CCR Cave Diving
Кейв-дайвинг и ребризеры

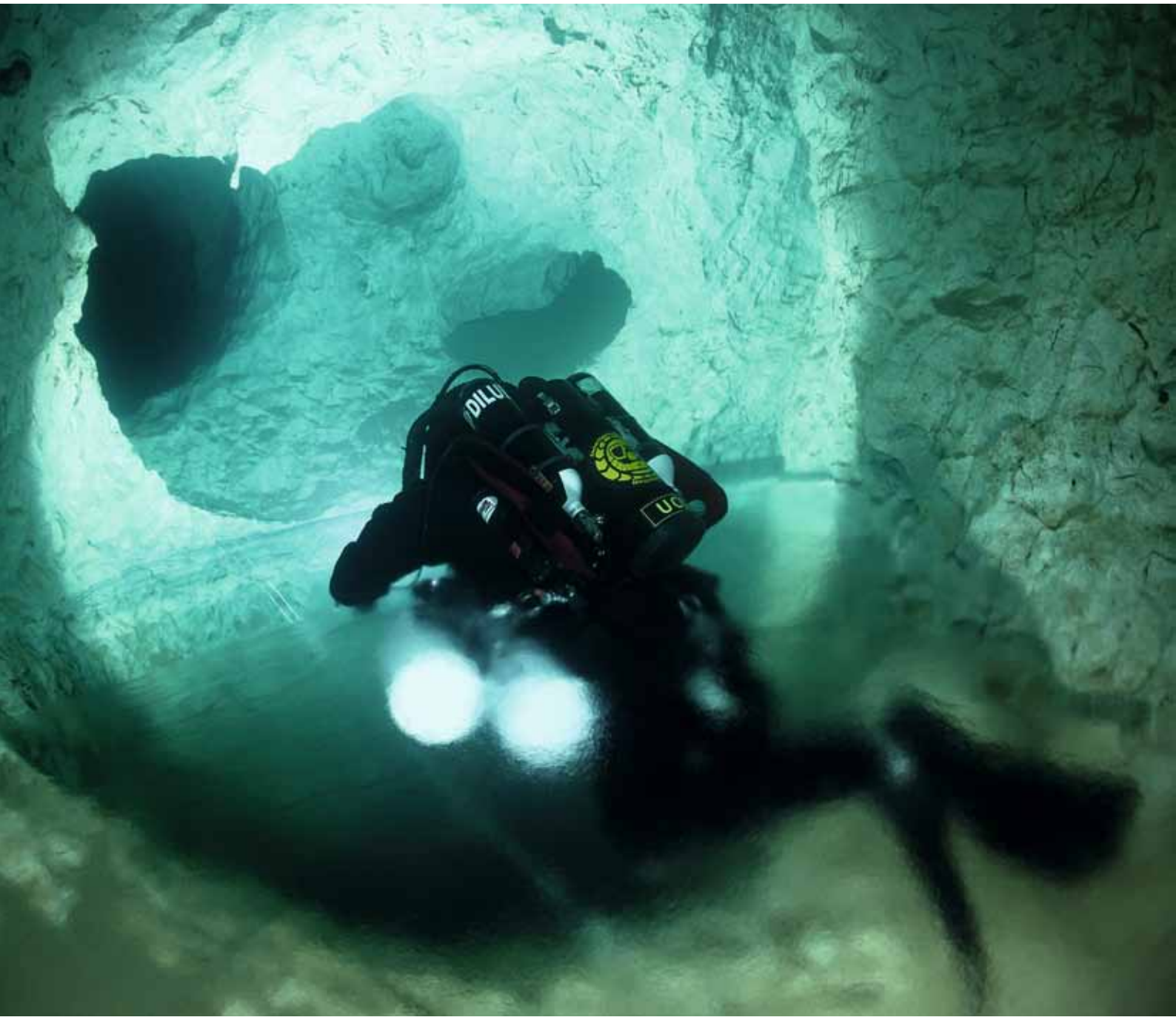
Pim van der Horst ▮ перевод Татьяны Беляевой ▮ фото Drazen Goricki, Nuno Gomez

Использование аппаратов закрытого цикла в пещерном дайвинге приобретает все большую популярность. В этой статье автор объясняет, почему аппараты замкнутого цикла удобно использовать в кейв-дайвинге и какие конфигурации оборудования могут быть использованы.

