

## Дышать под водой – это не фантастика!

С тех пор как человек обрел абстрактное мышление, его постоянно волновал вопрос, как можно уподобиться рыбам и дышать под водой... Что это за тяга? Генетическая память о далеком прошлом, или неограниченные возможности, которые открываются при освоении подводного дыхания? Человек единожды погружавшийся на морское дно, уже ни когда не забудет ощущений, которые он испытал при этом... Многие это сравнивают с необычным состоянием похожим на опьянение... Красота которая открывается перед взором аквалангиста поражает необычностью и яркостью красок... Однако это уже не родная среда. Пора подниматься наверх... Не из-за голода, холода, а просто из за банальной нехватки кислорода... Многие века люди пытались изобрести приспособления позволявшие им долго находиться под водой. Это были колокола, трубки, шланги и т.п. Наконец был изобретен акваланг, который позволил находиться под водой очень много времени, причем активно двигаясь. Потом были многочисленные попытки усовершенствований. Менялся состав дыхательной смеси, возросло количество атмосфер в баллонах. Однако и этого не достаточно, что бы неограниченно долго находиться под водой, без ущерба для здоровья... Для справки даем выдержки из истории от примитивных погружений до современных аквалангов. Люди издревле контактировали с морем, с его подводным миром. Тяга к неведомому, и сугубо меркантильный интерес – вот те причины, которые заставляли человека обращать свой взор на водную стихию. Ловцы губок и жемчуга, корабельные ремонтники, военные моряки – всем этим людям приходилось с риском для жизни погружаться под воду.

Ныряльщики всегда мечтали увеличить время пребывания под водой, ограниченное возможностями легких человека. Для этого использовались тростниковые трубочки, длина которых определяла глубину погружения. Полые тростники применялись, например, в военном деле, особенно в тех случаях, когда солдаты должны были незаметно переправиться через реку. Сохранившиеся документы свидетельствуют, что предпринимались попытки использовать длинные трубки, к концу которых крепился кожаный шлем - прообраз современного водолазного шлема, позволявший ныряльщику свободно дышать. Однако маловероятно, чтобы ныряльщики в древности могли справиться с возникающим на глубине давлением, потому что уже на глубине 0.3 метра давление на грудь ныряльщика так велико, что препятствует нормальному дыханию. В XVI и XVII веках многие изобретатели стремились сконструировать аппараты, которые позволили бы ныряльщикам свободно дышать под водой. Публиковались рисунки различных конструкций, к сожалению, достаточно несовершенных, и мечта о долгом пребывании под водой оставалась всего лишь мечтой. В XVI веке был изобретен первый известный деревянный водолазный колокол с открытыми краями. Его утяжеляли, подвешивали вертикально опускали в воду, тем самым захватывая воздух по всей окружности. Таким образом, у ныряльщика, находившегося внутри, появлялся запас сжатого воздуха, и он мог, задержав дыхание, выходить из-под колокола в воду. Первое упоминание о водолазном колоколе относится к 1531 году, и с этого времени он стал использоваться постоянно. В 1690 году английский астроном Эдмунд Галлей построил более совершенный водолазный колокол, подсоединив к нему шланги подачи воздуха от небольших водолазных колоколов (перевернутых "ведер" со свежим воздухом), опущенных перед основным колоколом. Как только ведро оказывалось на дне, его клапан открывался и благодаря высокому давлению свежий воздух поступал в основной водолазный колокол, пополняя его запас. Колокол имел также отверстия для удаления выдыхаемого воздуха. Галлей и его четыре помощника продемонстрировали эффективность изобретения, пробыв в Темзе полтора часа на глубине 18 метров. В 1715 году другой англичанин, Джон Летбридж, изобрел "ныряльную машину" прототип современного жесткого водолазного скафандра. В 1749 году он написал письмо в

популярный журнал, в котором сообщил, что глубина его рабочего погружения составляла 18 метров, и что на такой глубине он мог оставаться 34 минуты.

