

Юрий Берков

Мой подводный мир



Юрий Берков

Мой подводный мир

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=39826344

ISBN 9785449399106

Аннотация

Книга предназначена для любителей подводной экзотики, инженеров-конструкторов подводной техники для спасания и судоподъёма с больших глубин, транспортировки грузов под водой. В книге представлены разработки автора и перспективы дальнейшего развития этих направлений. Технические идеи в ней сопровождаются увлекательными рассказами из жизни водолазов-дайверов в недалёком будущем. Книга может быть полезна студентам технических вузов, профессиональным водолазам-спасателям и дайверам.

Содержание

Юрий Берков	5
Мой подводный мир	6
Предисловие	8
Введение	10
Глава 1. Основы водолазного дела	16
Физиология водолазных спусков	16
1.2. Дыхательные аппараты	24
1.2.1. АКВАЛАНГ	25
1.2.2. ДЫХАТЕЛЬНЫЙ	35
АППАРАТ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА	
Конец ознакомительного фрагмента.	38

Мой подводный мир

Юрий Берков

© Юрий Берков, 2018

ISBN 978-5-4493-9910-6

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Юрий Берков



Мой подводный мир



2018 г.

Книга предназначена для любителей подводной экзотики (туризма, спорта, охоты), инженеров-конструкторов подводной техники для спасания и судоподъёма с больших глубин, транспортировки грузов под водой. В книге представ-

лены разработки автора в указанных областях и перспективы дальнейшего развития этих направлений.

Технические идеи в ней сопровождаются увлекательными рассказами и повестями из жизни водолазов-дайверов в недалёком будущем.

Книга может быть полезна студентам технических ВУЗов, профессиональным водолазам-спасателям и дайверам.

Предисловие

Зачем человек стремиться под воду, в эту враждебную ему, чуждую среду? Для этого есть несколько причин.

Во-первых, это любопытство, желание увидеть новый, незнакомый ему мир полный новых животных и растений, новых красок и подводных ландшафтов.

Во-вторых, это желание познать чувство невесомости, чувство полёта над земной поверхностью, чувство полной свободы передвижения во всех направлениях. Под водой человек чувствует себя в гидрокосмосе. Даже полный, тучный господин сможет почувствовать желанную свободу от своей земной тяжести.

Кроме того, это чисто спортивные водолазные погружения (дайвинг). Это желание укрепить своё здоровье, потренировать и закалить своё тело, занимаясь подводным плаванием, подводной охотой.

В-третьих, существуют и научные задачи в подводной среде по ихтиологии, геологии, ботанике, зоологии, археологии, экологии, спелеологии.

И, наконец, это народнохозяйственные задачи:

- поиск затонувших предметов;
- спасательные и судоподъёмные работы;
- подводные инженерные работы при строительстве мостов, пирсов, прокладке подводных кабелей и трубопрово-

дов;

– транспортировка грузов.

А также задачи военные.

Впрочем, военные задачи выходят за рамки настоящей книги.

Как следствие изложенного, водолазное дело с каждым годом всё прочнее входит в нашу повседневную жизнь. Это требует развития и совершенствования, как самого водолазного снаряжения, так и средств передвижения человека под водой, средств поиска, спасания и судоподъёма, транспортировки грузов под водой.

За последние годы в мире немало сделано для развития средств освоения океана. Наша страна тоже имеет заслуги в этом направлении. Именно у нас в 1990 году впервые достигнута глубина погружения водолазов 500м. Именно наши акванавты жили и выполняли работы под водой на предельных глубинах в барокамерах в течение 32-х суток. Только у нас в России построено спасательное судно «Игорь Белоусов», обеспечивающее длительные работы водолазов на глубинах до 450м.

Но решены далеко ещё не все задачи. Именно на них я и хочу остановиться в своей книге.

Введение

Пытливый ум человека в течение многих столетий старался проникнуть в глубь моря и раскрыть его тайны. Еще Аристотель за 300 лет до нашей эры пытался увидеть, что делается в морской глубине. В XVII веке в море опустился немецкий физик Штурм. В XVIII веке совершил погружение в подводном колоколе английский физик и астроном Галлей. Однако до середины XIX века никому не удавалось узнать, что делается даже на такой небольшой глубине, как 50 метров.

Сотни лет человеческая фантазия населяла глубины морей различными мифическими существами и сказочными животными, гигантскими морскими драконами и змеями, громадными спрутами, обладавшими силой, достаточной, чтобы утащить в глубину парусное судно...