Кейв-дайвинг предъявляет высокие требования к умениям дайвера, его менталитету, а также к используемому оборудованию. Всем известно: простое всплытие на поверхность в пещере невозможно. Сначала нужно доплыть до выхода из пещеры, чтобы завершить дайв. И это, естественно, требует больше времени в ситуации экстренного выхода. Также в пещере дайвера поджидают такие трудности, как ограничение видимости, наличие течений, низкая температура воды.

Соответственно рискам должны возрастать и меры предосторожности при орга-

Кейв-дайвинг становится все более и более популярным. Организация *The Global Underwater Explorers* (GUE) высоко подняла уровень обучения, эту планку поддержали и другие системы обучения техническому дайвингу, такие как IANTD (www.iantd.com), TDI (www.tdisdi.com), ITDA (www.itdahq.org), DIRrebreather (www.dirrebreather.com). Сообщество кейв-дайверов стремительно растет.



низации дайвинга в пещерах. Приготовления к исследованиям пещер могут занимать несколько месяцев. Если речь идет о рекорде, то, чтобы рекорд первопрохождения был установлен, необходимо задействовать много support-дайверов, разместить баллоны с запасными газами в пещере или организовать остановку для длительной декомпрессии. Логистика такого погружения весьма трудна. К тому же, многие пещеры расположены в удаленных от цивилизации местах.

В последнее время приобретает популярность использование в пещерном дайвинге закрытого цикла, в том числе и за-счет логистического преимущества. Но оно имеет свою цену – ребризеры сложнее аппаратов открытого цикла.

В этой статье я постараюсь подробно объяснить, почему закрытый цикл удобно использовать в кейв-дайвинге и какие конфигурации оборудования могут быть использованы.

Не все ребризеры одинаково полезны…

На сегодняшний день на рынке представлено 4 типа ребризеров: кислородный ребризер (например, LAR), аппарат полузамкнутого цикла, ребризер с ручными настройками и электронный ребризер.

1) **Кислородные ребризеры** для пещер не годятся, ведь максимальная глубина их использования ограничена 6-ю метрами.

2) **Аппараты полузамкнутого цикла** (SCR) бывают активными и пассивными. Активный SCR (например, Dolphin) обеспечивает постоянную подачу газовой смеси – найтрокса. Этот поток зависит от доли кислорода в смеси (чем выше содержание кислорода, тем слабее поток).

Пассивные ребризеры (PSCR) подают газовую смесь (найтрокс или тримикс) по требованию. Такие PSCR (например, RB80) довольно популярны у кейв-дайверов.

Отмечу, что **аппараты полузамкнутого цикла в 5–8 раз эффективнее аппаратов открытого цикла.**

3) Также кейв-дайверы используют **ребризеры с ручными настройками** (mCCR). Эти аппараты (например, *Apocalypse, Type IV*) обеспечивают постоянную подачу кислорода (0,7 л/мин), предоставляя, таким образом, качественную дыхательную смесь постоянно. Другое преимущество mCCR – его независимость от электроники. Недостатком таких аппаратов является ограниченная глубина погружений, максимум 80–90 метров.

Модели mCCR эффективнее аппаратов открытого цикла примерно в 30 раз.

4) В последнее время все более популярным среди кейв-дайверов становится использование **электронных ребризеров** (eCCR). Этот тип ребризера для регулирования состава подаваемой газовой смеси использует компьютер. Первые eCCR были ненадежны, а обучение было несовершенным, в результате было много погибших. Но сегодня eCCR стали гораздо более надежными, а обучение – более серьезным. **Модели eCCR эффективнее аппаратов открытого цикла примерно в 30 раз**. Но эта эффективность имеет свою цену: погружения в eCCR сложнее, чем в открытом цикле. И на случай поломки eCCR дайверу необходимо иметь в запасе много баллонов с газовой смесью (чтобы перейти на открытый цикл) либо запасной ребризер. На практике запасной ребризер не используют из-за большого размера и логистических сложностей.