Августу Зибе приписывают изобретение первого водолазного костюма, но он был лишь одним из нескольких изобретателей того времени, проводивших подобные эксперименты. Братья Джон и Чарльз Дины, активно занимавшиеся подъемом грузов с затонувших кораблей, получили в 1823 году патенты на "дымовой аппарат", предназначенный для использования пожарными. Через пять лет на его основе они изобрели "патентованное водолазное облачение Дина". Зибе усовершенствовал их изобретение, герметично соединив шлем с костюмом, доходившим до пояса. Такая конструкция была гораздо безопаснее, она не только позволяла выдыхаемому воздуху выходить наружу через край водолазного костюма, но и предотвращала попадание воды в шлем, когда водолаз терял равновесие. В 1840 году Зибе изобрел выпускной клапан, благодаря которому появился полномерный водолазный костюм, известный как "усовершенствованный водолазный костюм Зибе". Очень быстро снаряжение Августа Зибе нашло широкое применение на всех флотах мира. Интересно отметить, что официальный правительственный историк, протоколировавший подъем ценностей с затонувшего корабля "Ройал Джордж" и удаление его обломков, обратил внимание на жалобы водолазов, работавших в 6-7 - часовых сменах на глубине до 20 метров, на "ревматизм и холод". Но никто в то время не подозревал, что это симптомы водолазной болезни, о которой станет известно несколько лет спустя. Это была декомпрессионная или кессонная болезнь. Декомпрессионная болезнь известна также под другим названием кессонная болезнь. С помощью "кессонов" (по-французски "ящики"), в которые постоянно подавали сжатый воздух, в работах под водой, например при рытье котлованов для мостов или же сооружении тоннелей, создавались "сухие" условия труда. По мере того, как расширялось строительство, требующее выполнения различных подводных работ, болезнь среди кессонных рабочих, трудившихся по 8 и более часов, получала все большее распространение. Именно кессонные рабочие, строившие Бруклинский мост в Нью-Йорке, дали болезни ее краткое название - "кессонка". Это самая известная болезнь, связанная с водолазным делом. Французский физиолог Поль Бер тщательно изучил кессонную болезнь и в 1878 году сделал открытие, заключающееся в том, что при вдыхании воздуха под высоким давлением происходит растворение азота в крови и тканях тела. При стремительном снижении давления азот слишком быстро возвращается в газообразное состояние и не успевает выходить из тела обычным путем. В результате во всем теле образуются пузырьки газа, вызывающие ту боль, которую водолазы и строительные рабочие приписывали ревматизму. Рекомендованный Бером медленный подъем на поверхность кессонных рабочих и водолазов привел к улучшению их самочувствия и сокращению количества смертей от несчастных случаев. Бер также обнаружил, что воздействие кессонной болезни можно полностью нейтрализовать обычным повышением давления. Благодаря этому открытию в 1893 году была создана первая в Америке декомпрессионная барокамера. Ее использование помогло при строительстве тоннеля под рекой Гудзон между Нью-Йорком и Нью-Джерси.

Медленный подъем на поверхность, рекомендованный Бером, не решил всех проблем. Кессонная болезнь продолжала преследовать водолазов, пытавшихся работать ниже 40 метров. Независимо от времени, проведенного под водой, снижалась их работоспособность, некоторые водолазы даже теряли сознание. В 1905-1907 годах английский физиолог Дж. С. Холдейн исследовал причины заболеваний водолазов Королевских ВМС Великобритании и пришел к выводу, что недостаточная вентиляция водолазных шлемов приводила к росту количества диоксида углерода и отравлению водолаза. Чтобы устранить этот недостаток, Холдейн предложил увеличить приток свежего воздуха в водолазный шлем. Он также составил таблицы, определившие максимальное время нахождения на разных глубинах, и изобрел ступенчатый способ подъема водолаза. Хотя таблицы Холдейна со временем подвергались переоценке и

