



В. МАКСИМЕНКО, А. НЕХОРОШЕВ, В. СУРОВИКИН

# ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО



СЕРИЯ "ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО" № 1

В. МАКСИМЕНКО, А. НЕХОРОШЕВ, В. СУРОВИКИН

# ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ МОСКВА—1971

Одобрено Ученым советом Государственного комитета Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию в качестве пособия для городских профессионально-технических училищ и индивидуально-бригадного обучения водолазов на производстве).

Пособие предназначено для подготовки водолазов и написано в соответствии с программой обучения водолазов 3-го класса.

Для водолазов 1-го и 2-го классов книга может служить практическим руководством и справочным пособием по эксплуатации и сбережению водолазной техники, а также по мерам безопасности и выполнению различных водолазных работ.

Кроме основных авторов — В. П. Максименко, А. С. Нехорошева и В. Д. Суrowикина — в написании пособия приняли участие и другие специалисты водолазного дела и гидротехнических работ: В. С. Разводовский (глава 5), П. П. Никитин (глава 6), Т. С. Лейбович (глава 7, частично и 10), Ю. К. Сенатский (глава 7, частично), А. А. Рогов (глава 8), А. П. Лойко (глава 9).

Авторы выражают благодарность за оказанную помощь в написании этой книги водолажным специалистам: А. М. Герасимову, Б. В. Громалскому, Н. Х. Кесопуло, И. И. Ребинку и врачу-физиологу В. И. Тюрину.

Все замечания и пожелания просим направлять по адресу: Москва, Б-66, Ново-Рязанская, 26, Издательство ДОСААФ.

С каждым годом в нашей стране все шире разворачивается строительство гигантских гидротехнических сооружений, прокладываются тысячекилометровые трассы каналов, нефте- и газопроводов, все больше спускается на воду речных и океанских судов. И всюду, в самых различных областях народного хозяйства, требуются тысячи высококвалифицированных мастеров водолазного дела.

Современное водолазное дело — это отрасль производственной деятельности человека, охватывающая все вопросы, связанные со спуском под воду людей в специальном снаряжении для выполнения подводных работ или других заданий.

С развитием подводного спорта появились тысячи людей, обладающих навыками водолазного дела. Подводный спорт имеет большое народнохозяйственное и военно-прикладное значение.

Труд водолаза тяжел, но благороден и почетен. Кроме крепкого здоровья, знания сложной техники и основ физиологии погружения под воду, водолаз должен обладать силой воли, выдержкой, иметь хороший глазомер. Но это еще не все. Он должен знать слесарное, столярное и такелажное дело, электросварку и др.

**Квалификация водолазов.** По своей квалификации водолазы делятся на три класса: первый, второй и третий.

Высшей квалификацией является звание — «водолазный специалист». В зависимости от занимаемой должности водолазные специалисты подразделяются на старших водолазных и главных водолазных специалистов.

Водолазные работы по степени сложности выполнения разделяются на I, II и III группы.

Водолазные квалификации присваиваются водолазными квалификационными комиссиями после соответствующей подготовки, переподготовки и сдачи экзаменов. Для сохранения водолазной квалификации необходимо отработать под водой в течение года определенное количество часов. Так, водолаз 3-го класса первой группы специализации должен отработать не менее 180 часов, второй группы — 90 часов и третьей группы — 60 часов.

Условия труда водолаза под давлением воды значительно отличаются от тех, в которых работают люди на поверхности земли. Учитывая это, для них установлен сокращенный рабочий день, до-

полнительная оплата при подводных работах, единовременные вознаграждения, а также ежегодный дополнительный отпуск.

Если водолаз будет действовать по установленным правилам, то это уже гарантия полной безопасности его пребывания под водой.

В данной книге, написанной в соответствии с программой подготовки водолазов 3-го класса и с «Едиными правилами охраны труда на водолазных работах», рассматриваются все основные вопросы, связанные с подводными работами, определенными программой.

