Публичная оферта.

Архив номеров журнала "Спортсмен-подводник" размещен в Библиотеке сайта ScubaDiving.Ru и Клуба «Мурена» с **некоммерческой** общеобразовательной целью и предназначен для личного просмотра. Приступая к просмотру, Вы соглашаетесь с тем, что использование представленных в Библиотеке материалов журнала "Спортсмен-подводник" **для продажи, или иного коммерческого использования не допускается**.

Если Вы принимаете публичную оферту, продолжайте просмотр.

Если Вы **не принимаете** публичную оферту, закройте файл и прекратите просмотр материалов журнала «Спортсмен-подводник».

Информация: Журнал «Спортсмен-подводник» издавался в СССР с 1962 по 1992 г.г.

В 1962 году под руководством Юрия Викторовича Рожанского составлен сборник под названием «СНАРЯЖЕНИЕ СПОРТСМЕНА – ПОДВОДНИКА» В кругах подводников его называли нулевым сборником. Далее, в том же году, появился на свет первый выпуск сборника «СПОРТСМЕН – ПОДВОДНИК» (далее СП). До СП № 11 бессменным составителем сборника являлся Ю.В. Рожанский. Составителем СП № 12 был Н.И. Бельченко, а далее бессменно, вплоть до СП № 81, эту работу выполнял Виктор Андреевич Суетин. СП № 82 составил В.С. Мартышин, СП № 83 – 86 В.П. Иванов и, наконец, над составлением последних СП № 87 – 91 работал А.И. Крикуненко.

Вторую жизнь материалам «Спортсмена-подводника» помогли обрести энтузиасты подводного плавания.

В работе по созданию электронной версии журнала принимали участие:

Автор проекта, несколько лет собиравший полную коллекцию сборников – Александр Александрович Якшин, г. Казань. Обработку и перевод изображения в формат PDF выполнили Александр Иванович Кисель, г. Хабаровск и автор проекта. Размещение в Интернете – Сергей Михайлович Федотов, г. Москва.

Проект **некоммерческий.** Цель проекта – спасти от исчезновения часть истории подводного плавания, связанную с первым подводным журналом, издававшимся в нашей стране.

С полным архивом всех выпусков «Спортсмена-подводника» Вы можете ознакомиться в Интернете по адресу: http://www.scubadiving.ru/biblioteka/Knigi/sportsmen_podvodnik.htm

Авторские и смежные права.

На момент выхода электронной версии журнала участникам проекта не удалось связаться с авторами статей и правопреемником издательства (если таковой существует). В случае если авторы статей или владельцы авторских прав будут возражать против размещения их статей в открытом доступе мы готовы НЕМЕДЛЕННО удалить эти статьи (или номера журнала) из вешеперечисленных библиотек.

От автора проекта:

В 1964 году сдал экзамены и получил удостоверение Спортсмена-подводника, далее инструктора и, наконец, водолаза-совместителя. Однако жизнь сложилась так, что работа в водолазной области не стала моей профессией. В настоящее время руковожу фирмой, осуществляющей грузоперевозки по России. Но сердце мое отдано водной стихии и многочисленным поездкам по стране, с целью полюбоваться красотами подводного мира.

Благодаря В. В. Устюжанину с Урала, Виктору Андреевичу Суетину, и др. были собраны многие редкие номера журнала. Начиная с СП 16 журналы для сканирования предоставлены Мигачёвым Станиславом Александровичем.

В активной стадии работы судьба свела со специалистом компьютерных технологий, имеющим большой опыт в сфере обработки текстов, изображений и просто хорошим человеком и подводником Александром Ивановичем Кисель. Он также совершенно бескорыстно работает над проектом. Деятельное и полезное для проекта участие принял бессменный администратор Интернет Дайв Клуба Сергей Федотов.

По нынешнему пониманию многие материалы, опубликованные в СП, вызовут улыбку, некоторые пригодятся для нынешнего времени, а другие будут неинтересны. Но это история нашего подводного спорта. Забывать нашу историю мы не имеем права.

Вопросы можно задать, написав на электронный адрес jsan@mi,ru

С уважением.

Александр Якшин. (к.т.н., водолаз-совместитель, *** CMAS.)

СПОРТСМЕН-ПОДВОДНИК

ВЫПУСК 26

СПОРТСМЕН-ПОДВОДНИК

26 ВЫПУСК

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА - 1971

6—9—2
81 — 71

Составитель сборника **В. А. Суетин**

26
ВЫПУСК

СОДЕРЖАНИЕ

СПОРТ

Б.Поротов. Растить смену достойную, сильную 3

В.Сташевский. Международный код сигналов рукой 9

МЕДИЦИНА И ФИЗИОЛОГИЯ

В.Тюрин. Свободное ныряние в глубину 12

В МОРСКИХ КЛУБАХ ДОСААФ

Е. Спирькова. Дальние Зеленцы (Баренцево море) 24

ТЕХНИКА И ПОДВОДНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

В.Лубяной. Безрефракционная маска 30

А. Королев, В. Шабалин, В. Муравьёв, Н. Айбулатов. Подводная пневмолаборатория «Спрут» 33

Л. Максимов. Подводное обследование гидротехнических сооружений 39

ПО СТРАНИЦАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Длинные ласты и длинные штаны 52

Автономное обогревающее устройство 57

«Искусственные жабры» 59

РАСТИТЬ СМЕНУ ДОСТОЙНУЮ, СИЛЬНУЮ

Б. ПОРОТОВ,
мастер спорта СССР, тренер сборной команды Восточно-Казахстанской области

В подводном спорте в последнее время произошло разделение упражнений на плавание в ластах и на подводное ориентирование. Ввели и новую спортивную классификацию, что позволило активно использовать плавательные бассейны для подготовки спортсменов-подводников и начать по-настоящему плановую работу с детьми. Это, несомненно, повысило уровень плавательной подготовки в стране.

Обычно первые крупные соревнования организуются у нас в конце мая или в июне, когда спортсмены только начинают привыкать к открытой воде. За весь легкий период удается выступить в подводных упражнениях 2—3 раза и лишь сильнейшие в стране стартуют 5—6 раз. Не удивительно, что так мало у нас хороших молодых; но и те, которые есть, предварительно ездят на сборы с основным составом команд по два и даже по три года, только после этого они начинают показывать стабильные результаты.

Все это потому, что нет четких, отработанных упражнений и навыков. На них просто не хватает времени, так как все стремятся побыстрее перейти к выполнению полных упражнений. В результате даже опытные мастера теряют надежды на медали.

Подводный спорт наш постоянно молодеет: в последние годы появились 17-летние мастера. Именно в таком

возрасте из ДЮСШПС мы должны выпускать всесторонне подводных пловцов, обладающих не только высокими скоростными качествами, но и всем набором навыков, необходимых для точной и быстрой работы на подводных дистанциях. И способствуют именно наиболее эмоциональные упражнения. Они непосредственно связывают нас с голубым континентом, с романтикой подводного спорта.

Но как в условиях короткого лета средней полосы СССР обучить молодежь искусству подводных пловцов? Как успеть? Нельзя ли зимой подготавливать компасные упражнения в бассейне?

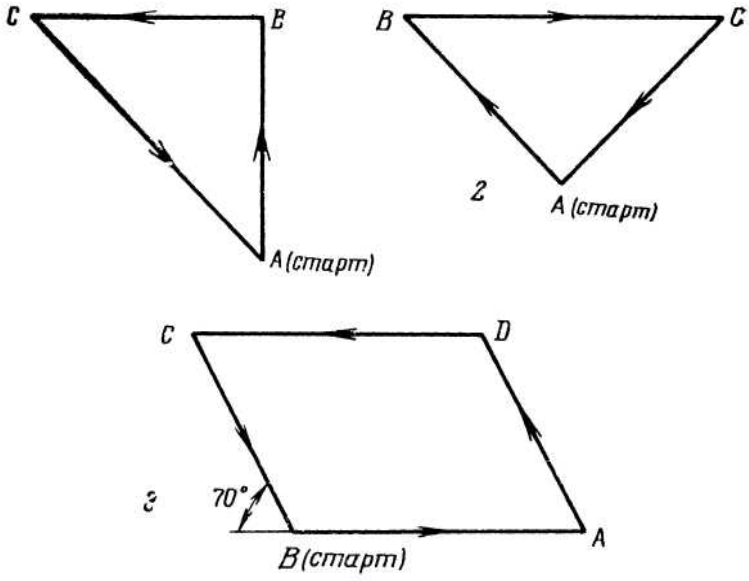
В спортклубе «Алтай» и Усть-Каменогорском морском клубе ДОСААФ накоплен некоторый опыт подготовки юных спортсменов - подводников. Этим опытом мы и решили поделиться.

Подводный спорт молод в Казахстане. Заниматься им мы начали в 1964 году, и первое время тренировались только летом. Зимой осуществляли общефизическую подготовку, куда входило и плавание в гидрокостюмах ГКП-4 в полыньях рек в течение почти всей зимы. В 1966 году после постройки в спортклубе небольшого бассейна сразу была сделана ставка на молодежь. Были набраны две группы 1950—1952 и даже 1953 года рождения. В первую же зиму 14 — 16-летних ребят, освоивших технику плавания в ластах и ныряние, мы знакомили с теоретическими основами подводного спорта. Главное — старались возбудить живой интерес к подводному миру, к приборам, к технике, мечтали завладеть воображением ребят и найти в них верных поклонников. Очень большую помощь в этом нам оказали фильмы, которые мы сами снимали — это и ежегодный цветной киножурнал «Подводными тропами», и фильм «Иду по краю континента» об экспедициях на Японском море, и черно-белые ленты почти обо всех соревнованиях, в которых участвовали наши спортсмены. Фильмы были сняты на 16-миллиметровой пленке.

Объем теоретической подготовки для юношей не очень велик и включает в себя основные сведения по истории и физиологии подводного спорта, устройству аквалангов АВМ-1М и «Украина-2», технике безопасности в подводном спорте. Кроме такой обычной для всех спортсменов подготовки, ребята несколько часов зани-

маются специальной математикой, т. е. рассчитывают обычные курсы, используя знания по геометрии и тригонометрии, полученные в школе.

Очень часто приходится убеждаться, что большинство школьников медленно и неуверенно выполняют упражнения на практике. У нас на занятиях они учатся применять свои знания на деле, вести практические расчеты с компасами и транспортирами в руках, делать поправки при сносах. Все задачи ставятся таким образом, чтобы потом в воде мы смогли их проверить на практике.



Вот примеры нескольких простых задач (см. рис.).

1. По акватории плывут в левую сторону, т.е. против часовой стрелки. Первый курс со старта 45°. Проплыв 100 *м*, делают поворот на 90°, затем, проплыв еще 100 *м* делают еще поворот выходят в стартовую точку. Необходимо рассчитать угол второго поворота и расстояние от точки С до точки А (1)

2. Плывут по часовой стрелке по курсу 60°. Проплыв

три отрезка по 50 *м*, выходят в стартовую точку, Необходимо рассчитать все углы (2).

Все расчеты сначала делаются на бумаге с применением компаса, затем повторяются в уме и на время. И только потом в бассейне во время проплыва 50 *м*.

Постепенно задачи усложняются. Даются расчеты в четырехугольниках, ромбах, квадратах, параллелограммах, пятиугольниках.

3. Плывут, 100 *м* против часовой стрелки по курсу 30°. Затем поворот на 70°, и плывут 50 *м*. Необходимо курсами, параллельными АВ и ВС, выйти в точку старта, углы и расстояния определить во время выполнения упражнения (3).

Первоначально курсы даются в десятках градусов и постепенно приводятся к более четкой дифференциации шкалы (37°, 62,5° и т. д.). Ведь глаз человека способен достаточно тонко дифференцировать обычную шкалу компаса КИ-11, нужно только приучить ребят к очень строгой работе с ним.

Количество и многообразие заданий целиком зависит от находчивости и выдумки преподавателя. В дальнейшем большую пользу приносит именно самостоятельная постановка задач учащимся. Заканчивая курс занятий, мы настраиваем ребят на то, что теперь они постоянно будут пользоваться полученными знаниями даже в бассейне. А в марте уже начинается обучение пользованию приборами в воде. Юных пловцов учат правильно лежать с аквалангом на поверхности воды и под водой, равномерно работать ногами, что помогает точно держать курс. Очень важно научить одновременно и равномерно уделять внимание компасу, лагу и окружающей обстановке. Сначала даются задания плавать только по лагу, делая повороты (например, 20 *м* + 47 *м* + + 30 *м* + 18 *м* и пр.). Затем плавание по курсу, точно удерживая картушку на риске компаса и наблюдая за лагом. Потом оба задания соединяются, и еще добавляется наблюдение за окружающей обстановкой. Эти упражнения помогают выработать навыки, которые необходимо довести до автоматизма.

Автоматически нужно научиться и переводить картушку на ноль. Шкала компаса должна стать привычной спортсмену настолько, чтобы невозможно было спутать 8° и 80°.

Но все эти навыки требуют времени, а ведь группа занимается в воде 3 — 4 раза в неделю по 45 минут. При выполнении таких упражнений на всех длинных дистанциях, которые ребята проплывают, работая только ногами, доски подменяются аквалангами.

В конце мая мы, как правило, выходим на еще мутную открытую воду. Это начало основного периода подготовки. Первые погружения свободные. Знакомство с необычными, весьма отличными от бассейна, условиями не всегда проходит гладко, особенно у девочек. Здесь они впервые сталкиваются с чувством страха, о котором раньше и не думали. Некоторые девочки, да и ребята, после первых погружений отказываются от тренировок. Но инструкторы все равно берут их с собой для выполнения разных мелких работ. Нужно заметить, что если еще зимой провести несколько определенных бесед с учащимися, то подобные явления станут кратковременными. Особенно пугаются новички водорослей в чистой воде. И здесь перед началом серьезных тренировок мы даем им задание — под наблюдением инструктора выкашивать эти водоросли, готовить акваторию к тренировкам. Сначала это делается боязливо, осторожно, потом весело. И страх уходит навсегда.