корректировке, они по-прежнему являются основой общепринятого способа подъема водолаза на поверхность. Благодаря открытиям Холдейна стало возможным увеличить глубину погружения до 65 метров - максимальной глубины, на которую ручные насосы того времени могли подавать воздух. Вместе с тем на глубине около 30 метров и более начал проявляться новый недуг возникало состояние эйфории, странным образом воздействующее на водолазов. Часто случалось, что у них полностью пропадало чувство ответственности. Этот синдром стал известен как "экстаз бездны", сегодня его называют "азотным наркозом". Причины недуга были исследованы в 20-х годах XX века. Оказалось, что при вдыхании азота под давлением в действие вступают его анестезирующие свойства. Глубины притягивали воображение как любителей, так и профессионалов, для их покорения предпринималось много попыток усовершенствовать водолазное оборудование. Одним из направлений стало производство высокопрочных водолазных костюмов, способных выдерживать давление воды и предоставляющих водолазам возможность дышать воздухом при нормальном атмосферном давлении. Считали, что при устранении воздействия давления водолаз сможет опускаться на большие глубины. Однако технически было сложно изготовить достаточно прочный, способный выдерживать воздействие давления воды, и в то же время гибкий костюм. Поиски продолжались примерно до 60-х годов XX века, когда появились сверхпрочные материалы и были разработаны новые модели: костюм Джим и костюм Ньют.

В то время, когда существовало сильное желание перерезать "пуповину", осуществлявшую подачу воздуха с поверхности, и дать водолазу полную свободу, еще не была разработана технология производства автономного аппарата для дыхания под водой (Self-contained underwater breathing apparatus, СКУБА). Перед изобретателями стояли три проблемы.

Во-первых, не был известен способ приводить воздух в сжатое состояние, чтобы водолаз имел возможность находиться под водой и пользоваться им хотя бы короткое время.

Во-вторых, не производились еще легкие и прочные при растяжении металлы для изготовления портативного баллона, который водолаз мог бы взять с собой.

И наконец, не знали, как уменьшить давление воздуха, находящегося в баллоне, до необходимой уровня.

Прошло еще некоторое время, пока человек не придумал способ автономного передвижения под водой. Мечты стали реальностью с изобретением акваланга. В течение нескольких лет было разработано три его основных вида: с замкнутой, полужамкнутой и открытой схемами дыхания. Интересно проследить краткую историю создания акваланга. Изобретение составных частей аппарат дыхания под водой происходило не одновременно. Первый регулятор подачи воздуха с поверхности был запатентован в 1866 году Бенуа Рукейролем. Позже регулятор был приспособлен к использованию в акваланге. В 1878 году Х. А. Флеусс изобрел первый удачный подводный аппарат с замкнутой схемой дыхания, использующий чистый кислород. Его аппарат состоял из прорезиненной тканой оболочки, дыхательного мешка, медного цилиндра, содержащего кислород и поглотитель углекислого газа. Поскольку водолаз повторно дышал выдыхаемым воздухом, в систему вручную добавлялся кислород. Хотя этот аппарат и был примитивным, но работал неплохо.

Однако вскоре у водолазов возникли новые проблемы, так как в то время не было известно, что чистый кислород, вдыхаемый под давлением, становится токсичным на глубине более 20 метров и время его вдыхания должно быть ограничено. Когда началась первая мировая война, был усовершенствован регулятор подачи кислорода и изготовлены баллоны, которые могли выдерживать давление газа до 200 кг/см<sup>2</sup>. Это позволило автономному аппарату с замкнутой схемой Флеусса стать штатным спасательным оборудованием для подводного флота Великобритании. Офицеру ВМС Франции капитану II ранга Ле Приери несколькими десятилетиями позже удалось сконструировать аппарат

для дыхания с высокопрочным баллоном сжатого воздуха. Аппарат Ле Приера улучшил Жорж Комейнтес. Вместо одного баллона для сжатого воздуха он поставил два. Но все же аппарат оставался несовершенным. Несмотря на недостатки в применении и риск кислородного отравления, наибольшей популярностью пользовались акваланги с замкнутой схемой дыхания. Во время второй мировой войны они использовались всеми воюющими сторонами.