Все эти недостатки находятся в противовесе с эффективностью. Длительные и глубокие погружения с использованием eCCR's существенно проще, чем с аппаратами открытого цикла.

Слева направо: Sheck Exley, Nuno Gomez, Charles, Andrew, Alan, Barry и Rob. Boesmansgat, 1993

Краткая история кейв-дайвинга на ребризерах

Знаменитый Шек Эксли (Sheck Exley) – основатель современного кейв-дайвинга – написал небольшую инструкцию для кейв-дайверов, ставшую «золотыми правилами» кейв-дайвинга. Эти правила актуальны и сегодня.

Для глубоких погружений в пещеры он использовал тримикс.

В 1994 году Эксли вместе с Джимом Боуденом (Jim Bowden) планировали совершить погружение на 300 метров на открытом цикле. Эксли достиг глубины 273 метра, но погиб во время дайва. Боуден же успешно погрузился на 281 метр, установив рекорд по самому глубокому погружению в пещеры.

Этот рекорд был побит лишь в 2004 году Дэйвом Шоу (Dave Shaw). Дэйв нырял в Южной Африке, в пещере Bushmansgat, на ребризере eCCR. Он погружался с целью найти тело Деона Драера (Deon Dryer), утонувшего во время погружения на открытом цикле за 10 лет до этого. Шоу нашел Драера, но, к сожалению, сам погиб во время этого погружения от гиперкапнии. Его тело всплыло на поверхность вместе с телом Драера, пристегнутым к ходовику. Во время этого погружения Шоу использовал нашлемную камеру. Видеосъемка этого погружения выложена в Интернете *(The last dive of David Shaw)*. Также в сети есть впечатляющий документальный фильм об этом погружении *(Documentary about great cave diver Dave Shaw and his last dive)*.

Рекорд Шоу до сих пор не побит...

Кейв-дайвинг на eCCR сегодня

Неудивительно, что использование eCCR в кейв-дайвинге распространяется медленно. Обучение на eCCR даже GUE включила в свою программу совсем недавно. До этого электронный ребризер был лишь головной болью GUE. Но президент компании Jarrod Jablonski решил включить использование eCCR после того, как в кейв-дайвинге были достигнуты пределы использования традиционного оборудования (аппаратов открытого цикла и PSCR). Сейчас они используют для обучения JJ-CCR.

Плюсы и минусы использования ребризеров в надголовных средах

Почему люди погружаются в надголовные среды в ребризерах? Есть ли какие-то преимущества у них перед открытым циклом? Да, конечно, есть!

Меньше газов. Для погружений на закрытом цикле нужно меньше газов. Это даже с учетом запасных баллонов. Многие пещеры и рэки расположены в трудно доступных местах (например, пещеры в горах, добраться к ним можно, только совершив несколько восхождений и спусков; или же рэк, расположенный далеко от берега, добраться к которому можно, только совершив длительный переход на лодке). Очень глубокие и далекие проникновения в пещеры невозможны без ребризера.

С использованием ребризера запас газовой смеси перестает быть критическим пунктом отказа. Газовой смеси в ребризере более, чем достаточно для того, чтобы исследовать пещеру или рэк, – баллона емкостью 2 л (*Evolution*), заряженного до давления 200 бар и содержащего таким образом 400 л кислорода в свободном состоянии, может хватить на 6,6 часов нахождения под водой. И в экстренном случае (потеря направления или ходовика) у ребризер-дайвера будет достаточно времени, чтобы решить возникшие проблемы. При возникновении проблем ребризер-дайвер будет находиться в менее стрессовом состоянии.