Вплоть до начала XX века ученым удавалось получать лишь самые незначительные и отрывочные сведения о наибольших глубинах океана. Оценивая результаты этих ранних работ, следует учитывать, что в те времена изучение глубин морей и океанов еще не было связано с интересами промысла, а равным образом – и с запросами науки. Но главная причина, тормозившая покорение глубин, заключалась в том, что без целого арсенала всевозможных приспособлений, приборов и механизмов, которые принесла техника последних десятилетий, без специально приспособленных

и оборудованных кораблей, снабженных сложной аппаратурой, человек был бессилён и не мог проникнуть в глубь океана, хотя с древнейших времен бороздил его поверхность на судах.

Море ревниво берегло тайны своих глубин.

Только с помощью современного водолазного снаряжения, батискафов, глубоководных самоходных подводных аппаратов, а также тралов, телекамер, эхолотов и гидролокаторов человек преодолел многие трудности и в настоящее время достиг значительных успехов в изучении глубоководного мира.

Благодаря новейшим достижениям науки человеку удалось достичь дна глубочайших океанских впадин.

Многочисленными морскими экспедициями сделано много выдающихся открытий: промерены глубины ряда районов океана, обнаружено, промерено и нанесено на карты большое число ранее неизвестных подводных гор и вулканов, а также подводных хребтов и глубоководных желобов. Дно океана заснято на сотнях фотографий, давших, например, возможность подсчитать количество железо-марганцевых конкреций и изучить условия их формирования. На больших океанских глубинах обнаружены сотни видов неизвестных науке животных. Обнаружена фауна самых больших глубин, названная ультраабиссальной, сохранившая черты древности и примитивности.

В Атлантическом и Индийском океанах установлено на-

личие экваториального подповерхностного противотечения типа течения Кромвелла В разных местах океана обнаружены глубинные течения большой скорости. Составлены карты количественного распределения в океане первичной продукции, планктона и бентоса

Проникновение в глубины океана – одна из наиболее увлекательных и многообещающих проблем современности. По научному и практическому значению она не только не уступает задаче овладения космосом, но и во многом ее превосходит.

Общее отставание науки об океане в прошлом и возникновение сегодня разнообразных научных и практических проблем обусловили необычайно быстрые темпы развития современной океанографии. Такое стремительное развитие интереса к морям и океанам вызвано не только практическими потребностями. Многие современные науки – такие, как геология, геофизика, палеогеография, геохимия, палеоклиматология, биология – ищут в глубинах океана решение важнейших узловых проблем. Если, например, расшифровать особенности толщи отложений океанского дна, перед нами откроется вся история Земли за время существования океана.

Человека увлекает идея овладения минеральными, химическими и биологическими ресурсами океана и разумной их эксплуатации. В водах океана растворены огромные химические ресурсы. Они буквально баснословны! Достаточно

сказать, что в водах морей и океанов растворено несколько миллиардов тонн золота в десять раз больше серебра тория и молибдена в тысячи раз больше йода. Как это богатство извлечь? Все эти вещества растворены в морской воде в малых концентрациях. Но примечательно, что многие обитатели моря обладают изумительной способностью поглощать и концентрировать в своем организме в огромных дозах определенные химические элементы, растворенные в морской воде в ничтожной концентрации. Так, йод, который почти невозможно обнаружить в морской воде обычным химическим анализом, морские водоросли и некоторые животные накапливают в тысячи и сотни тысяч раз больше, чем его содержится в окружающей их воде. Другие организмы концентрируют радий, молибден, железо, медь, ванадий и иные элементы. Человеку предстоит раскрыть этот биохимический секрет морских растений и животных и воспользоваться им. Этому методу принадлежит будущее.

Дно океана – это также почти незатронутый тайник сокровищ в котором хранятся огромные запасы минерального сырья, очевидно, во много раз превышающие то, что дает суша. Под слоем донных осадков лежит тонкая подокеанская земная кора толщиной всего 5—6 километров (вместо 30—40 на суше). Именно здесь легче пробурить кору и добраться до верхней мантии Земли – этой первичной материнской основы большинства рудных ископаемых. Проблема верхней мантии – одна из важнейших проблем геологии.

Решить ее – значит дать основу овладения человеком минеральными ресурсами, более мощными, чем имеющиеся в материковых массивах. Например, мировые запасы ценнейшего металла – кобальта – на суше определяются в один миллион тонн, а количество его, сосредоточенное только в железомарганцевых конкрециях дна океана, составляет миллиарды тонн.