Начиная сезон, даже опытные спортсмены часто делают ошибки. Сжатые сроки заставляют торопиться, все стремятся побыстрее привыкнуть к стандартным дистанциям.

Поэтому ритмичности, умной, спокойной организации начала сезона мы уделяем особое внимание.

После первых свободных погружений мы проводим проверку точности хождения по курсам. В воде на расстоянии 100 — 150 *м* от стартовой точки устанавливается буй, иногда несколько буев и несколько стартов, и каждый проходит дистанцию, всплывая у буя. Всплытие делается для лучшего контроля и ориентировки, если буй не взят в «лоб». Дистанция сначала проходится спокойно, затем предельно быстро. Выполняя упражнение для того, чтобы научиться работать с любыми приборами, не выделяя только свой, спортсмены меняются приборными узлами и аквалангами. В ходе этого упражнения появляется твердая уверенность в себе или, наоборот, неуверенность, если случаются большие отклонения от курсов. В последнем случае мы занимаемся с отдельными ребятами более тща-

тельно, спускаемся с ними под воду, пытаясь выяснить причины ошибок.

После того как нам станут, ясны индивидуальные особенности всех ребят, у этих же буев начинаем разучивать элементарный поиск. На первых поисках юношам дается хорошо видимый капроновый шнур длиной 5 — 7 *м*, и они выполняют первые круги поиска. Курсы задаются с заведомыми ошибками в 2° — 3°. Спортсмены выходят в точки, недалеко от буя, и делают круговой поиск. Главное внимание обращается на правильную геометрию круга. Во время поиска пловец смотрит на внешнюю от центра круга сторону, а шнур или жилку должен чувствовать пальцами руки. Это чувство также вырабатывается тренировкой. В начале сезона даже у спортсменов высокого класса это не всегда получается, зато в конце сезона рука чувствует, как жилка цепляется за буй. От того, как пловец улавливает натяжение шнура, зависит геометрическая точность круга. Поэтому на тренировках такое упражнение повторяется многократно и без спешки, ведь спешка резко ухудшает ориентировку пловца. Круговой поиск всегда лучше делать в одну сторону, но бывает, что приходится вращаться и в другую, например, при сносах, когда заведомо знаешь отклонение. Поэтому поиск желательно научиться производить в обе стороны. Это также улучшит ориентировку под водой.

Когда юноши привыкнут к этим упражнениям, они начинают выполнять задачи, которые решали теоретически зимой. Задаются первые курсы по треугольнику, стороны которого не превышают 50 *м*. Это позволяет с одним аквалангом несколько раз выполнить упражнение. И опять постепенно задача усложняется (квадрат, ромб, параллелограмм). И только когда появляется уверенность, что задача уже по силам юным пловцам, разрешаем плавание по буям и зонам.

Неоднократно мы убеждались, что спортсмены, хорошо выполнившие всю программу предварительной подготовки, очень удачно стартуют в подводных упражнениях. Так 17-летние Саша Федорова и Талгат Сагдеев уже во второй сезон своих выступлений в соревнованиях уверенно выполнили нормативы мастеров спорта. В 1968 году Владимир Черняев стал победителем первенства клубов СССР в подводном двоеборье, а в 1969 году – третьим призером первенства Вооруженных Сил. Надежда

Турукало — чемпион СССР в ныряниях — выиграла матч сильнейших команд ДСО и ведомств страны в 1969 году.

И еще одно ценнейшее качество вырабатывается у ребят: постоянная коллективная деятельность, трудолюбие, взаимопомощь и общая увлеченность подводным миром помогают создать дружную и весьма работоспособную спортивную семью.

В данной статье мы не касались других вопросов обучения и воспитания юных аквалангистов — все они очень важны. Занятия должны предусматривать различные стороны учебно-тренировочного и воспитательного процесса, а также врачебного наблюдения. Тогда каждый спортсмен команды сможет выйти на старт хорошо подготовленным, уверенным в своих силах.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОД СИГНАЛОВ РУКОЙ

В. СТАШЕВСКИЙ,
ответственный секретарь ФПС СССР

Визуальная связь — одна из видов связи под водой между подводными пловцами, осуществляемая с помощью сигналов рукой.

Для унификации этих сигналов комиссия по обучению при техническом комитете Всемирной федерации подводной деятельности (КМАС) подготовила международный код условных сигналов рукой.

Специальная таблица сигналов была разработана и обсуждена на VIII Генеральной ассамблее КМАС в Барселоне. Предполагалось в зависимости от назначения объединить сигналы в три группы. Первая — сигналы, информирующее о происходящем, указывающие на что-то и настаивающие на выполнении чего-либо. Вторая — сигналы, свидетельствующие о не совсем нормальном состоянии погружающегося или его снаряжения, передающие определенные пожелания и даже приказы. И, наконец, третья группа — сигналы об аварийном состоянии, о помощи.

Общее количество сигналов в проекте кода, подготов-

ленного комиссией по обучению под руководством итальянца Д. Марканте, было довольно значительно и составляло 31 знак.

Поэтому КМАС утвердил часть сигналов в качестве обязательных для спортсменов - подводников всего мира, а остальные разрешил к применению, не считая их обязательными.

Международный код сигналов рукой, обязательный для подводных пловцов всего мира, включает знаки, подаваемые, как правило, правой рукой.

1. Все в порядке. Я выполню, (Т. е. выполняю действие, рекомендуемое инструктором или находящимся рядом спортсменом).

— Указательный и большой пальцы соединены, образуя кольцо. Остальные пальцы сложены вместе и подняты вверх.

2. Что-то не в порядке. Я не могу... (Например, не могу продуться, не вижу, не получается что-то и т. д.).

— Указательный и большой пальцы находятся под углом друг к другу в 90°. Остальные пальцы сжаты. Рукой в таком положении покачивают вправо-влево.

3. Беда. Очень плохо.

(Знак подается на поверхности воды).

— Распластанная ладонь поднимается вверх и опускается через сторону вниз. Движение повторяется.

4. Открываю резерв (перехожу на дыхание резервным запасом воздуха). **Сработал указатель минимального давления**

— Пальцы сжаты в кулак, согнутая в локте рука поднята вверх до уровня глаз.

5. Не могу открыть резерв. Помоги мне открыть резерв.

— Пальцы сжаты в кулак. Кулак вместе с предплечьем совершает маятниковые движения вверх-вниз в районе тяги резервного устройства акваланга.

6. Погружайся. Я погружаюсь. (Спортсмен показывает при этом на груз, что означает — у меня отрицательная плавучесть)

— Большой палец направлен вниз, остальные пальцы сжаты в кулак,

7. Всплывай. Я всплываю.

(Спортсмен показывает при этом на груз, что означает — у меня положительная плавучесть).

— Большой палец направлен вверх, остальные пальцы сжаты в кулак.

8. Опасность! Прошу немедленную помощь! (Спортсмен указательным пальцем левой руки указывает на причину плохого самочувствия или неисправности снаряжения).

— Правая ладонь с поднятым большим пальцем несколько раз быстро прижимается и шее.

МЕДИЦИНА И ФИЗИОЛОГИЯ

СВОБОДНОЕ НЫРЯНИЕ В ГЛУБИНУ

В. ТЮРИН,
кандидат медицинских наук

Патофизиология организма человека при свободном нырянии

Процесс ныряния на глубину имеет пять периодов, в каждом из которых возможно возникновение тех или иных патофизиологических состояний.

Безусловно, разделение специфических патофизиологических состояний по периодам ныряния несколько условно, так как отдельные из них, например, кислородное голодание головного мозга, могут возникнуть при определенных условиях почти во всех периодах как самостоятельное заболевание или как следствие других патофизиологических состояний.

В настоящей статье мы остановимся лишь на наиболее частых и грозных патофизиологических состояниях, типичных для свободного ныряния на глубину.

Как видно из таблицы 1, гипокапния, апноэ и кислородное голодание головного мозга могут наступить еще до того, как спортсмен погрузится в воду.

1. Гипокапния *

Сущность гипервентиляции воздухом сводится не столько к накоплению запасов кислорода в организме,

* Гипокапния — понижение напряжения углекислого газа в крови.

сколько к удалению возможно большего количества углекислоты. Усиленное промывание легких атмосферным воздухом может повысить содержание кислорода в альвеолярном воздухе с 14% до 17% и увеличить, таким образом, количество кислорода в легких на 0,1 — 0,2 *л*. Существенного дополнительного насыщения кислородом крови при этом не происходит, так как кровь при обычном дыхании уже почти полностью насыщена кислородом. Самое большее, что может быть воспринято кровью дополнительно 0,05 — 0,1 *л* кислорода.

Следовательно, количество кислорода в организме при гипервентиляции, в общем, увеличивается незначительно, что обеспечивает возможность задержки дыхания в среднем еще на одну минуту, а при мышечной работе, в зависимости от ее интенсивности, только на 15 — 25 секунд.

При частых и глубоких вдохах и выдохах альвеолярный воздух, содержащий 5,0%—5,6% углекислоты, сильно разбавляется вводимым атмосферным воздухом. Напряжение углекислого газа в альвеолярном воздухе резко падает, и углекислота крови усиленно выделяется в легкие. Так как поступление CO_2 из тканей в кровь не увеличено, а выделение ее усилено, то содержание углекислоты снижается и наступает гипокапния.

Усиленная вентиляция легких может продолжаться без опасных последствий обычно только в течение 1—2 мин. Через 5—6 мин. человек начинает испытывать тягостные ощущения: головокружение, звон в ушах, спутанность сознания, нарушение координации движений и другие симптомы, характерные как для гипервентиляций, так и для кислородного голодания. Если энергичная гипервентиляция продолжается 15 — 20 мин., наступают судороги и потеря сознания.

2. Апноэ.

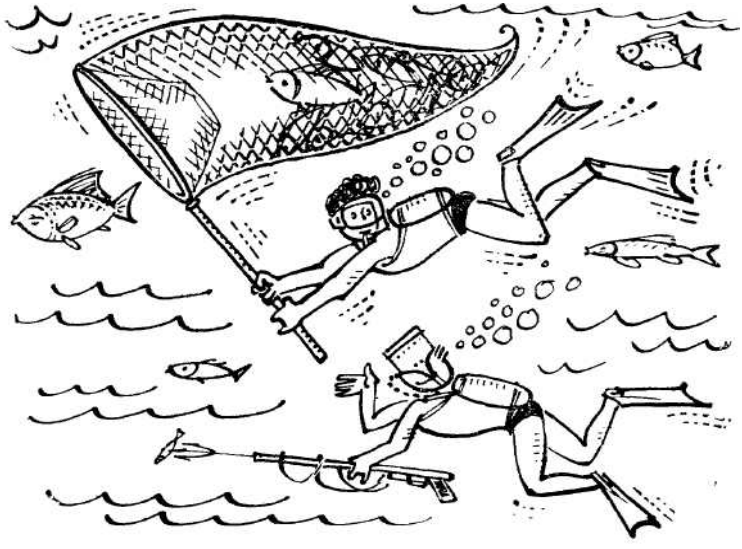
Иногда достаточно продолжить усиленную гипервентиляцию более 2 — 3 мин., чтобы возникла непроизвольная остановка дыхания (апноэ), длящаяся 1 — 2 мин.

Исследования показывают, что при апноэ, длящемся всего около 2 мин., в конце его возможно кислородное голодание головного мозга. Так, если сразу после окончания гипервентиляции парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе составит в среднем

12 *мм рт. ст.*, кислорода — 136 *мм рт. ст.,* то через минуту (во время остановки дыхания) в альвеолах парциальное давление углекислого газа поднимется до 35 *мм рт. ст.,* а давление кислорода упадет до 52 *мм рт. ст.* К концу второй минуты в условиях отсутствия дыхания давление углекислого газа еще не достигнет нормального уровня, необходимого для стимуляции дыхания, в то время как давление кислорода упадет до 32 *мм рт. ст.*

При парциальном давлении кислорода в альвеолярном воздухе, равном 32 *мм рт. ст.* (это равноценно содержанию кислорода 4,21%), артериальная кровь насыщена всего лишь на 55%. Понятно, что весь организм при этом и в первую очередь головной мозг, сосуды которого при снижении напряжения углекислоты в крови сужаются, находятся в условиях острого кислородного голодания. Это приводит к тому, что потеря сознания возникает раньше, чем возобновляется дыхание. Потеря сознания на воде перед нырянием или под водой может окончиться утоплением.

Альберт Краг описывает восемь случаев, когда перед нырянием в результате гипервентиляции в течение двух и



Несовременно? Зато действует безотказно.

даже менее минут (10 — 12 вдохов) были случаи потери сознания. При этом пять человек погибли (двое из них утонули в бассейне).

Для выяснения механизма потери сознания у ныряльщиков Альберт Краг проводил лабораторные исследования, воспроизводившие все фазы ныряния: гипервентиляцию, задержку дыхания с физической нагрузкой, вдох. В результате этих опытов было установлено, что физическая нагрузка после гипервентиляции повышала парциальное давление CO_2, но ее роль как сигнала к возобновлению дыхания резко снижалась. Этот сигнал может возникнуть с роковым опозданием, поскольку в это же время парциальное давление кислорода падает до уровня, приводящего к кислородному голоданию.

3. Кислородное голодание головного мозга

Кислородное голодание головного мозга во время ныряния явилось причиной 70% всех смертельных случаев при занятиях подводным спортом.

Известно, что во время ныряния потребность в дыхании первое время не ощущается. Это происходит до тех пор, пока напряжение углекислоты в крови не достигнет необходимой для возбуждения дыхательного центра величины. Но в этом случае усилием воли ныряльщик может задержать дыхание и остаться под водой. При продолжительном воздействии углекислоты на дыхательный центр его чувствительность понижается. Этим объясняется, что нестерпимая вначале потребность в дыхании в дальнейшем уменьшается. По мере расходования запаса кислорода, содержащегося в воздухе легких и в дыхательных путях, у ныряльщика развиваются явления кислородной недостаточности.

