

Глава вторая



"Поворачиваем назад", — просигналил Джеймс, посмотрев на основной дисплей своего eCCR. Несмотря на то, что они были под водой уже два часа, его напарник Леон, который использовал точно такую же модель CCR, пожал плечами и указал на дисплей Джеймса.

"Почему?" — просигналил он.

Джеймс развернул свой HUD так, чтобы Леон смог увидеть, что наголовный индикатор Джеймса полностью погас. Затем Джеймс показал Леону свои дисплеи — они оба были в порядке. Леон просигналил, что он понял, затем показал Джеймсу: "Веди, я за тобой". Напарники развернулись к берегу и поплыли вдоль dna. При этом Джеймс все время контролировал свои дисплеи. Они сделали остановку безопасности и без происшествий всплыли на поверхность. CCR Джеймса был отправлен в ремонт.

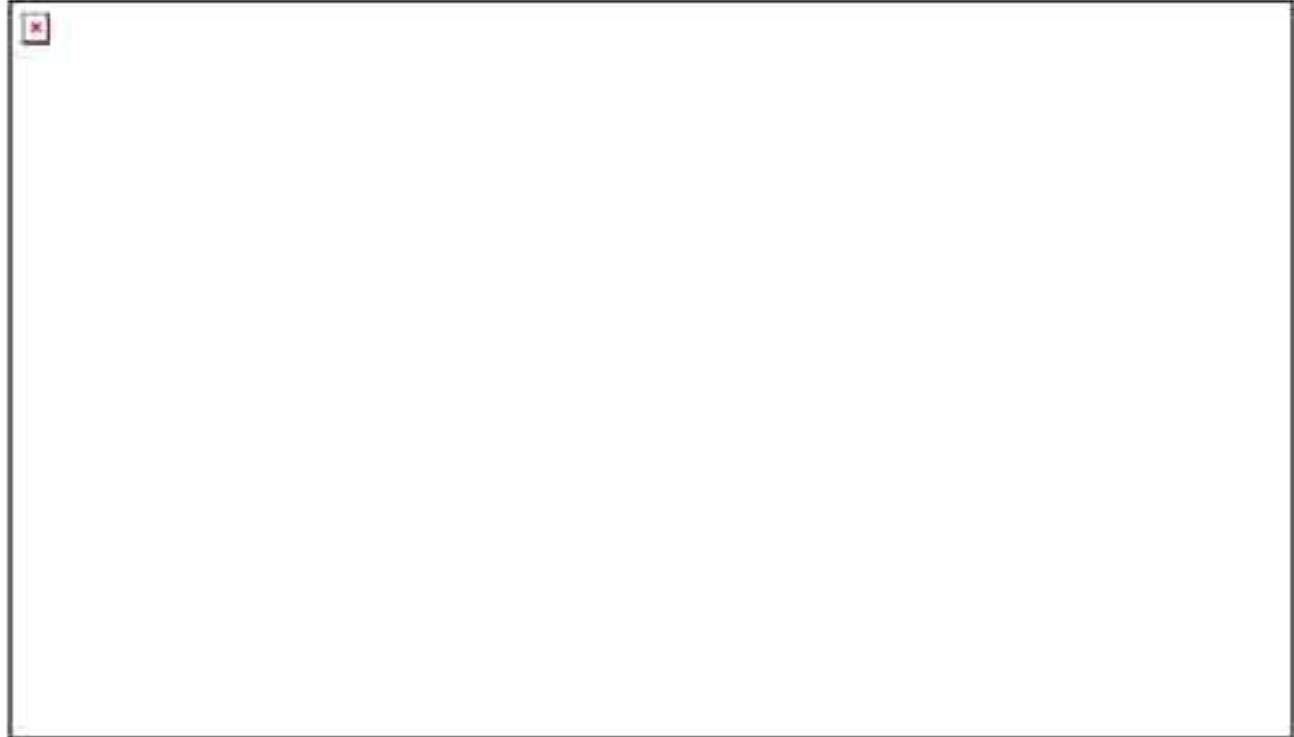
Каким принципам и процедурам напарники следовали правильно? Можно ли было поступить иначе?

Предположим, что напарники решили бы продолжать погружение, так как у Джеймса оставались два исправных дисплея. Насколько вероятно в этом случае (и с таким отношением) столкнуться с опасной для жизни ситуацией?

Tec CCR дайверы всегда имеют при себе внешнюю байлаут систему (за исключением рекреационных погружений с ребризером до 18 метров). Какие это дает преимущества?

Почему Леон хотел следовать за Джеймсом, когда они возвращались назад?

Обзор



Вторая глава, используя как базу то, что вы изучили в первой главе, продолжает ваше обучение. В первой главе вы начали учиться мыслить как Тес CCR дайвер. Во второй главе вы узнаете более подробно, чем мышление технического дайвера и CCR дайвера отличаются от мышления рекреационного дайвера и дайвера открытого цикла, особенно в отношении планирования погружений. Вы узнаете больше о том, как работает CCR, изучив работу дыхания, скрубберы и абсорбент, тестирование CCR и стандарты тестирования, септоинт и воздействие кислорода. Затем вы познакомитесь с использованием декомпрессионного программного обеспечения для планирования ваших погружений и требованиями к байлаут открытого цикла.

Сейчас, когда вы познакомились с теорией CCR, вы готовы узнать больше о ребризерах и навыках технического дайвинга, особенно как справляться с проблемами CCR. В отличие от рекреационного дайвинга с ребризером, который на все проблемы CCR реагирует переключением на байлаут, вы узнаете, когда и как, при необходимости, можно вернуться в контур.

Мыслить как Тес ССР дайвер II

Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Что вы предполагаете во время каждого технического погружения?
2. Что вы можете гарантировать в техническом дайвинге?
3. Какой вопрос вы задаете сами себе, планируя каждый шаг в техническом дайвинге?
4. Что является наиболее важным ресурсом в чрезвычайной ситуации и что его обеспечивает?
5. Какое правило существует для резервной системы жизнеобеспечения, и как вы его применяете для Тес ССР дайвинга?

6. Перечислите семь основных сегментов планирования технического погружения?
7. Какая фраза поможет вспомнить семь сегментов планирования?
8. Перечислите отдельные шаги для каждого из семи сегментов?
9. Какая фраза помогает вспомнить план проверки перед техническим погружением?
10. Перечислите этапы проверки перед техническим погружением?
11. Какое допущение делают технические дайверы при планировании погружения?
12. Почему технические дайверы избегают погружений по принципу "Положись на меня"?
13. Что делают технические дайверы с лишним оборудованием в чрезвычайной ситуации?
14. Как "Мыслить вперёд" помогает планировать возможные чрезвычайные ситуации?
15. Назовите пять принципов выживания во время Тес ССР погружения?

В первой главе, вы узнали, что должны начинать мыслить по-другому, как технический дайвер и как ССР дайвер. Лучшие технические дайверы понимают, что они ныряют в экстремальных условиях, с гораздо меньшей терпимостью к ошибкам или отказам, по сравнению с рекреационным дайвингом. Они предполагают, и вы должны поступать также, что события имеют тенденцию развиваться по закону Мерфи: "Если есть вероятность того, что какая-нибудь неприятность может случиться, то она обязательно произойдет".

Хотя это может показаться немного парадоксальным – и, возможно, это является правильным подходом – предполагать проблемы и составлять планы по их решению. Вы ничего не можете гарантировать в техническом дайвинге. Предположение, что все может пойти по закону Мерфи, является базовым при планировании технических погружений.

Планируя каждый шаг в дайвинге, спросите себя: "Что на этом этапе может выйти из строя и причинить мне вред или убить меня?" Для каждой разумной возможной неисправности или проблемы, которую вы можете себе представить, необходимо выработать приемлемое решение до начала погружения. В пределах разумного, составьте план действий на случай непредвиденных обстоятельств, в которых первый вариант ваших действий не требует помощи напарников – именно поэтому в Тес ССР дайвинге вы всегда имеете при себе внешнюю байлаут систему. Помните, что невозможно предвидеть все проблемы – но можно предвидеть наиболее распространенные и вероятные проблемы. И, если вы будете подготовлены к проблемам, вы сможете эффективно их решить, когда они произойдут, и не позволите им накапливаться как снежный ком.

Правило для резервной системы жизнеобеспечения

Наблюдая за действиями людей в чрезвычайных ситуациях в любых средах, можно увидеть один общий аспект – наиболее важным ресурсом является время. В авиации, пилоты любят летать как можно выше – это дает им время на поиск аварийной посадочной площадки, перезапуск двигателя и т.д. Управления автомобилем, важно поддерживать безопасную дистанцию перед впереди идущим автомобилем (более длинную при плохих условиях) – это дает вам время среагировать и остановиться. Очевидно, что достаточный запас времени помогает уменьшить количество несчастных случаев.

В Tec CCR дайвинге частями резервной системы жизнеобеспечения являются: внешняя байлаут система, возможность вернуться в контур, резервный запас скруббера. Это дает вам время, необходимое чтобы справиться с чрезвычайной ситуацией, что особенно важно, если это непредвиденная чрезвычайная ситуация. В техническом дайвинге открытого цикла родилось "правило третей". Во время погружения, включая все декомпрессионные остановки, можно использовать не более чем две трети запаса газа. Одна треть газа резервируется на случай чрезвычайных ситуаций. Это правило справедливо и для CCR.

Как Tec CCR дайвер вы адаптируетесь к нему. Когда вы вынуждены покинуть контур и переключиться на внешнюю байлаут систему, вы становитесь дайвером открытого цикла. Ваша внешняя система должна обладать достаточным запасом газа для достижения поверхности, включая декомпрессионные остановки, плюс как минимум 33% резервного запаса на изначальную повышенную частоту дыхания, задержки на подъеме и другие непредвиденные обстоятельства.

Это может показаться излишне консервативным – резерв для резерва, но ведущие Tec CCR дайверы решительно поддерживают это правило в свете сообщений о происшествиях. Практический опыт показывает, что проблемы, связанные с повышенным уровнем CO₂, вызывают увеличение частоты дыхания, которое сохраняется в течение какого-то периода времени и после переключения на байлаут. В этом случае резерв важен для покрытия расхода газа. На самом деле, на основе реальных инцидентов, многие опытные Tec CCR дайверы считают, что одна треть резервирует только минимум, подходящий для погружений в открытой воде, в которой вы можете выполнить прямое испытание. Планируя погружение, с учетом сложностей и трудностей, которые могут возникнуть, увеличивайте ваши резервы. Среди прочих причин поступайте так в случае, когда:

- Условия могут привести к увеличенному потреблению кислорода или дилосента из-за нагрузок, холода, частой очистки маски и т.п.
- Имеется более высокая вероятность случайного превышения запланированной глубины / времени, например в условиях, когда точный контроль глубины является затруднительным.
- Погружение кажется разумным, но является более сложным, чем другие погружения.

Чем сложнее погружение, тем больше расход газа может превысить запланированный. Например, на основе реальных инцидентов пещерного CCR дайвинга, некоторые дайверы рекомендуют удваивать расчетный запас внешних байлаут газов. (Пещерный дайвинг выходит за рамки этих курсов; вам потребуется пройти специальную подготовку, если вы собираетесь заняться пещерным CCR дайвингом).

На уровне Tec 40 CCR все просто – вам нужен только внешний баллон достаточной емкости, чтобы с нормальным потреблением газа, подняться с 40 метров и выполнить требуемые остановки. Декомпрессия, в случае необходимости, на открытом цикле будет более длительной, чем планируется для CCR, плюс нужен дополнительный газ на случай непредвиденных обстоятельств. Как уже упоминалось, объем резерва должна быть не менее 33% от общего объема байлаут газов, чтобы покрыть задержки, увеличенную частоту дыхания и т.д. Обычно 11 литровый баллон покрывает все потребности Tec 40 CCR дайвера (подробнее об этом позже). На уровне Tec 60 CCR и выше, вы узнаете о планировании резервной системы жизнеобеспечения при использовании гелиевых дилосентов, и планировании CCR погружений с множеством остановок.

Нет ничего более бесполезного, чем:

- Если вы за штурвалом самолета – высота над вами.
- Если вы за рулем автомобиля – тормозной путь позади вас.
- Если вы Тес CCR дайвер – байлаут газ, оставленный на берегу.

Вы не пожалеете, имея больший, чем нужно резерв для системы жизнеобеспечения, но очень сильно пожалеете, если резерва окажется меньше, чем нужно. **Лучше иметь газ, в котором вы не нуждаетесь, чем нуждаться в газе, который вы не имеете.**

Семь основных сегментов планирования технического погружения

Планирование технического погружения состоит из семи основных сегментов: Газ менеджмент и система жизнеобеспечения, Декомпрессия, Миссия, Кислород, Наркоз инертных газов, Термальная защита и Логистика. Обратите внимание: все, что вы узнаете на всех уровнях обучения "PADI Tec CCR Diver", вписывается в один из этих сегментов.

Запомните фразу "**A Good Diver's Main Objective Is To Live**" ("Главная цель хорошего дайвера состоит в том, чтобы жить"). Она поможет вам вспомнить все семь сегментов.

G (Gas) – Газ менеджмент и система жизнеобеспечения.

D (Decompression) – Декомпрессия.

M (Mission) – Миссия.

O (Oxygen) – Кислород.

I (Inert) – Наркоз инертных газов.

T (Thermal) – Термальная защита.

L (Logistics) – Логистика.

Каждый сегмент имеет свои шаги и отдельные аспекты, которые вы должны учитывать при планировании и проверять перед каждым погружением.

Газ менеджмент и система жизнеобеспечения

- Каждый дайвер должен планировать достаточный объем системы жизнеобеспечения для своего погружения, плюс резерв. Определите, сколько внешнего байлаут газа имеется в наличии, и сравните это количество с тем количеством, которое вам необходимо на подъем, декомпрессию и выход, допуская, что ваш CCR откажет на максимальной глубине при максимальном донном времени.
- Все дайверы должны лично анализировать свой газ непосредственно перед погружением. Если вы лично не видели показаний газоанализатора – газ считается не проанализированным. Это касается как внутренних, так и внешних баллонов.
- Погружение планируется в пределах емкости скруббера. Все дайверы лично упаковывают и заменяют свои скруббера. Если вы лично не упаковывали – скруббер считается не упакованным.
- Все дайверы лично проводят проверку перед погружением и проверку дыханием для своего CCR. Если вы лично не проверили – CCR считается не проверенным.
- Точка разворота определяется в зависимости от давления кислорода и дилосента, ресурса скруббера, донного времени и длительности декомпрессии (все это влияет на жизнеобеспечение).
- Все баллоны маркированы надлежащим образом с именем дайвера, составом газа и максимальной глубиной, на которой можно безопасно дышать этим газом.

Декомпрессия

- Используйте декомпрессионное программное обеспечение для расчета требований к ССР и к байлаут открытого цикла для планируемого погружения и непредвиденных обстоятельств (случайное превышение запланированной глубины и / или времени).
- Рассчитайте декомпрессию и сравните полученные значения с запланированным объемом системы жизнеобеспечения. Рассчитайте требования к внешней байлаут системе так, чтобы покрыть безопасный подъем на поверхность, плюс резерв.
- Каждый дайвер должен иметь не меньше двух дайвкомпьютеров для определения декомпрессии.

Миссия

- Вся команда понимает и согласна с миссией (целью).
- Миссия вполне достижима в рамках плана погружения.
- Все члены команды знают свои роли и обладают достаточной квалификацией для их выполнения.
- Миссия упрощена настолько, насколько это возможно.
- Вы можете прервать погружение в любой момент, несмотря на миссию.
- Если это возможно и может помочь, сначала отработайте миссию на суше или в мелкой воде.
- Все члены команды согласны с тем, что основная миссия заключается в том, чтобы каждый вернулся невредимым.

Кислород

- Используйте сеттоинт 1.3 бар / ата или меньше. Если у вас плавающий сеттоинт, используйте максимум 1.3 или меньше.
- Все члены команды используют приблизительно одинаковый сеттоинт, поэтому они имеют сходную декомпрессию.
- Содержание кислорода в дилосент / байлаут газах должно гарантировать пригодность газов для дыхания на максимальной глубине погружения (PO_2 не превышает 1.4).
- Декомпрессионное программное обеспечение должно подтвердить, что воздействие кислорода (OTU и "часы ЦНС") в течение всего погружения и в течение обоснованно возможных непредвиденных обстоятельств, остается в рамках допустимых пределов (подробнее об OTU и часах "ЦНС" будет рассказано позже).

Наркоз инертных газов

- Для запланированной глубины и цели, наркоз не должен быть существенным фактором.
- Цель должна быть максимально упрощена, а погружение должно быть запланировано настолько мелко, насколько возможно.
- Все дайверы имеют опыт работы на запланированной глубине и в данных условиях.
- На курсах Tec 60 ССР вы узнаете больше о газовом наркозе и использовании гелия для его уменьшения.

Термальная защита

- Гидрокостюмы всех членов команды должны соответствовать запланированной продолжительности погружения, а также обоснованию возможному увеличению продолжительности в случае непредвиденных обстоятельств.
- Если для поддува сухого костюма используется аргон, убедитесь в том, что имеется достаточное количество аргона для погружения. На аргоновом регуляторе не должно быть второй ступени.
- Поддув сухого костюма может осуществляться дилоситом, отдельной системой поддува или внешней байлаут системой (если не используется аргон), в зависимости от предпочтений дайвера или из соображений оборудования.
- В случае использования сухого костюма, команда должна быть готова к последствиям существенного повреждения сухого костюма.
- Команда осматривает и проверяет манжеты, молнию и клапана сухого костюма на предмет целостности и надлежащего функционирования во время проверки перед погружением.
- При погружении в мокром костюме, BCD снабжается от внутренней системы, по крайней мере, на начальном этапе. Некоторые дайверы переключают инфлятор на внешнюю систему сразу после надевания внешнего байлаута, но в любом случае, инфлятор всегда должен быть подключен к источнику снабжения. BCD должен иметь достаточный запас плавучести для компенсации сжатия мокрого костюма на глубине.

Логистика

Логистика – это обширный сегмент, который начинается задолго до погружения. Каждый из предыдущих сегментов генерирует вопросы: кто, как, что, где и когда. Обратите на это внимание при планировании, в том числе на следующие моменты:

- Установите, кто несет ответственность за обеспечение оборудованием, газом, резервным снаряжением и т.д.
- ССР собираются и проверяются заранее, за несколько дней до погружения, если это возможно, с достаточным запасом времени для проведения ремонта или регулировки.
- Установите, кто обладает квалификацией, и будет заниматься поддержкой на поверхности и под водой (если это необходимо).
- Установите, кто будет лидером команды и лидером проекта.
- Установите, когда и где встречаются члены команды.
- Выясните, где находится ближайший пункт скорой медицинской помощи.
- Убедитесь, что все члены проекта знают, где найти аптечку, аварийный кислород и другое аварийное оборудование, и умеют им пользоваться.
- Убедитесь, что все члены проекта знают, куда обратиться за помощью.
- Для больших проектов может понадобиться проработать вопросы о жилье, доступе к лодке, еде и т.д.

Выражаем признательность: Фраза "A Good Diver's Main Objective Is To Live" основана на процедурах планирования опытного технического и пещерного дайвера Terrence Tysall и команды дайверов из Cambrian Foundation.

Проверка перед техническим погружением

В настоящее время мы выяснили, что технический дайвинг и ССР дайвинг имеют много общего в вопросах проверки и контрольных списков. В самом начале технического погружения, непосредственно перед входом в воду, вы должны выполнить проверку перед погружением. Это та же проверка, которую вы выполняли в рекреационном дайвинге, только расширенная, чтобы соответствовать техническому дайвингу.