Морской рыбный промысел – одна из наиболее древних форм добывания пищи. В настоящее время промысловые суда бороздят не только прибрежные воды, они уходят все далее в открытые просторы морей и океанов, но до сих пор, как и в древности, рыбный промысел остается охотой. Перед угрозой истощения природных ресурсов возникла неотложная задача перехода от промысла к разумно построенному хозяйству. Необходимо создавать подводные фермы, направленные не только на сохранение морских ресурсов, но и на их увеличение. Проводить мероприятия по борьбе с хищническим использованием морепродуктов, по охране во время их размножения, по акклиматизации и рыбозаведению. Имеется уже немало примеров перехода в отдельных случаях на культурные формы хозяйства. Все более широкий размах приобретает рыбозаведение. В Китае и Японии искусственное разведение жемчуга и морских водорослей приняло характер хорошо поставленного хозяйства. Устричное хозяйство, а частично и мидиевое – теперь уже хорошо освоенная форма морского хозяйства. Достигнуты успе-

хи и в акклиматизации морских животных: тихоокеанские лососи пересажены в южное полушарие, кормовые беспозвоночные – в Каспийское море, съедобные моллюски – из одних частей океана в другие и т. д.

Но не только рыбой богаты моря и океаны. Моря хранят неисчислимы́е запасы растительного и животного сырья в виде водорослей и различных беспозвоночных – моллюсков, ракообразных, червей и особенно планктона, способного очень быстро размножаться. Это неистощимый источник не только пищевого, но и технического, химического и медицинского сырья.

Но каковы бы ни были формы использования ресурсов океана, для овладения ими в будущем обязательно необходимо развитие подводной техники. Именно ей посвящено основное содержание этой книги.

Автор попытался совместить в ней свои технические идеи (изобретения) с рассказами об их применении в недалёком будущем. Однако для понимания этих идей, вначале необходимо познакомить читателя с физиологией водолазных спусков и устройством водолазного снаряжения.

Глава 1. Основы водолазного дела

Физиология водолазных спусков

Ткани человеческого организма состоят из мельчайших клеток с жидким содержимым, на 80% состоящим из воды. При давлении, соответствующем глубинам, доступным для водолаза в мягком скафандре, вода, а следовательно, и клетки тела, практически несжимаемы.

Известно, что давление измеряют в метрах водяного столба, причем с достаточной точностью можно считать, что давление, создаваемое столбом воды высотой 10 м, равно давлению в одну атмосферу – 1 *атм* (или 1 $\text{кг}/\text{см}^2$)

При погружении человека под воду на него, кроме воды, будет давить и атмосфера, т. е. воздух давлением в 1 *атм*. Таким образом, абсолютное давление (*ата*) под водой на глубине 10 м будет равно 2 *ата* (2 $\text{кг}/\text{см}^2$), на глубине 20 м – 3 *ата* и т. д.

Благодаря малой сжимаемости жидкости механическое действие давления воды на ткани человеческого тела не так уж опасно. Установлено, что механическое давление воды может привести к расстройству жизнедеятельности клеток организма человека только примерно при 300 – 400 *ата*, что

соответствует погружению на глубины 3 – 4 км.

В самом деле, рыбы и другие животные встречаются на всех глубинах Мирового океана, даже в Марианской впадине, глубина которой достигает 11 км. Правда, это особые глубоководные животные, рождающиеся на этих глубинах, но их организмы также состоят из клеток, сходных с клетками наземных животных.

Американец Вильям Биби, опустившийся в батисфере на 923 м, видел на этой глубине обыкновенного кита; французы Гуо и Вильм на глубине 4000 м обнаружили белоглазых акул, а Жак Пикар и Дон Уолш на глубине 10919 метров видели креветку и рыбу.

Но если для человека не опасно давление, сжимающее части тела, не имеющие пустот, то сжатие полостей, заполненных газами или воздухом, может привести к неприятным последствиям. При площади подвижной части грудной клетки и живота, равной у человека среднего роста 3000 см^2 , уже на глубине 1 м эти органы подвергаются давлению 3300 кг. Не следует забывать, что нормально, на поверхности, на эти органы уже действует нагрузка 3000 кг (которую, кстати, мы не ощущаем).

Для уравновешивания этой сжимающей внешней силы в легкие водолаза подается воздух под давлением, равным давлению окружающей среды; благодаря такому выравниванию давлений изнутри и снаружи сжатие будут испытывать только стенки грудной клетки.