Nuno Gomez и Leszek. Boesmansgat, 2003

Nuno Gomez, 1996. После установления мирового рекорда по пещерным погружениям

Отсутствие пузырей. Одной из опасностей надголовных сред является потеря видимости из-за взвеси. Взвесь – это частицы ила, падающие с потолков отсеков затонувшего корабля или со стен пещеры. Также взвесь может подняться со дна. Причиной возникновения взвеси может быть сам дайвер (из-за плохих навыков плавучести или неловкого движения), может быть сама среда (например, течения в пещере) или снаряжение дайвера (аппарат открытого цикла создает множество пузырей).

Теплый и влажный дыхательный газ. Химическая реакция скруббера с выдыхаемым CO_2 вызывает нагревание (можете после погружения с ребризером потрогать канистру со скруббером), поэтому дайверу поступает теплый дыхательный газ. Это позволяет уменьшить вероятность гипотермии. Из-за того, что цикл замкнутый, газовая смесь, подаваемая дайверу, остается влажной. Это уменьшает риск обезвоживания и, как следствие, уменьшается риск развития ДКБ.

Конечно, в использовании ребризеров в надголовных средах есть и свои недостатки. Остановимся на них поподробнее.

Громоздкость. Ребризеры могут быть громоздкими и большими. Противолегкие и канистра требуют определенного пространства. В узких проходах пещер и рэков это может вызывать трудности. У ребризеров нет конфигураций

сайдмаунт. Насколько я знаю, некоторые кейв-дайверы экспериментировали с боковым креплением ребризеров. С другой стороны, производители также стремятся к оптимизации использования ребризеров, что привело к некоторым интересным проектам. Например, ребризер *rEvoll* имеет двойную канистру в очень плоских противолегких. При создании ребризера необходимо найти компромисс между расположением противолегких, общим дизайном и компактностью. Например, *Ouroboros* имеет большую круглую канистру.

Процедура перехода на запасную газовую смесь. Процедура перехода на запасную газовую смесь сложнее, чем в открытом цикле. Сложнее как планирование дайва, так и манипулирование с резервным баллоном в надголовной среде. Ребризер-дайвер должен идентифицировать и найти свой резервный баллон даже при плохой/нулевой видимости. Также он должен уметь переключаться на запасной баллон при помощи только одной руки – вторая нужна для того, чтобы сохранять контакт с ходовиком.

Противолегкие. Помимо того, что противолегкие ребризера уменьшают оптимальную обтекаемость фигуры дайвера, они могут и порваться (например, о металлические части затонувшего корабля). Противолегкие разных моделей ребризеров по-разному подвержены повреждениям. Наплечные противолегкие (такие, как *Inspiration и Megalodon*) более уязвимы, чем заспинные мешки (*Submatix* и *Ouroboros*). Заспинные про-

тиволегкие при погружениях в надголовные среды предпочтительнее. К тому же наплечные мешки могут ограничивать обзор дайверу и уменьшают свободное пространство на груди.

Выбор оборудования

Когда ребризер-дайвер выбирает и настраивает оборудование для погружений в надголовные среды, он должен принять во внимание несколько аспектов.

Дополнительные опции для повышения безопасности погружений в надголовные среды

Некоторые дополнительные возможности ребризера отсутствуют в стандартной конфигурации от производителя. Какие-то из них предоставляются сторонними производителями. Но если та или иная опция зарекомендовала себя, прошла испытание временем, то ее могут включить и в стандартную конфигурацию ребризера. Так случилось, например, с ADV, HUD-дисплеем, быстроразъемными соединениями (позволяющими подсоединить баллон с кислородом при аварии) и BOV, которые теперь стали стандартными опциями во многих ребризерах.

ADV. ADV (Automatic Diluent Valve, клапан автоматической подачи дилуента) – это обычная вторая ступень регулятора, включенная в дыхательный контур. Она поддерживает давление в контуре при погружении – наполняет контур дилуентом, когда внутреннее давление ниже внешнего давления. Это особенно важно при спуске вниз – ADV добавляет ровно столько дилуента, сколько необходимо для выравнивания давления контура и внешнего давления. При помощи ADV можно промыть контур дилуентом, с силой вдыхая и выдыхая через нос. Таким образом газ в контуре будет полностью заменен на дилуент.