1. Однако появление подобных приспособление не могло решить три ключевые проблемы, стоящие перед человеком под водой:

- относительная безопасность ныряльщика (был высок процент баротравм и смертельных исходов)

- автономность ныряльщика (человек был неразрывно связан с поверхностью)

- мобильность ныряльщика (приспособления были слишком громоздкими)

Такая ситуация создала некоторые предпосылки для того, чтобы в 1943 году Жак Ив Кусто, человек, фанатично увлеченный морем, положил начало почти 20-летнему пути, который прошел акваланг – с момента создания пробного образца и до его массового распространения и производства.

2. Следует подчеркнуть, что весь инновационный процесс зиждился почти полностью на голом энтузиазме молодого ученого, не был ни прямым результатом научно-технического прогресса, ни реакцией на запрос рынка. Весь инновационный процесс осуществлялся силами самого ученого и его друзьями и соратниками (Эмилем Ганьяном, Филиппом Тайе и другими)

3. К числу основных стимулов инновационного процесса следует отнести личные мотивы самого исследователя. Долгое время, прожив на берегу Атлантического океана, Ж. Кусто страстно любил море. Будучи военным моряком, он поступил в Академию военно-морской авиации, желая в небе быть полезным своей родине. Однако тяжелая авткатастрофа нарушила его планы. Оправившись, он решает реализовать себя в области подводных исследований. Таким образом, становится понятно, что любовь к стихии и к родине – вот то, что заставило Ж. Кусто изобрести акваланг.

4. С первых же шагов изобретатель столкнулся с серьезными трудностями:

Вторая Мировая война не только сделала невозможным создание мощной материально-технической базы, но и свела к минимуму научные контакты на европейском континенте. С окончанием войны проблемы обмена научной информацией отпали сами собой, но вопросы материального обеспечения и признания изобретения Кусто продолжали оставаться актуальными вплоть до начала 60-х.

5. Говоря о самом процессе инновации необходимо выделить несколько этапов:

- а) зарождение идеи – в конце 30х – начале 40х Кусто, превосходный пловец и моряк задумывается о создании прибора для подводного плавания и знакомится с инженерными новинками, призванными облегчить пребывание человека под водой (преимущественно итальянского производства) – можно соотнести с этапом фундаментальных исследований

- б) использует полученные в военно-морской и авиационной академиях знания для проектирования «подводных легких» и конструирует пробную модель акваланга. Она оказывается неудачной – отравление чистым кислородом – прикладные исследования и разработка

- в) в результате успешных испытаний на Ривьере окончательно формулируется техническая концепция акваланга. В начале 50-х формируется Группа научных изысканий, в рамках которой организуется опытное производство образцов – со сжатым

воздухом, а не кислородом, окончательно разрабатывается первая ступень, компенсирующая давления воздуха – опытное производство

г) 60-е – массовое распространение акваланга, появление коммерческих производителей акваланга для широкого потребления

В рамках инновационного процесса Кусто были сформулированы цели, составляющие своеобразную иерархию: «чтобы человек плавал как рыба», «чтобы не было в море тайн», решение экологического вопроса.

Огромную роль в успехе акваланга сыграл тот факт, что, будучи созданным для целей узкоспециальных, этот аппарат оказался востребованным в обычной жизни. Существуют 3 направления применения акваланга: научное (подводная биология, археология, геология и т.д.), коммерческое (инженерно-технические мероприятия под водой) и военное (подрыв судов, шпионаж, установление минных заграждений)

6. Кластер улучшающих инноваций: 2-я ступень (компенсатор), совершенствование акваланга закрытого контура, создание акваланга, работающего на базе технических газовых смесей и т.д. Также косвенные улучшающие инновации: создание экипировки для подводного плавания, создание технического оборудования для подводной видео- и фотосъемки, создание подводных управляемых аппаратов, создание подводных обитаемых объектов (сходные физические принципы).