Хуже обстоит дело при сжатии воздуха, заполняющего среднее ухо и лобные пазухи. При быстром нарастании давления происходит вдавливание барабанных перепонки и может вызвать их разрыв. Поэтому водолазу при спуске необходимо делать глотательные движения или зажимать нос и надуваться; при этом сокращаются мышцы, раскрывающие устья *евстахиевых труб**, и происходит выравнивание давления. При работе водолаза на постоянной глубине давление в среднем ухе становится равным наружному. При быстром подъеме, когда барабанные перепонки будут растягиваться в сторону слухового прохода, выравнивание давления достигается тем же способом, что и при погружении.

Вообще, подъем водолаза с глубины может привести к неприятным последствиям. При быстром подъеме водолаз может заболеть кессонной болезнью. Дело в том, что с увеличением глубины погружения увеличивается весовое количество воздуха, вдыхаемое водолазом за один вдох.

** Евстахиевы трубы – это узкие каналы, соединяющие носоглотку со средним ухом.*

Это следствие закона Бойля – Мариотта, по которому удельный вес газа прямо пропорционален давлению.

Одновременно увеличивается растворимость воздуха в крови. Кровь разносит воздух из легких по всему телу, постепенно насыщая все ткани газами в большем количестве, чем при атмосферном давлении. Степень такого насыщения

тканей газами зависит от глубины спуска, от времени пребывания под водой и от характера работ водолаза; различные ткани человеческого организма насыщаются газами неодинаково.

При подъеме водолаза происходит выделение избыточного воздуха через легкие. При быстром подъеме пузырьки воздуха, состоящие главным образом из азота (примесь кислорода и углекислоты незначительна), выделяются прямо в кровь (как в стакане с газированной водой); крупные пузырьки могут закупорить кровеносные сосуды и нарушить кровообращение отдельных частей организма. Кроме того, увеличение общего объема крови вследствие насыщения ее газовыми пузырьками может вызвать в разных частях тела растяжение и разрыв мелких кровеносных сосудов. Симптомы кессонной болезни таковы: головокружение, боли в суставах и мышцах, кожный зуд. В тяжелых случаях могут наступать параличи отдельных органов.

Но оказывается, что кессонную болезнь можно предупредить: чтобы выделение азота из крови не было столь бурным, подъем водолаза следует производить с остановками (для декомпрессии). Продолжительность и глубины остановок определяют по специальным таблицам.

Следует напомнить, что киты тоже дышат атмосферным воздухом; ныряя, они быстро меняют глубину и, конечно, не делают остановок для декомпрессии. Однако киты не болеют кессонной болезнью. Объясняется это тем, что киты

под водой не вдыхают сжатый воздух, а пользуются запасом воздуха в легких, который они вдохнули на поверхности; их кровь и ткани не перенасыщаются воздухом, а следовательно, отсутствует и причина, вызывающая кессонную болезнь.

Вредное действие азота не ограничивается кессонной болезнью. При спуске водолаза, начиная с глубин 40 -50 м азот вызывает опьянение. Доказано, что азот при повышенном давлении является наркотиком. Изобретатель акваланга француз Жак Ив Кусто пишет, что уже с глубины 30 м он начинает чувствовать головокружение, после которого наступает вялость и сонливость. У некоторых людей азотное опьянение вызывает приступ веселости, двигательной активности. Сильное азотное опьянение может вызвать обморочное состояние и привести к гибели.

Чтобы избавиться от вредных последствий вдыхания азота, казалось бы, следовало исключить его из состава воздуха, подаваемого водолазу, т. е. подавать чистый кислород, действительно необходимый для дыхания. Но, оказывается, организм человека не приспособлен к длительному вдыханию чистого кислорода. Продолжительное его вдыхание (более 2-х суток) даже при атмосферном давлении может вызвать заболевание воспалением легких. При абсолютном же давлении 3 ата (глубина 20 м) кислород ядовит. У водолаза, пользующегося кислородным прибором, при спуске на глубину более 20 м могут возникнуть судороги через 5 – 10 мин.

Все перечисленные препятствия к достижению больших

глубин при достаточной тренировке, хорошем здоровье и соблюдении правил спуска и подъема в какой-то мере преодолимы. Пожалуй, самым серьезным препятствием следует считать трудность газообмена в легких при дыхании газовыми смесями, сжатыми под большим давлением. Так, на глубине погружения 150 м удельный вес воздуха в 16 раз больше атмосферного. При такой плотности воздух с большим трудом протекает через узкие легочные пути. Пожалуй, выражение «нужен, как воздух», уже не подходит для водолазов, работающих на больших глубинах, где нужна газовая смесь, не имеющая тех свойств воздуха, которые вредно действуют на организм водолаза.