У людей, находящихся в покое, различают три степени кислородного голодания, которые в этих условиях развиваются постепенно.

Первая степень острого кислородного голодания — кратковременная, сопровождается общим недомоганием, ослаблением функций центральной нервной системы, нарушением координации тонких мышечных движений (парциальное давление кислорода во вдыхаемой газовой смеси 120 — 90 *мм рт. ст.*, что составляет 16% — 12 % кислорода).

Вторая степень обычно предшествует потере сознания и характеризуется утратой способности реально оценивать события (ослабление здравого смысла). Сознание на этом этапе остается ясным, но развивается упорство цели, появляется эйфория и расстройство дыхательной функции (парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе 90—60 *мм рт. ст.,* что соответствует 12% — 8% кислорода).

Третья стадия характерна бессознательным коматозным состоянием (парциальное давление кислорода ниже 60 *мм рт. ст.*, что соответствует содержанию кислорода во вдыхаемом воздухе меньше 8%). Во время плавания под водой и ныряния потребление кислорода, в зависимости от скорости плавания, может значительно колебаться, достигая 1,5—2,35 *л/мин*. В связи с усиленным потреблением кислорода и отсутствием внешнего дыхания первые стадии кислородного голодания при нырянии могут быть очень скоротечными. В таких случаях потеря сознания происходит неожиданно, как бы среди полного здоровья. Этим, видимо, и объясняется гибель опытных подводных спортсменов.

От кислородного голодания гибнут далеко не новички. Достаточно сказать, что в 1959 году при подводной охоте погибли чемпион Франции и мира Жюль Корман, чемпион Португалии Хозе Ремалата и многие другие, достаточно опытные спортсмены - подводники. Это говорит о том, что уберечь спортсмена от кислородного голодания сложно даже в условиях хорошо организованных соревнований по подводному спорту. Так, летом 1960 г. в СССР при нырянии не закончили упражнения 13 человек из 178 участников, а 6 из них даже не могли самостоятельно вынырнуть из воды и находились в состоянии, близком к полной потере сознания.

Особенно часто возникает кислородное голодание при нырянии на глубину. Дело в том, что парциальное давление кислорода на глубине соответственно выше, что позволяет дольше находиться под водой без явлений кислородной недостаточности. Например, продолжительность дыхания под водой под давлением, равным 27 *м вод. ст.*, колеблется от 1,5 до 2 *мин*. Иногда задержка дыхания на глубине 30 *м* может продолжаться до 3 *мин*. Под повышенным давлением, уже начиная с 3 *м вод. ст.*,

отмечается задержка дыхания на 23— 80 сек. больше чем в нормальных условиях. Под давлением в 15 *м вод. ст.* время задержки дыхания увеличивается на 36—103 сек., а при 30 *м вод. ст.* — на 41 — 153 сек., достигая в отдельных случаях 200 — 220 сек., что в 3—4 раза больше величин, регистрируемых у тех же спортсменов при нормальных условиях.

Но так дело обстоит только при задержке дыхания под повышенным давлением, где человек вдыхает сжатый воздух, соответственно с большим содержанием кислорода. Перримон Труше и другие, имитируя свободное ныряние в кессонах до глубины 35 *м* со скоростью подъема 0,5—1 *м/сек.*, доказали, что продолжительность задержки дыхания не увеличивается с увеличением глубины.

Во время ныряния на глубину кислород быстро расходуется и его процентное содержание в легких может упасть до очень низких величин (5%). Но при этом, например, на глубине 40 *м* ныряльщик будет чувствовать себя хорошо, так как парциальное давление кислорода будет равно 190 *мм рт. ст.*

При всплытии парциальное давление кислорода быстро падает как за счет потребления его организмом, так и особенно за счет снижения общего давления. На глубине 30 *м* оно будет ниже 152 *мм рт. ст.*, на глубине 20 *м* — ниже 114 *мм рт. ст.*, а на глубине 10 *м* — ниже 76 *мм рт. ст.* и у поверхности — ниже 38 *мм рт. ст.* При таком низком давлении кислорода быстро наступает потеря сознания.

Во время всплытия спортсмен, потерявший сознание, по инерции может достигнуть поверхности воды, но это его не спасет, так как не в состоянии будет выдуть воду из дыхательной трубки и сделать вдох.

Кислородное голодание наступает быстрее при неблагоприятных внешних условиях: сильное подводное течение, ныряние на глубину без груза и т. д.

Большое значение имеет также функциональное состояние организма ныряльщика. Перетренировка, бессонная ночь, предшествующее сильное утомление или состояние после алкогольного опьянения — все это способствует развитию кислородного голодания. Так, например, спортсмен - подводник, ранее благополучно проходивший дистанцию 30 *м*, после грубого нарушения

режима отдыха и тренировки не мог закончить дистанцию и потерял сознание под водой, не дойдя до финиша.

Очень часто возникновение кислородного голодания под водой связывают с использованием комплекта № 1 (маска, дыхательная трубка и ласты). Действительно ли это так? Относительно часто гибель людей в комплекте № 1 можно объяснить тем, что эти любители, подводного спорта были мало тренированы. Применение же ласт вводит в работу мощные группы мышц ног, тем самым, увеличивая расход кислорода. Насколько это обстоятельство является важным для развития кислородного голодания во время задержки дыхания при плавании под водой, показывают наблюдения за ныряющими животными. Длительное пребывание под водой этих животных обеспечивается, кроме всего прочего, и тем, что при нырянии, наряду с усилением притока крови к центральной нервной системе и сердцу, происходит почти полное обескровливание скелетных мышц. Такой приспособительной реакции человеческий организм не имеет.

Дыхательная трубка при маятниковом дыхании увеличивает «вредное пространство» дыхательной системы примерно на 120—150 $см^3$. Это обстоятельство может иметь также некоторое значение в развитии кислородного голодания у ныряльщиков, так как в какой-то мере уменьшает количество кислорода, поступающее в легкие, хотя дело идет всего лишь о нескольких его кубических сантиметрах.

Но обстоятельства, связанные с применением комплекта № 1, не являются причинами, а лишь ускоряют наступление кислородного голодания при нырянии.

О том, что применение комплекта № 1 не имеет принципиального значения в развитии кислородного голодания, свидетельствуют также многочисленные случаи гибели ныряльщиков без всякого снаряжения. Например, наиболее часто тонут ныряльщики, имеющие патологические изменения в среднем ухе: разрывы барабанной перепонки, кровоизлияния в его слизистую оболочку, смещение слуховых косточек, гнойные отиты, а также ныряльщики, перенесшие радикальную операцию мастоидита*.

* Воспаление сосцевидного отростка височной кости.

Гибель этих людей объясняется тем, что ныряльщики, имеющие упомянутые заболевания, теряли под водой ориентацию и не могли своевременно всплыть на поверхность, в результате чего у них развивалось кислородное голодание. Например, у ныряльщиков, имеющих дефект барабанной перепонки, сразу же после попадания в уши воды наступало головокружение, и они спасались с трудом.

Не исключена возможность потери ориентации и здоровыми людьми. Холодная вода, попадая в наружный слуховой проход, вызывает раздражение вестибулярного аппарата, которое проявляется в головокружении и плохой ориентации, что особенно опасно при плавании под водой и нырянии.

Что же больше всего способствует возникновению кислородного голодания при нырянии? Здесь следует иметь в виду два фактора, заставляющие людей идти на сознательный и бессознательный риск возможности кислородного голодания. Во-первых, волевой фактор, когда спортсмен усилием воли подавляет желание сделать вдох и продолжает плыть под водой. И, во-вторых, слаборазвитая способность к оценке предела своих возможностей, основанная на субъективных ощущениях, вызванных гипоксемией в сочетании с гиперкапнией.

4. Холодовой шок.

Известны случаи, когда купание в холодной воде приводило к смерти. Быстрое развитие переохлаждения обусловливается тем, что вода в данном случае является не только средой с очень большой теплоемкостью и теплопроводностью, но и сильным шокогенным раздражителем центральной нервной системы.

В военно-спортивной практике были случаи, когда даже опытные люди, занятые водолазными работай, становились жертвами «холодового шока».

Холодовой шок случается при нырянии в холодную воду или при попадании ныряльщика на глубине в зону температурного скачка, где температура резко снижается на 10° — 15°, а иногда и 20°С. При этом часто пострадавший сразу же погружается на дно, не успев принять никаких мер к своему спасению.

Развитию холодового шока способствуют:

— перегревание перед нырянием в холодную воду;

— состояние озноба перед нырянием;
— ныряние в холодную воду без постепенной адаптации к холоду.

5. Баротравма легких

Развитие баротравмы легких, т.е. разрыв легочной ткани с последующим проникновением газовых пузырьков в сосуды малого круга кровообращения, возникает не только при повышении, но и при понижении внутрилегочного давления более чем на 80 — 100 *мм рт. ст.*

Экспериментально установлено, что при разрежении воздуха в легких до 50 *мм рт.ст.* происходит сильное переполнение их кровью за счет присасывающего действия грудной клетки.

Если нырнуть на большую глубину, где воздух в легких будет сжат, то в грудной полости, за счет перепада давления, может создаваться относительный вакуум, так как упругость костного остова грудной клетки не допускает ее дальнейшего уменьшения. В таком случае малый круг кровообращения все больше наполняется кровью. В результате чрезмерного растяжения правого желудочка сердца может наступить моментальная смерть от паралича сердца.

Перепад давления в легких относительно наружного в 80 — 100 *мм рт.ст.* может вызвать кровоизлияние в легочную ткань. Во время всплытия, после выравнивания внутрилегочного давления с окружающим, альвеолярный воздух, поступая в разорванные кровеносные сосуды, вызывает характерные симптомы газовой эмболии (параличи, потеря сознания, легочное кровотечение, кровавая пена и др., зависящее от локализации газовых эмболов).

В некоторых странах баротравме легких у ныряльщиков до настоящего времени уделялось мало внимания. Так, например, во французском учебнике «Водолазное дело», издания ВМФ, 1961 г. говорится, что ныряльщики могут не бояться баротравмы легких.

Между тем даже в художественной литературе часто упоминается, что среди профессиональных болезней ныряльщиков имеется воздушная эмболия. Польский писатель Марко Пашель, описывая тяжелый труд ныряльщиков южных моей, говорит, что «у них как профессиональная патология развивается ночное недержание мочи, рвутся барабанные перепонки, а позднее, в возрасте,

который бывает различным, но никогда не бывает большим, у них случается кровотечение изо рта, и это уже конец».

На острове Таумоту нередко бывают случаи паралича у ныряльщиков за перламутром, что является, по-видимому, следствием баротравмы легких с артериальной газовой эмболией наблюдались случаи смерти ныряльщиков с острова Такуме, происходившие при явлениях судорог.

Соревнования по нырянию на глубину в СССР запрещены с 1934 года, как опасные для здоровья спортсменов. В настоящее время в Советском Союзе ныряние на глубину ограничено для мужчин 15 *м*, для женщин 10 *м*, а на предельные глубины – справедливо запрещено, и рекорды не регистрируются.

Французское национальное морское общество в своем печатном труде «Свободное ныряние» также рекомендует подводным спортсменам нырять на глубину не более 8 — 11 *м* и находиться под водой не более 40 сек.

Для предупреждения несчастных случаев при нырянии необходимо всегда помнить следующие рекомендации:

Не нырять под воду при наличии противопоказаний к этому виду спорта.

Не нырять под воду, не ознакомившись предварительно с особенностями физиологии и патологии организма при свободном нырянии.

Перед нырянием необходимо хорошо ознакомиться с методом погружения:

— изучить рельеф дна, обозначить подводные предметы;

— определить наличие зоны температурного скачка и «голубой пелены».

4. При нырянии на глубину и в длину надо;

— ограничить гипервентиляцию легких перед, и после ныряния до 30 секунд;

— выныривать из воды нужно сразу же, как только возникает желание сделать вдох;

— ныряние проводить только при наличии страховки.

5. Разъяснять новичкам опасности, связанные с нырянием, и бороться с рекордоманией в этом виде спорта.

Таблица 1

ВОЗМОЖНЫЕ ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ ПРИ СВОБОДНОМ НЫРЯНИИ

№ п/п	Периоды ныряния	Внешние факторы	Возможные патофизиологические состояния
1	2	3	4
1	Перед нырянием	Гипервентиляция легких	1. Гипокапния в результате длительной гипервентиляции 2. Апноэ в результате резкой гипокапнии 3. Кислородное голодание головного мозга в результате длительного апноэ
2	Погружение на глубину	Повышение давления	1. Баротравма уха и придаточных полостей носа 2. Обжим лица маской 3. Боль в кариозных зубах, имеющих закрытую полость 4. Баротравма легких от разрежения воздуха 5. Обжим грудной клетки 6. Паралич сердца в результате чрезмерного растяжения правого желудочка кровью
		Охлаждающее действие воды	1. Головокружение, нистагм и дезориентация как следствие раздражения вестибулярного аппарата холодной водой 2. Холодовой шок при нырянии в холодную воду
3	Пребывание на глубине	Частичное вытравление воздуха из дыхательных путей	1. Баротравма легких от разрежения воздуха 2. Обжим грудной клетки
		Потеря ориентации в результате отражения лучей от светлого дна	1. Кислородное голодание головного мозга как результат длительного пребывания под водой 2. Утопление

1	2	3	4
4	Всплытие	Понижение давления	1. Баротравма уха и придаточных полостей носа 2. Боль в кариозных зубах, имеющих закрытую полость 3. Кислородное голодание головного мозга как следствие резкого снижения парциального давления кислорода в легких, за счет уменьшения общего давления при всплытии 4. Расстройства гемодинамики при резком снижении наружного давления во время всплытия
		Потеря ориентации в результате наличия «голубой пелены».	1. Кислородное голодание головного мозга как результат длительного пребывания под водой 2. Утопление
5	После всплытия на поверхность	Гиперпноэ * как следствие накопления углекислого газа в организме во время пребывания под водой	1. Апноэ как следствие затянувшегося гиперпноэ 2. Кислородное голодание головного мозга в результате длительного апноэ 3. Утопление, как следствие потери сознания от кислородного голодания

* Гиперпноэ — усиленное дыхание вследствие накопления в организме углекислого газа.