На курсах "PADI Open Water Diver" вы выучили фразу "Когда Готов – Проверь Все По порядку". Эта фраза помогает запомнить все этапы проверки перед погружением, и она также подходит для технического дайвинга. Используйте ее как руководство при проведении окончательной проверки вашего снаряжения и готовности. Но она не заменит фразу "A Good Diver's Main Objective Is To Live", которая применяется для полного всеохватывающего планирования технического погружения. Проверка перед техническим погружением не заменит проверку перед погружением с ССР, хотя некоторые элементы этих проверок могут частично совпадать.

К (Компенсатор плавучести / BCD) – Убедитесь в подключении и надлежащем функционировании BCD и сухого костюма (если используется).

Г (Груза) – Убедитесь, что грузовая система надежно закреплена и распределена на вас и на ССР.

И (Пряжки и застежки) – Убедитесь, что все застежки и ремешки закреплены и не повреждены (включая ремешки маски, ласт, приборов и подвески внешних баллонов), и в том, что все внешние баллоны могут быть срезаны, а любое крупное оборудование может быть легко сброшено.

В (Воздух / Газ и система жизнеобеспечения) – Убедитесь, что у вас и ваших напарников все вентили баллонов открыты, все дисплеи подтверждают правильную работу контура, ССР и внешняя байлаут система проверены дыханием. Проверьте, что вентили открыты правильно (кислородный баллон открыт только на половину оборота, баллон с диллюсионом открывается обычно полностью, чтобы обеспечить адекватное снабжение BOV). Убедитесь, что запланированы точки разворота (по времени, по давлению и т.д.).

П (Покажите "Ок" / Финальная проверка) – Напарники осматривают друг друга на предмет болтающегося или отсутствующего снаряжения.

Самодостаточность

Не бывает технических дайверов, зависящих от напарников. Если вы технический дайвер, значит вы самодостаточный дайвер. Ваш напарник становится вашим резервом только после отказа вашего собственного резерва.

Ранее вы узнали, что события имеют тенденцию развиваться по закону Мерфи: "Если есть вероятность того, что какая-нибудь неприятность может случиться, то она обязательно произойдет". Поэтому технические дайверы планируют свои погружения, допуская, что им, возможно, придется завершать погружение в одиночку, отделившись от остальной части команды. Эти обстоятельства заставляют вас планировать самодостаточное погружение.

Самодостаточность поможет вам справиться с риском, потому что вы будете лучше подготовлены к тому, чтобы в случае необходимости решить проблемы без посторонней помощи. С другой стороны, несмотря на самодостаточность, технические дайверы работают в сплоченных командах, чтобы являться "резервным мозгом" друг для друга. Они также сотрудничают, выполняя миссию. Таким образом, вы погружаетесь как сплоченная команда, каждый участник которой способен завершить погружение самостоятельно.

Погружение по принципу "Положись на меня" – это погружение, в котором один дайвер полагается на другого для безопасного завершения погружения. Благородные технические дайверы избегают погружений по принципу "Положись на меня", потому что в этом случае используется только ваш "резервный мозг", и отделение от ведущего дайвера может сделать невозможным безопасное завершение погружения.

Не следует путать погружение с более опытным напарником, для расширения своих пределов, с погружением по принципу "Положись на меня". Следование за более опытным дайвером не является погружением по принципу "Положись на меня", если вы в любой момент погружения способны прервать его и завершить самостоятельно. Аналогично, погружение под наблюдением квалифицированного инструктора во время обучения, не является погружением по принципу "Положись на меня", даже если вы выходите за свои пределы. Это происходит потому, что вы постепенно развиваетесь в процессе обучения, и каждое такое погружение расширяет ваши возможности. Кроме того, ваш инструктор специально квалифицирован, чтобы направлять вас и оказывать помощь.

Погружение по принципу "Положись на меня" обычно происходит тогда, когда дайвер пытается совершить погружение, выходящее за пределы его опыта и обучения. Спросите себя, сможете ли вы в критической ситуации завершить данное погружение самостоятельно, или сможете ли вы оказать помощь напарнику в любой момент погружения. Если вы ответите "да" – это не погружение по принципу "Положись на меня". Если вы ответите "нет" – это оно, и вам необходимо скорректировать план погружения.

"Одноразовое" оборудование

Представьте, что во время погружения вы снимаете фильм с помощью высококачественной камеры, которая стоит больше, чем ваш CCR. Внезапно ваш напарник просигнализировал "байлаут" и переключился на внешнюю систему. По пузырькам, вырывающимся из дыхательного мешка, вы понимаете, что его контур бессознательно вышел из строя. Ваш напарник нуждается в немедленной помощи, чтобы справиться с течением. И тут вы понимаете, что вам не хватает рук – что-то надо бросить. Как вы поступите?

Надеюсь, что у вас не возникло и тени сомнения: прощай любимая камера, возможно Нептун займется съемкой.

Как Тес ССР дайвер, вы вкладываете много денег в свое снаряжение и его обслуживание, но вы должны быть готовы его выбросить. В чрезвычайной ситуации нет такого снаряжения, из-за которого стоит умереть. Все, что является лишним для выхода из критической ситуации и завершения погружения, сбрасывается немедленно, если этого требует безопасность. Если вы не можете выбросить очень дорогую камеру, или что-нибудь другое – ему нет места во время погружения.

Технические дайверы не позволяют себе привязываться к снаряжению, и они не срезают углы из-за его стоимости. Если что-то не выполняет свою функцию, замените его, каким бы новым или дорогим оно не было. Ничто в дайвинге не стоит серьезной травмы или смерти.

Мыслить вперед

Одно дело знать, что вы должны предвидеть проблемы, другое дело применить это на практике. Концепция "Мыслить вперед" состоит в том, чтобы продумать заранее будущее погружение. Планирование погружений и подготовка к чрезвычайным ситуациям – это мыслительный процесс, основанный на прогнозировании того, что может понадобиться при выполнении миссии, и на проработке сценариев решения реальных проблем. Хорошая стратегия планирования действий в критической ситуации состоит в том, чтобы представить, что вы находитесь на каком-то ключевом этапе вашего погружения: достигли максимальной глубины и / или максимального донного времени, получили максимальные декомпрессионные обязательства и т.д. А теперь представьте реальные проблемы, которые могут встать между вами и безопасным возвращением на поверхность. Подумайте о том, что вы будете делать при возникновении любой из этих проблем, чтобы самостоятельно и безопасно завершить погружение. Убедитесь, что вы имеете необходимые для этого ресурсы.

Следует сделать несколько предостережений. Не создавайте себе трудности избыточным снаряжением или процедурами для решения нереальных проблем. Аналогично, не избегайте снаряжения, которое дает простые решения сложных проблем, просто потому что вы не хотите брать что-то лишнее. Концентрируйтесь в каждый момент времени только на одной проблеме и остеграйтесь "паралича из-за анализа". Сначала все продумайте, и только потом двигайтесь дальше.

Принципы выживания во время технического погружения

Принципы выживания были разработаны более 10 лет назад и используются техническими дайверами во всем мире. Они основаны на обобщенном опыте сотен тысяч технических погружений. Это опыт, вынесенный из тех погружений, которые закончились не очень хорошо, и тех, которые закончились хорошо, но не соблюдали эти принципы. Принципы выживания применимы ко всем формам технического дайвинга и суммируют все, что вы изучили и изучите, развиваясь как технический дайвер.

Помните об этих принципах и используйте их перед каждым погружением. Никогда намеренно не нарушайте ни один из них, и если у вас возникли вопросы, что вы или ваша команда должны делать или не делать, использовать или не использовать во время технического погружения, эти принципы, как правило, направят вас к ответу. Если у вас вдруг возникнет соблазн игнорировать эти принципы, помните, что они написаны кровью.

Принцип резерва газа (системы жизнеобеспечения) – вы должны иметь достаточный резерв системы жизнеобеспечения, чтобы справиться с реально возможной чрезвычайной ситуацией и завершить декомпрессию ("трети" или другой соответствующий резерв).

Принцип самодостаточности – в любой момент погружения, вы должны быть способны завершить его самостоятельно. Спросите себя: "Способен ли я спасти сам себя? Способен ли я и готов оказать помощь напарнику?" Если вы ответите "нет", то такое погружение может оказаться за пределами вашего нынешнего опыта и уровня квалификации.

Принцип глубины – ваш план погружения должен учитывать наркоз, декомпрессию, токсичность кислорода и ресурс системы жизнеобеспечения на основе запланированной глубины и / или с учетом возможного случайного превышения запланированной глубины.

Принцип простоты – погружение следует планировать настолько простым, насколько это возможно: все сложности, которые можно устранить, должны быть устранены. (Примечание: погружение должно быть упрощено; если усложнение вашего оборудования, упрощает погружение или решение опасных для жизни проблем, сделайте это).

Принцип соблюдения процедур и дисциплины – вы следуете всем правилам и отрабатываете все процедуры без исключения на каждом погружении, независимо от того, насколько вам знакомо погружение и насколько велик ваш опыт, и даже если это кажется "перестраховкой".

Упражнение 2-1

1. Как технический дайвер вы предполагаете, что если какая-нибудь неприятность может случиться, то она обязательно произойдёт.

Верно.

Неверно.

2. Когда ваша команда готова войти в воду, вы понимаете, что не видели, как один из ваших напарников анализировал газ. Но вы знаете, что этот дайвер приложен в таких вопросах. Было бы разумно предположить, что дайвер проанализировал все газы без дальнейшей проверки?

Да.

Нет.

3. Вы с двумя напарниками планируете проникнуть внутрь затонувшего корабля на расстояние равное 18 метрам от точки выхода. Один из ваших напарников поднимает вопрос, должен ли каждый из вас иметь достаточный запас байлаут газа на случай катастрофического отказа ССР внутри корабля. Является ли это вопрос логичным при планировании этапов технического погружения?

Да.

Нет.

4. Что обеспечивает ваш самый важный ресурс в чрезвычайной ситуации?

- а) Ваш напарник.*
- б) Резервная система жизнеобеспечения.*
- в) Ваш дайвкомпьютер.*
- г) Быстрый подъем.*

5. Выполняя технические погружения на открытом и закрытом цикле в открытой воде, вы должны резервировать не менее _____ ресурсов вашей системы жизнеобеспечения, чтобы справиться с чрезвычайной ситуацией.

- а) Одну десятую.*
- б) Одну треть.*
- в) Половину.*
- г) Две трети.*

6. Буква "D" из фразы "A Good Diver's Main Objective Is To Live" означает:

- а) Глубина.*
- б) Данные.*
- в) Команда дайверов.*
- г) Декомпрессия.*

7. Буква "T" из фразы "A Good Diver's Main Objective Is To Live" означает:

- а) Термальная защита.*
- б) Время.*
- в) Таблицы.*
- г) Техника.*

8. Выполняя сегмент "O" в соответствии с "A Good Diver's Main Objective Is To Live", вы должны:

- а) Получить направление компаса.*
- б) Учесть влияние наркоза.*
- в) Определить OTU и максимальные PO₂.*
- г) Заполнить систему поддува сухого костюма аргоном.*

9. План проверки перед техническим погружением запоминается с помощью фразы:
- a) Я Иду Искать. Кто Не Спрятался, Я Не Виноват.
 - b) Смотри В Корень.
 - c) GERONIMO.
 - d) Когда Готов – Проверь Все По порядку.
10. Во время проверки перед техническим погружением, ссылка на "воздух" означает все газы и систему жизнеобеспечения.
- Верно.
Неверно.
11. При планировании технического погружения, кто-то предполагает, что один член команды сможет нести адекватный запас байлаута для всех. Вы не согласны, потому что это противоречит важному допущению, которое делают технические дайверы при планировании погружения.
- Верно.
Неверно.
12. Вы никогда не погружались глубже 24 метров в этом регионе, и опытный местный дайвер предложил руководить вами во время погружения до 30 метров. Является ли это погружением по принципу "Положись на меня"?
- a) Да, безусловно.
 - b) Нет, ни в коем случае.
 - c) Это зависит от того, сможете ли вы завершить погружение самостоятельно.
13. У вас серьезная аварийная ситуация с системой жизнеобеспечения. Ваш напарник должен помочь вам, но у него в руках почти размотанная катушка. Это не погружение с проникновением и не надголовная среда, поэтому вы ожидаете, что ваш напарник бросит катушку, чтобы помочь вам.
- Верно.
Неверно.
14. Для использования концепции "Мыслить вперед" при планировании возможных чрезвычайных ситуаций представьте, что вы:
- a) Находитесь в начале погружения.
 - b) Находитесь в середине погружения.
 - c) Находитесь в конце погружения.
 - d) Достигли максимальной глубины / времени / расстояния.
15. Принципы выживания во время технического погружения имеют смысл, но они не имеют серьезного обоснования.
- Верно.
Неверно.

Ответы

1 – верно; 2 – нет; 3 – да; 4 – б; 5 – б; 6 – г; 7 – в; 8 – в; 9 – г;
10 – верно; 11 – верно; 12 – в; 13 – верно; 14 – г; 15 – неверно

Теория CCR: работа дыхания

Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Почему вы должны понимать теорию CCR?
2. Назовите два вида работы дыхания в CCR?
3. Что вызывает гидростатическую работу дыхания? Что такое "гидростатическая нагрузка легких"?
4. Какие переменные влияют на гидростатическую работу дыхания? Что уменьшает ее?
5. Что такое "резистивная работа дыхания"?
6. Какие переменные влияют на резистивную работу дыхания? Что уменьшает ее?
7. Какие факторы учитываются при оценке полной работы дыхания CCR?
8. Как работа дыхания влияет на накопление углекислого газа?

Как дайверу открытого цикла, вам не обязательно многое знать о внутреннем устройстве вашего акваланга. Достаточно знать, что он делает, пределы производительности и характеристики отказов. Но помимо этого, нет большой необходимости знать, например, чем отличается устройство первой ступени мембраниного регулятора от поршневого. Если что-то пойдет не так во время технического погружения на открытом цикле, вы просто перекроете подачу на этот регулятор и переключитесь на резервный. Вам не справиться с ситуацией по-другому или лучше, даже если вы будете знать, какая из ступеней регулятора отказала — первая или вторая.

Но все по другому у Tec CCR дайвера. Вы должны разбираться в основных принципах и концепциях технологий CCR потому что, когда возникает проблема с CCR, вы должны диагностировать проблему и, если возможно, вернуться в контур для экономии ресурсов (газа) и более эффективной декомпрессии. Это возможно только в том случае, если у вас есть базовое понимание различных аспектов теории CCR, потому что именно эти знания позволяют справиться с проблемой.

Кроме того, как Tec 40 CCR дайвер (и выше), вы будете планировать технические погружения с тем типом CCR, с которым пройдете обучение на этих курсах. Позже, вы также сможете квалифицироваться для погружений с другими типами CCR. Понимание теории CCR поможет вам определить, отвечают ли возможности конкретного ребризера требованиям конкретного погружения.

Работа дыхания

На протяжении всех курсов, вы будете изучать различные аспекты теории ССР. Давайте начнем с изучения работы дыхания (WOB). Работа дыхания – это усилие, которое требуется от дайвера для перемещения потока газа через ССР. Существуют два основных вида работы дыхания: гидростатическая и резистивная. Гидростатическая работа дыхания – это сопротивление потоку газа, вызванное перепадом давления воды, которое воздействует на легкие / грудь и дыхательный мешок. Резистивная работа дыхания – это сопротивление, вызванное механическими ограничениями ССР.

Гидростатическая работа дыхания

Вы, наверное, понимаете, что не сможете дышать с помощью трубки, находясь глубже 1 метра, потому что давление воздуха на поверхности меньше, чем давление окружающей вас воды. Аналогичным образом, перепад давления воды, который воздействует на дыхательный мешок и ваши легкие, влияет на усилие, необходимое для дыхания.

Если дыхательный мешок находится выше ваших легких, потребуется больше усилий на вдох и меньше усилий на выдох (вы вдыхаете "от" и выдыхаете "к" более низкому давлению). Обратный эффект наблюдается, когда дыхательный мешок находится глубже ваших легких. Влияние давления воды является нейтральным, когда дыхательный мешок и легкие находятся на одной и той же глубине (обычно это происходит, когда вы занимаете вертикальное положение в толще воды). При всех прочих равных условиях, гидростатическая работа дыхания изменяется, когда вы изменяете свое положение в воде.

Влияние гидростатического давления на усилие дыхания иногда называют гидростатической нагрузкой легких. Перепад давления измеряется между центром легких и центром дыхательного мешка.

Идеальная гидростатическая работа дыхания должна быть равна нулю, но это невозможно. Тем не менее, гидростатическую работу дыхания можно значительно уменьшить за счет конструкции и правильной регулировки. Различные расположения дыхательного мешка имеют различные преимущества и недостатки. Независимо от места расположения дыхательного мешка, производители учитывают все характеристики работы дыхания при проектировании устройства таким образом, чтобы уменьшить полное усилие дыхания, но каждое место расположения дыхательного мешка в какой-то степени является компромиссом.

Для гидростатической работы дыхания решающее значение имеют размещение и регулировка. Чем большее расстояние между легкими и дыхательным мешком, тем больше гидростатическая работа дыхания, когда они оказываются на разной глубине. Так что, если вы позволите ССР "уплыть" от вашего тела, вы увеличите дистанцию и повысите усилие дыхания. Для уменьшения гидростатической работы дыхания, разместите и отрегулируйте ваш ССР так, как рекомендует производитель.

Резистивная работа дыхания

Резистивная работа дыхания является результатом сопротивления (трения) между газом, проходящим через контур, и внутренними поверхностями контура. При увеличении сопротивления, увеличивается резистивная работа дыхания. Сопротивление зависит от:

- внутреннего диаметра и длины шлангов;
- внутренних поверхностей контура;
- изгибов и ограничений на пути потока газа;
- размера гранул и плотности абсорбента;
- конструкции, гибкости, расположения и количества обратных клапанов;
- объема дыхательного мешка.

При прочих равных условиях, следующие факторы влияют на резистивную работу дыхания:

- Глубина – рост глубины вызывает увеличение плотности газа, что увеличивает сопротивление.
- Состав газа – гелиевые смеси (уровень Тес 60 CCR и выше) имеют меньшую плотность и меньшую резистивную работу дыхания.
- Частота дыхания – более быстрый поток газа вызывает несопротивимо большее сопротивление; при погружении с CCR используйте нормальное медленное дыхание.

Производители снижают резистивную работу дыхания, принимая во внимание динамику движения газового потока – диаметры, характеристики скруббера, клапана, объем дыхательного мешка и т.п. Как и с позиционированием дыхательного мешка, приходится идти на компромиссы. И, конечно, вы можете снизить резистивную работу дыхания своим собственным поведением. Используйте соответствующий тип абсорбента и упаковывайте его согласно требованиям производителя, погружайтесь в пределах конструктивных возможностей вашего CCR, избегайте перенапряжения и учащенного дыхания, и поддерживайте ваше снаряжение в соответствии с рекомендациями производителя.

Полная работа дыхания

Полная работа дыхания является результатом совместного воздействия гидростатической и резистивной работ дыхания. Важно понимать это, потому что CCR может обладать очень низкой гидростатической работой дыхания, но иметь очень высокую резистивную работу дыхания, или наоборот. Поэтому, при определении работы дыхания вы не можете опираться только на одну характеристику.

При тестировании CCR и других дыхательных устройств, работа дыхания отображается в виде эллиптической диаграммы. Усилие выдоха направлено вертикально вверх, усилие вдоха направлено вертикально вниз. Желаемой формой является небольшой горизонтальный эллипс. Чем больше эллипс, тем больше полная работа дыхания этого устройства. Чем длиннее вертикальная ось эллипса, тем выше никовые усилия выдоха и/или вдоха, даже если полная работа дыхания низкая.