В годы второй мировой войны было применено оборудование, позволяющее водолазу опускаться в мягком скафандре на глубину до 180 м. Достижению такой глубины способствовало главным образом применение для дыхания гелиевокислородных смесей. В этих смесях гелий заменяет азот воздуха. Гелий – очень лёгкий нейтральный газ без цвета, запаха и вкуса. Благодаря тому, что гелий диффундирует быстрее и менее растворим в крови, он более приемлем для дыхания, хотя не избавляет от опасности кессонной болезни.

Нужно отметить, что гелием разбавляют кислород для того, чтобы понизить его парциальное давление (парциальное давление газа равно произведению давления смеси на процентное содержание газа в смеси). Как уже упоминалось кислород при абсолютном давлении свыше 3 *ата* ядовит, поэто-

му процентное содержание кислорода в гелиево-кислородной смеси должно быть таким, чтобы его парциальное давление не превышало опасного предела. Так на глубине 200 м его содержание в гелиево-кислородной смеси должно составлять 1 – 2%.

Но гелий под высоким давлением тоже насыщает кровь человека и подъём с большой глубины требует длительной декомпрессии. Время подъёма с больших глубин зависит от длительности пребывания на них и может составлять от нескольких часов, до нескольких суток. Всё это время водолазы проводят в барокамерах, давление в которых постепенно снижают. Меняют и состав газовых смесей. За этим следят врачи-физиологи. Ошибки в режимах декомпрессии недопустимы, поскольку могут привести к декомпрессионной болезни и даже к летальному исходу для водолазов. Поэтому спуски на большие глубины достаточно сложны, дороги, опасны и неудобны. Всё это тормозит дальнейшее увеличение глубины погружения водолазов свыше 500 м. Так есть ли выход из этой ситуации? Сможет ли человек преодолеть 500 метровый барьер глубины?

Оказывается есть! Это отказ от применения газовых смесей и переход на жидкостное дыхание.

Жидкостное дыхание предполагает заполнение лёгких жидкостью, насыщенной растворённым в ней кислородом, который проникает в кровь. Наиболее подходящими веществами для этой цели рассматриваются перфторуглеродные

соединения, хорошо растворяющие кислород и углекислый газ, имеющие низкое поверхностное натяжение, высокоионертные, и не метаболизирующиеся в организме.

Все это похоже на фантастический сюжет знаменитого фильма «Бездна», где на огромную глубину человек смог спуститься в скафандре, шлем которого был заполнен жидкостью. Ею подводник и дышал. Теперь это уже не фантастика.

Мало кто знает, что опыты по жидкостному дыханию на людях в нашей стране уже проводились и дали потрясающие результаты. Акванавты дышали жидкостью на глубине в полкилометра и больше. Вот только народ о своих героях так и не узнал.

Жидкостное дыхание применимо и в космосе. Чтобы космонавту выдержать перегрузки в сотни G достаточно погрузить его в жидкость. Тогда перегрузки превратятся в давление. Тут то и пригодится жидкостное дыхание.

А ещё жидкостное дыхание можно применить в театре. Представьте себе гигантский аквариум, в котором люди плавают как рыбы. Какие можно придумать сюжеты! И про подводную жизнь, и про космос (жизнь в невесомости), и на религиозные темы (жизнь на небесах).

И всё это осуществимо!

1.2. Дыхательные аппараты

1.2.1. АКВАЛАНГ

Многие из Вас, вероятно, видели очень интересные научно-популярные кинофильмы «Голубой континент», «В мире безмолвия», «Мир без солнца» и художественный фильм «Человек-амфибия». Нельзя не восхищаться изумительными красками подводного мира, бесконечным разнообразием его обитателей и – особенно – той непринужденностью, с которой двигаются под водой люди. Проникнуть в этот таинственный мир, сделать его доступным для любого человека, умеющего плавать, помогли акваланги.

Акваланги относятся к легким водолазным аппаратам, позволяющим тренированному человеку опускаться на глубину 40 – 50 м, но рекордсмены по погружениям на большие глубины – французы Кусто и Дюма – опускались с ними на глубину около 100 м. Прогулки же на глубинах 10 – 20 м доступны каждому человеку, снабженному аквалангом.