Итак, мы имеем акваланг. Его преимущества и недостатки изучены вдоль и поперек. Однако для непосвященных повторим самые важные моменты. **Акваланг** (баллон, регулятор и компенсатор в сборе) - это автономный дыхательный аппарат для дыхания человека под водой воздухом, автоматически подающимся из баллонов, в которых он находится в сжатом состоянии. Широкое распространение акваланг получил в подводном спорте, для спасательных работ и подводных научных исследований. В зависимости от глубины плавания акваланг позволяет находиться под водой от несколько минут (на глубине около 40 м) до часа и более.

#### Баллоны акваланга

Баллонный блок акваланга имеет один или два (очень редко - три) баллона со сжатым воздухом, снабженных вентилем. Широкое используются баллоны акваланга, рассчитанные на 150, 200, 230 и 300 атм. Давление в баллонах называется **высоким давлением**. Наиболее популярны среди ныряльщиков всего мира однобаллонные акваланги емкостью 12 - 15л. Они удобны в обращении, а запас воздуха при давлении около 200 атм. достаточен для бездекомпрессионных погружений, какие чаще всего совершают любители подводного мира. 15-ти литровый однобаллонник немного легче 14-ти литрового двухбаллонника, но центр тяжести двухбаллонника расположен на несколько сантиметров ближе к центру тяжести пловца, что уменьшает инерцию его поворота в воде. Вопрос о предпочтении одно - или двухбаллонного варианта акваланга при их приблизительно равном объеме не однозначен и является делом вкуса.

Регулятор акваланга. Регулятор акваланга - необходимый элемент снаряжения для комфортной и безопасной подачи воздуха или дыхательной смеси во время дайвинга.

Первые акваланги имели так называемые совмещенные регуляторы: редуктор и легочник располагались в едином корпусе непосредственно на выходе из вентильного механизма аппарата. С одной стороны ко рту шел гофрированный шланг вдоха, входящий в мундштучную коробку с загубником, с другой - из мундштучной коробки выходил шланг выдоха, следующий за спину подводника в легочный автомат, где заканчивался клапаном выдоха. При горизонтальном положении такого акваланга легочный автомат

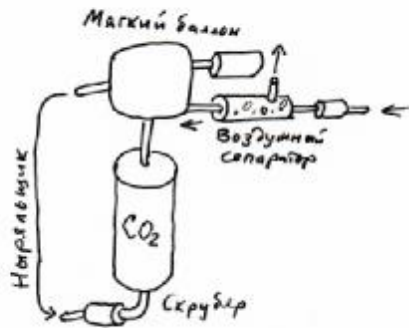
располагается выше легких пловца. Давление воздуха, выходящего из легочника, равно давлению окружающей среды, а, значит, немного меньше давления действующего на легкие. Результат - затрудненный вдох при плавании. Если в таком аппарате перевернуться на спину - воздух все время будет подаваться на вдох. Гораздо удобнее оказалось использовать разнесенные системы, в которых редуктор крепится на вентильный механизм акваланга, а легочный автомат находится непосредственно около рта подводника. Редуктор и легочник в этом случае соединены гибким шлангом промежуточного давления. Сегодня именно так устроены все регуляторы, выпускаемые промышленностью для широкого применения. Они называются двухступенчатые регуляторы с разнесенными ступенями редуцирования.