Поскольку плотность газа, частота дыхания и положение тела влияют на работу дыхания, тестовые данные могут быть полезными только в рамках условий тестирования. Например, характеристики работы дыхания, полученные при тяжелых условиях на поверхности, нельзя считать достоверными для глубины 40 метров при том же уровне нагрузки и с тем же CCR. Поэтому большинство стандартных тестов CCR, при оценке гидростатических эффектов, оговаривают глубину и

требования к потоку газа, а также различные положения дайвера. Это позволяет сравнить работу дыхания различных CCR в предполагаемых условиях.

Накопление углекислого газа

Низкая работа дыхания важна не из-за комфорта, она влияет на накопление углекислого газа в вашем теле и в ССР. Чем больше усилий требуется для циркуляции газа, тем больше углекислого газа вырабатывает ваш организм.

В дайвинге (и не только) повышенные нагрузки заставляют углекислый газ накапливаться быстрее, чем кровообращение и дыхание успевают устранить его. Вот почему вы долго не можете отдохнуть после большой физической нагрузки. При погружении с ССР, высокая работа дыхания в сочетании с физическими нагрузками, может привести к более быстрому накоплению углекислого газа, чем это было бы на поверхности при том же уровне физической нагрузки. Чем глубже погружение (плотнее газ) и чем выше уровень нагрузки, тем более вероятно это. Поэтому так важно оставаться в пределах конструктивных возможностей вашего ССР.

Реальные события

Один из самых известных несчастных случаев при погружении с ССР произошел во время очень глубокого погружения, далеко за пределами конструктивных возможностей рефризера. Это наглядно иллюстрирует резкий рост работы дыхания, когда дайвер превышает конструктивные возможности своего ССР.

В этом случае дайвер погрузился почти до 300 метров, используя ССР тип T, чтобы выполнить то, что он считал небольшой задачей, требующей минимальных усилий. Из-за чрезвычайной глубины, он использовал дилоунт на основе гелия, но, несмотря на это, плотность дыхательной смеси все равно оказалась очень высокой.

Дайвер не вернулся с погружения, а его тело было обнаружено вскоре после того, как дайверы поддержки начали демонтаж декомпрессии, где были подвешены дополнительные баллоны, предназначенные для декомпрессии. Дайвер запутался в канатах, когда всплыл с глубины. Так как на его шлеме была установлена видеокамера, которая зафиксировала весь инцидент, следователи смогли определить, что послужило причиной аварии.

Іх версия событий выглядит следующим образом: на глубине задание потребовало от дайвера больших усилий, чем ожидалось. Это увеличило частоту его дыхания. Однако, поскольку работа дыхания была и так высока из-за чрезмерной плотности газа, сам процесс дыхания заставил его дышать еще тяжелее. Газообмен в его легких стал менее эффективен из-за большой плотности газа, и это потребовало еще больших мышечных усилий для перемещения газа.

Одно только усилие повышенного дыхания стало вырабатывать углекислый газ быстрее, чем само дыхание могло удалить его из организма. Получилось, что высокая концентрация углекислого газа стимулировала дайвера дышать еще тяжелее, что в свою очередь вырабатывало еще больше углекислого газа. Как только этот процесс начался, дайвер был обречен — он попал в порочный круг, из которого не смог выйти. Так продолжалось до тех пор, пока он не потерял сознание и утонул.

Несмотря на то, что это погружение произошло далеко за пределами подавляющего большинства технических погружений, оно наглядно иллюстрирует значимость работы дыхания и производительности ССР, а также их взаимосвязь с человеческим организмом.

Упражнение 2-2

- Понимание теории имеет большое значение при решении проблем с ССР во время погружения.
Верно.
Неверно.
- При прочих равных условиях, гидростатическая работа дыхания вызвана:
а) Сопротивлением движению потоку газа в контуре.
б) Размещением дыхательного мешка.
- При прочих равных условиях, резистивная работа дыхания вызвана:
а) Сопротивлением движению потоку газа в контуре.
б) Размещением дыхательного мешка.
- Ваше положение в воде не влияет на гидростатическую работу дыхания.
Верно.
Неверно.
- Конструкция, гибкость и расположение грибообразных обратных клапанов влияет на резистивную работу дыхания.
Верно.
Неверно.
- Кто-то показывает на расположение дыхательного мешка вашего ССР. Он говорит, что при таком расположении ваш ССР имеет минимально возможную полную работу дыхания. Это верно?
Да.
Нет.
- Вы можете уменьшить резистивную работу дыхания:
а) Избегая учащенного дыхания.
б) Упаковывая в скруббер большие абсорбента, чем указано.
в) Располагая дыхательный мешок выше ваших легких.
г) Увеличивая вашу глубину.
- Для ССР важно оставаться в пределах его конструктивных возможностей.
Верно.
Неверно.

Ответы

1 – верно; 2 – б; 3 – а; 4 – неверно; 5 – верно; 6 – нет; 7 – в; 8 – верно

Теория ССР: абсорбенты CO₂ и скрубберы



Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Назовите две наиболее распространенные конструкции скруббера и их характеристики?
2. Назовите самое распространенное химическое вещество, используемое для поглощения углекислого газа в ССР?
3. Почему нужно защищать абсорбент от перегрева и замерзания?
4. Перечислите факторы, влияющие на ресурс абсорбента? Объясните, как влияет каждый фактор?
5. На какую фигуру похожа зона контакта химической реакции в абсорбенте со временем погружения?
6. Что вызывает образование каналов? Как это преодолеть?
7. Как рассчитать парциальное давление газа на данной глубине?
8. Назовите признаки и симптомы гипоксии? Почему головная боль не является надежным признаком/симптомом проблем углекислого газа при погружении с ССР?
9. Почему повышение уровня CO₂ является более серьезной проблемой на глубине, чем на поверхности?
10. Что такое полузакрытое дыхание? Почему оно не рекомендуется для решения проблемы прорыва скруббера?
11. Каким образом тепловое профилирование оценивает остаточную емкость скруббера? Какие у него ограничения?
12. Каким образом метод отслеживания потребления кислорода оценивает остаточную емкость скруббера? Какие у него ограничения?
13. Какая польза от мониторинга углекислого газа? Почему мониторинг CO₂ не используется для оценки остаточной емкости скруббера?
14. Что является основным методом определения остаточной емкости скруббера?
15. Как ресурс скруббера связан с точкой разворота?
16. Как тестируются скруббера? Что нужно знать, чтобы эффективно использовать тестовые данные скруббера?
17. Какие шесть распространенных мифов, связанных со скрубберами, могут стать причиной проблем и несчастных случаев?

Чтобы правильно функционировать, ваш ССР должен эффективно удалять углекислый газ из контура. В то время как автоматические системы управления кислородом и диллоном, в случае выхода из строя, могут быть компенсированы с помощью ручного управления, вы не сможете этого сделать с отказавшим скруббером. Если ваш ССР прекращает поглощать CO₂, вы не сможете вернуться в контур. Знание внутреннего устройства и принципов работы скруббера занимает центральное место в правильном использовании ССР.

Конструкция скруббера

Конструкция скруббера является одним из ключевых элементов вашего ССР. Она зависит от размеров и формы канистры, направления потока и от химических характеристик абсорбента. Конструкция скруббера должна быть сбалансирована по нескольким важным критериям:

- Резистивная работа дыхания – усилие, необходимое для перемещения газа через скруббер.
- Достаточное время химической реакции газа с абсорбентом, необходимое для удаления CO₂.
- Достаточная зона контакта газа с абсорбентом, необходимая для удаления CO₂.
- Снижение влажности абсорбента.
- Надежная и простая упаковка дайвером.
- Сохранение тепла / теплоизоляция для поддержания эффективности реакции.

Достижение оптимальной производительности скруббера требует компромисса. Каждая конструкция скруббера имеет свои преимущества и недостатки. В ССР тип Т в основном используются две типы скруббера: осевой и радиальный. Некоторые ребризеры используют другие конструкции, но осевая и радиальная являются наиболее распространенными.

Осевой скруббер

Осевой скруббер представляет собой полую трубку, закрытую сеткой / мембраной с каждой стороны, внутри которой содержится абсорбент. Газ поступает с одной стороны и вытекает с другой. Осевой скруббер обеспечивает длинный путь, предоставляя газу достаточное время для взаимодействия с абсорбентом. В тоже время осевые скруббера имеют большую склонность к образованию каналов при неправильной упаковке, чем радиальные скруббера. Тем не менее, они относительно просты в упаковке. Осевые скруббера являются очень распространенными в ССР Тип Т, и многие из них разработаны таким образом, чтобы значительно уменьшить проблемы образования каналов.



Радиальный скруббер

Радиальный скруббер представляет собой сетчатую / мембраниную трубку, сделанную в форме бублика, внутри которой содержится абсорбент. Газ течет от центра к стенке или наоборот. Эта конструкция имеет более короткое время взаимодействия газа с абсорбентом, но зато большую зону контакта газа с абсорбентом. Радиальные скруббера менее склонны к образованию каналов, чем осевые скруббера, но очень часто их не так просто упаковать.



Абсорбент

На протяжении многих лет, большинство химических веществ, которые использовались для поглощения углекислого газа в ССР, бурно реагировали на попадание воды и могли вызвать тяжелые химические ожоги.

Сегодня большинство ССР используют одну из нескольких разновидностей натронной извести (sodalime), которая состоит из гидроксида калия, гидроксида кальция, гидроксида натрия и воды. В готовом виде эти абсорбенты не обладают ярко выраженным каустическим эффектом во влажном состоянии, что уменьшает риск образования каустических коктейлей, и соответственно уменьшает риск тяжелых последствий. (Конструкция современных ССР также препятствует образованию каустических коктейлей). Наиболее распространенными марками абсорбентов являются "Sofnolime", "Sodasorb", "Divesorb", "Medisorb", "Spherasorb".

Обратите внимание, что, не считая нескольких исключений, гидроксид лития, который является очень эффективным абсорбентом, широко используемым в авиации, как правило, не используется в ССР, так как он обладает высокой реакционной способностью даже на воздухе. И еще более бурно реагирует при намокании, и способен вызвать серьезные химические ожоги.

Различные абсорбенты имеют различные химические составы и различный размер гранул. Как и многие другие аспекты конструкции ССР, выбор размера гранул является компромиссом с точки зрения эксплуатационных характеристик. Меньший размер гранул делает абсорбент более эффективным, потому что увеличивается площадь поверхности на объем массы. Но гранулы меньшего размера располагаются ближе друг к другу, что увеличивает резистивную работу дыхания.

Химический состав абсорбента и размер его гранул влияют на работу дыхания и ресурс скруббера. Используйте только те марки абсорбента и тот размер гранул, которые рекомендует производитель.

Использование несоответствующего абсорбента может сделать работу дыхания непривычной и / или ресурс скруббера может значительно понизиться. Нельзя заменять абсорбент, рекомендованный производителем, каким-либо другим, даже имеющим тот же размер гранул, вес и химический состав, так как могут отличаться другие характеристики, которые влияют на эффективность работы (например, влажность). **Заменить медицинский абсорбент для дайвинга другим абсорбентом не рекомендуется.**

Некоторые абсорбенты имеют химический индикатор, который изменяет цвет, когда абсорбционная способность истощается. Обратите внимание, изменение цвета не может служить индикатором оставшегося ресурса. Оно сообщает только о том, что абсорбент использовался. Кроме того, изменение цвета является обратимым, и использованный абсорбент через некоторое время может изменить цвет обратно. Используйте только те абсорбенты, которые рекомендует производитель вашего ССР.

Активные химические вещества

Абсорбенты являются "активными" химическими веществами и, следовательно, они чувствительны к температуре. Не позволяйте абсорбенту замерзнуть (в холодном климате храните его в помещении) и не допускайте его перегрев (держите ваш ССР в тени или накройте его белым полотенцем, если это необходимо). Упаковывайте скруббер на открытом воздухе (для уменьшения выдыхаемой вами пыли) в прохладном месте с низкой влажностью. Эти шаги важны, потому что замораживание или высокая температура могут привести к потере абсорбентом своих свойств. **Возвращение к нормальной температуре не гарантирует восстановление свойств абсорбента.**

Например, замораживание может вызвать разрушение абсорбирующих гранул, что приведет не только к проблемам с пылью, но и к изменению влажности абсорбента. В свою очередь, изменение влажности абсорбента может повлиять на химическую реакцию удаления углекислого газа. Перегрев также может вызвать изменение влажности абсорбента.

Как и в любом другом активном химическом веществе, в абсорбенте постоянно происходит медленная реакция, даже когда он запечатан в герметичном контейнере. Поэтому не используйте абсорбент после окончания срока годности, указанного на упаковке. Не пытайтесь сэкономить на абсорбенте. Соответствующий абсорбент в надлежащем состоянии занимает центральное место в системе жизнеобеспечения вашего ССР. Нет ничего плохого в том, чтобы менять абсорбент чаще, чем это необходимо, но очень опасно не заменять абсорбент вовремя. Если рекомендованный производителем абсорбент слишком дорог для вас, задайте себе вопрос: "Можете ли вы позволить себе этот вид дайвинга?"

Избегайте подвергать абсорбент воздействию высокой температуры.

Держите ваши ССР в тени или накройте его белым полотенцем, если это необходимо.

Факторы, влияющие на ресурс абсорбента

Различные факторы влияют на то, как долго упакованный абсорбент сможет поглощать углекислый газ до прорыва. Прорыв – это точка, в которой абсорбент уже не имеет достаточной химической активности, и газ проходит через скруббер без удаления CO₂.

Масса абсорбента, размер гранул и конструкция канистры. Эти параметры, как правило, определяются для конкретного CCR. Как только вы выбрали CCR – количество абсорбента, его тип и конструкция канистры не меняются. Также от этих параметров зависят характеристики скруббера. Скруббер, который вмещает больше абсорбента, при прочих равных условиях, будет поглощать больше углекислого газа, и гранулы меньшего размера также поглощают больше CO₂. Радиальные скруббера имеют тенденцию быть немного более эффективными, чем осевые скруббера. Но существует компромисс – чем больше количества абсорбента и меньше размер гранул, тем выше работа дыхания.

Глубина. При прочих равных условиях, чем глубже погружение, тем меньше эффективность абсорбента. Это происходит потому, что с ростом глубины, растет плотность газа. В результате молекулы газа плотнее окружают молекулы CO₂ во время прохождения газа через абсорбент, вызывая замедление реакции с абсорбентом. Этот эффект может оказаться весьма значительным – в зависимости от конструкции канистры, ресурс скруббера на глубине 30 метров может оказаться вдвое ниже, чем на поверхности.

Температура. Химические реакции протекают более эффективно при более высоких температурах. В холодных условиях, абсорбент не будет столь же эффективным или иметь такой большой ресурс, как в теплых условиях. Для решения этой проблемы, конструкторы CCR часто пытаются сохранить тепло внутри скруббера с помощью теплоизоляции канистры. Термоизоляция достигается благодаря теплообмену с газом, который окружает канистру, и другими конструктивными решениями. Это объясняет, почему у некоторых CCR меньше, чем у других, падает ресурс абсорбента в холодных условиях.

Дилоент. На уровне Tec 60 CCR и выше, вы научитесь использовать тримиксный (гелий / кислород / азот) дилоент. Так как гелий имеет более низкую плотность, его использование позволяет компенсировать эффект глубины. Имейте в виду, что предположительный ресурс работы скруббера при использовании тримиксного дилоента отличается от ресурса при использовании кислородно / азотного дилоента.

Уровень нагрузки дайвера. Чем выше ваша активность, тем больше CO₂ вы производите. Поэтому ресурс скруббера будет выше, если вы, например, стоите на месте, а не быстро плывете против течения.

С учетом этих факторов, ресурс скруббера не является фиксированным, и зависит от дайвера и условий погружения. Соответственно, вы планируете свои погружения, основываясь на тестовых данных производителя. Для достоверности тестовых данных, планируйте погружения в условиях, которые не превышают условий тестирования, таких как глубина, температура, состав газов, выработка углекислого газа (нагрузка). Т.е. ваше погружение не должно быть более глубоким, температура воды более холодной, плотность газа более низкой и нагрузка более высокой, чем в тестовых условиях. Далее, вы узнаете больше о том, как определяется ресурс абсорбента.

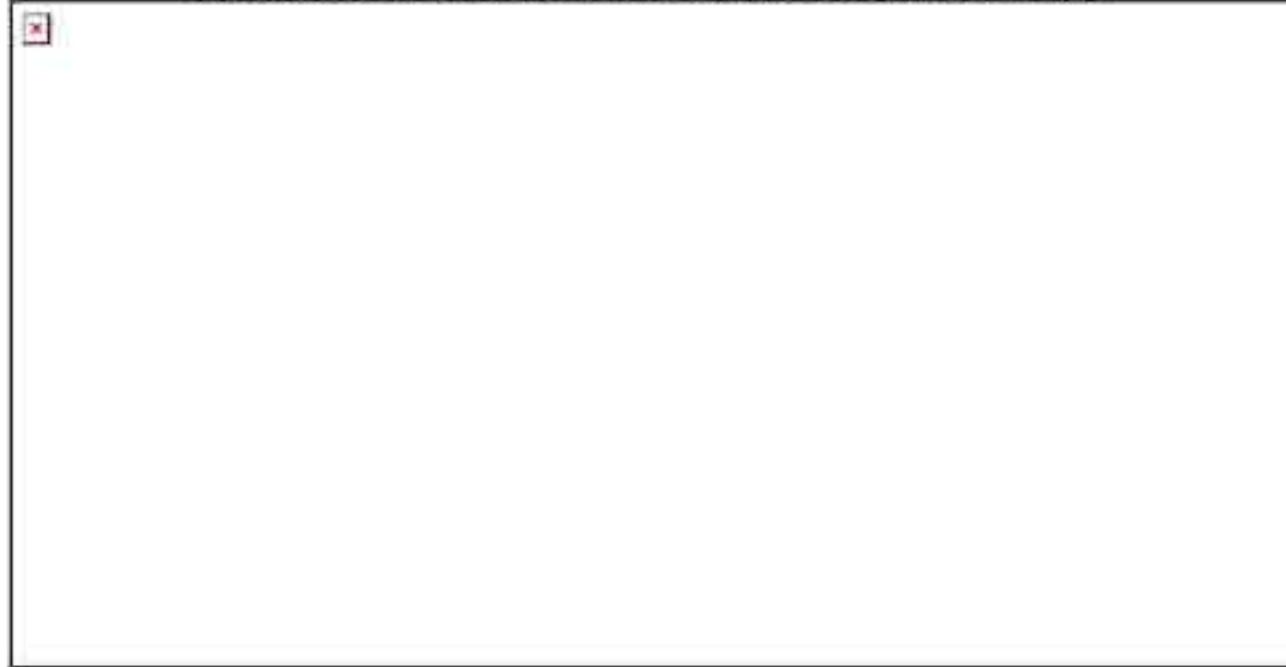
Зона контакта химической реакции, образование каналов и прорыв

Реакция углекислого газа с абсорбентом не происходит равномерно сразу по всему скрубберу. Реакция возникает, когда CO_2 впервые встречает свежий абсорбент в канистре. Зоной контакта химической реакции называется область, где происходит большая часть химической реакции. Зона контакта перемещается по мере истощения абсорбента в том же направлении, что и поток газа: в осевой канистре – вдоль канистры, в радиальной канистре – от центра к краю (или наоборот).

Углекислый газ вступает в реакцию с первым свежим абсорбентом, который он встречает. Большая часть CO_2 удаляется на короткой дистанции. За пределами этой дистанции происходит только небольшая реакция, так как углекислого газа больше не остается. По мере истощения абсорбента, CO_2 продвигается дальше к свежему абсорбенту.