Пловец с аквалангом имеет возможность своими глазами увидеть подводный мир и запечатлеть его на камеру, может охотиться на рыб и морских животных, стреляя гарпунами из специальных пневматических или ружейных ружей.

Акваланги получили самое широкое распространение среди дайверов. Кроме того, выпускается множество приспособлений, позволяющих человеку чувствовать себя на глубине как «рыба в воде»: Сухие и мокрые гидрокостю-

мы для пребывания в холодной воде, ласты для ног, увеличивающие скорость плавания, разнообразные шлемы и маски, герметичные фото и кинокамеры, глубиномеры, компасы и часы, различные ружья и пистолеты.

Число подводных охотников в тёплых южных морях уже настолько велико, что они начинают мешать судоходству. В связи с этим вдоль Средиземноморского побережья Франции пришлось выделить зоны, лишь в пределах которых разрешена охота с аквалангами.

Причину популярности акваланга нетрудно понять – она заключается в его простоте и доступности. Акваланг может приобрести каждый; он прост в изготовлении и поэтому сравнительно дешёв. Обслуживание аквалангов также не сложно – оно заключается в заполнении баллонов сжатым воздухом, что можно сделать ручным или электрическим компрессором.

Однако прототип современного акваланга был создан не для научных исследований и не для спорта: недаром он появился в 1943 г., когда шла война и гибли сотни английских, американских, немецких и других кораблей и транспортных судов. Изобретатели акваланга – французские моряки Жак Ив Кусто и Фредерик Дюма – очень много работали, помогая поднимать затонувшие суда. Ими была создана специальная школа по подготовке военных водолазов-аквалангистов. Необходимость работы на все больших глубинах заставила изобретателей непрерывно совершенствовать

акваланг.

После войны Кусто и его товарищам удалось снарядить экспедицию на судне Калипсо. Летом 1952 г. их экспедиции повезло. Обследуя дно в окрестностях Марселя, один из водолазов случайно обнаружил на дне какие-то горшки. Это были амфоры – сосуды, в которых древние греки хранили вино и масло. Оказалось, что водолазы нашли древнегреческое судно, пролежавшее на дне две тысячи лет. Его полностью засосало илом. Чтобы освободить находку из песчаного плена, пришлось размывать ил водой, для чего была установлена специальная насосная станция. Насосы под большим напором подавали воду в шланги, направляемые водолазами. В результате упорного труда ил был размыт, и множество амфор и других очень интересных находок было поднято на поверхность.

Известная по фильму «Голубой континент» итальянская экспедиция в Красном море поставила целью изучение хищных рыб, которыми это море особенно богато. В общей сложности водолазы провели под водой 10000 часов, погружаясь на глубины 40 – 50 м. Они изучали повадки рыб, исем мире по фильму «В мире безмолвия». Невольно вспоминаются слова одного из первых энтузиастов подводных путешествий Вильяма Биби: «Читатель, искренно советую тебе: если у тебя есть хоть малейшая возможность, добудь себе водолазное снаряжение, купи его, займи у кого-нибудь, ну хоть укради, если на то пошло, и опустись на дно океана, чтобы хоть раз

в жизни собственными глазами увидеть эту картину»...

На рисунке 1 показано устройство акваланга, а его принципиальная схема на рис. 2. Необходимый запас воздуха под давлением $150 - 200 \text{ кг/см}^2$ накачивают в баллоны (например, емкостью 7 л каждый). Зарядка баллонов производится через специальный штуцер и невозвратный клапан. При открытии запорного клапана воздух из баллонов поступает в редукционный клапан, снижающий его давление до 7 атм . Давление за редукционным клапаном можно изменять, регулируя затяжку его пружины. Далее воздух поступает в дыхательный автомат (иногда его называют «лёгочный автомат»), который на любой глубине уравнивает давление вдыхаемого воздуха с давлением воды. Дыхательный автомат как бы дублирует работу легких. При вдохе во внутренней полости автомата давление понижается, и наружные стенки «легких» прогибаются, нажимая на рычаги, открывающие клапан, и в легкие поступает новая порция воздуха; по достижении в них давления, равного внешнему, стенки мембраны выпрямляются и клапан закрывается.