## ОТ НЫРЯЛЬЩИКА- ДО ВОДОЛАЗА-ГЛУБОКОВОДНИКА

Подводный мир привлекал внимание человека еще в глубокой древности, и он, в поисках добычи, стремился как можно глубже спуститься под воду и дольше пробыть в ней. Подводным снаряжением первобытного водолаза-ныряльщика служили камень и длинная веревка. Некоторые ныряльщики погружались на глубину до 30 и более метров и находились под водой 2—3 минуты, а иногда и больше.

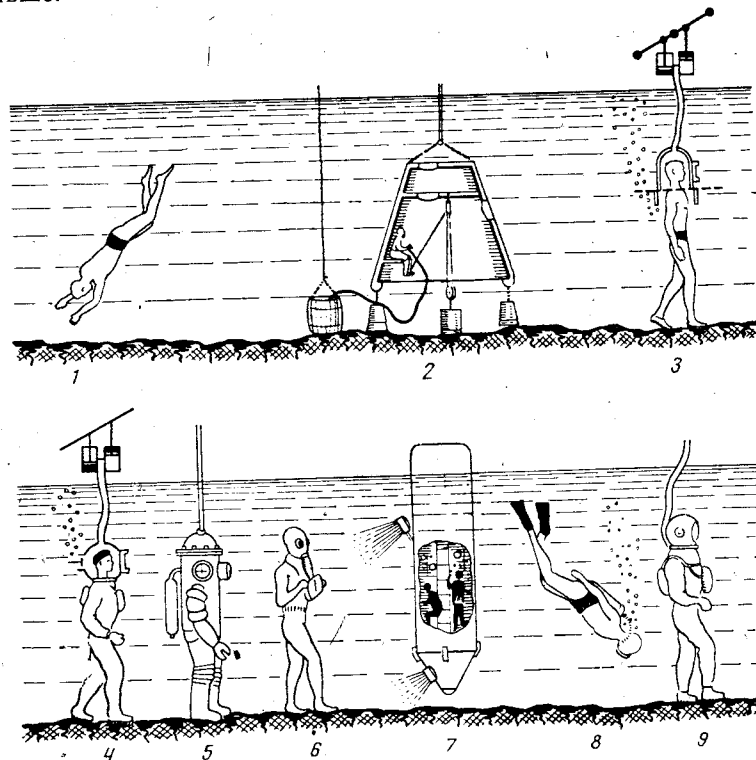


Рис. 1. Этапы развития водолазной техники:

1 — ныряльщик; 2 — водолазный колокол; 3 — водолазный шлем; 4 — мягкое вентилируемое водолазное снаряжение; 5 — жесткое водолазное снаряжение; 6 — регенеративное легководолазное снаряжение; 7 — глубоководный аппарат (гидростат); 8 — снаряжение с открытой схемой дыхания; 9 — глубоководное гелиокислородное снаряжение



И теперь, в век высокоразвитой науки и техники, существуют ныряльщики, например, ловцы жемчуга на Тихоокеанских островах. Хорошо натренированный и обученный определенным приемам пловец-ныряльщик — отличный специалист в спасательном деле.

Прошло много времени, прежде чем появились первые попытки применить отдельные приспособления, которые обеспечили бы более длительное пребывание человека под водой (рис. 1).

Вначале это была тростниковая или кожаная трубка для дыхания на небольшой глубине. Затем пользовались мешком из кожи или бычьего пузыря с трубкой, наполненным воздухом. Установлено, что водолазы в таком снаряжении выполняли военные задания.

И вот более 400 лет тому назад на смену такой примитивной технике пришел водолазный колокол; человек дышал в «воздушной подушке». Затем свежий воздух стали добавлять из бутылок, которые разбивались в колоколе, а также из бочек, находившихся ниже колокола.

Такой «аппарат» был очень громоздок, неудобен, а иногда и опасен для находившихся в нем людей. Но с его помощью водолазы умудрялись выполнять довольно сложные работы. А когда научились нагнетать в колокол свежий воздух, глубина погружения увеличилась.

Широко применялся труд водолазов и в России. Еще древние славяне опускались под воду, используя для дыхания полый тростник. В Московской Руси существовали водолазы-профессионалы, которые занимались добычей жемчуга, установкой учугов, то есть подводных сооружений из столбов, досок и лозы для ловли рыбы.