Зона контакта химической реакции не движется через скруббер плоской ровной поверхностью. Это вызвано тем, что нагрев происходит неравномерно. Зона контакта, как правило, перемещается по центру скруббера, потому что там теплее (химические реакции протекают быстрее при более высоких температурах). Например, в осевой канистре зона контакта перемещается в виде конуса:

Движение зоны контакта через осевую канистру



Как уже обсуждалось ранее, образование каналов происходит, когда в абсорбенте образуется слишком много свободного пространства, которое позволяет беспрепятственно проходить газу. Проходя по пути наименьшего сопротивления, газ протекает через каналы в скруббере, имея небольшой химический контакт. При этом углекислый газ не удаляется. В частности, после заполнения осевой канистры, гранулы могут осесть, уменьшив объем примерно на 10%.

Неспособность учесть оседание гранул является основной причиной образования каналов. В большинстве случаев, легкое постукивание по канистре заставляет абсорбент уплотниться. Затем досыпается абсорбент и повторяется процесс до тех пор, пока абсорбент не перестает оседать. У некоторых производителей имеются специальные устройства для уплотнения абсорбента, которые применяются и в осевых и в радиальных канистрах.

Обратите внимание, что правильная упаковка – это не чрезмерная упаковка. В противном случае может значительно увеличиться работа дыхания. Правильная упаковка, в соответствии с требованиями производителя, предотвращает образование каналов и в то же время оставляет достаточное пространство для прохождения газа без чрезмерных усилий. Давайте, сравним упаковку скруббера с приготовлением пирога. Пирог не станет лучше, если вы возьмете больше муки или будете готовить его при более высокой температуре; наоборот – будет только хуже. Вам требуется правильно упакованный скруббер с правильным количеством абсорбента.

Чтобы предотвратить образование каналов, следуйте инструкциям производителя, упаковывайте скруббер тщательно и плотно. Образование каналов наиболее вероятно, если при неправильно упакованном скруббере, ССР будет подвергаться частым ударам и вибрациям по пути к месту погружения (например, катер, приывающий по волнам). В случае неправильно упакованного скруббера, вибрация заставляет абсорбент оседать, позволяя формироваться каналам. Образование каналов также более вероятно, если вы оставляете ССР в таком положении, когда канистра лежит на боку. Это создает благоприятные условия для образования каналов по всей длине канистры.

Прорыв происходит, когда зона контакта химической реакции достигает конца осевой канистры или стенки / центра радиальной канистры. С этого момента, газ проходит через канистру без удаления CO₂. Прорыв возникает, в первую очередь, в зоне контакта. У осевой канистры – это, как правило, центр. По мере истощения оставшегося абсорбента, в контуре быстро возрастает уровень углекислого газа.

После прорыва скруббера или образования каналов, углекислый газ быстро накапливается в контуре до опасного уровня. Чем глубже вы находитесь, тем более опасна повышенная концентрация углекислого газа. **Не относитесь к этому легкомысленно.** Давайте рассмотрим почему.

Воздействие всех газов на ваш организм, включая CO₂, зависит от их парциальных давлений. На курсах "PADI Enriched Air Diver" вы узнали о парциальном давлении кислорода. На основании уровня PO₂ в контуре, который определяется установкой сеттоинта, вычисляется уровень кислородной токсичности. Вы также узнали, что парциальное давление увеличивается с ростом общего давления (глубины). Для определения парциального давления в бар/ата используется формула:

$$\text{Газ \% (десятичная дробь)} \times \text{Абсолютное давление (в бар/ата)} = \text{Парциальное давление}$$

Первые симптомы гиперкапнии возникают при PCO₂ = 0.01, сильный дискомфорт при PCO₂ = 0.05 и потеря сознания при PCO₂ ~ 0.08. На поверхности, это 1%, 5% и 8% углекислого газа, соответственно. На глубине 30 метров вы достигнете тех же самых парциальных давлений при уровнях CO₂ равных, соответственно 0.25%, 1.25% и 2%!

На глубине, рост концентрации CO₂ может иметь очень серьезные последствия гораздо быстрее, чем на поверхности. Признаки и симптомы гиперкапнии включают ощущение нехватки воздуха, невозможность отдышаться, быстрое и тяжелое дыхание, туннельное зрение и потерю сознания.

Головная боль также является симптомом гиперкапнии. Она возникает в результате длительного воздействия от низкого до умеренного уровня CO₂. Дайверы часто говорят об этом симптоме. Тем не менее, головная боль не является надежным симптомом обнаружения гиперкапнии во время погружения, потому что углекислый газ может накапливаться до опасного уровня не вызывая сразу головной боли. Однако не стоит игнорировать головную боль – при ее наличии, прервите погружение. Если есть подозрение, что это может быть связано с газом в контуре, переключайтесь на внешнюю байпас систему.

Если вы сомневаетесь в нашем скруббере / абсорбенте, переключайтесь на байпас. Не возвращайтесь в контур.

Обратите внимание, что полуоткрытые дыхание (многократная промывка диллюентом, вдох и выдох в контуре несколько раз, и повторная промывка) не является адекватным решением при прорыве скруббера. Эти действия не рекомендуются, потому что после прорыва скруббера (или образования каналов) – **контур не подлежит восстановлению**. Концентрация CO₂ может стремительно повыситься до опасного уровня. (О правильном использовании полуоткрытого дыхания вы узнаете позже).

Мониторинг и оценка ресурса скруббера

Возможность отслеживать ресурс скруббера, так же как отслеживается давление газа, является одним из "Святых Граалей" ССР дайвинга. В настоящее время существует три метода оценки ресурса скруббера: тепловое профилирование, отслеживание потребления кислорода и тестовые данные производителя.

Тепловое профилирование. Тепловое профилирование осуществляется с помощью температурного зонда, помещаемого в абсорбент. Так как при протекании химической реакции вырабатывается тепло, зонд может определить, где находится зона контакта химической реакции, и отследить ее перемещение по канистре. Информация отображается на дисплее в виде диаграммы.

Тепловое профилирование полезно для определения, где находится зона контакта в канистре, но не является достаточно точным и не учитывает всех процессов, происходящих в скруббере. Оно также не может надежно обнаружить образование каналов. Однако тепловое профилирование дает общее представление об остаточной емкости и исправности скруббера.

Отслеживание потребления кислорода. Существует определенная взаимосвязь между количеством потребленного кислорода и количеством выработанного углекислого газа. Она оценивается как один к одному. Эта оценка хотя и не очень точна, но зато консервативна (немного занижает количество выработанного CO₂). Некоторые модели eCCR используют программное обеспечение для измерения потребленного кислорода, что позволяет оценить количество выработанного CO₂. Эта модель позволяет консервативно оценить процент остаточной емкости скруббера.

Резкое использование кислорода, не связанное с метаболизмом (изменение глубины, ручное повышение и понижение сеттоинта, восстановление сеттоинта после промывки диллюентом и т.д.) может привести к тому, что компьютер переоценит истощение абсорбента. Этот метод не учитывает влияние температуры, глубины и состава диллюента. Как и тепловое профилирование, он ограничен и не учитывает всех процессов, происходящих в скруббере.

Мониторинг углекислого газа. Стоит упомянуть систему мониторинга углекислого газа, так как все большее число ССР оборудовано этой важной для вашей безопасности системой. Мониторинг CO₂ полезен, но он не подходит для прогнозирования остаточной емкости скруббера. Он только может сообщить, что скруббер вышел из строя. Уровень CO₂ не повышается постепенно, по мере исчерпания скруббера. Поэтому мониторинг углекислого газа не может определить остаточную емкость скруббера.

Несмотря на то, что мониторинг CO₂ не может определить остаточную емкость скруббера, он является очень полезным, так как может предупредить вас об образовании каналов, выходе из строя уплотнителя канистры, случайном превышении емкости скруббера и даже если вы забыли установить канистру. Как вы только что узнали, рост уровня CO₂ представляет собой потенциальную опасность, и система мониторинга сможет вовремя предупредить вас о необходимости выйти из контура при высоком уровне CO₂.

Обратите внимание, что на момент написания этих строк, система мониторинга CO₂ не может обнаружить отказ трибообразных клапанов, потому что датчики CO₂ не удается разместить в клапанной коробке. Однако конструкторы уже работают над этим вопросом. Когда это произойдет, система мониторинга CO₂ будет в состоянии обнаружить отказ трибообразных клапанов так же, как и другие проблемы углекислого газа.

Тестовые данные производителя. Несмотря на технические инновации, основным методом определения ресурса скруббера является **расчет на основании тестовых данных производителя**. Как вы уже знаете, для достоверности расчета, вы должны планировать погружения в условиях, которые не превышают условий тестирования, таких как глубина, температура, состав газов, выработка углекислого газа (нагрузка). Т.е. ваше погружение не должно быть более глубоким, температура воды более холодной, плотность газа более низкой и нагрузка более высокой, чем в тестовых условиях.

При сравнении ресурса скрубберов двух CCR, важно, чтобы условия тестирования были одинаковыми или, по крайней мере, очень похожими. Иначе сравнение теряет смысла. Несмотря на то, что расчет ресурса скруббера обычно консервативен, всегда оставайтесь в пределах расчетного времени и оставляйте запас на ошибку. Подробнее о тестировании CCR вы узнаете позже.

Вы можете использовать метод теплового профилирования или метод отслеживания потребления кислорода для контроля ресурса скруббера, рассчитанного на основе тестовых данных производителя. Если какой-либо из этих методов показывает, что ресурс скруббера близок к истощению, пускай это и противоречит расчетам, благородно предположить худший вариант (возможно, все хуже, чем вы предполагаете) и завершить погружение.

Как Tec 40 CCR дайвер вы не должны контролировать расчетный ресурс скруббера, если у вас нет для этого особых причин. На более высоких уровнях обучения, это не всегда так. Вы узнаете больше об этом на курсах Tec 60 CCR и Tec 100 CCR.

Вы обнаружите, что во многих случаях, ресурс скруббера определяет вашу точку разворота – пункт, в котором вы должны начинать свой подъем. Планируйте свои погружения так, чтобы не превышать расчетную емкость скруббера и предусматривайте резерв.

Различные производители указывают различные ограничения для своих скрубберов в зависимости от времени, глубины и других факторов. Используйте пределы, указанные производителем, сохраняя при этом резерв. В безостановочном дайвинге или дайвинге с ограниченной декомпрессией относительно малый резерв в целом считается допустимым. Не имеет смысла отказываться от одного часа потенциального донного времени в безостановочном погружении на 12 метров. Но резервируйте адекватный ресурс скруббера, чтобы у вас было время справиться с разумно предсказуемыми чрезвычайными ситуациями. С другой стороны, в сложных ситуациях, больший резерв может быть целесообразным, хотя существуют практические ограничения, требующие использования других способов (вы узнаете о них на курсах Tec 60 CCR).

Распространенные мифы о скрубберах

Недостатком информационной эпохи является обилие дезинформации, которая часто смешивается с фактами. В дайверском сообществе существуют шесть распространенных мифов, связанных со скрубберами, которые могут стать причиной проблем и несчастных случаев.

Миф 1: Отказ скруббера или грибообразного клапана вызывает головную боль в результате воздействия углекислого газа. Эта боль вовремя предупредит вас.

Факты: Вы не можете рассчитывать на это. Люди различаются по своей толерантности к воздействию CO₂, и вы можете потерять сознание, прежде чем почувствуете головную боль. На глубине, головная боль обычно не появляется вовремя и не успевает предупредить вас. Система мониторинга углекислого газа только подтверждает, что вы уже имеете серьезную проблему. На момент написания этих строк, система мониторинга углекислого газа не способна обнаружить отказ грибообразных клапанов (будем надеяться, что это скоро изменится).

Действия: Оставайтесь в расчетных пределах ресурса скруббера для вашего CCR. Не рассчитывайте на головную боль как на сигнал предупреждения, но и не игнорируйте ее или плохое самочувствие — переключайтесь на байлаут и завершайте погружение.

Миф 2: Если вы храните канистру скруббера загерметизированной в вашем CCR, вы сможете использовать оставшуюся емкость в любое время в будущем.

Факты: Никто точно не знает, как долго можно использовать канистру после того, как ее упаковали. Нам известно, что она постепенно теряет эффективность даже в загерметизированном CCR. Мы также знаем, что частично использованный скруббер (после погружения или проверки перед погружением) деградирует быстрее, чем свежеупакованный или никогда не использовавшийся.

Действия: Используйте загерметизированную в CCR канистру скруббера в течение 24 часов или как рекомендует производитель.

Миф 3: Полностью использованную канистру можно "восстановить" путем сушки и / или отдыха в течение 24 часов, и использовать ее снова.

Факты: Абсорбент не восстановит свои свойства через 24 часа — наоборот, даже если там осталась еще какая то емкость, она станет еще меньше. Неизвестно откуда взялась эта информация, но она даже не имеет никакого смысла.

Действия: Переупакуйте канистру при необходимости.

Миф 4: Можно увеличить остаточную емкость частично использованного скруббера, перемешав и переупаковав абсорбент.

Факты: Это не только неверно, но и опасно. Перемешивание абсорбента после того, как он начал использоваться, вызывает образование каналов, так как разрушается зона контакта химической реакции. В свою очередь, образование каналов позволяет газу проходить через скруббер без поглощения CO₂.

Действия: Не открывайте частично использованный скруббер, если вы собираетесь использовать его снова. После открытия скруббера, его необходимо упаковать свежим абсорбентом.

Миф 5: Короткая проверка CCR дыханием – это все, что вам нужно, чтобы убедиться в правильной упаковке и работоспособности скруббера.

Факты: Благодаря подаче кислорода, в некоторых CCR вы можете дышать в течение двух минут даже без установленного скруббера, не ощущая никакого дискомфорта. При этом ваши дисплеи будут показывать корректный сеттоинг, и будут отсутствовать какие-либо признаки очевидных проблем. (Не пытайтесь сделать это – вы можете травмировать себя, если потеряете сознание и упадете). Помните, что на глубине требуется гораздо меньшая концентрация углекислого газа, чтобы потерять сознание и утонуть.

Действия: Не относитесь к проверке CCR дыханием легкомысленно. Выполните ее достаточно долго, чтобы однозначно убедиться в работоспособности CCR. Длительность проверки дыханием не должна быть меньше, чем рекомендует производитель, с заблокированным носом, без исключений. **Проверка дыханием спасает жизни!**

Миф 6: Ресурс скруббера не зависит от глубины, газа или температуры.

Факты: Как вы только что узнали, все эти переменные влияют на ресурс скруббера.

Действия: Оставайтесь в пределах расчетного времени вашего скруббера для запланированной глубины, температуры, диллоента и других факторов.

Помимо этих мифов, также существует миф о том, что скруббер не начинает поглощать углекислый газ пока он не “разогреется”.

Это неправда – скруббер начинает поглощать углекислый газ немедленно, при условии, что абсорбент не исчерпан. Если бы этот миф был правдой, дайверы страдали бы от гиперкапнии во время проверки CCR дыханием. CCR с мониторингом углекислого газа также опровергают этот миф, потому что они не регистрируют никаких выбросов углекислого газа в начале проверки дыханием. Устройствам с тепловым профилированием действительно нужен разогрев скруббера (он происходит во время проверки дыханием), чтобы они могли найти перепад температур в канистре. Но это не имеет никакого отношения к нагреву скруббера для начала поглощения углекислого газа.

Реальные события

В рамках развития курсов PADI TecRec CCR доброволец из команды разработчиков намеренно проводил проверку дыханием ребризера без установленной канистры. Для безопасности дайвера, проверка проводилась в контролируемых условиях (сухая, не в воде или рядом с водой, и т.д. – не пытайтесь повторить это сами). Нос дайвера был заблокирован во время проверки. В течение двух минут доброволец дышал абсолютно без каких-либо симптомов или признаков проблем (используемый CCR не имел мониторинга углекислого газа, который мог бы обнаружить проблемы).

Однако далее, до достижения предписанных пяти минут, дайвер отметил явный дискомфорт и наличие проблем.

Что это говорит вам о проверке CCR дыханием, которая короче, чем указывает производитель?

Исходя из того, что вы уже узнали, что могло произойти, если бы дайвер не заблокировал свой нос?

Упражнение 2-3

1. Скруббер, который представляет собой полую трубку, закрытую сеткой / мембраной с каждой стороны, по которой течет газ, называется:
 - а) Осевой.
 - б) Радиальный.
 - в) Пробольный.
 - г) Поперечный.
2. Скруббер, который представляет собой сетчатую / мембранные трубки, сделанные в форме бублика, где газ течет от центра к стенке или наоборот, называется:
 - а) Осевой.
 - б) Радиальный.
 - в) Пробольный.
 - г) Поперечный.
3. Наиболее распространенным химическим веществом, которое используется в абсорбенте ССР, является гидроксид лития.
Верно.
Неверно.
4. Замораживание абсорбента влияет на:
 - а) Ни на что не влияет.
 - б) Необходимо прогреть абсорбент перед использованием.
 - в) Может уменьшиться поглощающая способность абсорбента.
 - г) Может увеличиться поглощающая способность абсорбента.
5. Согласно тестам производителя, ресурс соответственно упакованного скруббера для конкретного ССР составляет три часа погружения на глубине 18 метров. На 30 метровой глубине ресурс скруббера _____, если все остальные условия погружения совпадают с условиями тестирования:
 - а) увеличится;
 - б) уменьшится;
 - в) не изменится.
6. В осевой канистре зона контакта химической реакции перемещается в виде конуса.
Верно.
Неверно.
7. Дайвер в спешке, упаковывая канистру, не постукивал по ее бокам и не добавлял абсорбент, как этого требует производитель. Это создает риск:
 - а) Воды в контуре.
 - б) Образования каналов.
 - в) Прорыва.
 - г) Отказа грибообразного клапана.
8. Каким будет парциальное давление кислорода на глубине 10 метров при дыхании газом с содержанием кислорода 32%?
 - а) 0.21
 - б) 0.32
 - в) 0.42
 - г) 0.64
9. Если во время погружения у вас нет головной боли, вы можете не беспокоиться о гиперкарнии.
Верно.
Неверно.

10. Повышение уровня CO_2 является более серьезной проблемой на глубине, чем на поверхности, потому что:
- а) Ваш скруббер не поглощает так эффективно.
 - б) Рост парциального давления вызывает рост уровня CO_2 в дыхательной смеси.
 - в) Вы никогда не дышите в контуре на поверхности.
 - г) Вы потребляете больше кислорода на глубине.
11. Полузакрытые дыхания не рекомендуется для решения проблемы прорыва скруббера, потому что:
- а) При прорыве скруббера, контур не подлежит восстановлению.
 - б) Это расходует дилюент.
 - в) Это расходует кислород.
 - г) Это ускоряет истощение оставшегося абсорбента.
12. Термовое профилирование оценивает остаточную емкость скруббера путем измерения разности температур:
- а) Между водой и контуром.
 - б) Между выдыхаемым и выдыхаемым газом.
 - в) По всей длине скруббера.
 - г) Внутри дыхательного мешка.
13. Частые изменения глубины или сеттоинта существенно не влияют на оценку остаточной емкости скруббера при использовании метода отслеживания потребления кислорода.
- Верно. Неверно.
14. Мониторинг CO_2 являются полезной системой безопасности, потому что он:
- а) Оценивает остаточную емкость скруббера.
 - б) Может предупредить вас о прорыве или образовании каналов.
 - в) Анализирует дилюент во время проверки перед погружением.
 - г) Увеличивает ресурс скруббера.
15. Основным методом оценки ресурса скруббера является:
- а) Отслеживание потребления кислорода.
 - б) Термовое профилирование.
 - в) Мониторинг углекислого газа.
 - г) Тестовые данные производителя.
16. Для достоверности расчета ресурса скруббера на основании тестовых данных производителя, вы должны планировать погружение в условиях, которые не превышают условий тестирования, таких как:
- а) Время.
 - б) Глубина.
 - в) Температура.
 - г) Время, глубина, температура.
17. После последнего погружения, согласно расчету на основании тестовых данных производителя, остаточная емкость скруббера составляет около 30 минут. Если вы хотите совершить 45-минутное погружение на следующий день, вы должны:
- а) Упаковать скруббер свежим абсорбентом.
 - б) Оставить скруббер загерметизированным в CCR и дать ему восстановиться.
 - в) Перемешать и переупаковать абсорбент.
 - г) Погружаться в течение 45 минут или пока не почувствуете головную боль.