В МОРСКИХ КЛУБАХ ДОСААФ

ДАЛЬНИЕ ЗЕЛЕНЦЫ (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

Е. СПИРЬКОВА
спортсмен-подводник

Мурманский областной краеведческий музей славится оригинальными экспозициями, рассказывающими о богатствах сурового и прекрасного Севера, об истории его освоения. Захотелось работникам музея создать и несколько необычную экспозицию — о жизни моря арктического бассейна.

Для сбора материала для музея они пригласили трех аквалангистов московского городского морского клуба ДОСААФ — Кирилла Конобеевского, Павла Спирькова и Алексея Абакумова. Позднее к ним присоединился саратовец Слава Шкребтан.

Основной базой для работы был поселок Дальние Зеленцы, отсюда спортсмены - подводники совершали вылазки на побережье. Они уже имели опыт погружений на Черном, Белом и Японском морях. Но дикая прелесть Севера по-особому полонила душу.

К самому морю сбегают сумрачные кряжи, в расщелинах лежит летающий снег. Стелется по склонам полярная ива и береза — деревца длиною в двадцать сантиметров. А рядом неожиданно ярко и празднично цветут на камне радиолы, ромашки, купавки.

В Баренцевом море теплое Нордкапское течение сталкивается с холодным арктическим. Происходит интенсивная вертикальная циркуляция воды из верхних слоев в нижние, благодаря чему в глубину поступает кислород, а наверх выносятся питательные соли. Это способствует исключительному обилию жизни в море.

Это море почти никогда не бывает спокойным. Поэтому

аквалангистам сложно входить в воду и обеспечивать страховку. Часто с тундровых гряд сползают туманы, морось. Ночью, как правило, вода спокойнее, и незакатное полярное солнце в июне — июле позволяет проводить погружения даже в 8 — 9 часов вечера.

При погружении на 30—45 минут под воду в сухом гидрокостюме холод не докучает. Но стоит проколоть перчатку об иглы ежа — рука немеет, пальцы не способны даже нажимать на спуск затвора фотобокса.

Морская флора и фауна отличается здесь интенсивной окраской и крупными размерами представителей. Например, привычные морские звезды не всегда вмещаются в сетку улова, а морские ежи-порталезия по величине не уступают своим лесным «собратьям».

В приливно-отливной зоне встречается множество животных, отлично приспособившихся к двойственному режиму. Во время отлива осушается покров водорослей аскофиллума и фукусов, и стоит только откинуть руками их пряди, чтоб увидеть крупных балянусов, мидию, акмею, сердцевидку. На камнях лепятся слизистые комочки, но стоит их поместить в аквариум, как они распускаются — это актинии и голожаберники. Тут же можно найти губки, а под камнями спокойно пережидают отлив рыбы-маслюки.

Близко к урезу воды преобладает водоросль хорда, а с глубин примерно от трех до семи метров — ламинария, часто измолоченная неистовыми штормами. В местах быстрых течений растет водоросль литотамния, внешним видом и прочностью напоминающая кораллы.

...Обычное очередное погружение. Павел и Кирилл вышли на разведку мористой стороны бухты Оскара. Неторопливо спускаются по крутой подводной стенке. До глубины пяти метров сказывается волнение, видимость не более трех метров. Вода цветет, в приповерхностном слое планктон.

Глубже — тихо, спокойно, отчетливо различимы краски. Сотни ежей стронгилоцентротус — красных, зеленых, черных и седых — усеяли отвес; тут и там виднеются звезды-рубенсы, величиной с велосипедное колесо; алеют асцидии. Застыли вялые зеленоватые крабы хиасы. На двадцати метрах стенку сменяет уступ. Прозрачность тридцать метров. Здесь царство многолучевых звезд: мохнатых малиновых красастров и сиреневых солястров

Актинии

Отдельные их экземпляры напоминают упитанностью откормленных поросят.

На камне любуются друг другом кукумария фрондоза в черном фраке и актиния в ослепительно белом кружеве нежных щупалец. Свернувшись кольцом, отдыхает рыба. Это — зубатка, хищницу многие опасаются пуще акул.

Далеко вглубь открывается зеленоватая бездна. На этой второй стенке словно светится радуга — несчетное количество актиний переливаются всеми цветами мягких тонов. Шевелят иголками крупные голубые ежи — довольно редкая находка на подводных прогулках.

Внимание привлек краб серого тона, вроде хиаса, но уж очень велик. Павел ухватил краба за панцирь и ощутил шипы. Ого, это долгожданный литодес, вон как щелкает клешнями.

Аквалангисты всплывают. Страхующие принимают добычу, в лодке раздается возглас восхищения. Ежи едва вмещаются в ведро с водой, а литодес, подняв клешни, прячется под скамейку. Музейная коллекция пополняется превосходными экспонатами.

А над морем кипит жизнь. Воздух наполнен криками птиц с окрестных базаров. Стремительно носятся парами гаги; пикирует и долбит клювом моевку хищный поморник; оттянув красные лапки, вздымают бурунчики воды чистики, садясь на волну, и всюду качаются похожие на ожерелья из крошечных бусинок цепочки птенцов — они уже покинули гнезда на уступах скал и усердно учатся добывать рыбку-песчанку.

...Рабочий день заканчивается. В избе уютно потрескивает печь. Славе и Леше поручили добыть гребешка. 15 — 20 минут под водой, и они возвращаются с туго набитыми сетками. Ловкое движение ножа и белый лакомый кусок летит на сковородку, раковина — в ящик для сувениров. Оранжевая расцветка этих раковин напоминает неистовые закатные краски Беломорья.

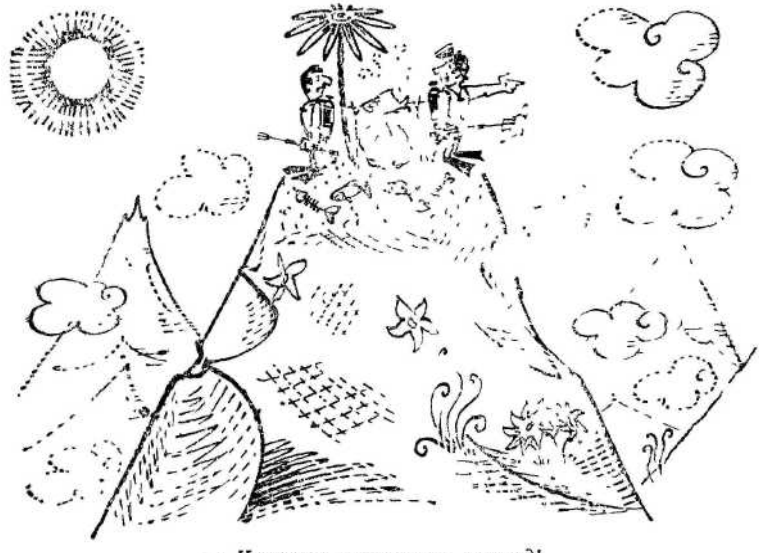
Свободные от приготовления пищи члены экспедиции формалинят звезд, кукумарий, шприцуют крабов.

...Трудно заснуть серебряной полярной ночью. Далеко за полночь тянется обсуждение увиденного под водой. Каждое погружение приносит что-то новое. Так однажды, когда Павел плыл в метре над грунтом, о его маску стукнулся гребешок. Павел присмотрелся к парящему

моллюску, тот, хлопая створками, словно передвигался по спирали, падая на дно. Очень интересны офиуры: их не сразу разглядишь на грунте — щупальца зарыты, снаружи только тусклый диск. Поразительно их передвижение в водной стихии: волнообразно извиваются все щупальца. Они стремительно отталкиваются от воды, напоминая индийских танцовщиц.

А актинии? Не очень-то они сжимаются, когда в них ткнешь пальцем, только палец довольно прочно прилипает к щупальцу и его приходится «отнимать». Они охотно поглощают подносимых им раздавленных мидий, строго направленными вокруг себя микротечениями подгоняют кусочки мидии к щупальцам, захватывают их и втягивают в ротовое отверстие.

Пространства, на которых развивается водоросль литотамния, обильно заселены. Но попробуй, обнаружь с первого взгляда жителя! Все они: и раки-отшельники, и крабы, и мидии, покрыты сиреневым налетом и по окраске совершенно сливаются с «зарослями» сиреневой водоросли. Даже крупную камбалу не разглядишь, пока



— Кажется, прозевали отлив?!

не вспугнешь: цвет ее спины здесь тоже интенсивно сиреневый.

В некоторых местах погружений постоянными зрителями подводных работ были любопытные бычки. Они затевали веселую игру в прятки с аквалангистами, охотно подставляли бока для почесывания, ложились в протянутую ладонь. Но особенно доверчива рыбка пинагор. В красных точках, она очень похожа на тех пластмассовых рыбок, которых продают для малышей. Жаль, но для нужд музея приходилось сажать в сетку и этот добродушный экспонат.

...Наконец, разговоры сменяются сном. Плывет полярная ночь, перламутровая дымка кутает Дальние Зеленцы. Бодрствует солнце, кидая на скалы красноватые отблески. Над избой «хохочут» чайки.

Бродят неподалеку стада оленей. Дремлют среди камней гренландские тюлени и нерпы. Отдыхаем и мы, а завтра новые погружения и сборы новых экспонатов для музея.

ТЕХНИКА И ПОДВОДНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

БЕЗРЕФРАКЦИОННАЯ МАСКА

В.ЛУБЯНОЙ,
подводный охотник

Спортсменам известно, что минимальная ошибка в определении направления на цель под водой будет тогда, когда стекло маски перпендикулярно направлению зрения. Но это положение трудно отыскать. Бесполезна и попытка исправить дело нанесением на стекло маски какого-либо маркерного (прицельного) значка. Например, окружности небольшого диаметра.

В пределах этой окружности угол можно было бы считать малоотличающимся от перпендикулярного. Но человеческий глаз не способен с расстояния 25—40 *мм* (в этих пределах относительно глаза расположено стекло маски) сфокусировать изображение маркерного значка. Если вы усилием глазных мышц сможете перефокусировать глаз, то и это будет бесполезно, т. к. в этом случае уменьшается глубина резкости и все предметы, расположенные далее, окажутся несфокусированными, т. е. будет потеряна информация о предмете прицеливания. Следовательно, маркерные значки на иллюминаторе маски не принесут пользы подводному охотнику.

Удалять иллюминатор на расстояние 200 — 300 *мм* (минимальное расстояние, с которого уже отчетливо видна маркерная окружность) можно, но плавать с такой маской неудобно и угол зрения будет очень мал.

На рис. 1 показана схема, из которой легко понять идею конструирования безрефракционной маски. (Рефракция —

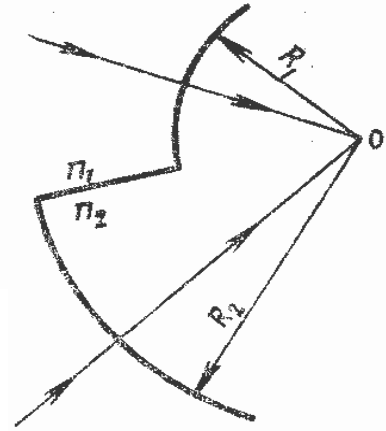


Рис. 1. Схема безрефракционной маски: n_1 – водная среда, n_2 – воздушная среда, 0 – точка наблюдения

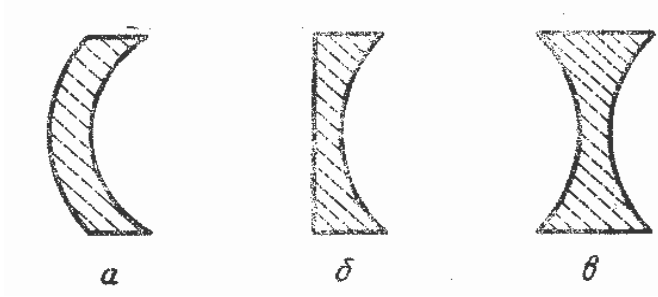


Рис.2. Конфигурация линз для маски

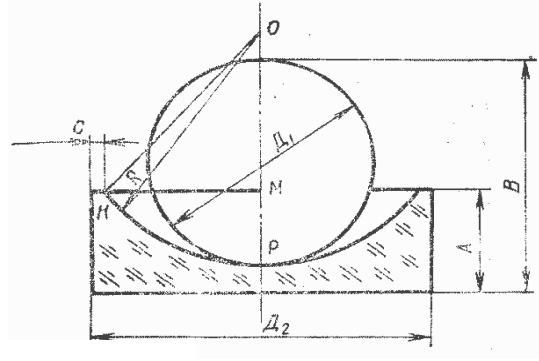


Рис. 3. Схема определения радиуса сферы

отклонение луча, связанное с разным коэффициентом преломления — n). Прямая линия из любой точки пространства ($n_1 = 1{,}33$ — вода), проходящая через центр окружности, перпендикулярна в точке пересечения окружности и не зависит от радиуса. Расположив в воздушной среде ($n_2 = 1{,}0$ — воздух) в центре шара глаз, мы будем видеть предметы по более точному направлению, чем тогда, когда граница раздела имеет плоскую, как у обычных современных масок, форму.