При Петре I водолазы пользовались водолажным колоколом. Они поднимали затонувшие суда, производили подводные работы в портах и т. п. Именно тогда, в 1719 году, крестьянин Ефим Никонов изобрел «потаенное судно» — подводную лодку — и выдвинул идею создания водолазного скафандра, состоящего из кожного костюма и деревянного бочонка, надеваемого на голову.

После изобретения воздушного насоса появилось новое, более совершенное снаряжение водолаза — водолазный скафандр. Состоял он из непромокаемой одежды, металлического шлема (колокола в миниатюре), в который через гибкий шланг подавался сверху сжатый воздух.

В 1840 году кронштадтский механик Гаузен изобрел скафандр, в котором шлем не соединялся наглухо с одеждой. Затем для устойчивого крепления шлема применили металлическую манишку. Этот аппарат был прототипом нынешнего вентилируемого скафандра.

С появлением более сложной водолазной техники и с увеличением военного флота потребовались хорошо подготовленные кадры водолазов-профессионалов. Решить этот важный вопрос можно было только при наличии специальной водолазной школы.

В 1882 году в Кронштадте открылась школа Морского ведом-

ства, что явилось важным событием в области водолазного дела в России. В школе велась подготовка и переподготовка водолазов флота, создавалась и совершенствовалась водолазная техника, издавались учебники и правила для водолазов. За годы своего существования школа несколько раз реорганизовывалась и меняла свое местопребывание.

Широкое развитие водолазное дело получило в послеоктябрьский период. Еще в 1919 году Советское правительство издало декрет за подписью В. И. Ленина о национализации водолажных предприятий и их имущества.

В архиве был обнаружен интересный документ об организации Всероссийского профессионального союза водолазов в январе 1918 г. в Петрограде.

В 1921 году Совет Народных Комиссаров постановил сосредоточить в Народном Комиссариате путей сообщения (НКПС) все судоподъемные работы на реках и морях республики. Тогда же при Центральной водолазной базе в Ленинграде организовали водолажную школу.

Большая и ответственная задача стояла перед советскими водолазами в восстановительный период. Страна нуждалась в металле, лежащем мертвым грузом на дне рек и морей, в восстановлении разрушенных портовых сооружений. Для выполнения таких работ нужна была специальная организация. В 1923 году при активном содействии Ф. Э. Дзержинского она была создана и получила название ЭПРОН (экспедиция подводных работ особого назначения). Эта организация сыграла огромную роль в развитии водолазного дела в нашей стране.

Летом 1941 года, в начале войны, на базе ЭПРОНа была создана аварийно-спасательная служба ВМФ, которая проделала большую работу по изготовлению и внедрению лучших образцов водолазной техники и подготовке высококвалифицированных кадров водолазов.

Уже многие годы на подводных работах применяется трехболтовое вентилируемое снаряжение, в котором водолазы выполняют самые сложные работы на глубинах до 60 м. При мелководных работах используется двенадцатиболтовое вентилируемое снаряжение несколько иной конструкции. На протяжении многих десятилетий вентилируемое снаряжение является основным видом снаряжения при выполнении аварийно-спасательных, судоподъемных, подводно-технических и других работ.

Однако вентилируемый водолазный скафандр имеет недостатки: он громоздок, маневренность под водой ограничена. Поэтому конструкторы стремились создать такой аппарат, в который воздух не подавался бы сверху, то есть автономный. Небезынтересно сообщить, что идея изготовления такого аппарата зародилась еще в средние века, однако потребовалось много времени, чтобы она воплотилась в жизнь.

В России впервые такой аппарат был предложен в 1871 году

известным изобретателем А. Лодыгиным. Спустя два года другой русский изобретатель А. Хотинский сконструировал автономный аппарат для подводных погружений, работающий на сжатом воздухе и кислороде. Однако эти изобретения, как и многие другие, в царской России не были приняты.