Ответы:

1 – а; 2 – б; 3 – неверно; 4 – в; 5 – б; 6 – верно; 7 – б; 8 – г;
9 – неверно; 10 – б; 11 – а; 12 – в; 13 – неверно; 14 – б; 15 – г; 16 – г; 17 – а

Тестирование CCR и стандарты тестирования

Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Почему стандарты тестирования CCR важны для выбора и использования CCR тип Т?
2. Какие виды стандартов существуют для тестирования CCR?

В предыдущих разделах вы узнали, что работа дыхания CCR и эффективность работы скруббера зависят от глубины, температуры, состава газа и других условий. Поэтому вы должны выбирать CCR для конкретного погружения или типа погружений на основе тестов, проведенных для условий, которые приближаются или превышают условия, планируемого вами погружения. Также важно сравнивать результаты тестов различных устройств, потому что у различных устройств могут быть различные критерии прохождения / не прохождения теста.

Стандарты тестирования CCR важны для выбора и использования CCR тип Т, так как с их помощью проще сравнить различные устройства. Когда различные CCR протестиированы для одинаковых диапазонов глубин, температур, газов и т.д., нужно только выбрать диапазон, соответствующий вашему погружению, и сравнить результаты. При сравнении различных CCR, вы не должны проверять правомерность тестов. Поскольку тестеры не связаны с производителями CCR, тестирование обеспечивает должную степень объективности. Принятые стандарты тестирования помогут вам проследить за тем, чтобы условия погружения не превышали условий тестирования.

На момент написания этой книги, самым распространенным стандартом испытаний CCR является европейский стандарт EN14143 (CE). Все CCR, которые продаются в Европе, должны соответствовать этому стандарту. На самом деле, CE требует выполнения двух стандартов – сам CCR должны соответствовать стандарту EN14143, а его производство должно соответствовать стандартам, которые демонстрируют возможность массового производства CCR, удовлетворяющих стандарту EN14143.

Не все CCR могут документально подтвердить свое соответствие стандарту EN14143, однако существуют другие тесты и стандарты, которые признаются государственными органами и ведомствами, а также военными.

Упражнение 2-4

1. Стандарты тестирования CCR важны для выбора и использования CCR тип Т, так как с их помощью проще сравнить различные устройства.

Верно.

Неверно.

2. Все CCR доступные для приобретения соответствуют существующим стандартам CE.

Верно.

Неверно.

Ответы:

1 – верно; 2 – неверно

Сетпоинт, плавающий сетпоинт и воздействие кислорода



Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Почему максимальный сетпоинт не превышает 1,2-1,3, в то время как максимальное РО₂ для рабочей части погружения на открытом цикле составляет 1,4?
 2. Почему типичный поверхностный сетпоинт составляет 0,4-0,7?
 3. В каком диапазоне находится типичный плавающий сетпоинт?
 4. Какие преимущества у плавающего сетпоинта?
5. Зачем нужна возможность ручной установки сетпоинта у CCR тип T?
6. Как вы согласуете плавающий сетпоинт CCR и настройки сетпоинта внешнего резервного дайвкомпьютера, у которого отсутствует мониторинг кислорода?
7. Как определяется воздействие кислорода при погружении с CCR тип T?

Одно из отличий стиля мышления Тес CCR дайвера от мышления дайвера открытого цикла, заключается в том, что Тес CCR дайвер должен мыслить с точки зрения РО₂, а не процентного содержания кислорода (FO₂). Именно сетпоинт (поддержание РО₂ в контуре) обеспечивает основу нового мышления, а также определяет воздействие кислорода.

Максимальный сетпоинт

На курсах "PADI Enriched Air Diver" вы узнали, что максимальное РО₂ для рабочей (активной) части погружения на открытом цикле составляет 1,4 бар / ата. Для технического дайвинга на открытом цикле, максимальное РО₂ для декомпрессионных остановок (неактивная часть) составляет 1,6 бар / ата.

С другой стороны, Тес CCR дайверы, как правило, используют сетпоинт не превышающий 1,1...1,3. На это имеется несколько причин, связанных с тем, что в дайвинге открытого цикла соотношение кислород / азот является фиксированным для данного дыхательного газа, но в CCR это не так. В CCR, ваш сетпоинт может быть равным, например 1,2, но фактическое РО₂ может колебаться вокруг сетпоинта, по мере потребления, а затем добавления кислорода. Таким образом, дайвер оказывается под воздействием РО₂ которое может колебаться в пределах ±0,1 (обычно меньше) относительно сетпоинта.

Так как в дыхательном контуре используется динамическая смесь (а не статическая смесь, как в открытом цикле), существует возможность "всплесков" РО₂ выше сетпоинта (например, после быстрого спуска). Использование более низкого сетпоинта гарантирует, что вы останетесь в допустимом диапазоне РО₂, несмотря на "всплески".

Другой причиной более низкого максимума РО₂ является то, что СО₂, как полагают, способствует токсичному воздействию кислорода на организм дайвера. Поскольку CCR имеет больший потенциал для накопления СО₂, уместен более консервативный подход.

В дайвинге открытого цикла, благодаря фиксированному соотношению кислород / азот, вы подвергаетесь воздействию максимального PO_2 только на максимальной глубине. При использовании CCR, вы находитесь под воздействием PO_2 , равного сеттоинту, в течение всего погружения, что увеличивает общее воздействие кислорода. Поэтому более низкий сеттоинт позволяет уменьшить воздействие кислорода во время длительных CCR погружений. Например, при сеттоинте 1.2, лимит одного погружения согласно "часам ЦНС" составляет 210 минут – это намного больше типичного CCR погружения. (Подробнее о воздействии кислорода вы узнаете в теоретической части третьей главы).

Что касается оборудования, если кислородные датчики подвергнутся воздействию влаги, они могут реагировать более медленно или выдавать заниженные показания. Сеттоинт, установленный ниже 1.4, обеспечивает запас прочности для колебаний PO_2 в контуре и не допускает неприемлемых уровней.

Хотя максимальное PO_2 в CCR дайвинге ниже, по сравнению с дайвингом открытого цикла, вы поддерживаете оптимальное содержание кислорода в контуре в течение всего погружения независимо от глубины. В конечном итоге, более продолжительное безостановочное время или более короткая декомпрессия, по сравнению с открытым циклом, являются отличной компенсацией за более низкое максимальное PO_2 .

Поверхностный сеттоинт

Сеттоинт на поверхности должен быть всегда ниже, чем под водой. Максимально возможным значением является 1.0 (100% кислород в контуре) – значения 1.2 или 1.3 невозможны. Поверхностный сеттоинт, как правило, находится в диапазоне 0.4...0.7; значение 0.4 или выше важно для вашей безопасности.

Давление окружающей среды является самым низким на поверхности. Несмотря на то, что дайвер должен регулярно контролировать дисплей во время дыхания в контуре, находясь на поверхности проще всего внезапно потерять сознание, если eCCR не добавит кислород в контур или дайвер будет не в состоянии это сделать для mCCR или eCCR (в ручном режиме).

Минимально допустимым уровнем PO_2 считается 0.16. При $\text{PO}_2 < 0.16$ дайвер может внезапно потерять сознание. Поверхностный сеттоинт, равный 0.4...0.7, значительно выше минимально допустимого PO_2 , но небрежному дайверу хватит нескольких минут, чтобы PO_2 в контуре упало с 0.4 до 0.16. В такой ситуации, если бы сеттоинт был установлен равным 0.21, кислорода в контуре хватило бы всего на несколько вдохов. Более высокое значение поверхностного сеттоинта обеспечивает дополнительное время, чтобы обнаружить ошибку и исправить ее. Большинство CCR устанавливают поверхностный сеттоинт равным 0.7.

Плавающий сеттоинт

Ранее вы читали, что плавающий сеттоинт (также называемый динамическим сеттоинтом или сеттоинтом с автоматическим контролем) – это сеттоинт, который изменяется во время погружения. CCR типа T должны иметь возможность переключения на ручное управление сеттоинтом, но большинство eCCR оборудованы компьютерным плавающим сеттоинтом. mCCR также могут использовать плавающий сеттоинт, но это создает дополнительную умственную нагрузку во время погружения.

В eCCR, компьютер отслеживает глубину, время, статус декомпрессии, воздействие кислорода, и на основании этих данных управляет плавающим сеттоинтом. Алгоритм поведения плавающего сеттоинта примерно следующий:

- В начале погружения на поверхности сеттоинт составляет 0.4...0.7.
- В воде возле поверхности, сеттоинт по-прежнему остается низким, как правило, 0.7.
- По мере того как дайвер опускается, сеттоинт медленно растет, как правило, достигая максимума (1.2...1.3) или на глубине около 15 метров, или на глубине 24...27 метров, в зависимости от настроек eCCR.
- У некоторых CCR, при выполнении неглубоких погружений, сеттоинт также повышается до 1.2...1.3 с течением времени.

- Сетпоинт снижается во время подъема, если погружение является безостановочным.
- Если дайвер приблизился к безостановочному лимиту или имеет декомпрессию, некоторые CCR оставляют сетпоинт высоким для ускорения рассыщения инертных газов. Другие CCR просто меняют сетпоинт в зависимости от глубины.

Плавающий сетпоинт имеет ряд преимуществ (некоторые обсуждались ранее). Плавно увеличивая сетпоинт при спуске и понижая при подъеме, можно уменьшить газообмен в контуре при изменении глубины. Это экономит диллоент и кислород, и упрощает контроль плавучести. Более низкий сетпоинт на мелководье только минимально уменьшает безостановочное время, и также снижает общее воздействие кислорода. На мелких глубинах многие CCR, как правило, устанавливают более высокий сетпоинт при подъеме, чем при спуске, чтобы ускорить рассыщение азота.

Хотя eCCR, как правило, имеют плавающий сетпоинт, CCR тип Т должны иметь возможность переключения на ручное управление сетпоинтом, чтобы последнее слово было у вас. Например, плавающий сетпоинт, как правило, снижается при подъеме (даже, когда у вас возникли декомпрессионные обязательства), но вы можете захотеть уменьшить насыщение и увеличить рассыщение. Для этого вы переключите ваш CCR, чтобы он удерживал сетпоинт 1.1...1.3 в течение всего погружения, даже если для этого потребуется немного больше кислорода. И другой пример, при погружении на мелководье, вы сможете вручную выбрать более высокий сетпоинт, чем плавающий сетпоинт (но не выше 1.1...1.3), чтобы максимизировать время повторного погружения.

При выполнении более длительных глубоких погружений с обширной декомпрессией (на уровне Tec 100 CCR), некоторые дайверы предпочитают использовать более низкий сетпоинт, по сравнению с плавающим сетпоинтом, чтобы уменьшить воздействие кислорода. Например, они могут установить сетпоинт 1.0 для самой глубокой части погружения, а затем использовать сетпоинт 1.2...1.3 для декомпрессии. Это одна из нескольких стратегий контроля над воздействием кислорода при выполнении таких погружений, которая позволяет использовать более высокое РО₂ в контуре во время декомпрессии.

Во время погружения с плавающим сетпоинтом, может оказаться затруднительным использовать дайвкомпьютер без мониторинга кислорода (обычно используются в качестве резервных для eCCR), так как потребуется все время переустанавливать значение сетпоинта (внутренние компьютеры CCR рассчитывают декомпрессию / воздействие кислорода на основе фактического содержания контура, поэтому их корректировать не нужно). Типичной практикой является предварительная настройка дайвкомпьютера на верхнюю и нижнюю границы плавающего сетпоинта. Во время спуска ваш компьютер должен быть установлен на минимальный сетпоинт до тех пор, пока плавающий сетпоинт CCR не достигнет своего максимума, затем переключите компьютер. Во время подъема переключите ваш компьютер на минимальный сетпоинт, как только плавающий сетпоинт CCR упадет ниже своего максимального значения. Такие допуски являются консервативными для безостановочного времени / декомпрессионных требований и либеральными для воздействия кислорода, но воздействие кислорода редко является ограничивающим фактором.

Определение воздействия кислорода

Как и для погружений с открытым циклом на обогащенном воздухе, наиболее распространенным методом отслеживания воздействия кислорода при погружениях с CCR является использование дайвкомпьютера. Однако, если при планировании погружений вам необходимо (или вы хотите) использовать таблицы, то для CCR это сделать гораздо проще. Это особенно верно при использовании единственного сетпоинта, так как для расчета воздействия кислорода достаточно знать только РО₂ в контуре и время погружения.

При сетпоинте 1.2 (или ниже), воздействие кислорода редко ограничивает ваши погружения, хотя это может стать проблемой при совершении множества погружений за короткий промежуток времени – больше о воздействии кислорода вы узнаете в теоретической части третьей главы. Для применения современных методов планирования воздействия кислорода используйте декомпрессионное программное обеспечение.

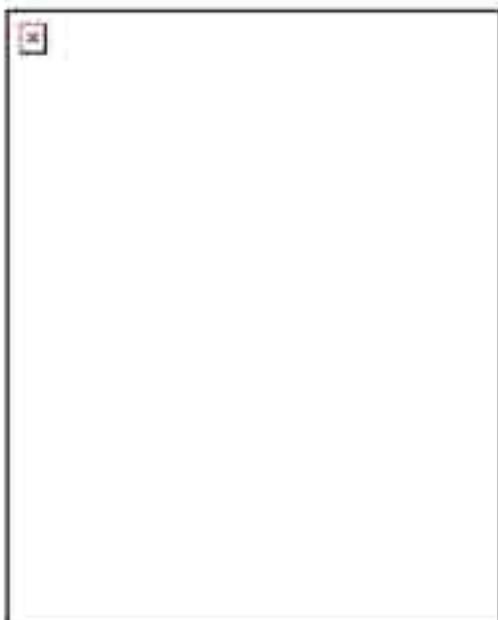
Упражнение 2-5

- Одна из причин, почему максимальный сеттоинт не превышает 1.2...1.3, в то время как максимальное РО₂ во время рабочей части погружения на открытом цикле составляет 1.4, заключается в удержании нормальных колебаний РО₂ в контуре в допустимых пределах.
Верно.
Неверно.
- Одна из причин, почему поверхностный сеттоинт, как правило, находится в диапазоне 0.4...0.7, заключается в том, что при значительно более низком сеттоинте, РО₂ может очень быстро упасть до опасного уровня.
Верно.
Неверно.
- Плавающий сеттоинт, как правило, _____ при спуске и _____ при подъеме во время безостановочного погружения.
 - увеличивается, уменьшается;
 - увеличивается, не изменяется;
 - не изменяется, уменьшается;
 - уменьшается, увеличивается.
- Плавающий сеттоинт упрощает управление плавучестью.
Верно.
Неверно.
- Вы должны иметь возможность ручного управления сеттоинтом ССР тип Т, потому что система плавающего сеттоинта является частой точкой отказа.
Верно.
Неверно.
- При использовании внешнего дайвкомпьютера с отсутствующим мониторингом кислорода, вы должны переключать его сеттоинт, если используете ССР с плавающим сеттоинтом.
Верно.
Неверно.
- Наиболее распространенным методом отслеживания воздействия кислорода при погружении с ССР является:
 - Использование таблиц;
 - Расчет по формуле OTU;
 - Использование дайвкомпьютера.
 - Оценка расхода скруббера.

Ответы:

1 – верно; 2 – верно; 3 – а; 4 – верно; 5 – неверно; 6 – верно; 7 – в

Декомпрессионное ПО и потребности байлаута открытого цикла



Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Как вы используете декомпрессионное программное обеспечение для планирования CCR погружений?
2. Как вы определяете ваш поверхностный расход воздуха (SAC) / объем дыхания в минуту (RMV)?
3. Как вы определяете объем газа в баллоне?
4. Как вы используете ваши SAC RMV для определения потребностей внешней байлаут системы?

Как вы узнали ранее, стандартной практикой при планировании технических погружений является использование декомпрессионного программного обеспечения (дайвкомпьютеры, ноутбуки, планшеты или КПК). Как Тес CCR дайверу, вам необходимы программы для расчета безостановочных и декомпрессионных погружений, открытого и закрытого цикла, потребления газа и воздействия кислорода. К счастью, большинство доступного декомпрессионного ПО удовлетворяет всем этим требованиям. Подберите себе программы, которые могут производить расчеты для открытого цикла, закрытого цикла и закрытого цикла с переключением на байлаут открытого цикла.

При расчете закрытого цикла с переключением на байлаут открытого цикла, вы вводите в программу ваши сеттоинты, планируемые глубины, время, газ и RMV / SAC. Программа поможет вам определить безостановочное время или время декомпрессии, и рассчитает приблизительный расход байлаут газа.

Как Тес 40 CCR дайвер, вы будете использовать программное обеспечение в первую очередь для оценки безостановочного времени различных профилей погружения, и планировать очень ограниченные декомпрессионные погружения. Планируйте ваши погружения таким образом, чтобы не превышать ресурс скруббера, запас кислорода и запас диллоента, и с учетом резерва для каждого. Вы отработаете это во время практических занятий и при выполнении учебных погружений. Напомним, что как Тес 40 CCR дайвер, ваше декомпрессионное погружение не может иметь более одной остановки и максимальная продолжительность декомпрессии не должна превышать 10 минут.

Программное обеспечение также важно для определения потребностей байлаута, которые понадобятся при завершении погружения вне контура. Для расчета закрытого цикла с переключением на байлаут открытого цикла, вы можете использовать программное обеспечение для одного или более газов, хотя, как Тес 40 CCR дайвер, вы будете использовать только один байлаут газ (как правило, воздух). Необходимое количество байлаут газа определяется исходя из самого плохого варианта – безвозвратный отказ контура при максимальной глубине и времени.

Хотя вы можете рассчитать потребности байлаута, используя бумагу, ручку и калькулятор, но с помощью программного обеспечения это сделать гораздо проще. Кроме того, расчет с помощью ПО – это менее подверженный ошибкам метод определить, что у вас достаточный запас газа, чтобы достигнуть поверхности с безопасной скоростью и с выполнением остановок безопасности или с завершением декомпрессии. В большинстве случаев декомпрессия предполагает более продолжительное использование байлаута открытого цикла. Программное обеспечение упрощает планирование потребностей газа для ситуаций байлаута открытого цикла.

Некоторые технические дайвкомпьютеры имеют планировщики, которые позволяют выполнить аварийный расчет газа. Но более правильным будет произвести расчет необходимого количества газа отдельно. Большая часть программного обеспечения для ноутбуков / планшетов позволяет выполнить это.

Планирование байлаута

В Тес ССР дайвинге самой распространенной внешней байлаут системой является система открытого цикла. Чтобы оценить необходимое количество газа для открытого цикла, необходимо знать ваш поверхностный расход воздуха (SAC) / объем дыхания в минуту (RMV). Некоторые глубоководные ССР дайверы используют внешнюю ССР байлаут систему, но она очень редко используется на уровнях Тес 40 ССР и Тес 60 ССР. При планировании байлаута, программное обеспечение должно быть установлено в режим ССР погружения. Вы также должны знать количество газа в ваших баллонах.