В некоторых ребризерах нет мануального инжектора дилуента (к примеру, *KISS Classic, Sport KISS* и *Submatix mCCR*). Для них ADV – самый простой способ промыть контур.

HUD. HUD (Head Up Display) – индикатор, расположенный на клапанной коробке напротив глаз дайвера, имеет несколько светодиодов, которые информируют дайвера о состоянии системы цветом и частотой мигания. HUD обеспечивает дополнительную безопасность при погружениях в надголовные среды, где видимость может быть очень плохой и где может не быть достаточно пространства для использования ручного дисплея ребризера.

HUD может обладать различной функциональностью. Некоторые только сигнализируют о слишком низком или слишком высоком PO_2 (*Submatix*

mCCR). Другие показывают диапазон PO_2 (*rEvoII mCCR*) или его цифровое значение (*Megalodon eCCR*). Самые продвинутые дают не только информацию о PO_2, данные о декомпрессии, о состоянии соленоида, но и имеют функцию дублирования сигналов (*Ouroboros*). Некоторые дисплеи снабжены вибратором, который в случае опасности начинает вибрировать (*Hammerhead*).

Внешние коннекторы для запасных баллонов с дилуентом и кислородом. Большинство ребризеров позволяют подключать к дыхательному контуру запасной баллон с газом. Обычно это делается через шланг низкого давления со стандартным LP-коннектором (т.е. коннектором низкого давления, какие используются на инфляторах у сухих костюмах и BCD). Однако случается, что

На данный момент новейшим ребризером, получившим сетрификацию CE, является электронный ребризер Liberty компании Divesoft. Его новые возможности – использование гелиевого датчика для PO_2.

из-за небольших различий в устройстве LP-коннекторов не все они подходят к коннектору на ребризере. Поэтому дайвер должен быть уверен, что все коннекторы друг с другом совместимы. Такая же совместимость коннекторов желательна внутри группы ребризер-дайверов.

Преимущество в том, что в случае проблемы с баллонами ребризера всегда можно подсоединить запасной баллон, без необходимости аварийного перехода на открытый цикл. Или дайвер может отдать свой запасной баллон напарнику, попав-

шему в аварийную ситуацию и нуждающемуся в газе. Поэтому ребризер-дайверы, которые берут с собой запасной баллон для открытого цикла, всегда присоединяют к первой ступени LP-шланг.

Со внешним коннектором также можно переключаться на баллон с другим дилуентом, чтобы сделать декомпрессию более эффективной.

Внимание: всегда правильно маркируйте газы! Ошибка подключения не к тому баллону может стать летальной!

У некоторых ребризеров есть собственная система внешних коннекторов (например, *Ouroboros*). Внешние коннекторы несложно установить на ребризеры с наплечными противолегкими (*Megalodon, Inspiration, Evolution*). Реально установить и несколько коннекторов – вы сможете использовать разные газы в качестве дилуента.

BOV. BOV (Bailout valve) – аварийная клапанная коробка, заменяющая мундштук и имеющая встроенную 2-ю ступень, позволяет переключаться на открытый цикл, не вынимая ничего изо рта. Очевидно, что это увеличивает безопасность погружения, ведь в случае аварии переход на открытый цикл происходит очень быстро. Также использование BOV необходимо при погружениях в полнолицевой маске.

Полнолицевая маска. Полнолицевая маска позволяет ребризер-дайверу оставаться внутри дыхательного контура даже в аварийном случае – например, при конвульсиях. Конечно, и при использовании открытого цикла дайвер должен много тренироваться, чтобы заменить полнолицевую маску на обычную маску и регулятор. Использование аварийного клапана BOV несколько облегчает эту задачу. В любом случае, использовать полнолицевую маску могут только очень подготовленные дайверы, ведь чаще всего она добавляет стресс погружениям.

Датчик парциального давления кислорода в смеси. Пока что только у двух ребризеров (*Ouroboros и Sentinel*) есть «задний» дисплей, который показывает парциальное давление кислорода в смеси, а также рабочее состояние ребризера. Подсвеченный дисплей также позволяет бадди контролировать состояние ребризер-дайвера.