Компенсатор акваланга. Появление компенсаторов плавучести в значительной степени увеличило автономность ныряльщиков с аквалангом, повысило комфортность и безопасность погружений. Сегодня, согласно правилам всех международных любительских подводных федераций, компенсатор плавучести является обязательным элементом снаряжения аквалангиста. Исключение возможно при использовании сухого костюма с воздушным поддувом - он сам выполняет функции компенсатора. Первые модели компенсаторов были сделаны по типу надувных спасательных жилетов. В английской терминологии эти компенсаторы называются Fenzy, или ABLJ - сокращение от Adjustable Buoyancy Life Jacket, что переводится как регулируемый спасательный жилет. В русском языке их чаще всего называют нагрудными компенсаторами. Камера, как правило, двухслойная: внутренняя камера сделана из резины или полиуретана, а внешняя - из прочной синтетической ткани. Наличие двух ремней - брасового и поясного - обеспечивает надежное крепление компенсатора. Центральной деталью компенсатора является инфлятор - узел регулировки плавучести. Инфлятор состоит из пульта управления плавучестью и гофрированного соединительного шланга. Первые инфляторы имели единственный клапан, который открывался нажатием кнопки. Для поддува компенсатора необходимо было сделать вдох, вынуть загубник легочного автомата изо рта правой рукой, вставить в рот мундштук инфлятора левой рукой и сделать в него выдох, одновременно открывая клапан нажатием кнопки. Стравливание воздуха производится нажатием кнопки. Чтобы при этом не осталось воздушного пузыря в верхней части компенсатора, необходимо держать инфлятор поднятым вверх на уровне головы. Так как правая рука подводника используется для манипуляций с легочным автоматом, инфляторы компенсаторов акваланга принято располагать слева - под левую руку. Обязательный элемент компенсатора - предохранительный клапан, стравливающий избыточное давление воздуха в камере во избежание ее разрыва. Описанная конструкция компенсатора акваланга значительно уступает в удобстве эксплуатации современным моделям, но даже в таком виде открывает пловцу необыкновенные возможности в освоении подводного мира. Чтобы упростить процесс поддува и создать автономный запас воздуха, компенсаторы акваланга стали снабжать баллончиками со сжатым воздухом объемом 400 мл. Приоткрыв вентиль, подводник может поддуть компенсатор, не выпуская легочник изо рта. Серьезным достижением стало подсоединение компенсатора к аквалангу. Для этой цели к выходу среднего давления редуктора подключается специальный шланг, имеющий на другом конце быстроразъемное соединение. Ответная часть соединения находится на инфляторе компенсатора. Инфлятор дополнен вторым клапаном, нажав на кнопку которого, вы поддуваете компенсатор воздухом из акваланга. По этой схеме работают все современные модели. Заметным шагом вперед в развитии компенсаторов акваланга явилось исполнение их в форме жилета. Это нововведение сильно изменило внешний облик современного снаряжения. Основное преимущество подобной конструкции - в более удобном креплении жилета к подводнику и более выгодном распределении положительной плавучести. Новая форма позволила увеличить объем компенсатора. Помимо этого, жилет, снабженный

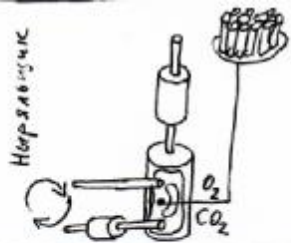
полужесткой или жесткой спинкой, оказался весьма удобен для крепления баллонного блока акваланга.

Как мы успели заметить, акваланг это не самое совершенное в этой, пока еще мало изученной области... Самая главная загвоздка невозможность извлекать кислород из воды. Это идеальный вариант дыхания под водой. Кажется это трудно достижимая мечта... Однако человеческая мечта может преодолеть и этот кажется непреодолимый барьер... Было множество попыток извлекать кислород из воды, и некоторым изобретателям отчасти это удалось. Ниже приведу схемы и принцип работы этих устройств. Самыми хорошими характеристиками на сегодняшний день несомненно обладают «жабры» израильского изобретателя Алона Боднера.

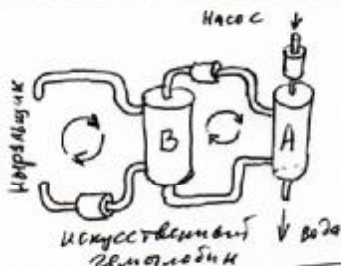
Схемы «искусственных жабр»



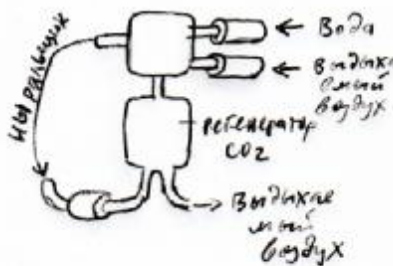
Под действием центрифуги вода отдает растворенный в ней воздух. Он поступает в баллон для дыхания. Скрублер очищает выдыхаемый воздух от углекислого газа и вновь направляет в баллон. Так устроен шлюз Боднера.