Определение SAC / RMV

Поверхностный расход воздуха (SAC) – это скорость потребления газа в л/мин на поверхности при плавании со средней скоростью в полном снаряжении. SAC изменяется при изменении конфигурации оборудования и всего того, что влияет на лобовое сопротивление и физическую нагрузку. Он также зависит от навыков и физической формы дайвера, а также от условий окружающей среды (например, температуры).

В рекреационном дайвинге SAC может быть выражен в бар/мин или л/мин, но это не подходит для технического дайвинга. В техническом дайвинге SAC выражается в л/мин, так как это позволяет применять SAC к баллонам различных размеров (SAC в бар/мин зависит от размеров баллона). Технические дайверы иногда используют термины RMV (объем дыхания в минуту) и SAC взаимозаменяемо – технически это не одно и то же, но достаточно близко.

Чтобы определить ваш SAC, переключитесь на внешний байлаут баллон, запишите начальное давление в баллоне и глубину. Плыте в нормальном темпе на постоянной глубине в течение определенного периода времени (как правило, 5...10 минут), затем вернитесь в контур и запишите конечное давление в баллоне. Затем используйте следующую формулу:

$$SAC \text{ (л / мин)} = \frac{\text{Израсходованное давление (бар)} \times \text{Объем баллона (л)}}{(\text{Глубина (м)} + 10) / 10} / \text{Время (мин)}$$

Пример (метрическая система):

Используя 12 литровый байлаут баллон, вы израсходовали 41 бар за 10 минут, плавая на 10 метровой глубине.

$$SAC(\text{л/мин}) = \frac{41(\text{бар}) \times 12(\text{л})}{(10(\text{м}) + 10) / 10} / 10(\text{мин}) = \frac{492}{2} / 10 = 24.6(\text{л/мин})$$

Пример (имперская система):

Используя 80 куб.фут байлаут баллон с рабочим давлением 3000 psi, вы израсходовали 600 psi за 10 минут, плавая на 33 футовой глубине.

$$SAC(\text{куб.фут/мин}) = \frac{\frac{\text{Израсходованное давление (psi)}}{\text{Рабочее давление в баллоне (psi)}} \times \text{Объем баллона (куб.фут)}}{(\text{Глубина (фут)} + 33) / 33} / \text{Время (мин)}$$

$$SAC(\text{куб.фут/мин}) = \frac{\frac{600(\text{psi})}{3000(\text{psi})} \times 80(\text{куб.фут})}{(33(\text{фут}) + 33) / 33} / 10(\text{мин}) = 0.8(\text{куб.фут/мин})$$

Во время второго учебного погружения, ваш инструктор попросит вас плавать из постоянной глубине, используя байлаут баллон, чтобы определить ваш SAC.

Определение количества газа в баллоне

Очевидно, что SAC только показывает, как быстро вы расходуете газ при дыхании через байлаут открытого цикла, и не показывает расход газа при дыхании в контуре. Для планирования открытого цикла, вы также должны знать, сколько газа находится в баллоне при данном давлении. При расчете запасов газа для CCR, также определяется количество газа в баллонах.

Метрическая система

Внутренний объем баллонов указывается в литрах. Для определения количества газа в баллоне просто умножьте объем баллона (л) на фактическое давление в баллоне (в бар):

Пример:

В 11 литровом баллоне давление составляет 185 бар. Какое количество газа находится в баллоне?

$$\text{Количество газа в баллоне (л)} = 11(\text{л}) \times 185(\text{бар}) = 2035(\text{л})$$

Имперская система

Объем баллона определяется как количество газа в кубических футах, которое помещается в баллоне при рабочем давлении. Один из способов определения количества газа состоит в том, чтобы разделить фактическое давление (psi) на рабочее давление (psi) и умножить на объем баллона (куб.фут).

Пример:

В 80 куб.фут баллоне с рабочим давлением 3000 psi, давление составляет 2500 psi. Какое количество газа находится в баллоне?

$$\text{Количество газа в баллоне (куб.фут)} = \frac{2500 \text{ (psi)}}{3000 \text{ (psi)}} \times 80 \text{ (куб.фут)} = 66.7 \text{ (куб.фут)}$$

Другим способом является метод базового уровня. Чтобы определить базовый уровень разделите объем баллона на рабочее давление. Для определения количества газа в баллоне просто умножьте фактическое давление в баллоне на базовый уровень.

Пример:

В 80 куб.фут баллоне с рабочим давлением 3000 psi, давление составляет 2500 psi. Какое количество газа находится в баллоне?

Ответ: 66.8 куб.фут (базовый уровень: $80 / 3000 = 0.0267$; $0.0267 \times 2500 = 66.8$). Обратите внимание на небольшое различие с предыдущим примером из-за округления.

Преимущество метода базового уровня заключается в том, что вы можете определить базовые уровни для наиболее часто используемых баллонов и записать их в свой журнал погружений. Затем для определения количества газа в баллоне вам остается только умножить показания вашего SPG на базовый уровень. Независимо от используемого метода, имейте в виду, что широко применяемые обозначения баллонов могут быть результатом округления. (Например, некоторые типы алюминиевых 80 "футовых" баллонов на самом деле содержат только 78.2 куб.фут газа при рабочем давлении). Как правило, это не является большой проблемой, но это необходимо учесть, если количество необходимого запаса газа и реальное количество газа в баллоне очень близки.

Потребности байлаута

После того, как вы узнаете, ваш SAC / RMV и количество газа в ваших байлаут баллонах, вы можете рассчитать количество газа, необходимое для погружения, и проверить достаточный ли у вас запас байлаут газа. Следующие формулы используются для определения потребности газа при дыхании в открытом цикле на данной глубине. На практике, как правило, это делается с помощью декомпрессионного программного обеспечения, но важно понимать, откуда берутся эти цифры.

Для начала определите необходимое количество байлаут газа в открытом цикле на подъем и остановки с учетом вашего SAC. Затем определите, сколько газа у вас есть.

Необходимое количество газа для данной глубины и времени определяется по следующей формуле:

$$\text{Объем газа (л)} = \text{Время (мин)} \times \text{SAC (л/мин)} \times \frac{\text{Глубина (м)} + 10}{10}$$

Необходимое количество газа для подъема рассчитывается таким же образом. Глубина определяется как среднее арифметическое между начальной и конечной глубинами подъема. Время, затраченное на подъем, округляется до ближайшей целой минуты.

Когда у вас есть многократные остановки (уровень Tec 60 CCR и выше), чтобы упростить расчет времени, которое необходимо на подъемы между остановками, можно использовать следующий подход. Если предположить, что скорость всплытия составляет 10 м/мин (наиболее распространенная скорость всплытия в техническом дайвинге), подъемы между регулярными остановками (с шагом 3 метра) учитываются путем добавления одной минуты к каждой третьей остановке, так как подъем на 3 метра со скоростью 10 м/мин занимает около 1/3 минуты. Например, вы можете рассчитать свой подъем к последней остановке на глубине 5 метров, но игнорировать потребности байлаута открытого цикла для подъема на поверхность после завершения остановки.

Расчет газа для каждой остановки и подъема дает вам хорошую оценку необходимого количества газа, но не учитывает факторы, которые могут увеличить потребление газа, такие как всевозможные задержки, высокие физические нагрузки или страх / волнение. В случае чрезвычайной ситуации ваш SAC наверняка повысится. Поэтому необходимо добавить резервный запас. Для технического дайвинга в открытой воде, 1/3 резерва является обычным минимумом, хотя для безостановочного погружения считается приемлемым резерв в размере 10...20 процентов.

Больший байлаут резерв может потребоваться для пещерного или глубокого CCR дайвинга (это выходит за рамки данных курсов). При планировании байлаута, также рассмотрите целесообразность учета других вероятных факторов, таких как превышение запланированной глубины, необходимость выпуска DSMB / подъемного мешка или плавание против течения. Если есть сомнения, увеличьте ваш резерв. **Лучше иметь газ, в котором вы не нуждаетесь, чем нуждаться в газе, который вы не имеете.**

Пример (метрическая система):

Ваш SAC составляет 24 л/мин, и у вас есть 11 литровый байлаут баллон с давлением 100 бар. Вы имеете достаточный запас газа для байлаута открытого цикла при выполнении безостановочного погружения на 30 метров и 3-х минутную остановку безопасности на глубине 5 метров?

Определим необходимое количество газа:

$$\text{Глубина подъема} = (30 \text{ м} + 5 \text{ м}) / 2 = 17.5 \text{ м}$$

$$\text{Время подъема} = (30 \text{ м} - 5 \text{ м}) / 10 \text{ м/мин} = 2.5 \text{ мин} - 3 \text{ мин}$$

$$\text{Количество газа на подъем} = 3 \text{ мин} \times 24 \text{ л/мин} \times ((17.5 \text{ м} + 10) / 10) = 198 \text{ л}$$

$$\text{Количество газа на остановку безопасности} = 3 \text{ мин} \times 24 \text{ л/мин} \times ((5 \text{ м} + 10) / 10) = 108 \text{ л}$$

$$\text{Необходимое количество газа} = 198 \text{ л} + 108 \text{ л} = 306 \text{ л}$$

$$\text{Доступное количество газа} = 11 \text{ л} \times 100 \text{ бар} = 1100 \text{ л}$$

Таким образом, текущее количество газа в вашем баллоне более чем в три раза превышает необходимое количество газа, поэтому вы имеете достаточный запас газа, плюс достаточный резерв на компенсацию непредвиденных задержек при подъеме и повышенную частоту дыхания.

Если бы в вашем баллоне было недостаточное количество газа, вы, в зависимости от обстоятельств, были бы должны: дополнительно заполнить баллон, использовать другой баллон или изменить план погружения.

Пример (имперская система):

Ваш SAC составляет 0.73 куб.фут / мин, и у вас есть 80 куб.фут байлаут баллон с рабочим давлением 3000 psi и фактическим давлением 1500 psi. Вы имеете достаточный запас газа для байлаут открытого цикла при выполнении безостановочного погружения на 100 футов и 3-х минутную остановку безопасности на глубине 15 футов?

Определим необходимое количество газа:

$$\text{Глубина подъема} = (100 \text{ фут} + 15 \text{ фут}) / 2 = 57.5 \text{ фут} - 58 \text{ фут}$$

$$\text{Время подъема} = (100 \text{ фут} - 15 \text{ фут}) / 30 \text{ фут/мин} = 2.83 \text{ мин} - 3 \text{ мин}$$

$$\text{Количество газа на подъем} = 3 \text{ мин} \times 0.73 \text{ куб.фут/мин} \times ((58 \text{ фут} + 33) / 33) = 6 \text{ куб.фут}$$

$$\text{Количество газа на остановку безопасности} =$$

$$3 \text{ мин} \times 0.73 \text{ куб.фут/мин} \times ((15 \text{ фут} + 33) / 33) = 3.2 \text{ куб.фут}$$

$$\text{Необходимое количество газа} = 6 \text{ куб.фут} + 3.2 \text{ куб.фут} = 9.2 \text{ куб.фут}$$

$$\text{Доступное количество газа} = 80 \text{ куб.фут} \times 1500 \text{ psi} / 3000 \text{ psi} = 40 \text{ psi}$$

Реальные события

"Закончился газ", — просигналил Гил.

У его напарницы Хайди расширились глаза — он уже использовал весь свой байлаут газ, переключился на ее байлаут баллон, и к данному моменту израсходовал его полностью. Это было в два раза больше, чем предполагала программа на аварийный выход из пещеры, в которой они находились. Гил переключился на байлаут из-за проблем со скруббером (из-за образования каналов, как они узнали позже), и поэтому возврат в контур был невозможен.

"Успокойся", — просигнализировала Хайди, передавая Гилу свой последний байлаут баллон. Она поплыла первой, намеренно плывя медленно, чтобы Гил смог расслабиться и понять, что плывя медленно, он будет экономить газ.

Напарники выплыли из пещеры и поднялись до остановки на 6 метровой глубине, но на требуемую декомпрессию у Гила уже не хватало газа. К счастью, группа дайверов на открытом цикле завершила свою декомпрессию на этом популярном сайте. Хайди, используя свой слейт, попросила у них оставшийся кислород; дайверы оставили им три неполных баллона. Гил перепрограммировал свой компьютер на дыхание кислородом в открытом цикле и благополучно завершил декомпрессию.

После погружения, Хайди и Гил были озабочены тем, что Гил израсходовал так много газа. Но проанализировав ситуацию, они разобрались в ее причинах. Во-первых, Гил вовремя не распознал отказ скруббера, из-за чего в его организме накопилось много углекислого газа, что в свою очередь привело к учащенному дыханию (которое могло продолжаться еще 30 минут или более после переключения на байлаут). Во-вторых, Гил был встревожен и спешил — все это и привело к повышенному расходу газа.

Это было пещерное погружение — за пределами уровня Тес 40 ССР, но дайверы проводили расчет байлаута, основываясь на предполагаемом расстоянии до выхода из пещеры.

Что этот случай говорит вам о наличии резерва байлаут газа?

Упражнение 2-6

1. При подготовке CCR погружения вы не будете использовать никаких методов планирования открытого цикла.
Верно.
Неверно.
2. Для определение SAC / RMV вы основываетесь _____ и известном времени.
а) на потреблении в открытом цикле при постоянной глубине;
б) на потреблении кислорода в закрытом цикле при постоянной глубине;
в) на потреблении в открытом цикле при переменной глубине;
г) на потреблении кислорода в закрытом цикле при переменной глубине.
3. В 11 литровом баллоне находится около 76 бар газа. Сколько газа находится в баллоне?
а) 2200 литров.
б) 1100 литров.
в) 836 литров.
г) 7 литров.
4. В реальной практике, вы обычно определяете необходимое количество байлаут газа, вводя ваш SAC / RMV в декомпрессионное программное обеспечение.
Верно.
Неверно.

Ответы

1 – неверно; 2 – в; 3 – в; 4 – верно

Погружение с CCR II

Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Как часто вы практикуете навыки управления проблемами CCR?
2. При каких обстоятельствах вы используете ручное добавление кислорода вместо ADV?
3. Как вы снимаете и надеваете внешний байлаут баллон, находясь под водой? Зачем вы это делаете?
4. Как вы поддерживаете контакт с поверхностью и как вы даете о себе знать кораблем и команде поверхности поддержки?

Необходимость практики

Как и все другие моторные процедуры, навыки, которые вы изучаете для управления проблемами CCR (байлаут, ручное управление, высокий и низкий уровень кислорода в контуре, подтверждение датчиков и т.д.) требуют регулярной практики, чтобы вы могли автоматически выполнять их, когда это необходимо. Важно отметить, что многие из этих навыков имеют значительный умственный аспект. Например, проблемы с высоким или низким кислородом имеют несколько возможных причин, каждая из которых требует различных решений. Мысленное пошаговое прохождение является неотъемлемой частью практической отработки каждого CCR навыка.

Практикуйте один или более навыков во время каждого погружения. Рекомендуется практиковать байлаут как часть проверки на спуске / проверки на наличие утечек во время каждого погружения. Также рекомендуется практиковать, по крайней мере, еще один навык или более, если у вас длительные перерывы между CCR погружениями. Ведите учет практики каждого навыка, если это помогает вам не забыть о каком-нибудь из них. Освежайте навыки в бассейне и / или с инструктором, если у вас длительные перерывы между CCR погружениями.

Некоторые навыки вы можете практиковать, продолжая наслаждаться погружением. Например, некоторые сCCR дайверы поддерживают сетпойнт вручную, и переходят на автоматическое управление только тогда, когда перегружены другими задачами. Или вы можете использовать ручное управление в течение определенного периода времени (например, 15 минут), а затем вернуться к автоматическому управлению. Другие навыки требуют отдельной, осознанной практики. Некоторые навыки удобно практиковать во время прохождения остановки безопасности.

Ручное добавление дилюента

Как вы уже знаете, иногда необходимо добавить дилюент в контур с помощью ручного клапана, чтобы помочь ADV. Ручная подача также применяется при выполнении промывки дилюентом и при решении проблем ADV, когда он не добавляет дилюент автоматически.

Кроме того, при достижении запланированной глубины, некоторые дайверы закрывают изолирующий клапан ADV (если имеется) и поддерживают объем контура вручную. Такая практика сокращает расход газа, если, следуя рельефу дна, вы выполняете много небольших изменений глубины. В противном случае это может вызвать большой газообмен.

Не закрывайте вентиль баллона с дилюентом. Закрытие вентиля баллона с дилюентом отключает BOV, поддув BCD и / или ручной клапан дилюента. С опытом, вы научитесь вручную управлять дилюентом и без изолирующего клапана-задвижки ADV. Это полезный навык, потому что некоторые CCR не имеют возможности изолировать ADV.

Помните, что если вы спускаетесь с изолированным ADV, и по какой-либо причине не можете добавить дилюент, вы не сможете полностью дышать из-за уменьшения объема контура. В тоже же время, PO₂ может вырасти значительно выше сеттоинга, потому что будет нечем разбавлять кислород. Даже если вы планируете добавлять дилюент вручную, хорошей привычкой является иметь активный ADV во время любого спуска.

Снятие и надевание внешнего байлаут баллона

Как правило, ваша внешняя байлаут система всегда должна быть немедленно доступна, и вы не снимаете ее. Однако в некоторых случаях вам может потребоваться снять и / или надеть внешний баллон, находясь под водой.

В чрезвычайной ситуации может понадобиться передать ваш внешний баллон напарнику для решения проблем с его системой жизнеобеспечения. В ситуации внешнего байлаута вы можете обмениваться байлаут баллонами с напарниками, которые нуждаются в этом. Таким образом, каждый дайвер всегда имеет адекватный байлаут газ.

Еще одной причиной снятия байлаут баллона является его запутывание. Может оказаться необходимым снять баллон для его освобождения. Затем освобожденный баллон надевается обратно.

В некоторых видах передового технического дайвинга, например в продвинутом пещерном дайвинге, дайверы используют большое количество внешних байлаут баллонов, которые они складируют в нескольких местах по пути своего следования. В этом случае, можно передвигаться от склада к складу, не перегружая себя баллонами, но как минимум один байлаут баллон дайверы всегда берут с собой. Складирование байлаут баллонов выходит за рамки курсов Tec 40 CCR, но навыки работы с байлаут баллонами, которые вы изучите на этих курсах, будут применяться на всех следующих курсах.



Для снятия внешнего баллона под водой:

- Заправьте и закрепите все шланги.
- Закройте вентиль, если вы собираетесь оставить баллон (складирование большого количества баллонов).
- Отсоедините шланг низкого давления от вашего сухого костюма или инфлятора BCD, если погружаетесь в мокром костюме (если это применимо).
- Если BCD был подключен к внешнему баллону, подключите BCD к шлангу низкого давления от внутреннего баллона с дилоунтом (таким образом, вы всегда сможете контролировать плавучесть).
- Если вы погружаетесь в сухом костюме, не опускайтесь! Без поддува, сухой костюм может обжечь. (Это хорошая причина использовать независимую систему поддува).
- Отстегните верхний (нагрудный) карабин, затем нижний (набедренный или задний) карабин (как правило, это наиболее удобная последовательность).
- Когда вы положите баллон на дно или передадите его напарнику, у вас увеличится плавучесть, поэтому выпустите часть газа из вашего BCD / сухого костюма, чтобы восстановить плавучесть.