Держатель загубника. Держатель загубника, он же ошейник или слюнявчик, нужен, чтобы при отравлении кислородом и судорогах загубник не вываливался изо рта. Эта полезная и недорогая опция пришла от военных. Кислородные ребризеры, такие как *LAR* фирмы Draeger, имеют его в стандартной комплектации. Производитель ребризера *Apocalypse* также добавил держатель загубника как стандартную опцию.

Общие соображения по поводу аппаратов замкнутого цикла

То, что верно для открытого цикла, подходит и для ребризер-дайверов при погружениях в надголовные среды – «чем меньше, тем лучше» и «хорошего понемножку». И следует учиться у других ребризер-дайверов. Изучайте их конфигурации и спрашивайте, почему они выбрали именно их.

Дублирование всех систем жизнеобеспечения должно быть при каждом погружении. При погружениях в надголовные среды резервные вспомогательные системы могут оказаться жизненно важными – ножи, фонари, катушки...

Конфигурация необходимого оборудования должна определяться на основе анализа рисков при планировании каждого конкретного погружения.

Каждый дайвер должен знать свой ребризер «от корки до корки». Он должен знать его слабые и сильные стороны и знать все критические точки отказа. Ребризер-дайвер должен подготовить аварийные сценарии для каждой из таких точек и слабых мест. Тут может помочь анализ «а что, если?» Аварийные сценарии разработаны для каждого ребризера (отказ соленоида, полный отказ контура, высокое или низкое парциальное давление, нехватка газа и т.д.), они входят в базовые курсы всех обучающих агентств. Особенности ребризера, его сильные и слабые стороны рассматриваются на семинарах, которые также являются частью базовой подготовки.

Обратите внимание: в руководствах к ребризерам производители, конечно же, обычно не привлекают внимание к слабым сторонам оборудования!

Следует хорошо продумать следующие моменты:

– Насколько хорошо защищены элементы дыхательного контура (мундштук, противолегкие, канистра)?

– Насколько хорошо защищены клапаны? Можно ли до них дотянуться в узких проходах?

– Достаточно ли обтекаема конфигурация дайвера в снаряжении?

– Может ли дайвер свободно дотянуться до каждого элемента ребризера (в том числе и в ограниченном пространстве)?

– Сможет ли он манипулировать каждым элементом только одной рукой?

– Нужно ли брать именно этот элемент снаряжения на данное погружение?

– Сколько необходимо дополнительных грузов? При погружениях в надголовные среды их количество должно быть минимальным, и они должны быть рационально расположены.

Рационализация конфигурации

Хорошая обтекаемость дайвера в снаряжении уменьшает сопротивление воды. Как результат, он меньше устает. Хорошая обтекаемость повышает комфортность погружения и эффективность перемещения, защищает и окружающую среду, и ваше оборудование!

На обтекаемость будет влиять и положение тела дайвера. Очень важно сохранять горизонтальное положение. Но этого добиться с ребризером несколько сложнее, чем на открытом цикле. Правильное распределение грузов поможет обеспечить горизонтальное положение.

Перегруз вреден для хорошей обтекаемости, так же как и передутый компенсатор и сухой костюм. Все снаряжение должно располагаться как можно ближе к телу дайвера.

Новинки

На данный момент новейшим ребризером, получившим сертификацию CE, является электронный ребризер *Liberty* от компании *Divesoft*. Этот ребризер включает новые возможности: использование гелиевого датчика (помимо датчиков кислорода) для подсчета парциального давления PO_2. Эта функция является запасной. Вся электроника в этом ребризере дублируется: это фактически два ребризера в одном.

Заключение

Риски погружений в надголовные среды значительно выше, чем дайвинг в открытой воде. Использование ребризера также повышает эти риски. Но их можно контролировать при помощи правильного оборудования и соответствующего обучения. Так что при грамотном подходе ребризер может уменьшить риск при погружениях – ведь зависимость от запаса газа существенно меньше!