В начале 30-х годов для спасения личного состава подводных лодок были разработаны специальные индивидуально-спасательные кислородные аппараты. С 1932 года промышленность стала выпускать отечественные аппараты типа «Э» (Эпрон), сконструированные коллективом советских инженеров и врачей. С каждым годом они совершенствовались. Затем были созданы аппараты типа «ИПА» и «ИСА-М».

Вслед за подводными лодками кислородные аппараты стали использоваться на надводных кораблях, в инженерных частях армии, а затем на спасательных станциях ОСВОД.

Водолазов, работающих в кислородном водолазном снаряжении, стали называть легководолазами в отличие от водолазов, работающих в водолазном снаряжении вентилируемого типа.

В годы Великой Отечественной войны легководолазы проявляли героизм: спасали поврежденные в бою корабли, подводные лодки, очищали от ракушек и водорослей подводную часть кораблей без постановки их в док, производили поиск и подъем вооружения и грузов.

В 1957 году в Советском Союзе были созданы первые подводные дыхательные аппараты на сжатом воздухе типа «Акваланг». В настоящее время нашей промышленностью выпускаются аппараты на сжатом воздухе АВМ-1М, АВМ-3, ШАП-62 и различные автономные кислородные аппараты, такие, как ИДА-57 и др.

Для спусков на большие глубины конструкторы создали специальное гелио-кислородное снаряжение, по внешнему виду напоминающее трехболтовое вентилируемое снаряжение, но более сложное по устройству. Для дыхания в этом снаряжении водолаз пользуется не воздухом, а искусственной гелио-кислородной смесью. Для спусков водолазов в гелио-кислородном снаряжении служат специальные спуско-подъемные устройства.

В 1961 году швейцарский профессор математики Г. Келлер, применив для дыхания специальную газовую смесь, погрузился с аквалангом на глубину 222 м.

Через год Келлер в специальном колоколе (с последующим выходом из него в акваланге) совершил погружение на глубину 305 м.

В 1968 году французы перекрыли рекорд Г. Келлера, погрузившись на глубину 365 м\*.

Важным этапом в освоении человеком океанских глубин являются погружения в специальных глубоководных снарядах-батиска-

фах. В 1960 году бельгийский ученый Жак Пикар в таком батискафе погрузился в Тихом океане на глубину 10 919 м.

Французские ученые во главе с известным исследователем подводного мира Жак-Ив Кусто провели и продолжают целый ряд интересных и важных научно-исследовательских работ с многосуточным пребыванием в подводных домах на больших глубинах.

Успешно экспериментируют и советские акванавты. Несколько групп наших научных работников-аквалангистов жили много дней в подводных домиках, опущенных в глубины Черного моря. Большой вклад в развитие водолазного дела в нашей стране внесли ученые и специалисты: Б. С. Якоби, Е. В. Колбасьев, А. Н. Лодыгин, Ф. Шидловский, академик Л. А. Орбели, Ф. А. Шпакович, Ф. И. Крылов, К. А. Павловский, И. И. Кузнецов, С. Е. Буленков, Н. П. Чикер.

Трудный, многовековой путь преодолел человек, прежде чем была создана современная водолазная техника, обеспечивающая погружения на большие глубины с многочасовым пребыванием под водой. Однако в освоении голубого континента, имеющего огромное практическое значение в жизни человека, сделано еще далеко не все.

Советские ученые по большой программе научно-исследовательских работ продолжают осваивать «мир безмолвия»!

\* М. Н. Диомидов, А. Н. Дмитриев. Покорение глубин. Ленинград, Из-во «Судостроение», 1969.

## ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЛАЗНОГО ТРУДА



Труд водолаза проходит в условиях повышенных давлений газовой и водной среды, необычной для человека, и связан с воздействием на его организм целого ряда дополнительных физических факторов. Причем сила их воздействия не остается постоянной, а изменяется в больших пределах за сравнительно короткие промежутки времени.

Ведь по сравнению с воздухом вода практически не сжимаема, имеет большую плотность, теплопроводность и теплоемкость, значительно лучше проводит звук и сильнее поглощает свет. Все эти факторы оказывают специфическое влияние на организм водолаза при погружениях, который адаптируется (приспосабливается) к необычным условиям.