Для надевания внешнего баллона под водой:

- Добавьте газ в ваш BCD, чтобы компенсировать увеличение отрицательной плавучести, которая возникнет, как только вы возьмете баллон.
- Пристегните набедренный карабин, затем пристегните нагрудный карабин, так же как вы это делали на поверхности.
- Если этот баллон был складирован, откройте вентиль и подтвердите давление.
- Подключите шланг низкого давления к вашему сухому костюму; переключите инфлятор BCD к внешнему баллону, если вы используете мокрый костюм.

Поддерживание контакта с поверхностью

По сравнению с открытым циклом, отсутствие пузырьков затрудняет команде поверхности поддержки наблюдение за CCR дайвером. Как уже говорилось ранее, это одна из причин, почему DSMB / подъемный мешок является стандартным оборудованием CCR дайвера. **Основным способом поддерживания контакта с поверхностью является ваш DSMB / подъемный мешок.** Выпускайте ваш DSMB / подъемный мешок:

- Когда вам необходимо подняться в месте активного судоходства.
- По предварительной договоренности с командой поверхности поддержки – для определения вашего местоположения, в качестве аварийного сигнала и т.д.
- В качестве маркера во время подъема, декомпрессионных остановок и остановки безопасности.
- Если у вас есть сомнения, выпускайте DSMB впереди себя, чтобы увеличить вашу видимость со стороны кораблей и / или команды поверхности поддержки.

Во многих ситуациях, целесообразно буксировать небольшой плот с водолазным флагом, так же как и во время погружений на открытом цикле. Во многих регионах использование водолазного флага требуется законами, инструкциями или общей практикой. В большинстве случаев вы можете закрепить плот с флагом на якоре, и погружаться возле него, так вам не придется буксировать плот в течение всего погружения.

Буксируемый плот позволяет команде поверхности поддержки непрерывно контролировать ваше местоположение. Водолазный флаг является самым узнаваемым сигналом, который официально предупреждает окружающие корабли об осуществлении подводных спусков.

Упражнение 2-7

1. Как часто вы практикуете навыки управления проблемами ССР?
 - a) Один раз в год.
 - б) Когда чувствуете необходимость.
 - в) Во время каждого погружения.
 - г) Только в реальных чрезвычайных ситуациях.
2. Вы используете ручное добавление диллюэнта вместо ADV для того, чтобы:
 - а) Можно было погружаться с неисправным ADV.
 - б) Уменьшить потери газа из-за частых малых изменений глубины.
 - в) Увеличить объем контура и компенсировать отрицательную плавучесть.
3. Байлаут баллон вашего напарника запутался в леске. Вы можете легко освободить снятый баллон. Но распутывание баллона не является уважительной причиной для его снятия.
Верно.
Неверно.
4. Ваш DSMB / подъемный мешок является основным способом поддерживания контакта с поверхностью.
Верно.
Неверно.

Ответы:

1 – в; 2 – б; 3 – неверно; 4 – верно

Проблемы CCR II



Цель обучения

К концу этого раздела вам будет необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Назовите основной способ совместного использования газа с напарником?
2. При каких обстоятельствах необходимо переключить основной и / или резервный дайвкомпьютер в байлаут режим?
3. Почему вы не можете вернуться в контур в случае проблем углекислого газа?
4. Почему могут отказывать дисплеи или вся электроника CCR? Что делать, если это произойдет?
5. Назовите одну возможную и две основные неисправности, которые могут вызвать высокий уровень кислорода в контуре? Как вы реагируете на каждую?
6. Назовите пять проблем, которые могут вызвать низкий уровень кислорода в контуре? Как вы реагируете на каждую?
7. Как быстрое изменение глубины может вызвать значительное отклонение PO_2 от setpointa? Что делать, если это произойдет?
8. Что такое "сигнальная слепота"? Что необходимо предпринять, чтобы уменьшить "сигнальную слепоту"?

Как Тес CCR дайвер вы являетесь самодостаточным дайвером, и поэтому получение помощи от напарников вы рассматриваете только в качестве вторичного, а не основного ресурса. Тем не менее, возможны ситуации, когда вам будет необходимо поделиться газом с напарниками. Это может потребоваться, если в режиме байлаута у какого-нибудь дайвера откажет байлаут система или у него будет недостаточно байлаут газа для достижения поверхности.

В Тес CCR дайвинге, единственным практическим способом, с помощью которого можно поделиться газом, является совместное использование внешней байлаут системы. Как правило, дайвер с газом обеспечивает напарника второй ступенью регулятора открытого цикла от внешнего байлаут баллона, аналогично обеспечению альтернативным источником воздуха в рекреационном дайвинге.

В зависимости от обстоятельств, донор может передать реципиенту весь баллон. Для того чтобы все дайверы всегда имели источник байлаута, в ситуациях, когда дайвер должен использовать байлаут систему в течение длительного периода времени (например, во время декомпрессии), рекомендуется произвести обмен баллонами, когда дайвер использует около половины байлаут баллона. Таким образом, и дайвер, у которого недостаточно газа, получит дополнительный газ, и все члены команды сохранят достаточный запас газа для решения проблем CCR.

Обратите внимание, что рекреационные CCR дайверы, которые погружаются не глубже 18 метров, могут не иметь внешней байлаут системы. Вместо этого, они используют вторую ступень регулятора, подключенную к баллону с диллюентом — наимного меньший источник. Это достаточно для таких дайверов, потому что они обучены оставаться в рамках бездекомпрессионных пределов и немедленно начинать свой подъем.

Вы будете отрабатывать совместное использование газа с напарниками и как донор и как реципиент во время третьего учебного погружения.

Переключение дайвкомпьютера в режим открытого цикла

В байлаут ситуации, для обеспечения точного расчета декомпрессии (или безостановочного времени) и воздействия кислорода, ваши дайвкомпьютеры необходимо переключить в режим открытого цикла. Это относится и к интегрированному компьютеру с системой мониторинга кислорода, иначе он будет производить все расчеты исходя из содержания кислорода в контуре. Поэтому, в байлаут ситуации, вам необходимо переключить оба ваших компьютера — и основной и резервный.

Как вы догадываетесь, способ переключения вашего дайвкомпьютера в режим байлаута открытого цикла зависит от производителя и модели компьютера (ознакомьтесь с инструкцией производителя и/или спросите у инструктора). Независимо от конструкции, для большинства компьютеров, это просто два или три нажатия на кнопки, поэтому вы легко сможете переключиться, но не сделаете это случайно.

После активации байлаут режима, компьютер, как правило, или предполагает, что вы дышите диллюентом в открытом цикле, или просит вас указать, какой газ используется для байлаута открытого цикла. Большинство дайвкомпьютеров, подходящих для использования в Tec CCR дайвинге, предлагают возможность выбора альтернативных байлаут газов. Это важно, если ваш байлаут газ отличается от диллюента — например, если вы используете EANx для байлаута, в то время как диллюентом является воздух. Это также важно на уровне Tec 100 CCR, потому что вы используете несколько разных байлаут газов. Таким образом, на уровнях Tec 60 CCR и выше, ваши компьютеры должны быть способны переключаться на несколько разных газов в режимах открытого и закрытого циклов.

Обратите внимание, что при использовании полузакрытого дыхания, компьютер без системы мониторинга кислорода также требуется переключать в режим открытого цикла (в теоретической части третьей главы вы узнаете об этом больше). Режим полузакрытого цикла позволяет снизить расход диллюента.

Несмотря на то, что вы заинтересованы в адекватной декомпрессии, переключение компьютера в байлаут режим имеет низкий приоритет при аварии в системе жизнеобеспечения. Вашей приоритетной задачей является обеспечить себя безопасным пригодным для дыхания газом. Кратковременное нахождение в режиме открытого цикла без переключения компьютеров вряд ли окажет существенное влияние на точность расчета декомпрессии. Как правило, любые незначительные изменения вы можете компенсировать с помощью остановки безопасности или с помощью увеличения длительности последней декомпрессионной остановки.

Если вы быстро вернетесь в контур (отработка байлаут навыков на спуске или быстрое решение проблемы), компьютеры можно не переключать. Однако чем глубже вы находитесь, тем быстрее вы должны переключить ваши компьютеры. Если, после решения проблем, вы смогли вернуться в контур, не забудьте вернуть ваши компьютеры назад в режим CCR.

Хотя большинство интегрированных компьютеров требует ручного переключения в байлаут ситуации, существует небольшое количество CCR, компьютеры которых автоматически переключаются на открытый цикл при активации BOV, и эти компьютеры предполагают, что вы дышите диллюентом. В байлаут ситуации убедитесь, что такой компьютер переключился в режим открытого цикла, а при возврате в контур убедитесь, что компьютер переключился в режим CCR. Если байлаут газ отличается от вашего диллюента, переключите компьютер на соответствующий газ. Ваши инструктор и документация производителя проинформируют вас о специфических особенностях вашего CCR.

Проблемы углекислого газа

Как уже говорилось ранее, при подозрении на проблемы с углекислым газом вы должны немедленно переключиться на байлаут и не возвращаться в контур. Прорыв скруббера или образование каналов невозможно устранить. Завершайте погружение с помощью внешней байлаут системы.

Когда вы находитесь в контуре, циркуляция газа без удаления CO₂ вызывает накопление углекислого газа в вашем организме, и этот процесс невозможно остановить. Частая промывка дилосентом временно удаляет углекислый газ из контура, но его уровень все равно остается выше нормы и CO₂ продолжает накапливаться в вашем организме, вызывая учащенное дыхание и другие эффекты гиперкапнии. Покиньте контур!

Полный отказ электроники CCR

Полный отказ электроники CCR является редким, но возможным. Отказ дисплея также является редким, но не таким редким, как полный отказ электроники CCR.

Электроника CCR сконструирована таким образом, чтобы функционировать максимально долго и противостоять отказам. В большинстве конструкций CCR полный отказ электроники (отказ всех дисплеев и функций) маловероятен.

Полный отказ электроники CCR, как правило, возникает в результате затопления электроники и / или аккумуляторов. В этом случае вы должны переключиться на внешний байлаут. Но если контур и скруббер сохранили работоспособность, вы можете вернуться в контур на глубине, не превышающей 6 метров, и использовать ручной режим подачи кислорода (подробнее об этом позже).

Одно из преимуществ использования внешнего дайвкомпьютера в качестве резервного заключается в том, что он не зависит от электроники CCR. Внешний компьютер продолжает выполнять расчеты декомпрессии и воздействия кислорода, в то время как интегрированный компьютер выходит из строя при полном отказе электроники CCR. Переключите внешний компьютер в режим открытого цикла и используйте его вместе с внешней байлаут системой.

Частичный отказ электроники CCR

Отказ дисплея или частичный отказ дисплея является более вероятным, чем полный отказ электроники. Отказ основного дисплея может произойти из-за отказа аккумулятора (вторичный дисплей, как правило, имеет независимый источник питания) или затопления электроники, которое влияет на основной компьютер и не влияет на вторичный дисплей.

При отказе основного дисплея можно завершить погружение, как правило, не выходя из контура, используя вторичный дисплей и ручное управление кислородом для поддержания сеттонита, и резервный компьютер. Возможна обратная ситуация, когда выходит из строя только вторичный дисплей (например, из-за затопления), а первичные системы продолжают работать нормально. В этом случае также завершайте погружение, так как у вас не остается резервного дисплея. В некоторых моделях eCCR вторичный дисплей имеет полную систему контроля над устройством (аналогично первичному дисплею). При отказе одного из дисплеев во время погружения с использованием такой модели eCCR, вы все равно должны прервать погружение, несмотря на то, что нормальная работа eCCR будет продолжаться.

Обратите внимание, что отказ аккумулятора из-за его разряда крайне редок (но не невозможен), если вы проверяете состояние аккумулятора во время проверки перед погружением и убеждаетесь, что уровень его заряда достаточен для погружения.

Частичный отказ электроники может произойти из-за экстремальных условий, например превышение пределов декомпрессионной модели. В этом случае ваш CCR может прекратить расчет декомпрессии (вам придется использовать таблицы или другие внешние источники), но по-прежнему будет контролировать содержание кислорода и поддерживать сеттонит. Это

связано с превышением расчетных пределов CCR до такой степени, что компьютер не имеет базы для дальнейших расчетов (чтобы узнать эти ограничения смотрите документацию производителя). Экстремальные условия могут возникнуть не только в результате сверхглубокого погружения, но и в результате весьма продолжительного мелководного погружения, которое существенно превышает расчетные пределы вашего CCR.

В редких случаях полный или частичный отказ электроники CCR может быть связан с использованием дополнительного высокомощного электронного оборудования. Такое оборудование может оказать влияние на электронику CCR, вызвав ее сбои. Высокомощные фотоснышки или видео освещение могут вызвать сбои в работе компьютеров (перезагрузка, потеря декомпрессионных данных и т.д.), и нарушить работу электроники, которая контролирует контур. К сожалению, последующее отключение оборудования, которое вызвало сбои, не всегда позволяет вернуть электронику CCR в нормальный режим работы, особенно если была потеряна память компьютеров.

Если вы планируете использовать высокомощное электронное оборудование вместе с вашим CCR, убедитесь, что это оборудование не влияет на работу электроники CCR, а также проконсультируйтесь с производителем.

Высокий и низкий уровень кислорода в контуре

В первой главе мы рассмотрели некоторые возможные причины высокого и низкого уровня кислорода в контуре. Давайте более подробно остановимся на этих проблемах и ваших последующих действиях, включая возврат в контур, когда это возможно. Мышление с точки зрения PO₂ и функционирования CCR занимает центральное место в диагностике проблем кислорода в контуре. Сейчас мы обсудим проблемы кислорода в контуре, которые не связаны с быстрым изменением глубины при нормально функционирующем CCR.

Диапазон PO₂ допустимый для дыхания

До рассмотрения причин, которые вызывают высокий или низкий уровень PO₂ в контуре, давайте вспомним, какой диапазон PO₂ считается допустимым для дыхания. Теоретический диапазон составляет 0.16...1.4, но это без права на ошибку. Поэтому для дыхания в контуре допустимым считается диапазон 0.4...1.3. Это позволяет допускать небольшие колебания PO₂, которые могут выходить за границы диапазона, без значительных рисков гипоксии или гипероксии.

Помимо этих ограничений, также не забывайте, что PO₂ падает по мере подъема – немногого, но достаточно, чтобы при отсутствии подачи кислорода в контур выйти за границы допустимого диапазона на малых глубинах. Это может усугубить проблемы, вызванные низкой подачей или отсутствием подачи кислорода в контур. Если вы не можете поддерживать адекватный уровень PO₂ в контуре во время подъема (или в любое другое время), переключайтесь на байпас открытого цикла.

Высокий уровень кислорода в контуре – возможные причины

Существует несколько возможных причин высокого уровня кислорода в контуре, с некоторыми вариациями из-за технических и конструктивных различий CCR (смотрите документацию производителя). Ниже перечислены возможные причины, хотя некоторые из них могут не подходить к вашему CCR из-за конструктивных особенностей, а другие наоборот, могут быть не указаны.

Отказ первой ступени кислородного регулятора. Поломка первой ступени кислородного регулятора может привести к фри-флюу, что в некоторых случаях может стать причиной избытка кислорода в контуре. Но большинство конструкций CCR предусматривает предохранительные клапаны и другие механизмы, которые делают это невозможным или крайне маловероятным. Если это все же произойдет, стандартные процедуры не изменяются.

Отказ электромагнитного клапана в открытом положении. В eCCR, управляемый системой электромагнитный клапан, который добавляет кислород в контур, может выйти из строя, оставшись в открытом положении. В этом случае кислород будет непрерывно поступать в контур. Скорость потока кислорода в контуре будет зависеть от конструкции ребризера — PO_2 может расти очень медленно или умеренно быстро, в зависимости от диаметра внутренних газовых магистралей и других конструктивных особенностей.

mCCR не имеют электромагнитных клапанов, но большинство из них оборудовано клапаном регулируемой подачи ("trickle" valve), который обеспечивает постоянный небольшой поток кислорода в контуре. Этот клапан также может выйти из строя в открытом положении, что приведет к высокому уровню кислорода в контуре.

Отказ ручного клапана в открытом положении. Если ручной кислородный клапан выйдет из строя в открытом положении, кислород будет поступать в контур непрерывно. Скорость потока будет зависеть от конструкции CCR, а также от характера неисправности. При выходе из строя маленького уплотнительного кольца кислород будет сочиться в контур маленьким ручейком, и PO_2 будет расти очень медленно. Срыв седла клапана может привести к большому потоку кислорода, и PO_2 подскочит быстро.

Признаки. Во всех этих случаях, вашим основным индикатором будет рост PO_2 выше сеттоинта и / или (в зависимости от того, как быстро кислород поступает в контур) предупреждающие сигналы HUD. Вы также можете услышать поток кислорода, поступающий в устройство, и почувствовать увеличение плавучести по мере увеличения объема контура. Кроме того, вам, вероятно, понадобится удалять избыток газа из контура, даже находясь на постоянной глубине, для поддержания минимального контура. Многие CCR имеют дополнительные сигналы предупреждений, как визуальные, так и звуковые. Если поток кислорода в контуре небольшой, вы, вероятно, получите сигнал предупреждения первого уровня, что PO_2 выше сеттоинта, но еще не достигло опасного уровня.

Реагирование на высокий уровень кислорода в контуре

При решении проблемы высокого уровня кислорода в контуре точный план действий зависит от конструкции конкретного CCR. Инструктор объяснит вам последовательность действий для вашего CCR. Однако имейте в виду, что во всех случаях вы должны: переключиться на безопасный газ, остановить поток кислорода, определить проблему и, если возможно, восстановить нормальную работу контура, вернуться в контур и завершить погружение с помощью ручного управления потоком кислорода в контуре. Ниже приведены общие процедуры, которые подходят для большинства CCR:

1. Если вы получили предупреждение HUD или обнаружили рост PO_2 на ваших дисплеях, переключайтесь на байлаут, используя BOV и внешнюю систему. Это позволит вам дышать безопасным газом и очистить свой организм. (Если вы обнаружили, что PO_2 выросло, но не превысило допустимые пределы, переключаться на байлаут не обязательно, но если есть сомнения — переключайтесь).
2. Закройте вентиль кислородного баллона. Это остановит поток кислорода в контуре до тех пор, пока вы не определите проблему. Многие CCR дайверы рекомендуют погружаться с частично открытым вентилем кислородного баллона (от одного до трех оборотов). Этого более чем достаточно для нормальной работы, и, в то же время, позволяет быстро закрыть баллон (баллон с диллоентом всегда должен быть открыт полностью, так как он снабжает BOV). После того, как вы закроете вентиль кислородного баллона, кислород в течение небольшого времени еще может поступать в контур, пока не упадет давление.
3. Выполните промывку диллоентом, вернитесь в контур в соответствии с вашим устройством, при этом вентиль кислородного баллона должен быть закрыт. Процедура промывки контура может меняться в зависимости от конструкции CCR.

4. После промывки дилюсентом и возврата в контур, сделайте вдох и выдох, по крайней мере, три или четыре раза, наблюдая за PO_2 , чтобы убедиться в ответной реакции датчиков и что PO_2 падает. Это подтверждает, что у вас проблема высокого уровня кислорода в контуре, а не проблема датчиков. Дальнейшие шаги зависят от конструкции ССР и проблем, которые вы обнаружите.
- 5-а. При использовании mCCR, у вас отсутствует электромагнитный кислородный клапан, поэтому проблема, как правило, связана с утечкой через ручной кислородный клапан. В этом случае для ручного поддержания сеттоинта в большинстве mCCR можно использовать вентиль кислородного баллона. Управление подачей кислорода с помощью вентиля кислородного баллона отличается от управления с помощью ручного кислородного клапана – достаточно лишь приоткрыть вентиль баллона, чтобы добавить кислород. Сделайте вдох и выдох два или три раза, и наблюдайте за ответной реакцией датчиков, прежде чем еще добавить кислород.
- 5-б. При использовании eCCR, вам нужно определить какой из кислородных клапанов вышел из строя – электромагнитный или ручной. Если ваш eCCR не оборудован изолирующим кислородным клапаном-задвижкой, стандартной процедурой является отсоединение шланга подачи кислорода от ручного клапана. Слегка приоткройте вентиль кислородного баллона (на пол оборота) и немедленно закройте его.