Имея рассеивающую линзу и зная радиус, образующий ее сферу, остается укрепить ее относительно зрачка так, чтобы выполнялось соотношение (для каждого глаза), изображенное на рис. 1. На практике задача значительно усложняется тем, что конечная толщина линзы будет вносить ошибку, правда, меньшую, чем плоский иллюминатор. Если имеются пары линз конфигурации, приведенной на рис. 2. (*а*, *б*, *в*), то наилучшей следует считать пару линз конфигурации под индексом *а*. Далее задача заключается в герметичном укреплении линзы на иллюминаторе маски. Для этого надо знать радиус внутренней сферы линзы и найти на стекле маски точку, где луч зрения перпендикулярен иллюминатору.

Определение радиуса сферы производится по теореме Пифагора с помощью микрометра и шарика от подшипника. Схема показана на рис. 3. Радиус сферы равен

$$R = \frac{(2 \cdot \text{МР})^2 + (\text{Д}_2)^2 + (2 \cdot \text{С})^2 - 4\,(\text{Д}_2) \cdot C}{8\,(\text{МР})},$$

где $\text{МР} = \text{А} + \text{ДF}_1 - \text{В}$.

Возможны и другие способы, но данный наиболее простой.

Определенное место установки линз на иллюминаторе производится с помощью трубки (рис. 4). Одев маску на лицо, следует установить трубку в таком месте, чтобы светлый диск сквозного отверстия был коаксиален изображению, отраженному от внутренних стенок. В этом случае осевая линия будет совпадать с направлением зрения, перпендикулярного стеклу маски. Остается в стекле маски выполнить два отверстия с центром в найденном месте и укрепить линзы с помощью герметизирующих втулок. Используя предлагаемую идею, автором были

сконструированы две маски. Одна – с бесцветным стеклом иллюминатора, другая - со слабооранжевым. Отдать предпочтение какой-либо из них трудно.

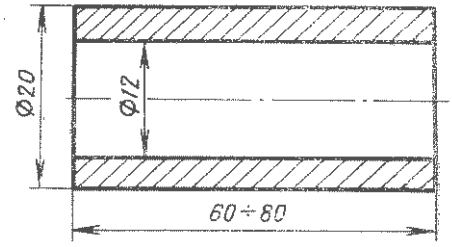


Рис.4. Трубка для установки линз

ПОДВОДНАЯ ПНЕВМОЛАБОРАТОРИЯ „СПРУТ“

А. КОРОЛЕВ, В. ШАБАЛИН, В. МУРАВЬЕВ, Н. АЙБУЛАТОВ

Поиски транспортабельной, удобной в эксплуатации, обитаемой подводной конструкции приводят исследователей океана в разных странах к использованию мягких оболочек.

Дом-лаборатория «Спрут-М» (модернизированный) был сконструирован группой спортсменов - подводников в 1968 году при поддержке Центральной студии научно-популярных фильмов.

Эта совершенная конструкция, созданная с учетом накопившегося опыта, была успешно испытана в октябре 1968 года в Черном море, на глубине 10,5 *м*. Параллельно с техническими испытаниями подводной лаборатории продолжалась океанографическая программа ВНИРО, начатая в 1967 году, производились съемки фильма «Голубая пружина», рассказывавшего о различном применении воздуха в науке и технике.

«Спрут-М» — подводная лаборатория каплевидной формы с диаметром в миделе 2,4 *м*, высотой 2 *м*, объемом около 8 $м^3$. Она имела две оболочки. Первая — газонепроницаемая из прочного прорезиненного капрона, вторая — сеть из двухрядной капроновой траловой дели,

сложенной вдвое. Два иллюминатора диаметром 350 *мм* из оргстекла толщиной 12 *мм* обеспечивали нормальную освещенность лаборатории в течение дня.

Основные отличия лаборатории «Спрут-М» от головного образца* — отсутствие деревянного пола и люка — входа из нержавеющей стали. Все эти элементы были выполнены также из прорезиненного капрона, что позволило транспортировать «Спрут-М» в небольшом туристском рюкзаке.

Дом снабжался воздухом с берега от компрессора, на случай аварии имелся запас сжатого воздуха на дне, в непосредственной близости от места установки лаборатории. Связь с берегом громкоговорящая, дублирована безбатарейным телефоном.

В целом «Спрут-М» зарекомендовал себя удобной и надежной подводной лабораторией для небольших океанографических экспедиций, изучающих прибрежную часть моря.

В декабре 1968 года к группе обратился Институт океанологии Академии наук СССР (ИОАН) с просьбой сконструировать и построить пневматическое подводное убежище для работы в комплексе «Черномор-69», а также для проведения самостоятельных океанографических подводных исследований.

Пневматическое подводное убежище «Спрут - У» в упаковке. Вес 90 *кг*

Такой проект был готов в марте 1969 года, а в апреле Загорским филиалом Научно - исследовательского института резиновой промышленности (НИИРП) была изготовлена оболочка убежища. Основная сборка и доводка производились силами группы.

В конце мая 1969 года пневматическое подводное убежище «Спрут-У» было

* Описание помещено в сборнике «Спортсмен-подводник» № 21.

полностью готово и в июле уже поставлено в районе Голубой бухты Черного моря на глубине 12 *м*.

Рассмотрев целесообразность различных способов конструирования подводных убежищ, авторы пришли к выводу, что в малых подводных жилищах следует стремиться к естественной, каплевидной форме и выбрали пневмоопертую конструкцию.

Способ передачи нагрузки с оболочки убежища на балласт является ключевым в проектировании. Поэтому из нескольких вариантов креплений авторы выбрали крепление оболочки катенарным поясом, обладающим рядом достоинств: равномерной передачей усилий с оболочками на стропы, меньшей сложностью изготовления, простотой установки и т. п.

Окончательно форма подводного убежища представляет подобие надувной палатки каплеобразной формы. Его оболочка состоит из двух тканевых слоев (внешнего — несущего и внутреннего — утепляющего), связанных между собой во многих точках. Полость между слоями герметична. При заполнении убежища дыхательной смесью оболочка стабилизируется благодаря избыточному внутреннему давлению. Для утепления подкачивается полость между слоями. В случае прокола внешнего слоя внутренний принимает на себя, его функции. Убежище имеет два диаметрально расположенных иллюминатора. К внешнему слою пришит параболический пояс, служащий для передачи подъемной силы на балласт. Пол представляет собой надувной мат, в центре которого люк со стенками из жесткой прорезиненной капроновой ткани, закрывающийся изнутри надувной пробкой. По стенке люка, на полу и далее по стенке убежища, в приклее-

Пневматическая подводная лаборатория «Спрут - М». Испытания перед погружением

ном тканевом рукаве проходят три шланга, предназначенные для снабжения газовой смесью и отвода отработанной дыхательной смеси. Диаметр полусферы в миделе 2,4 *м*, высота 1,8 *м*, объем 6 $м^3$.

В стенке люка имеются отводные патрубки для отвода избытка дыхательной смеси и поддержания зеркала воды в люке на заданном уровне.

Внутри убежища располагаются две надувные койки, закрепленные на полу с помощью капроновых петель. Между койками, враспор, установлена кассета для аквалангов, также закрепленная на петлях. Около каждой койки — тканевые карманы для инструмента. Имеется светильник, подвешенный за одну из петель на стенке. Для телефона предусмотрен карман.

Крепление убежища к анкерам производится с помощью тросовых стропов, которые проходят вверх по оболочке в тканевом рукаве, пересекаясь на куполе. В месте скрещивания стропов устанавливается сжим. К стропам посредством коушей прикреплен трос, заделанный в край параболического пояса. Стропы оканчиваются коушами. Для присоединения к анкерам используется гак с фиксатором или такелажная скоба.

Жизнеобеспечение убежища состоит из двух связанных систем — подачи и дозации дыхательной смеси и системы поглощения углекислого газа, влаги, запахов и т. п. Сжатый воздух по шлангам подается с берега, плавбазы или через редуктор из баллонов высокого давления, установленных непосредственно около убежища. Дозация воздуха (по кислороду 1,5—2 *л*/*мин*, на человека) осуществляется специально калиброванными соплами. Контроль ведется по манометру, установленному в убежище. Имеется возможность в небольших пределах уменьшать или увеличивать подачу смеси. Регенерация, поглощение влаги и запахов достигается прокачкой дыхательной смеси через специально изготовленные поглотительные патроны, содержащие химический поглотитель известковый (ХПИ), силикагель и активизированный уголь. Прокачка производится за счет инжекции — используется энергия подаваемого в убежище сжатого воздуха.

Таким образом, убежище, имеющее на дне запас сжатого воздуха, полностью автономно в течение месяца.

По инициативе профессора А. С. Монина из подводного убежища «Спрут-У» было решено провести самостоятельную научную программу на глубине 12 *м* в районе Голубой бухты. Цель — техническое испытание нового обитаемого сооружения, отработка постановки на грунт и выяснение возможностей убежища как средства для выполнения океанологических исследований.

Район, выбранный для постановки «Спрут-У», открыт волнениям южного и юго-западного направлений. Дно ровное, песчаное. Место постановки от берега — около 400 *м*.

После проведения технических испытаний на суше и на глубине 12 *м* выяснилось, что «Спрут-У» соответствует техническому заданию, утечка газов из воздухоносных полостей не превышает 5% суточного объема, прочность шва параболического пояса соответствует расчетной.

Приступили к выполнению программ эксперимента. Начались геологические, гидрофизические, гидрохимические и медико-физиологические исследования. Кроме этого, по инициативе группы осуществлялась техническая программа — моделирование различных обитаемых подводных пневмоконструкций, проектируемых группой, и раскрывающихся балластных анкеров для удержания пневмоконструкций под водой.

Пневматическое подводное убежище на глубине 25 метров

Как использовался «Спрут»?

Люди работали на глубине 12 *м*, согласно известным водолазным таблицам, не более 6 часов. В течение 15 дней сменилось 10 экипажей, состоящих из двух человек. Это были гидрофизики, геологи, гидрохимики, инженеры и врачи физиологии.

Гидрофизики с помощью фотосъемки, инъектируемых в поток частиц, исследовали микроструктуру постоянных

и волновых течений, турбулентных образований в придонном слое. Гидродинамический полигон для съемок был выбран в нескольких метрах от убежища. По вертикали захватывался слой воды 250 *см*. Измерения в придонном слое сопровождались замерами температуры воды на поверхность и у дна, параметров ветра, параметров волн и прозрачности. Возвращались в «Спрут» для перезарядки аппаратуры, устранения неисправностей, согласования совместных действий на полигоне, а также для отдыха личного состава.

Гидрохимики использовали «Спрут» как подводную химическую лабораторию для отбора, сортировки и обработки проб воды, взятых с гидрохимического полигона.

Геологи, дополнявшие исследования аквалангистов подводной лаборатории «Черномор», изучали механическую дифференциацию осадков на строго фиксированных площадках, динамику рельефа дна и перенос осадков под воздействием волн и течений.

На основании этих исследований были сделаны выводы о значительной литодинамической активности зоны глубин 10—12 *м*.

Медико-физиологические исследования из подводного убежища были направлены на изучение гигиенических условий убежища, его микроклимата и газовой среды. Анализ газовой смеси на содержание CO и вредных примесей производился экспресс - анализаторами непосредственно в убежище. Общий бактериологический фон в «Спруте-У» оказался в пределах нормы.

Благодаря подводному убежищу «Спрут-У» был собран интересный материал по придонному слою Черного моря, отработана методика применения подводного пневмоубежища, открылась новая перспективность пневмоконструкций в океанологии и подводных работах.

Имея опыт использования жестких и мягких конструкций подводных лабораторий, можно сравнить степень трудоемкости их эксплуатации. Например, в экспедиционных условиях пневмоконструции более целесообразны и удобны во всех отношениях. В сложенном виде убежище легко транспортируется, под водой перемещается на буксировщике. Постановка выполняется, одним - двумя аквалангистами в весьма короткий срок: монтаж и установ-

ку «Спрута-У» на предварительно подготовленный балласт выполнили два аквалангиста за 15 минут!

Оперативность и нетрудоемкость постановки пневмолабораторий на грунт позволяет использовать их в специфичных природных условиях. Они незаменимы при подводных исследованиях в заливах, отчлененных от моря подводными аккумулятивными формами, в аттолах, в кратерах вулканов. Перспективно также использование «Спрута» при подводных исследованиях подземных источников в карстовых пещерах, в морских гротах и т. д.

Разнообразны задачи, которые необходимо решить для освоения голубого континента, и большая роль в этом деле предназначена обитаемым пневматическим конструкциям.

ПОДВОДНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Л. МАКСИМОВ,
кандидат технических наук

В последние годы при обследовании подводных частей морских и речных гидротехнических сооружений все чаще используются аквалангисты.

Подводный пловец, имеющий акваланг и одетый в плавательный костюм, обладает большей мобильностью, чем водолаз в гидрокомбинезоне с кислородным аппаратом или вентилируемым снаряжением. Это обстоятельство немаловажно при решении вопроса, в каком снаряжении следует производить осмотр гидротехнических сооружений. Успешное выполнение задачи в значительной мере определяется и другим обстоятельством: кто непосредственно производит подводный осмотр. Опыт показывает, и это естественно, что инженер-гидротехник, достаточно уверенно владеющий техникой подводных погружений, более внимательно и квалифицированно осматривает сооружение, чем водолаз, не имеющий специальной гидротехнической подготовки. При натурных обследованиях на реках возникла необходимость

устанавливать под водой различные приборы специального назначения. Эта работа также поручается аквалангистам.

В настоящей статье дается обзор некоторых методических положений и приемов, применяемых при обследовании подводных частей гидротехнических сооружений.

В обследование сооружений входит комплекс таких работ, как освидетельствование, перерасчет (если таковой требуется) и испытание сооружения.

В результате освидетельствования:

— проверяются размеры конструкции и ее элементов, а также устанавливается их соответствие проектным размерам;

— производится оценка технического состояния конструкции и соединений, выявляются их дефекты, в том числе оценивается состояние материала конструкции;

— в случае необходимости испытаний материала конструкции выбираются участки для отбора проб или проведения испытаний материала на месте (без выреза образцов).