Происходит это под влиянием коры головного мозга, регулирующей деятельность систем организма. При погружении водолаза от воздействия холодной воды, повышенного давления и т. д. происходят некоторые изменения в его организме. Например, учащается пульс, изменяется ритм дыхания, увеличивается образование теплоты и т. д. При последующих погружениях организм водолаза уже заблаговременно начинает приспосабливаться к определенным условиям. Так, еще при подготовке к спуску под воду у него может измениться пульс, дыхание, увеличиваться образование теплоты. Все это указывает на то, что кора головного мозга регулирует и направляет работу других систем организма, приспособляя его к окружающей внешней среде.

Пребывание под водой связано и с большим нервно-психическим напряжением, обусловленным необычной средой, эмоциональным воздействием и элементами риска при погружениях. Все это приводит даже у опытных водолазов к большому напряжению центральной нервной системы. Водолаз быстро утомляется, работоспособность его понижается. Поэтому для водолаза имеет большое значение нормальный режим дня и работы. Перед погружением он не должен испытывать излишнего нервного напряжения.

Для того чтобы водолаз спокойно и уверенно работал под водой, нужно хорошо организовать место работы и обеспечить ему отдых перед погружением. Особенно важен самоконтроль водолаза за своим здоровьем. Он не должен нарушать режим дня, злоупотреблять курением и алкоголем, избегать длительных переохлаждений. Необходимо учитывать, что у человека под водой значитель-

но повышаются энергетические затраты: он тратит много энергии на преодоление сопротивления дыханию в различного вида водолазных скафандрах, на управление тяжелым скафандром, удержание тела в определенном положении и т. д. В связи с этим увеличивается потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа.

Итак, водолазный труд тяжелый и не всегда безопасен. Но его можно значительно облегчить и избежать опасностей. Для этого нужно умело использовать водолазную технику, хорошо знать специфику водолазных погружений и точно выполнять установленные правила.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДОЛАЗНЫХ СПУСКОВ

**Атмосферный воздух и его свойства.** Слой воздуха, окружающий земной шар, называется атмосферой. Чем выше от земной поверхности, тем плотность воздуха меньше.

Атмосферный воздух является смесью газов. Один литр его весит 1,29 г при атмосферном давлении и температуре 15°C.

В состав воздуха входят (по объему) азот—78,13%, кислород—20,90%, углекислый газ—0,03%, аргон—0,94%. Кроме того, в воздухе имеются в небольшом количестве гелий, водород и другие инертные газы.

Помимо перечисленных газов, в воздухе содержатся водяные пары, количество которых непостоянно.

**Азот**—в обычных условиях нейтральный для организма газ. Он бесцветен, не имеет запаха и вкуса, не горит и не поддерживает горения. Один литр азота весит 1,25 г, плотность его равна 0,967. В организме человека при нормальном атмосферном давлении растворено около одного литра азота.

**Кислород**—важнейший для человека газ. Без него жизнь на Земле невозможна. Кислород не горит, но поддерживает горение. В чистом виде он огнеопасен. Один литр кислорода весит 1,43 г. Для дыхания применяется чистый медицинский кислород (98,99%).

**Углекислый газ**—наиболее тяжелый из всех газов. Один литр его весит 1,96 г. Плотность равна 1,529 г. При парциальном давлении 0,03 ата, что соответствует 3% в воздухе, углекислый газ действует на организм отравляюще.

**Измерение атмосферного давления.** Воздух своим весом давит на землю и предметы, находящиеся на ней. Первым, кто определил величину атмосферного давления, был итальянский ученый Торичелли (в XVII веке). Для этого он использовал длинную стеклянную трубку с площадью сечения в 1 см<sup>2</sup>, запаянную на одном конце и заполненную ртутью.

Опустив незапаянный конец трубки в открытый сосуд с ртутью, он заметил, что последняя в трубке опустилась только до определенного уровня. Ниже она не пошла, так как этому препятствовало

давление воздуха на ртуть в сосуде. При замере оказалось, что высота ртутного столбика в трубке равнялась 760 мм, а вес ее 1,033 кг (рис. 2). Таким образом было определено, что у поверхности земли на уровне моря атмосферное давление равно 760 мм рт. ст., что соответствует давлению с силой в 1,033 кг на 1 см<sup>2</sup> или 10,33 м вод. ст. Такое давление называется атмосферным, нормальным или барометрическим и обозначается *атм.* Это — атмосфера физическая.