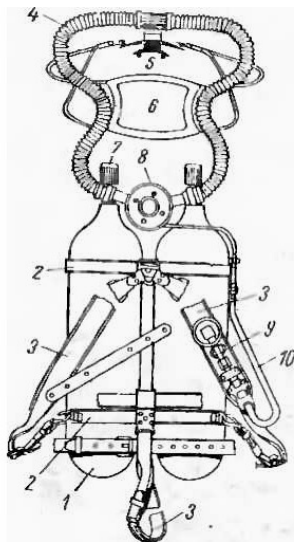


Рис. 1. Общий вид аппарата АВМ I

1 – стальные баллоны со сжатым до 150 атм воздухом; 2 -бугель крепления баллонов; 3 – ремни; 4 – шланги; 5 – загубник; 6 – наголовник для удержания загубника; 7 – запорные вентили баллонов; 8 — дыхательный автомат с редуктором; 9 – манометр, показывающий давление в баллонах; 10 – гибкий шланг подачи воздуха на манометр.

При выдохе воздуха давление в автомате выше наружного и клапан впуска закрыт.

Из дыхательного (или лёгочного) автомата вдыхаемый

воздух поступает в тройник – клапанную коробку. Выдыхаемый воздух через невозвратный клапан выдоха, выходит наружу. Третий патрубок тройника имеет трубку, с помощью которой, плавая у поверхности, можно дышать атмосферным воздухом, не расходуя воздуха из баллонов. Для перехода на атмосферный воздух имеется специальный переключатель.

Впрочем, имеются и другие конструкции аквалангов; объем и количество воздушных баллонов также могут быть разными. Существуют, например, акваланги с одним или тремя баллонами. Давление в баллонах тоже разное. Есть баллоны на 150 и 200 *атм.* В последнее время появились баллоны на 300 и 400 *атм.*

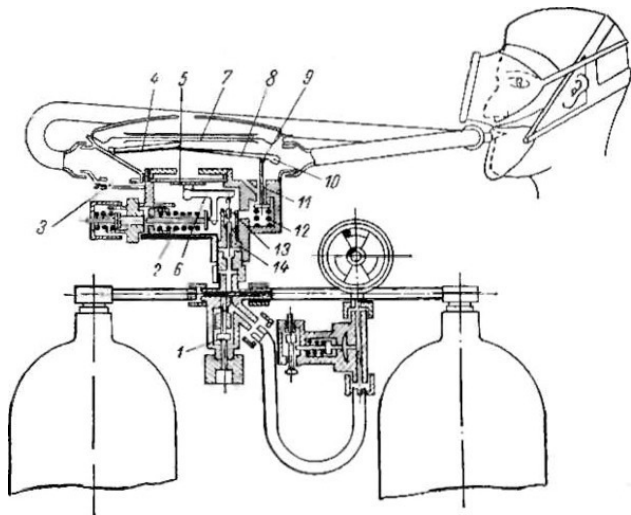


Рис. 2. Принципиальная схема аппарата АВМ-1м.

1 – вентиль; 2 и 12 – пружине; 3 — резиновый клапан выдоха; 4 и 6 – рычаг; 5 и 8 – мембрана; 7 – дыхательный автомат; 9 — винт; 10 — оси 11 – шток автомата; 13 – толкатель; 14 – клапан.

Маски также бывают различного типа: иногда герметизируют только область глаз (очки) причем на нос ставят зажим. Или герметизируют глаза и нос (полумаска), а вдох осуществляют через загубник. Имеются маски, полностью закрывающие лицо (полнолицевые с загубником или обтюратором для дыхания). Тогда к маске прикрепляется клапан-

ная коробка. Но при всем разнообразии конструкций аквалангов сохраняется дыхательный автомат, или «подводные легкие», давшие название всему аппарату.

В самом деле, если бы не было дыхательного автомата, автоматически подающего воздух в легкие всегда в необходимом количестве и под нужным давлением, не было бы и аппарата, превращающего человека в амфибию. Вид современного акваланга представлен на рис. 3.



Рис. 3. Вид современного акваланга АВМ-12.

Казалось бы всё прекрасно! Живи и радуйся человек, способный плавать под водой как рыба. Но нет! Есть у акваланга и недостатки.

Главный недостаток – это открытая схема дыхания, при

которой выдох водолаза производится в воду и сопровождается многочисленными пузырями. Это приводит к быстрому расходу воздуха, особенно на больших глубинах, когда воздух сжат, а лёгкие потребляют его в том же количестве, что и на поверхности. При минимальной физической нагрузке (в покое) объём лёгочной вентиляции водолаза обычно составляет 20 – 25 л/мин, а в случае повышения физической нагрузки (быстром плавании, например), объём лёгочной вентиляции возрастает, и может достигнуть 100 – 120 л/мин. Поэтому время пребывания водолаза под водой на малых глубинах при небольшой нагрузке обычно составляет 40 – 60 мин, а на глубинах 30 – 40 м – 20 мин и менее.