При пересчете конструкций вносятся коррективы на их фактическое состояние.

При испытании сооружения производится наблюдение за поведением обследуемого сооружения под действием приложенных статистических и динамических нагрузок и других внешних факторов.

Прежде чем начать освидетельствование сооружения, необходимо ознакомиться с технической документацией объекта и составить программу работ. Следует собрать все имеющиеся документы, в том числе акты на скрытые работы и акты на определение качества строительных материалов, например, бетона. Недостающие документы должны быть восстановлены в определенные сроки. Если восстановить чертежи невозможно, производят обмер конструкций в натуре. После ознакомления с технической документацией и ее критической переработки составляется программа обследования.

Из морских гидротехнических сооружений наиболее частыми объектами освидетельствования являются причальные, набережные и пирсы, внешние оградительные молы, волноломы и берегоукрепительные буны, волноотбойные стенки. Из речных — бетонные водосборные и

глухие плотины, земляные и каменно-набросные плотины и дамбы. Подводные части этих и других гидротехнических сооружений характеризуются простыми геометрическими формами. Их поверхности выполнены из бетона, стали, каменной кладки, песка, каменной наброски и т. д. Реже встречаются конструкции, сделанные из дерева.

При освидетельствовании гидротехнических сооружений применяется следующее оборудование и оснащение:

1. Измерительный инструмент:

— рулетка стальная 20-метровая;

— промерный лот с линем;

— футшток — дюралюминиевая труба длиной до 8 *м*, состоящая из четырех звеньев и имеющая деления через 1 *см* (водолаз получает футшток в собранном виде);

— полутораметровая дубовая линейка с движком, который можно фиксировать винтом. (Это приспособление, напоминающее по форме большой штангенциркуль, позволяет измерять длину с точностью 0,5 *см*);

— полутораметровая дубовая рейка, раскрашенная чередующимися черными и белыми полосами по 5 *см* (применяется для относительно грубых измерений);

— трос, размеченный бирками через 1 *м*;

— угломер-кренометр, имеющий фиксацию маятника;

— научный глубиномер.

2. Оснащение для зачистки поверхностей:

— скребки (обычно выполняются с деревянной ручкой);

— металлические щетки;

— напильники.

3. Оборудование для хранения и передачи информации:

— алюминиевые пластинки с шероховатой поверхностью для записей простым карандашом;

— легководолазная телефонная станция ЛВТС-63 для передачи сообщений на поверхность в процессе подводных работ;

— фото-, кино- и телевизионное оборудование.

При проведении работ в мутной воде, а также в закрытых и затененных частях сооружения необходимо

осветительное оборудование. Источники света с местным батарейным или аккумуляторным питанием зачастую не обеспечивают необходимой освещенности. Надежным и достаточно сильным источником света в таких случаях будет подводный фонарь ПФ-1 мощностью 1 *квт*, питающийся от внешнего источника энергии напряжением 110 *в*. Фонарь обладает положительной плавучестью.

До начала подводных работ важно разработать план осмотра поверхностей и объектов обследования с тем, чтобы не пропустить какого-то участка. Это обстоятельство особенно существенно, если площади поверхностей, подлежащих осмотру, велики. Пространственная привязка выявленных дефектных мест должна быть достаточно простой, надежной и точной, чтобы в дальнейшем можно было быстро найти эти места для ремонта, повторного обследования и т. д. Поэтому необходимо надлежащим образом расчленить как подводную, так и надводную часть сооружения.

Своим ходом...

На протяженных сооружениях (причалах, молах, земляных плотинах, дамбах и пр.) целесообразно использовать геодезическую сеть, обычно имеющуюся на таких сооружениях. Если сети нет или ее невозможно использовать, промер длины сооружения следует произвести стальной рулеткой с обозначением точек через 100 или 10 *м*. Маркировка обычно наносится краской на поверхности сооружения. На причальных сооружениях не рекомендуется делать привязку местоположения обследуемых объектов к швартовым устройствам (причальным тумбам, рымам), так как их иногда переносят на другие места.

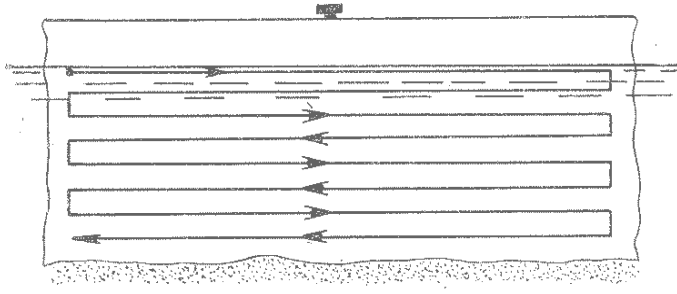


Рис.1. Рекомендуемый путь движения подводного пловца при осмотре вертикальной или наклонной грани сооружения

Существуют разнообразные удобные способы разбивки поверхности подводной части сооружения.

Членение вертикальных и наклонных поверхностей по длине лучше производить по естественным границам, например, по швам между массивами-гигантами в причальных и внешних оградительных сооружениях. При отсутствии четких вертикальных границ, разделяющих удобные для осмотра участки, как например, в шпунтовых стенках, можно обозначать границы осматриваемого участка спусковыми концами.

Аквалангисту при осмотре вертикальных и наклонных поверхностей рекомендуется двигаться в горизонтальном направлении, постепенно увеличивая глубину погружения. Высота ступеней определяется прозрачностью воды и размерами ожидаемых повреждений (рис. 1).

Естественными горизонтальными границами зоны осмотра могут быть, например, курсы (ряды) массивов на причальных и внешних оградительных сооружениях, выполненных из массивов кладки. Если нет четких горизонтальных границ, для ориентировки можно использовать несколько достаточно часто расположенных спусковых концов, размеченных бирками. Концы опускаются с таким расчетом, чтобы бирки одного индекса находились на одном уровне (рис. 2).

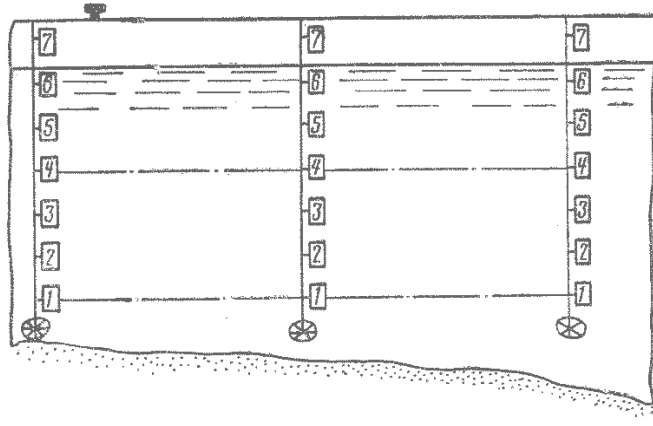


Рис.2. Горизонтальное и вертикальное членение поверхности сооружения с помощью нескольких спусковых концов, размеченных бирками

Произведя осмотр сооружения, пловец двигается в горизонтальном направлении, контролируя глубину погружения по биркам. Если имеется наручный глубиномер, то спусковые концы с бирками можно располагать реже, имея в виду, что контроль глубины при горизонтальном движении частично осуществляется по глубиномеру.

Для членения осматриваемой площади наряду с описанными способами, применима и веревочная сеть с крупными ячейками (1×1 *м* или 2×2 *м*).

Однако для безопасности погружений сеть можно использовать лишь в том случае, если ее, возможно, повесить в непосредственной близости (не далее 10—15 *см*) от по-

поверхности сооружения. Это не всегда осуществимо, так как грани сооружения могут иметь наклон, ступенчатую форму и т. д.

Подводные работы при освидетельствовании гидротехнического сооружения включают в себя осмотр поверхностей и отдельных конструктивных элементов, выявление дефектов конструкций, линейных и угловых измерений, осмотр дна вблизи сооружения.

Нередко при осмотре сооружения создают существенные трудности: малая прозрачность воды на реках и сильное обрастание поверхностей сооружения различными растительными, и животными организмами на море.

При малой прозрачности воды используют просверливающие приставки, наполненные чистой водой, светильники, а иногда, отказавшись от осмотра, обследуют конструкцию просто на ощупь. На морских сооружениях значительная часть времени расходуется на расчистку конструкций. И это следует учитывать, планируя сроки работы.

В конструкциях из железобетона наиболее часто встречаются такие дефекты, как отколы углов массивов, обнажение арматуры, трещины, каверны, разошедшиеся швы между отдельными массивами или блока-

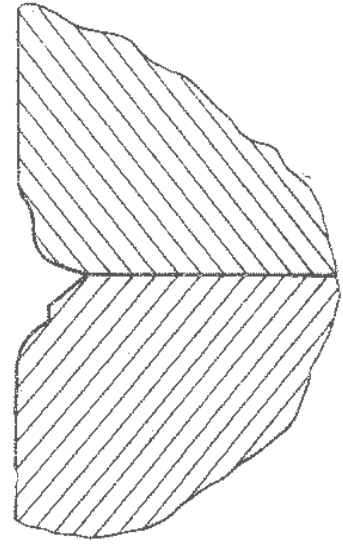


Рис. 3. Откол граней или углов бетонных массивов в массивной кладке

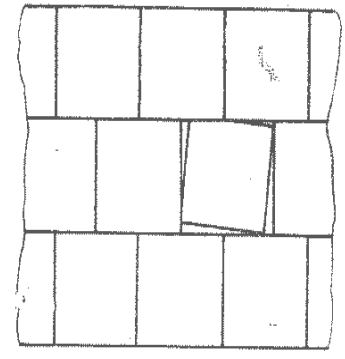


Рис.4. Неправильное положение бетонного массива в массивной кладке

ми бетонирования (рис. 3). В причальных и внешних оградительных сооружениях, выполненных из массивной клади, отмечались случаи неправильного положения бетонных массивов. Обследуя изгибаемые железобетонные элементы, необходимо обратить особое внимание на растянутые зоны, где возможно появление трещин (рис. 4).

При осмотре каменных конструкций следует попытаться оценить состояние, как основного материала, так и связующего. В таких конструкциях возможно появление трещин, а также выпадение отдельных камней.

Для остальных конструкций характерны такие дефекты, как трещины, сильные деформации, вмятины, дефекты сварных швов (непровар, подрезы, наплывы и др.) и заклепок (дрожание или перемещение головки, неплотное прижатие головки и др.). Поэтому растянутые зоны конструктивных элементов должны быть тщательно осмотрены.

Само собой разумеется, что при освидетельствовании любых сооружений, выполненных в металле, железобетоне, камне и пр., главное внимание уделяется оценке состояния несущих конструкций. Для этого необходимо иметь ясное представление о расчетной схеме сооружения.

Одним из ответственных, а зачастую и уязвимых мест сооружения является зона контакта сооружения с грунтом основания. Эту границу нужно тщательно обследовать, выявить возможные подмывы основания, выпор или высыпание грунта из пазух подпорных стенок, занос грунтом подошвы сооружения и другие аналогичные по характеру нарушения.

У некоторых организаций уже накоплен опыт обследования мостовых опор в зимнее время со льда. Более сложные условия подледных погружений компенсируются в данном случае следующими существенными преимуществами: вода более прозрачна, чем летом, закрыто судоходство, нет необходимости в обеспечивающих плавсредствах. Кроме того, в зимнее время уровень воды в реке бывает обычно ниже, чем летом.

Как правило, освидетельствование крупных гидротехнических сооружений сопровождается подводной фотосъемкой. На фотоснимках необходимо отразить характерные дефекты, состояние наиболее ответственных конструкций и присоединений, обрастание сооружения и т. п. Для последующего уточнения масштаба изображения на снимаемом объекте размещают рейку, раскрашенную чере-

дующимися белыми и черными полосками.

При освидетельствовании сооружения приходится выполнять простейшие механические измерения под водой. В этом случае кроме проверки размеров отдельных конструктивных элементов, необходимо определять размеры повреждений, измерять величину деформаций элементов и т. д.

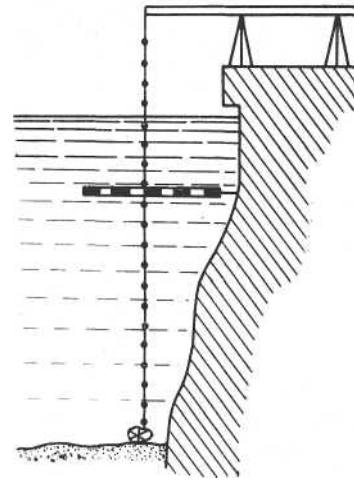


Рис.5. Схема измерений при определении вертикального профиля сооружения

Определение линейных размеров с помощью линеек, футштока и размеченного троса в условиях прозрачной воды просто и не требует пояснений. Измерения линейных размеров в непрозрачной воде выполняют линейкой с движком. Движок фиксируется под водой при наложении линейки на измеряемый элемент, а считывание показаний производит обеспечивающий персонал на поверхности.

Определение вертикального профиля сооружения можно выполнить с помощью лотлиня, размеченного бирками, и линейками по схеме, показанной на рис. 5. Для натяжения линя используют груз весом 15—20 *кг*. Линь выносят за лицевую грань сооружения настолько, чтобы между ним и поверхностью сооружения расстояние было всюду не менее 20—30 *см*. Линейку при измерениях прикладывают острием к поверхности сооружения. Это уменьшает влияние толщины слоя обрастания на точность измерений. Работы под водой удобно вести одновременно двум водолазам: один прикладывает линейку к сооружению и тросу в нужных точках, а второй по телефону передает на поверхность номера бирок и отсчеты по линейке. Измерения производят дважды: при спуске и подъеме водолазов.