Сделайте вдох и выдох несколько раз, и наблюдайте за вашими дисплеями. Если PO_2 повышается, значит, не работает электромагнитный кислородный клапан. Завершайте погружение, используя вентиль кислородного баллона для ручного поддержания сеттоинта, как это описано для mCCR. Если PO_2 не повышается, значит, не работает ручной кислородный клапан. Откройте кислородный баллон и снова убедитесь, что PO_2 не повышается. Не подключайте шланг подачи кислорода к ручному кислородному клапану. Завершайте погружение, позволяя автоматике поддерживать сеттоинт. В качестве альтернативы, вы можете повторно закрыть вентиль кислородного баллона, снова подключить шланг подачи кислорода, и вручную контролировать подачу кислорода, открывая и закрывая вентиль баллона.

- 5-в. При использовании eCCR с изолирующим кислородным клапаном-задвижкой, стандартной процедурой является закрытие изолирующего кислородного клапана-задвижки. Слегка приоткройте вентиль кислородного баллона (на пол оборота) и немедленно закройте его. Сделайте вдох и выдох несколько раз, и наблюдайте за вашими дисплеями. Если PO_2 повышается, значит, не работает ручной кислородный клапан. Завершайте погружение, используя вентиль кислородного баллона для ручного поддержания сеттоинта, как это описано выше.

Если PO_2 не повышается, значит, не работает электромагнитный кислородный клапан. Оставьте изолирующий клапан-задвижку закрытым и откройте вентиль кислородного баллона не больше чем на один оборот. Снова убедитесь, что PO_2 не повышается. Завершайте погружение, используя ручной кислородный клапан для поддержания сеттоинта, как вы это делали во время первого учебного погружения.

Низкий уровень кислорода в контуре – возможные причины

Как и в случае с высоким уровнем кислорода в контуре, причины низкого уровня кислорода в контуре могут меняться в зависимости от конструкции ССР, поэтому снова ознакомьтесь с документацией производителя и / или спросите у вашего инструктора. Ниже перечислены возможные причины, хотя некоторые из них могут не подходить к вашему ССР из-за конструктивных особенностей, а другие наоборот, могут быть не указаны.

Отказ электромагнитного кислородного клапана в закрытом положении. В еССР электромагнитный клапан может выйти из строя, как в открытом, так и в закрытом положении. Аналогично, в тССР, клапан регулируемой подачи ("trickle" valve) может выйти из строя в закрытом положении и остановить небольшую постоянную подачу кислорода, хотя это обычно не влияет на ручную подачу кислорода.

Отказ основного блока электроники. В еССР отказ основного блока электроники может отключить всю систему управления, что приведет к отключению автоматического добавления кислорода в контур, хотя устройства с полнофункциональным резервным блоком электроники могут продолжать работать нормально. В тССР также может произойти отказ основного блока электроники, но он не будет являться причиной низкого уровня кислорода в контуре, потому что добавление кислорода в контур происходит вручную.

Отказ кислородного регулятора и / или магистралей подачи кислорода. Хотя это маловероятно благодаря конструкции ССР, отказ кислородного регулятора или закупорка магистралей подачи кислорода могут перекрыть поступление кислорода в систему. Причем закупорка магистралей является более вероятной, чем отказ регулятора.

Исчерпание запаса кислорода. У вас может закончиться кислород из-за плохого газ менеджмента и / или если вы не следите за давлением. Этого не произойдет, если вы будете иметь правильные привычки. Еще одной причиной исчерпания запаса кислорода является разрыв магистралей подачи кислорода и / или утечки в системе высокого давления.

Человеческий фактор. Несколько ошибок дайвера могут вызвать низкий уровень кислорода в контуре. Самой очевидной ошибкой является закрытый кислородный баллон. Следующей ошибкой является закрытый изолирующий кислородный клапан-затвор (eCCR) и неспособность добавить кислород вручную. Еще одна ошибка может произойти при ручном управлении (tCCR или eCCR в ручном режиме), если дайвер не контролирует сеттоинт и не добавляет кислород по мере необходимости, особенно во время подъема.

Утечка дилосента. Утечка дилосента в контур вызовет падение РО₂, хотя еССР будет поддерживать сеттоинт, добавляя больше кислорода.

Признаки. В большинстве случаев основным признаком низкого уровня кислорода в контуре является падение РО₂ ниже сеттоинта. Если падение будет слишком низким, вы, вероятно, получите предупреждающий сигнал HUD, но будем надеяться, что вы заметите это раньше. HUD предупреждает вас, если по какой-либо причине РО₂ падает очень быстро.

При использовании еССР, вы обычно рассматриваете отказ основного дисплея или блока электроники как потенциальное предупреждение о низком уровне кислорода, так как автоматическое добавление кислорода вероятно прекратится. При использовании тССР или еССР в ручном режиме, отсутствие характерного звука движения газа, при нажатии на ручной кислородной клапан, также является предупреждением о низком уровне кислорода. Если вы следите за вашими приборами (как вы и должны это делать), исчерпание запасов кислорода не должно стать для вас сюрпризом. При полностью исправном ССР этого вообще не должно случиться, а в случае утечки кислорода вы, как правило, заметите быстрое падение давления кислорода, до того как он исчерпается. Кроме того, в случае утечки, вы или ваши напарники, скорее всего, заметите пузырьки, выходящие из вашего оборудования.

Если проблема заключается в утечке дилосента в контур, еССР будет добавлять кислород для поддержания сеттоинта, а если у вас тССР – вы заметите, что добавляете много кислорода. Также вы заметите, что для поддержания минимального объема контура приходится удалять много газа, при этом РО₂ остается на уровне сеттоинта или ниже его.

Реагирование на низкий уровень кислорода в контуре

При решении проблемы низкого уровня кислорода в контуре точный план действий зависит от конструкции конкретного CCR. Инструктор объяснит вам последовательность действий для вашего CCR. Однако имейте в виду, что во всех случаях вы должны: переключиться на безопасный газ, определить проблему и, если возможно, восстановить нормальную работу контура, вернуться в контур и завершить погружение с помощью ручного управления потоком кислорода в контуре. Ниже приведены общие процедуры, которые подходят для большинства CCR:

1. Если во время регулярных проверок дисплеев вы обнаружили, что PO₂ ниже setpointa и не восстанавливается, или HUD выдал сигнал предупреждения или тревоги, переключайтесь на байлаут (если PO₂ ниже или около 0.4), используя BOV и внешнюю систему. Это позволит вам дышать безопасным газом и очистить свой организм. Если PO₂ выше 0.4, немедленное переключение на байлаут может и не потребоваться, но во всех случаях, когда есть сомнения — переключайтесь на байлаут. **Переключение на байлаут никогда не бывает ошибкой.**
2. Выполните промывку диллюентом, вернитесь в контур в соответствии с вашим устройством. Это особенно важно, если уровень PO₂ стал очень низким, но сделайте это, даже если уровень PO₂ приемлем. Полная промывка не требуется, если у вас адекватный уровень PO₂, но промойте хотя бы так, чтобы удалить один полный вдох.
3. Сделайте вдох и выдох, по крайней мере, три или четыре раза, для обеспечения циркуляции газа и подтверждения ответной реакции датчиков. Вот почему необходимо выполнить промывку диллюентом, независимо от уровня PO₂ в контуре. Вы должны убедиться, что у вас проблема низкого уровня кислорода, а не "зависли" датчики. В противном случае, при добавлении кислорода в контур, PO₂ может быстро повыситься до токсичного уровня без какой-либо индикации дисплеев или HUD.
4. Если датчики "зависли", переключайтесь на байлаут открытого цикла и завершайте погружение (подробнее об этом позже).
5. После того, как вы убедились в ответной реакции датчиков, проверьте достоверность их показаний, как описано в первой главе. Повторите промывку диллюентом, если это необходимо для проверки датчиков.
6. После подтверждения достоверности показаний датчиков, нажмите на ручной кислородный клапан и прислушайтесь к потоку кислорода. Убедитесь, что вентиль кислородного баллона и изолирующий кислородный клапан-задвижка открыты, и у вас имеется достаточный запас кислорода (проверьте давление). Наблюдайте по вашим дисплеям за тем, как растет PO₂ по мере дыхания и циркуляции газа в контуре.
7. Если при нажатии на ручной клапан, кислород поступает в контур и PO₂ растет, то проблема заключается либо в отказе электромагнитного клапана в закрытом положении (eCCR) или в ошибке дайвера (mCCR или eCCR в ручном режиме). Если это отказ электромагнитного клапана, завершайте погружение, используя ручной режим для поддержания setpointa. Если это неправильная работа дайвера в ручном режиме, бросайте все, что отвлекает вас от решения основной задачи — оставаться в живых. При необходимости, предупредите напарников и завершайте погружение.
8. Если вы не слышите поток кислорода, при нажатии на ручной кислородный клапан, и PO₂ не повышается, при этом вы убедились, что у вас достаточный запас кислорода и вентиль / клапан открыты, значит у вас проблемы с кислородным регулятором и / или магистралями подачи кислорода. Это оставляет вам два варианта действий, которые также применяются, когда по какой-либо причине ваш запас кислорода исчерпан.

Первый и самый простой вариант заключается в том, чтобы покинуть контур и завершить погружение с помощью внешней байлаут системы. Это особенно подходит для безостановочного погружения. Второй вариант заключается в возврате в контур и использовании полузакрытого дыхания, которое позволяет снизить расход диллоента. Это может быть лучшим выбором в ситуации декомпрессии. При решении проблемы, на различных участках подъема, вы также можете использовать как переключение на байлаут, так и полузакрытое дыхание. Вы узнаете больше о полузакрытом дыхании в теоретической части третьей главы и во время четвертого учебного погружения.

Быстрое изменение глубины и РО₂

Вы уже знаете, что в CCR дайвинге вы должны опускаться медленнее по сравнению с дайвингом открытого цикла, и что ребризеры любят медленный постепенный спуск и подъем. Быстрое изменение глубины может вызвать существенный изменения РО₂ в контуре, иногда достаточное, чтобы вызвать сигнал предупреждения. Это связано с тем, что CCR требуется время, чтобы на новой глубине восстановить РО₂ в контуре в соответствии с сеттоинтом. Быстрое изменение глубины может превысить ваши возможности (при ручном управлении) или возможности системы (при автоматическом управлении) по поддержанию сеттоинта по мере увеличения или уменьшения давления.

Когда вы быстро спускаетесь, РО₂ может существенно превысить сеттоинт, если приток диллоента не успевает компенсировать рост РО₂. С другой стороны, если вы добавите слишком много диллоента вручную, РО₂ может упасть существенно ниже сеттоинта (хотя это и не приведет к опасному уровню). В любом случае, замедлите или остановите ваш спуск, и позвольте CCR сбалансировать РО₂ в контуре. При необходимости, добавьте диллоент или кислород вручную, чтобы восстановить сеттоинт. Если РО₂ начинает превышать сеттоинт (1.4 или выше), выполните промывку диллоентом, а затем восстановите сеттоинт.

Когда вы быстро поднимаетесь, РО₂ может упасть существенно ниже сеттоинта, если приток кислорода не успевает компенсировать падение РО₂. С другой стороны, если вы добавите слишком много кислорода вручную, РО₂ может существенно превысить сеттоинт. Быстрый подъем также имеет большой потенциал для создания проблем плавучести из-за увеличения объема контура.

Как и при быстром спуске, замедлите или остановите ваш подъем, и позвольте CCR сбалансировать РО₂ в контуре. При необходимости, добавьте диллоент или кислород вручную, чтобы восстановить сеттоинт.

Проблемы РО₂, связанные с быстрым спуском или подъемом, вполне можно предотвратить – помните, что при погружении с CCR лучше всего использовать медленный спуск и медленный подъем. Не торопитесь.

Сигнальная слепота

Некоторые наиболее сложные CCR используют один или два сигнала, чтобы предупредить вас о любых потенциально серьезных проблемах. Как вы узнали ранее, при получении красного (самого высокого) сигнала тревоги HUD, вы переключаетесь на байлаут, а затем проверяете ваши дисплеи, чтобы идентифицировать проблему и, если необходимо, возвращаетесь в контур для решения проблемы.

Любая система предупреждения с одним или двумя аварийным сигналами, которая сообщает нам о нескольких разных событиях, подвержена "сигнальной слепоте". "Сигнальная слепота" наступает, когда система предупреждения срабатывает при обнаружении какой-либо проблемы. Пока проблема не будет решена, система предупреждения будет занята, и не сможет среагировать на возникновение других проблем.

"Сигнальную слепоту" можно уменьшить, если конструкция CCR позволяет временно отключать текущие предупреждения, но эту возможность необходимо использовать правильно. В большинстве случаев можно отключить предупреждения, вызванные проблемами, которые не могут быть решены во время текущего погружения, например отсутствие газа, отказ датчиков, отказ подсистемы и т.д. Предупреждения, вызванные проблемами, которые могут быть решены, не нуждаются во временном отключении, так как такие предупреждения будут отключены автоматически после возвращения CCR в безопасное состояние, и будут активированы снова, если проблемы повторятся. Это относится, прежде всего, к PO₂ и сеттоинту.

Когда проблему невозможно решить, вы должны временно отключить текущее предупреждение, чтобы система предупреждений смогла сообщить вам, если появятся новые проблемы, пока вы завершаете погружение. **Никогда не отключайте систему предупреждений полностью, чтобы не допустить возможность погружения с CCR в аварийном состоянии.** Если вы решили проблему под водой, повторно включите систему предупреждений, если вы ее временно отключали.

Ниже приведены примеры правильного управления "сигнальной слепотой":

- Ваш HUD выдает красный сигнал тревоги и выбирирует клапанная коробка.
- Вы переключаетесь на байлаут, используя BOV и внешнюю систему.
- Вы проверяете ваши дисплеи и обнаруживаете, что показания кислородных датчиков существенно отличаются.
- Вы убеждаетесь, что контур пригоден для дыхания, возвращаетесь в контур, выполняете промывку дилоентом и определяете, что датчик №3 исправен.
- Вы отключаете датчики №1 и №2. Система подтверждает, что вы используете один датчик, и индикация HUD возвращается к зеленому цвету. (Если ваш CCR не может отключить датчики, вы должны переключиться на низкий сеттоинт и вручную управлять PO₂ в контуре, используя показания известного исправного датчика).
- Вы завершаете погружение, оставаясь в контуре. Если возникнут новые проблемы, HUD выдаст предупреждение, и вы будете знать о них.

"Привыкание к сигналам предупреждений" в некоторых отношениях похоже на "сигнальную слепоту", но это относится к дайверу, а не к системе. "Привыкание к сигналам предупреждений" возникает, когда дайвер получает повторные предупреждения из-за одних и тех же относительно незначительных проблем. Дайвер привыкает к сигналам предупреждений и начинает игнорировать их. Неприятности возникают, когда один и тот же сигнал предупреждения (скорее всего, индикация HUD) возникает в результате другой, более серьезной проблемы, а дайвер игнорирует ее.

"Привыкание к сигналам предупреждений" происходит, только если вы это позволите. Не позволяйте себе привыкать ни к каким сигналам предупреждений или тревоги. **Никогда не игнорируйте сигналы тревоги.** Не существует "незначительных" сигналов предупреждений или тревоги. При получении сигнала предупреждения всегда проверяйте ваши дисплеи, даже если вы ожидаете это предупреждение, так как оно может оказаться совсем другим. При получении самого высокого сигнала тревоги всегда переключайтесь на байлаут. **Переключайтесь на байлаут, а затем разбирайтесь.**

Реальные события

"Главная шина обесточена", — сказал Командир, проверяя дисплей компьютера. Одновременно, он нажал на большую красную кнопку "Отмена тревоги". Сирена затихла, но мигающее предупреждение на мониторе осталось.

"Следующую процедуру", — сказал Пилот. Пока он читал контрольный список процедур, снова сработала сирена. На этот раз ее заставил замолчать Пилот, нажав на кнопку "Отмена тревоги".

"Это были системы, которые потеряли питание", — сказал Инженер.

"Поствержу, — сказал Пилот, проверяя дисплей. — Они заработают, когда мы восстановим питание". Сирена сработала снова...

Эти события произошли во время учебной имитации космического полета. При подготовке космонавтов, NASA проводит тысячи таких имитаций. Космический аппарат имеет систему предупреждений, которая сообщает космонавтам о наличии проблем. Получив сигнал тревоги, космонавты немедленно отключают его и начинают решать проблему. Поступление еще одного сигнала тревоги означает появление новой проблемы. При отработке сложных сценариев исправностей, сигналы тревоги часто следуют один за другим, так как отказ одной из систем вызывает отказы других систем. И каждый раз экипаж отключает сигнал тревоги, проверяет проблему и выполняет соответствующие процедуры.

Почему космонавты не страдают от "сигнальной слепоты"? Почему они не привыкают к сигналам предупреждений?

Инженер правильно предсказал причину тревоги, но Пилот все равно проверил. Что это говорит вам?

Упражнение 2-8

- В Тес ССР дайвинге имеется только один практический способ, с помощью которого можно поделиться газом со своими напарниками.
Верно.
Неверно.
- В большинстве ССР, после того как вы переключились в режиме байлаута открытого цикла, вам также необходимо переключить _____ в режим байлаута открытого цикла.
а) ваш основной компьютер;
б) ваши резервный компьютер;
в) ваши основной и резервный компьютеры.
- В случае циркуляции газа в контуре без удаления CO₂, допускается оставаться в контуре, если часто промывать его дилюентом.
Верно.
Неверно.
- Во время погружения с eCCR на глубине 30 метров ваш основной дисплей полностью вышел из строя. Вторичный дисплей с показаниями датчиков PO₂ функционирует нормально, но он не имеет полного контроля над системой. У вас нет оснований подозревать проблемы скруббера. Будет ли разумно вернуться в контур и завершить погружение, поддерживая сеттоинг вручную?
Да.
Нет.
- Ваш HUD выдает сигнал тревоги красного цвета. Вы переключаетесь на байлаут и проверяете ваши дисплеи. Ваше PO₂ составляет 1.9. Для большинства ССР вашими дальнейшими действиями будут закрытие изолирующего кислородного клапана-задвижки (если ваш ССР оборудован им) и:
а) промывка контура дилюентом;
б) ручное управление подачей кислорода;
в) закрытие вентиля кислородного баллона.
- Решая проблему низкого уровня кислорода в контуре, вы выполняете промывку дилюентом. Что является основной причиной этого?
а) Ваш PO₂ станет критически низким к тому времени, как вы заметите проблему.
б) Добавление дилюента увеличит PO₂ при любых обстоятельствах.
в) Дилюент позволит снизить накопление CO₂.
г) Вы должны убедиться, что датчики не "засили".
- Быстрое изменение глубины может вызвать значительное отклонение PO₂ от сеттоинга, если вы превысите возможности ССР по поддержанию сеттоинга.
Верно.
Неверно.
- Цель временного отключения сигнала предупреждения заключается в том, чтобы чрезмерно чувствительная система предупреждений ССР не беспокоила вас.
Верно.
Неверно.

Ответы:

1 – верно; 2 – в; 3 – неверно; 4 – да; 5 – в; 6 – г; 7 – верно; 8 – неверно