно расчетной на том этапе погружения, когда физическая нагрузка станет минимальной.

Очевидно, что Nitrox 50 вообще не вполне подходит для рутинных (т.е. в составе группы и с дайв-гидом) погружений, которые обычно начинаются с падения на глубину 35-40 метров и продолжаются ступенчатым всплытием во время прохождения маршрута. Исходя из правил мы не можем погрузиться, используя эту смесь глубже, чем на 22 метра (pO_2 1,6 АТА) или, отслеживая pO_2 по концентрации в мешке, а не в баллоне — глубже 30 метров. Из этого можно сделать вывод, что Nitrox 32 является наиболее подходящей смесью, но это не так. В подавляющем большинстве случаев ребризеры комплектуются 4-литровым баллоном, ресурс которого составляет около 45 минут не считая расхода газа на компенсацию по глубине и поддув компенсатора. Очевидно, что время среднего погружения больше.

Таким образом, Nitrox 40 является практически идеальным дыхательным газом для использования в ребризерах Dräger. Ресурс работы аппарата при использовании этой смеси составляет порядка 80 минут, парциальное давление кислорода составит 1,6 ата на глубине 41 метр (при оценке pO_2 по концентрации в мешке), а рекомендованная глубина погружения составит 30 метров (при парциальном давлении кислорода 1,24 ата). Более того: при использовании Nitrox 40, имеем в дыхательном контуре более богатую кислородом смесь, нежели при использовании Nitrox 32. Следовательно, получаем более продолжительное время на глубине и/или более безопасный режим декомпрессии. Тут не лишне вспомнить, что максимальная глубина на которой можно находиться более-менее продолжительное время и не выполнять потом несколько скучнейших декомпресссионных остановок составляет 30-35 метров.

Содержание

Об ответственности	3
В ведение	4
П ринцип функционирования	6
Р асчеты	10
П одготовка к погружению	16
П оргужение	21
А варийные ситуации	23
В сплытие	28
М ежду погружениями	29
Р азборка и обслуживание	29
О пции	31
«И деальная» смесь	35

«Ошибки! Тут нет запятой!»

Дж. Мамедова, спутница жизни

«Я еще не читал. Лучше потом...»

Олег (Гек) Мезенцев, Advanced Nitrox Instructor IANTD

«Дочитал примерно до середины...»

Сергей Жуков, Национальный директор IANTD-Россия

«Ты?.. Книгу?.. Да ладно!..»

Яшина Н.О., мама

«А можно такое же, но про trimix?»

Вячеслав Журненков, Extended Range Diver TDI

**«Несколько раз перечитал Ваше руководство по ребризеру.
Я в восторге от этого документа»**

Александр Медведев (прислано по E-Mail)

**«Благодарю моих первых читателей за помощь
в подготовке издания и конструктивную критику»**

А. Яшин, автор