На рис. 6 показана упругая линия шпунтовой стенки, ко-

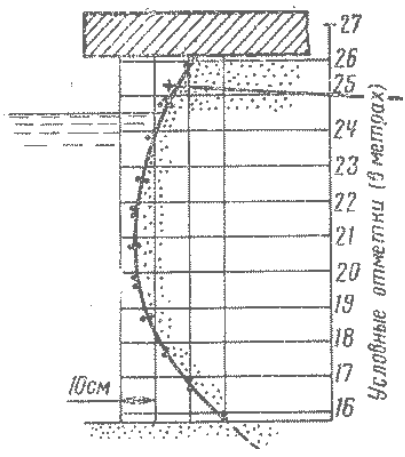


Рис. 6. Упругая линия шпунта

торая определена вложенным методом, обеспечивающим точность определения вертикального профиля с ошибкой не более 1 — 2 *см*. Более точные измерения упругой линии металлического шпунта могут быть сделаны с помощью специального прибора, который дает точность измерения тангенса угла наклона 1:1000.

Измерение стрелы прогиба изогнутых элементов, например, балок, производится аналогично с помощью натянутой струны или троса и линейки.

Определить горизонтальный профиль поверхности вооружения, если глубина воды не более 7 — 8 *м*, можно нивелированием по футштоку. В этом случае водолаз устанавливает футшток в заранее намеченных точках поверхности сооружения. Нивелирование производится по верхнему концу футштока, выступающему из воды.

Для измерения углов наклона плоскостей используется угломеркренометр. При измерении угла наклона откоса, выполненного из песка, каменной наброски и пр., по падению откоса укладывают рейку, а к ней прикладывают угломер. Выполняя измерения в непрозрачной воде, фиксируют маятниковую систему, и отсчет угла производится по поверхности.

Некоторые измерения под водой удобнее выполнять, надев гидрокомбинезон с необходимым количеством грузов для большей устойчивости. Это обстоятельство следует не забывать, комплектуя снаряжение водолаза.

Освидетельствование гидротехнического сооружения, как правило, включает осмотр дна прилегающей акватории на расстояние от нескольких метров до нескольких десятков. Особенно важно осмотреть дно у причалов, под мостами и в других местах движения судов. Это позволяет установить степень общей захламленности, наличие круп-

ных затопленных предметов, подмывов, промоин и пр. Осмотр ведут линейным и круговым поиском, обнаруженные крупные предметы отмечают нумерованными буйками, что в дальнейшем облегчит их поиск и извлечение на поверхность.

Измерения глубин в районе сооружения при исследовании, хотя и вспомогательная работа, но практически всегда необходимая. Выполняются они промерным лотом с сооружения или с плавсредств. Результаты представляют в виде профиля дна или соответствующей карты изоляций, причем предпочтительнее давать не глубины, а абсолютные отметки дна. Поскольку уровень воды во всех водоемах меняется, получение абсолютных отметок дна практикуется по двум схемам:

— измерение глубин с учетом поправки на горизонт воды в момент измерений;

— измерение расстояния до дна от некоторого определенного уровня конструкций, например, от линии кордона на причальном сооружении.

Освидетельствуя поверхность сооружения, расположенную в зоне переменного уровня, а также в надводной зоне, очень важно выбрать удобное для этого время. Например, когда наиболее низкий уровень воды, когда благоприятное освещение, удобное как для осмотра, так и для фотосъемки, когда мало судов стоит у причалов и т. д.

В морях, где существенны приливы и отливы, наинизший уровень отлива наблюдается каждый месяц лишь в течение нескольких дней, причем часы отлива могут быть и в ночное время. Поэтому рекомендуется в самом начале работ проанализировать обстановку и заранее наметить дни и часы осмотра надводных поверхностей. Наиболее удобно производить осмотр с двухвесельной лодки или шлюпки. Оптимальный состав бригады — пять человек, из них четверо находятся в лодке: руководитель, гребец, фотограф и ответственный за выполнение измерений. Пятый работает на сооружении: обеспечивает привязку обнаруженных особенностей по длине сооружения и помогает производить измерения.

Все материалы, полученные в результате обследования, оформляются в виде отчета или технического заключения. В них отмечается следующее:

1. Выполненное задание, состав участников, сроки проведенных работ, основные организационные моменты.

2. Краткое описание конструкций сооружения. Здесь же приводятся сведения из проектной и исполнительной документации.

3. Техника подводных работ: вопросы их организации и техники безопасности, оказавшиеся специфичными для данного конкретного сооружения.

4. Результаты съемок и контрольных измерений: план и профиль сооружения, основные размеры его элементов и т, д.

5. Результаты осмотра с указанием состояния отдельных частей сооружения и обнаруженных дефектов. Здесь же приводятся подводные и надводные фотоснимки, графики фасадов с условными обозначениями выявленных дефектов и другие иллюстративные материалы. На графиках, отражающих состояние бетонных поверхностей, поврежденные зоны отмечают различной штриховкой в зависимости от глубины повреждения. Учитывая, что защитный слой бетона обычно имеет толщину порядка нескольких сантиметров, удобно применять следующие ступени, характеризующие глубину повреждения: до 5 *см*, от 5 до 10 *см*, от 10 до 20 *см* и более 20 *см*. Условными знаками обозначаются обнаженная арматура, раскрытые швы, трещины и другие дефекты.

6. Выводы о состоянии сооружения, рекомендации по устранению дефектов, уточнение условий эксплуатации и другое.

Возможны ситуации, когда предварительную информацию о состоянии сооружения необходимо немедленно передать заказчику. В таких случаях, по согласованию с заказчиком, сразу на месте подводных работ выдается предварительный технический акт обследования, а отчет составляется позднее, после детальной обработки результатов наблюдений.

При подводном обследовании гидротехнических сооружений, кроме общепринятых правил обеспечения безо-

пасности подводных сооружений, следует выполнять указания, содержащиеся в справочнике «Единые правила охраны труда на водолазных работах», «Подводно-технические водолазные работы» (п.п. 135—152), «Водолазные работы на течении» (п.п. 187—195), «Водолазные работы зимой и подо льдом» (п.п. 202—205).

Никогда не следует забывать, что особую сложность и даже опасность представляют спуски с напорной стороны водонапорных гидротехнических сооружений. При всех спусках вблизи гидротехнических сооружений необходимо соблюдать большую осторожность, так как дно может быть захламлено, и водолаз рискует запутаться и повредить снаряжение.

По страницам зарубежных журналов

ДЛИННЫЕ ЛАСТЫ И ДЛИННЫЕ ШТАНЫ

(*Размышления о «второй коже» пловца*)

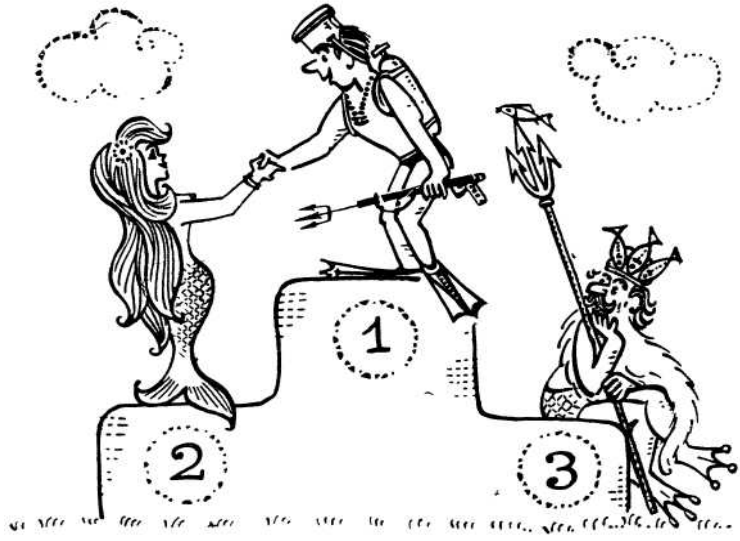
РЕНАЛЬД ДЕМЕЛОВ
Берлин

На соревнованиях подводников в Клагенфурте, в Локарно, в Геленензее — везде можно было видеть сильнейших спортсменов, выходящих на старт подводных дистанций или скоростного плавания в ластах и необычных штанах из неопрена. В то время многим казалось, что нет никакой необходимости в использовании одежды, поскольку вода не столь уж холодна, но спортсмены знали, что в неопреновых штанах они (например, на спринтерской дистанции в 40 *м*) имеют преимущество в одну секунду. Можно ли объяснить эти преимущества исключительно гладкой поверхностью неопреновых штанов?

С. Зикора в статье «Тайна быстрых дельфинов», опубликованной в газете «Известия» от 26.3.67 г., ответил на вопрос, почему дельфины, играючи, обгоняют самые скороходные торпедные катера. Чтобы развить скорость 10 *м*/*сек*, т. е. 36 *км*/*час*, а иногда и 60 *км*/*час*, что соответствует 16,6 *м*/*сек*, мускульная энергия дельфинов должна в десять раз превышать мускульную энергию наземных млекопитающих животных. Однако, это не так. После многолетних исследований Максу Крамеру удалось в 1960 году приподнять завесу, окутывающую эту тайну: высокая скорость дельфинов объясняется их идеальной формой тела, сильной хвостовой мускулатурой и свойствами кожи. Кожа дельфинов толста и эластична, посколь-

ку под внешним покровом, который точно, без каких-либо искажений, передает дифференциацию давления водяных слоев и волн, находится поглощающий слой. Поглощающий слой в свою очередь является эластичным и подвергается деформациям, а кроме этого, снабжен артериями (каналами), в которых циркулирует жидкость в соответствии с деформациями внешнего покрова. Таким образом, кожа поглощает турбулентные потоки воды. Вода легко и без завихрений обтекает тело дельфина. Дальнейшее поглощение завихрений достигается в результате изменений складок кожи. В обычных условиях такие неравномерности (т. е. образование выпуклостей) должны бы замедлять скорость движущегося в воде тела. Исключением из этого правила является «бегущая волна», т. е. идеальный вариант, наблюдаемый у дельфинов, когда мускулы дельфина в определенной степени оптимально управляют его кожей. В этом случае складки кожи, которые по логике должны бы тормозить движение, дают диаметрально противоположный эффект.

Подводные суда, обтянутые искусственной «кожей



Победители в подводном плавании.

дельфина», давали сокращение сопротивления до 50% по сравнению с моделями, не оснащенными искусственной обтяжкой. При этом эффект сокращения складок кожи осуществить не удалось.

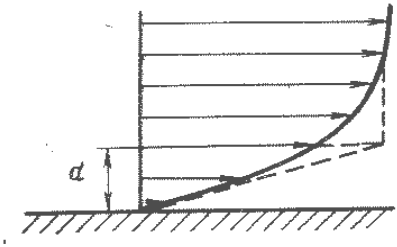


Рис. 1.Образование пограничного слоя скорости движения воды у поверхности тела

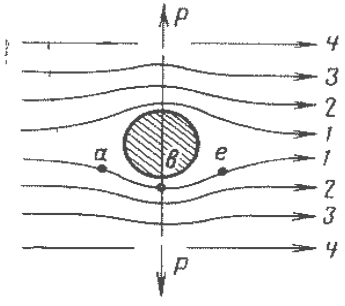


Рис. 2. Ламинарный поток

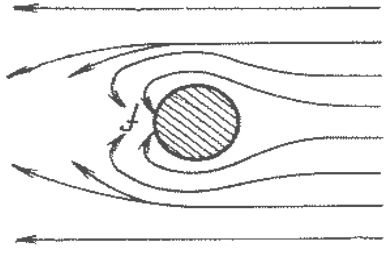


Рис. 3. Турбулентный поток

Естественно, пловцы в ластах не в состоянии развить такую скорость, как дельфины, тем не менее, при плавании спортсменов обтекание водяных потоков не является ламинарным. Каждый слой воды, обтекающий тело спортсмена, имеет свою собственную скорость, зависящую от различных сил трения. Эта скорость определяется длиной вектора. Если тело движется очень медленно, в спокойной среде, то вода обтекает его относительно ламинарно. Если тело движется с большой скоростью, то за ним возникают спиральные завихрения, которые, являясь дополнительным движением воды, вызывают увеличение сопротивления потока. Как это объяснить?

Рассмотрим рис, 2 и проследим путь части водяного потока, который должен передвигаться по предполагаемой линии потока 1. У верхней поверхности обтекаемого тела сначала присоединяется оболочка недвижимой жидкости. Отсюда начинается пограничный слой, в котором скорость потока

от величины 0 увеличивается до конечной величины в свободном течении. На рис. 1 толщина пограничного слоя изображена буквой *d*. Скорость потока, следовательно, сталкиваясь с твердой поверхностью, уменьшается. Наблюдаемая нами часть водяного потока подвергается как ускоряющему действию свободного течения, так и тормозящему влиянию внешней поверхности. В рассматриваемой нами части водяного потока скорость от *а* до *в* увеличивается, а статическое давление уменьшается — часть водяного потока втягивается в район падения давления *p*. От *в* скорость уменьшается, а статическое давление вновь увеличивается. Теперь часть наблюдаемого нами водяного потока сталкивается с повышенным давлением, эта часть водяного потока достигла бы *е*, если бы его кинетическая энергия, достигшая *в*, сохранилась бы полностью. Вследствие торможения в пограничном слое энергия части водяного потока теряется, и он не может достигнуть *е*. На рис. 3 изображается, как часть водяного потока преждевременно затухает. При *F* образуется слой спокойной жидкости. Идущие сверху более скоростные слои вызывают скручивание неподвижного пограничного слоя вокруг внешней поверхности тела. Таким образом, возникают вращающие движения, так называемые завихрения. Завихрения циркулируют вместе с потоками, постоянно вызывая новые завихрения и их чередования. В результате взаимодействия с внутренним трением процесс возникновения завихрений есть одно из проявлений противодействующих сил.