Морская вода прокачивается через пористую мембрану отдает кислород. Так устроена газообменная мембрана: один контур.



В контуре (А) извлекается из воды кислород захватывается химическим в-вом по родной гемоглобину крови. В контуре (В) через мембрану насосом подает  $O_2$  который поступает для дыхания. Так устроена мембрана с промежуточной отбором кислорода: 2 контура.



Для обеспечения воздуха нужна площадь мембранной поверхности не менее 80 м<sup>2</sup>. Вышел изобретатель с помощью ~~искусственной жабры~~ мембраны получить  $O_2$  из морской воды. Площадь катуго составляет 1500 м<sup>2</sup>, ТФ мембраны извлекает из воды растворенный воздух. Так устроены «жабры» Кутузова.

Как видно из рисунков, в этих конструкциях отсутствует «физиологическая» основная часть устройств. Это ныряльщик. Он описывается здесь как некая абстрактная, досадная и мешающая часть устройства. Эта «приставка» как мы знаем, дышит, и ругается когда не хватает воздуха... Для наведения порядка рассмотрим чем дышит приставка к «жабрам»... Данные из физиологии дыхания. Площадь поверхности легких взрослого человека порядка 80-100 кв.м. Принято считать, что человек вдыхает азот 78%, 21% кислорода, выдыхает углекислый газ, 14-17% кислорода, и те же 78% азота. Инертные газы можно не брать в расчет. Итак, подчеркнем, под атмосферным давлением мы вдыхаем **78% азота**, 21% кислорода, 1% остаточных газов. Выдыхаем 14% кислорода, **7%** углекислого газа, 1% остаточных газов и те же **78% азота**. Что делает азот в организме? Балластом он явно не может быть. Тогда что? Остается только одно, он участвует в в неких процессах о которых нам не известно. Нам только известно, что под большим давлением, при быстром всплытии, он «вскипает» вызывая кессонную болезнь. Так же мы знаем, что под большим давлением воды азот способен проникать в организм, т.е. нарушается баланс: больше азота растворяется в организме, что в свою очередь влияет на нервные клетки и нервные окончания. Доктор Вернон установил, что растворимость азота в жировой ткани в шесть раз превышает его растворимость в крови. Для того чтобы жировые ткани толстяка были полностью насыщены азотом, требовалось больше времени.

Подлинной сенсацией стало открытие, что не только кислород и азот, но и благородные инертные газы могут быть наркотиками и анестетиками. В атмосфере мало  $\text{CO}_2$ , но и в артериальной крови, насыщаемой  $\text{O}_2$  из атмосферы, так же небольшое количество  $\text{CO}_2$ . Исследования показывают, что соотношение  $\text{pO}_2$  артериальной и венозной крови в норме должно быть порядка 25-30%. Это свидетельствует о том, что большое количество кислорода поглощается по пути. Разница количества  $\text{O}_2$  артериальной крови взятой в районе грудной клетки и пальцах ног может достигать 20%. Отношение  $\text{pCO}_2$  артериальной и венозной крови в норме 10-20%. При погружении это соотношение должно расти, т.к. закон Вериге-Бора, гласит, что дефицит  $\text{CO}_2$  в артериальной крови, приводит к усилению связи кислорода с гемоглобином. В сжатых тканях кислород не в состоянии оторваться от гемоглобина, для проникновения в органы, ткани, клетки организма. Для этого надо в тканях повышать количество  $\text{CO}_2$ . Вернее соответствующий баланс. Поэтому, основное внимание при разработке приборов обеспечивающих жизнедеятельность аквалангиста основное внимание надо уделить поглощению его в наружном контуре, и парциальному давлению  $\text{CO}_2$ ,  $\text{pO}_2$  в тканях и крови. Это можно решить нательными частями аппарата, то есть гидрокостюма... Утилизация  $\text{CO}_2$  это не проблема, главным как всегда остается добыча кислорода. Его добывают разными способами. Это видно из предлагаемых конструкций. В устройстве, предлагаемом мной, имеется фундаментальное отличие от всех существующих приборов. Вновь вернемся к нашим рисункам. Как видно во всех приборах существуют механические части, помпы, центрифуги, мембраны и т.д. В предлагаемом устройстве такие части отсутствуют, рабочая поверхность «жабр» может достигать невероятных размеров, несопоставимых с площадью легких. Принцип основан на том, что на грудную клетку надевается жилет, наподобие компенсатора, или на крупные, постоянно сокращающиеся во время плавания мышцы, надевается манжета. Это позволяет засасывать воду в камеру, где происходит газообмен между реагентом и водой, через мембрану. Чем интенсивнее движется, или чем чаще дышит аквалангист, тем больше воды поступает в «жабры». В таком случае достигается синхронность и сбалансированность между интенсивностью выполняемой работы, частотой дыхания и компенсируется потребность в необходимом количестве и качестве вдыхаемого воздуха. Выдыхаемый воздух содержит 78% азота, углекислого газа от 4 до 7%  $\text{CO}_2$  и 14-17% кислорода. В камере происходит регенерация  $\text{CO}_2$ , отбор использованного кислорода