Кроме того, в акваланге кислород воздуха расходуется крайне не эффективно. Если во вдыхаемом из баллона воздухе содержится 21% кислорода, то в выдыхаемом он равен 18%. Т.е. расходуется всего 3% кислорода.

А ещё следует учесть, что воздух, заряжаемый в баллоны, должен быть абсолютно чистым, без примесей дыма и выхлопных газов. Потому, что последние на глубине, под давлением гораздо более токсичны, чем на поверхности. Поэтому иногда приходится ставить специальные фильтры для очистки воздуха, закачиваемого в баллоны.

Всё это заставило инженеров задуматься, а как повысить к. п. д. дыхательного аппарата? Как заставить его более экономно расходовать воздух и кислород? Как избежать закачки грязного воздуха? Для этого и были созданы дыха-

тельные аппараты замкнутого и полужамкнутого циклов.

1.2.2. ДЫХАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

За рубежом дыхательные аппараты замкнутого цикла называют ребризерами. Ребризер (*от [англ.](#) **Re** – приставка, обозначающая повторение какого-либо действия, и [англ.](#) **Breath** – дыхание, вдох*) – дыхательный аппарат, в котором углекислый газ, выделяющийся в процессе дыхания, поглощается химическим составом (химпоглотителем), затем смесь обогащается кислородом и подаётся на вдох. Русское название ребризера – изолирующий дыхательный аппарат (ИДА).

Первый такой аппарат был создан и применен британским изобретателем Генри Флюссом в середине XIX века при работе в затопленной шахте (значительно раньше акваланга). Кислородный ребризер замкнутого цикла имеет все основные детали, характерные для ребризера любого типа: дыхательный мешок, коробка с химпоглотителем (ХПИ), дыхательные шланги с клапанной коробкой, байпасный клапан (ручной) или дыхательный автомат, травящий [клапан](#) и [баллон](#) с редуктором высокого давления.

Принцип работы следующий: кислород из дыхательного мешка поступает через невозвратный клапан в легкие водолаза, оттуда, через другой невозвратный клапан кислород и образовавшийся при дыхании углекислый газ попада-

ет в коробку с ХПИ, где углекислый газ связывается натриевой известью, а оставшийся кислород возвращается в дыхательный мешок. Кислород, заменяющий потребленный водолазом, подается в дыхательный мешок дыхательным автоматом, или байпасом, когда мешок сжимается при вдохе.

При погружении обжим дыхательного мешка компенсируется либо за счет срабатывания дыхательного автомата, либо с помощью ручного байпаса, управляемого самим водолазом. Надо заметить, что, несмотря на название «замкнутый», любой ребризер замкнутого цикла выпускает через травящий клапан пузырьки дыхательного газа во время всплытия. Чтобы избавиться от пузырей, на травящие клапаны устанавливают колпачки из мелкой сетки или поролона. Это простое устройство весьма эффективно и снижает диаметр пузырьков до 0,5 мм. Такие пузырьки полностью растворяются в воде уже через полметра и не демаскируют водолаза на поверхности.

Принципиальная схема аппарата замкнутого цикла приведена на рис. 4.

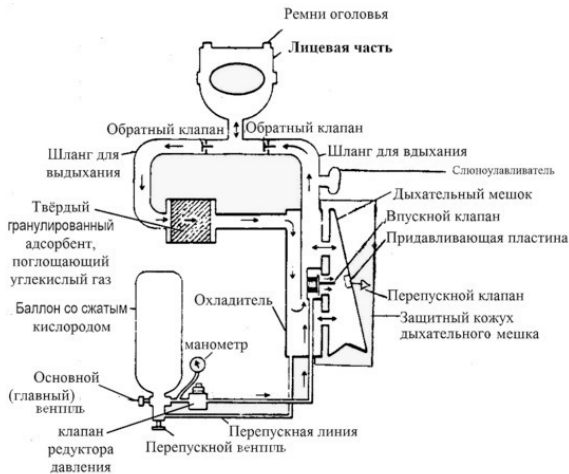


Рис. 4. Принципиальная схема дыхательного аппарата замкнутого цикла.

Впускной клапан на данной схеме и есть дыхательный автомат, который подаёт кислород в дыхательный мешок. Перепускной вентиль служит для прямого наполнения дыхательного мешка в обход редуктора, когда кислород заканчивается (типа байпаса).

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.