Так от каких же величин зависит сопротивление скорости движения? Для изыскания первого исходного пункта этой величины мы можем исходить из следующих соображений. Тело имеет поперечный разрез, скорость *V* и плотность жидкости *g*. При движении тело вытесняет в течение определенного отрезка времени Δt определенную массу Δm, т. е. тело придает этой массе импульс. Но временное изменение импульса равнозначно действующей силе:

$$F = \frac{\Delta (mv)}{\Delta t} = Aqv^2.$$

Поскольку жидкость, вытесняемая у передней стороны тела, совершает более или менее длинный путь по направлению к задней части, то она возвращает телу часть

импульса. Кроме этого, предполагают, что можно также доказать эксперимкнтальным путем, что сопротивление потока пропорционально величине Agv^2. Если на место gv^2 поставить напорное давление, то можно сказать, что сопротивление потока пропорционально поперечному сечению тела и напорному давлению жидкости. Фактор пропорциональности обозначается величиной сопротивления *c*. Величина *c* зависит от формы тела и от характера потока. Таким образом, мы получаем сопротивление потока $F\omega$ в уравнении:

$$Fw = cA \frac{q}{z} v^2,$$

где *A* обозначает лобовую поверхность обтекаемого тела.

В силу чрезвычайной сложности процесса образования завихрений величину *c* невозможно рассчитать. Поскольку сложно привести общую величину лобовой поверхности пловца и постоянно имеющую силу величины сопротивления, то точным расчетам должны предшествовать тщательные проверки течений (потоков).

Приведенные в таблице цифры показывают, как фактор скорости изменяет сопротивление потока. Время дается для дистанции 100 *м* плавания в ластах.

100 *m* в *t* (*s*)	*v* (*m*/*s*)	v^2 (m^2/s^2)
60	1.7	2.89
55	1.8	3.24
50	2.0	4.0
45	2.2	4.84
43.2	2.3	5.29

В заключение мы приходим к выводу: если спортсмен хочет добиться более высокой скорости, то он должен затратить больше физических сил для преодоления сопротивления среды, вызванной повышенной скоростью. Однако физическая энергия имеет свои пределы. Таким образом, остается лишь одна возможность, поскольку мы не в состоянии изменить плотность среды, — уменьшить лобовую поверхность и величину сопротивления, т. е. погасить движения завихрения турбулентных потоков. Этого можно достигнуть следующим путем:

— принять наиболее благоприятное положение тела с целью уменьшения сопротивления (например, при ныря-

нырянии, на дистанцию 40 *м* вытянуть корпус, зажав голову руками);

— тщательно подобрать длину и подвижность ласт, которые частично препятствуют возникновению завихрений и гасят их;

— погасить часть турбулентной энергии с помощью специального снаряжения.

Таким снаряжением и являются штаны из неопрена толщиной 4 — 5 *мм*, которые в определенных границах гасят завихрения подобно коже дельфина.

«Посейдон» № 97 1970 г. *Перевод В. Гнедова*

АВТОНОМНОЕ ОБОГРЕВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Проблема тепловой защиты пловца появилась с тех пор, как человек впервые погрузился под воду. Особое внимание на этот вопрос было обращено во время Второй мировой войны, когда установили, что длительное пребывание человека в воде с температурой +15°С и меньше без какого-либо защитного средства вызывает опасное переохлаждение всего организма.

В настоящее время наиболее простым и распространенным средством защиты от переохлаждения является мокрый гидрокостюм, изготовленный из неопреновой резины. Такой костюм позволяет длительное время находиться пловцу в воде с температурой до +10°С, хорошо защищая организм от переохлаждения. Если же температура воды меньше +10°С и глубина, на которой находится пловец, достаточно велика, то защитное действие костюма сильно снижается. В этих условиях для предотвращения переохлаждения тела необходимо дополнительное тепло от внешнего источника. Однако разработать малогабаритное и достаточно мощное обогревающее устройство не так просто.

Одним из способов решения этого вопроса является использование экзотермических химических реакций. Так, например, недавно появилось сообщение о создании малогабаритного и удобного в эксплуатации хими-

ческого обогревающего устройства, принцип работы которого основан на следующей химической реакции:

$$NH_3 + H_2O = NH_4OH + Q \text{ ккал}.$$

Полностью заряженное химическое обогревающее устройство (400 грамм жидкого аммиака) обеспечивает отдачу тепла в 200 ккал в течение одного часа.

Устройство работает по следующему принципу.

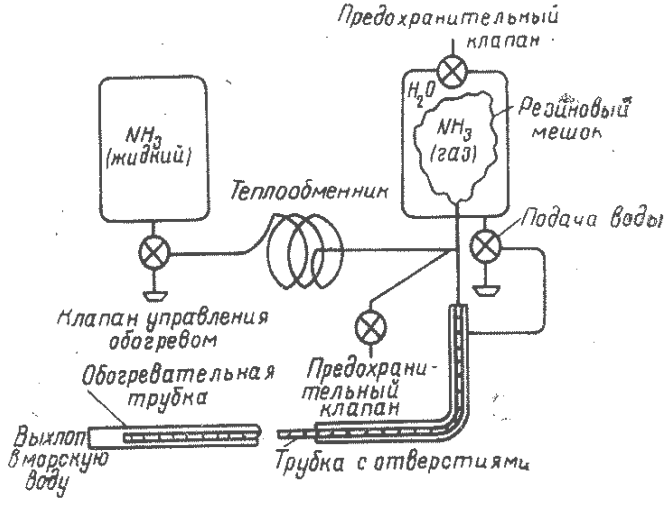


Схема автономного обогревающего устройства

Жидкий аммиак, находясь в небольшом баллончике под давлением около 8 *атм*., поступает через регулирующий клапан в теплообменник, в котором превращается в газ. Часть газообразного аммиака попадает в эластичный мешок и постепенно вытесняет находящуюся в нем воду в обогреватель, выполненный из тонкостенной пластиковой трубки. Другая часть газообразного аммиака поступает в тонкостенную пластиковую трубку, расположенную внутри обогревателя, и, проходя через мелкие отверстия в боковых стенках трубки, растворяется в воде, находящейся в обогревателе. Так как обогреватель помещен внутри гидрокостюма, то тепло передается телу пловца наиболее эффективным способом, с незначительными потерями.

Выход раствора нашатырного спирта осуществляется непосредственно в окружающую воду. При этом пловец не ощущает ни запаха, ни вкуса нашатырного спирта.

Включение обогревательного устройства и регулировка степени обогрева осуществляются простым поворотом клапана на определенный угол. Это устройство безопасно в эксплуатации, обладает нейтральной плавучестью и дешево.

Морские испытания показали, что перегрев пловца исключен, а предельная рабочая глубина с таким обогревающим устройством достигает 46 метров.

«Скиндайвер» № 3 США—1969 г. *Перевод В. Краснова*

„ИСКУССТВЕННЫЕ ЖАБРЫ“

(*Новый вид подводного дыхательного аппарата*)

А. РАЙНУС

В связи с развитием подводных работ и подводных исследований появилось большое количество аппаратов для дыхания под водой. Все они основаны на одном из двух принципов: либо необходимый для дыхания воздух подается по шлангу с поверхности, либо он поступает из баллонов, находящихся на водолазе. В первом случае длина воздушного шланга ограничивает глубину погружения и подвижность водолаза, во втором — длительность пребывания под водой зависит от запаса воздуха в баллонах.

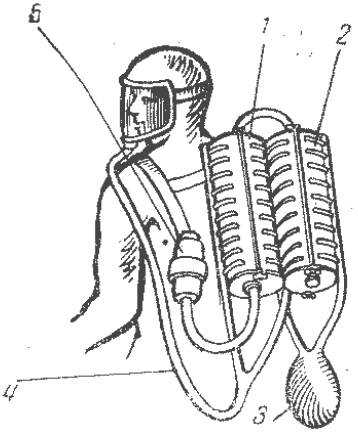


Рис. 1. Дыхательный аппарат «Искусственные жабры»: *1*, *2* – секция; *3* – резиновый мешок; *4* – гибкий шланг; *5* - насос

Американский инженер Брюс Р. Бодель запатен-

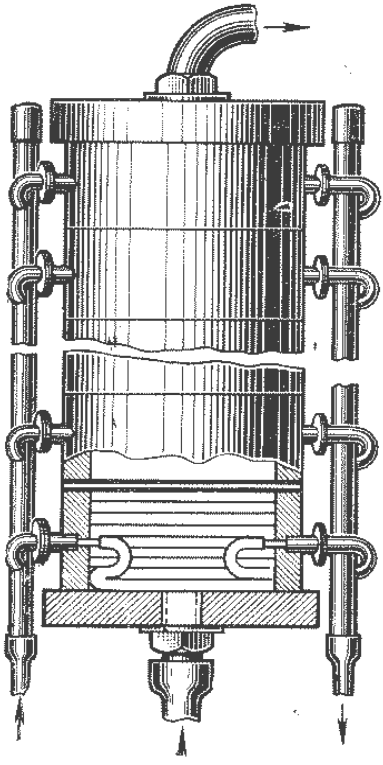


Рис.2. Общий вид секции: 6 – коллектор выходной; 7 – коллектор входной

тентовал в 1965 г. третий принцип подводного дыхательного аппарата, свободный от указанных выше недостатков.

Сущность предложенного им метода заключается в очистке выдыхаемого воздуха от накопленного углекислого газа, выделяемого непосредственно в воду, и пополнении его кислородом, взятым опять таки из окружающей воды. Таким образом, аппарат Боделя похож по идее на кислородные дыхательные аппараты, но, в отличие от них, не требует ни баллона с кислородом, ни запаса химпоглотителя для связывания углекислоты, ибо использует окружающую воду как среду для поглощения углекислоты и как источник кислорода. Поэтому новый вид дыхательного аппарата получил название «искусственные жабры».

Основная часть аппарата — трубчатый элемент из материала с хорошей газопроницаемостью, по которому проходит очищаемый воздух. В силу разницы парциальных давлений кислорода и углекислого газа в воде и воздухе, воздух, проходя по трубчатому элементу, насыщается кислородом, растворенным в воде, а углекислый газ из воздуха переходит в воду.

Дыхательный аппарат состоит из двух секций, укрепленных на спине пловца с помощью ремней. Каждая из секций состоит из ряда ячеек с трубчатыми элементами. Выдыхаемый из подмасочного пространства воздух посту-

пает по шлангу и ответвляется во входной коллектор первой секции, из которого через боковые патрубки поступает в ячейки с трубчатыми элементами. Ячейки сделаны так, что внутри имеется проход для прокачиваемой воды. Эта вода нагнетается небольшим насосом, входящим в комплект снаряжения, и под давлением прокачивается через обе секции, после чего через выходное отверстие второй секции вытекает наружу. В секциях происходит газообмен выдыхаемого воздуха с водой, в результате которого воздух очищается. Очищенный воздух из ячеек собирается в выходном коллекторе, откуда поступает в резиновый дыхательный мешок. При вдохе воздух из дыхательного мешка проходит через вторую секцию аппарата, где дополнительно очищается и через шланг поступает в подмасочное пространство.

Трубчатый элемент представляет собой капиллярную трубку, свободно уложенную в соответствующей ячейке так, что вся поверхность элемента омывается проточной водой. Трубка с капиллярными стенками выбрана потому, что она имеет большую внешнюю контактирующую поверхность, необходимую для эффективного газообмена. В аппарате Боделя внутренний диаметр трубки 0,3 *мм*, внешний диаметр — 0,635 *мм*. Кроме того, трубка должна быть эластичной, чтобы вода обтекала ее свободно и не возникала кавитация. В качестве материала для трубчатого элемента наиболее удачным оказался силиконный каучук (силастик), хотя могут быть использованы политетрахлорэтилен и различные производные из этилцеллюлозы.

Автор патента не раскрывает в описании своего изобретения способ создания повышенного давления вдыхаемого воздуха и автоматической регулировки этого давления с глубиной погружения.

Преимущества аппаратов, построенных по принципу «искусственные жабры», очевидны: они автономны, их действие не ограничено по времени, аппарат легок и компактен.

В комплект аппарата могут быть включены дополнительные приспособления, например, нагревательные уст-

ройства, уменьшающие опасность переохлаждения водолаза.

Кроме индивидуального дыхательного аппарата, Бодель разработал коллективную дыхательную камеру. К числу примечательных особенностей этой камеры можно отнести то обстоятельство, что попутно с очисткой воздуха в камере можно очищать и воду от растворенных в ней солей и примесей, сделав ее тем самым пригодной для питья.

26
ВЫПУСК

СОДЕРЖАНИЕ

СПОРТ

Б.Поротов. Растить смену достойную, сильную 3

В.Сташевский. Международный код сигналов рукой 9

МЕДИЦИНА И ФИЗИОЛОГИЯ

В.Тюрин. Свободное ныряние в глубину 12

В МОРСКИХ КЛУБАХ ДОСААФ

Е. Спирькова. Дальние Зеленцы (Баренцево море) 24

ТЕХНИКА И ПОДВОДНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

В.Лубяной. Безрефракционная маска 30

А. Королев, В. Шабалин, В. Муравьёв, Н. Айбулатов. Подводная пневмолаборатория «Спрут» 33

Л. Максимов. Подводное обследование гидротехнических сооружений 39

ПО СТРАНИЦАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Длинные ласты и длинные штаны 52

Автономное обогревающее устройство 57

«Искусственные жабры» 59

СПОРТСМЕН - ПОДВОДНИК
ВЫПУСК 26

Редактор *Г.М. Некрасов*
Рисунки *Ю. Макаренко*
Художественный редактор *Г. Л. Ушаков*
Технический редактор *М. А. Медведева*
Корректор *Г. П. Еременко*

Г-80028 Сдано в набор 14/1-1971 г.
Подписано к печати 8/1V-1971 г.
Изд. № 2/5901
Формат $84\times108^{1}/_{32}$
Бумага типографская № 2
Тираж 36 000 экз.
Цена 9 коп. Объем физ. п. л. 2,0 = 3,36
Уч.-изд. л. 2,961
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66.
Ново-Рязанская ул., 26

Типография Изд-ва ДОСААФ. Зак. 964

Цена 9 коп