(14-17%), и добавление «заборного» кислорода из воды. В результате этого аквалангист вдыхает практически обычный увлажненный воздух, состоящий из 78% азота, 21% кислорода и 0,5-1% CO<sub>2</sub>. Теперь коснемся психологической составляющей этой проблемы. Люди, которые способны не дышать в течение 5-8 минут, как один говорят, что самое главное это не думать ни о чем, в момент задержки дыхания. Из физиологии нам известно, что такая длительная остановка дыхания опасна. Уже через 5-10 минут начинают погибать клетки головного мозга. Однако это далеко не так. Утопленники еще долгое время живут под водой... Поэтому эту абсолютно неисследованную часть «приставки» необходимо так же взять на вооружение. Для повышения естественности и качества дыхательной смеси, а так же включения в этот процесс неизведанных возможностей головного мозга, из миниатюрного баллона в воздушную смесь подаются микродозы инертного газа (аргон, гелий, неон, криптон). Например, ксенон в максимально допустимой концентрации в клинике и эксперименте не оказывает влияния на углеводный, жировой и белковый метаболизм, на водно-электролитный обмен, показатели КШС и газов крови, ферментный состав крови, ПОЛ. Ксенон полностью оправдывает установившееся мнение о своей «благородности» и химической индифферентности в организме. Ксенон не проявляет токсичности ни в остром, ни в хроническом опыте, на мелких и крупных животных. Он не обладает тератогенным и мутагенным эффектом, не имеет эмбриотоксического действия, лишен аллергенности и канцерогенности и обладает умеренным иммуностимулирующим действием. Ксенон умеренно повышает мозговой кровоток, улучшает кровоток в печени, почках, создает периферическую вазоплегию, что обеспечивает ему хорошие перспективы при использовании его в качестве лечебного средства в практике интенсивной терапии критических состояний. Однако нам необходимо подобрать соответствующие дозы для дыхательной смеси. С применением этих возможностей можно добывать еще часть кислорода, или экономнее его расходовать... У предлагаемой технологии имеются предпосылки и возможности добывать кислород из дыхательного раствора, заполняющего легкие. Тогда глубина погружения не будет ограничена прочностью грудной клетки ныряльщика... Наша идея еще требует длительной проверки и доработки, но концепция, рожденная еще 14 лет назад, должна воплотиться в жизнь. В таком случае время пребывания «приставки», по водой может быть неограниченным... Ищем спонсоров.

Доктор Кутушов М.В.

Использованная литература.

АКВАЛАНГ. (базисная инновация). Работа по предмету Инновационный менеджмент  
Преподаватель Молчанова О.П.