В практике для удобства расчетов за единицу давления принята техническая атмосфера, которая равняется давлению 1 кг на 1 см<sup>2</sup> площади. Обозначается она *ат.*

**Давление воды на водолаза.** Выше мы уже говорили, что, погружаясь под воду, человек испытывает не только давление атмосферного воздуха, но и воды. При погружении на каждые 10 м давление увеличивается на 1 ат. Такое давление называется избыточным и обозначается *ати.*

**Суммарное (абсолютное) давление воды и воздуха на водолаза.** Под водой на водолаза действует как атмосферное, так и избыточное давление столба воды. Суммарное их давление называется абсолютным давлением и обозначается *ата.* Например, на глубине 10 м водолаз находится под давлением 2 *ата* (1 *ати* + 1 *ат*), на глубине 50 м — 6 *ата* и т. д.

**Сжимаемость и упругость газов.** Газы состоят из частиц, находящихся в непрерывном движении. Молекулы газа ничтожных размеров, но занимают большой объем. Сила притяжения между отдельными молекулами газа значительно меньше, чем в жидкостях или твердых телах. Газы не имеют постоянного объема и принимают форму и объем сосуда, в котором они находятся.

В противоположность жидкостям, газы способны расширяться, а под давлением сжиматься, уменьшая при этом свой объем и повышая упругость.

Взаимоотношения между объемом и давлением газов устанавливает закон Бойля-Мариотта, который гласит, что объем, занимаемый газом, изменяется обратно пропорционально давлению, действующему на него при постоянной температуре. Произведение объема газа (*V*) на соответствующее давление (*P*) при постоянной температуре не изменяется  $P \times V = \text{const.}$

Например, если взять 2 л газа под давлением в 2 *ата* и изменить это давление, то объем будет изменяться следующим образом:

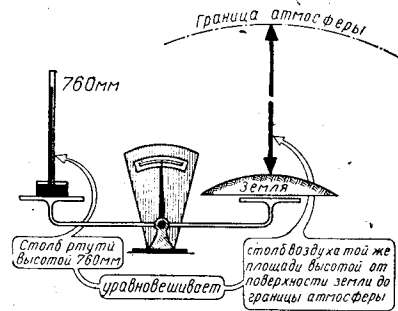


Рис. 2. Атмосферное давление воздуха

Давление газа, <i>ата</i>	2	3	4	5	6	7	8
Объем газа, л	2	4/3	1	4/5	2/3	4/7	1/2

Иными словами, во сколько раз увеличивается давление, во столько же раз уменьшается объем газа, и наоборот.

Значение этого закона имеет практическое значение. Он объясняет, почему расход воздуха для дыхания возрастает с увеличением глубины погружения. Если на поверхности водолаз расходует 30 л атмосферного воздуха в минуту, то на глубине 20 м этот воздух сжат до 3 *ата*, что уже соответствует 90 л воздуха. Расход фактически увеличивается в три раза.

Пользуясь этим законом, можно произвести необходимые расчеты, связанные с водолазными спусками.

#### Пример расчета:

Определить сколько литров сжатого воздуха получает водолаз, находящийся под давлением в 4 *ати* по манометру, если ему подается 150 л свободного воздуха в минуту?

По закону Бойля-Мариотта  $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ .

В примере

$$P_1 = 1 \text{ ата}; V_1 = 150 \text{ л}; P_2 = 5 \text{ ата}$$

$$V_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2} = \frac{1 \cdot 150}{5} = 30 \text{ л/мин.}$$

Эти расчеты верны только для постоянной температуры. На практике приходится учитывать изменения объема и давления при различных температурах. Зависимость объема и давления воздуха от его температуры определяется законом Гей-Люссака, который гласит, что изменение объема газа при постоянном давлении прямо пропорционально температуре нагрева. Изменение давления газа при постоянном объеме также прямо пропорционально температуре нагрева.

#### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСКУССТВЕННЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ВОДОЛАЗНОМ ДЕЛЕ

Вопрос о взаимодействии кислорода, азота и гелия изучается в настоящее время физиологами многих стран. Советскими учеными Н. В. Лазаревым, Г. Л. Зальцманом и другими, обоснованы физиологически оптимальные газовые среды для дыхания на различных глубинах. Спуски на глубины, превышающие 60 м, рекомендуются производить на газовых смесях, содержащих гелий, который

имеет более слабое наркотическое свойство чем азот. Установлено, что гелио-кислородные смеси не являются физиологически оптимальными. Начиная с давления в 10 *ата* ощущается ритмичная дрожь верхних конечностей и туловища, изменяются некоторые функции центральной нервной системы. Это признаки наркотического действия гелия. Кроме того, гелий вызывает резкое охлаждение тела и изменяет голос (появляется гнусавость).

Для избежания гелиевого наркоза предложено применять 50% воздушно-гелиевую смесь при погружениях от 60 до 100 м.

При подъеме на поверхность не следует забывать о том, что на определенных глубинах нужно увеличивать содержание кислорода в смеси, иначе может наступить острое кислородное голодание, характеризующееся внезапной потерей сознания. Парциальное (частичное) давление кислорода в газовой смеси не должно быть меньше 120 мм рт. ст.

#### **РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПРИМЕНЯЮЩИЕСЯ ПРИ ВОДОЛАЗНЫХ СПУСКАХ**

В автономных скафандрах с замкнутой схемой дыхания, типа ИДА-57, когда выдыхаемая газовая смесь не удаляется в воду или атмосферу, а поступает в дыхательный мешок, а также в воздушно-кислородном снаряжении ВКС-57 применяются различные регенеративные вещества.

Одни из них поглощают только углекислый газ, другие же, не только поглощают углекислый газ, но и выделяют газообразный кислород, обогащая им дыхательную смесь.

#### **ОБМЕН ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В ВОДОЛАЗНОМ СКАФАНДРЕ**

Вентиляция водолазных скафандров играет большую роль в повышении трудоспособности водолазов. По санитарно-гигиеническим нормам содержание углекислого газа в скафандрах не должно превышать 1,5% (в пересчете на атмосферное давление). В скафандрах вентилируемого типа для этого необходимо подавать с поверхности не менее 80 л воздуха в минуту. В скафандрах регенеративного типа нужно следить, чтобы регенеративное вещество не было бы перенасыщено углекислым газом, т. к. при этом происходит пропуск его через химический поглотитель. Углекислый газ может накапливаться в дыхательном мешке и в таком случае произойдет отравление.

При погружении водолаза на глубину газовая смесь в скафандре сжимается и объем ее изменяется обратно пропорционально давлению. Например, перед спуском легководолаза в дыхательном

мешке аппарата имеется 6 л газовой смеси. На глубине 10 м давление воды сожмет газ до 3 л, т. е. объем газа в мешке уменьшится в два раза. При подъеме на поверхность наблюдается обратная картина; с уменьшением давления воды, объем газа в дыхательном мешке увеличивается.

Если при погружении водолаза давление сжатого воздуха в скафандре окажется меньше давления воды, то водолаз будет испытывать затруднение при вдохе. При большой разнице давлений грудная клетка его обжимается и объем легких уменьшается, что может отразиться на работе сердца и кровообращении.

При подъеме водолаза на поверхность происходит расширение объема газовой смеси в мешке и в легких. Если, например, на глубине 20 м перед всплытием в мешке было 5 л, а в легких 3 л, то у поверхности эти 8 л будут стремиться занять объем в 24 л. Создается угрожающее положение. Дыхательный мешок прибора и органы дыхания человека не в состоянии вместить такого объема газовой смеси, давление в легких повышается до недопустимой величины и нежные стенки легочных пузырьков могут разорваться. Это явление называется баротравмой легких.

Чтобы предотвратить баротравму легких, необходимо при спуске на глубину при помощи байпаса увеличивать запас кислорода в мешке, а при всплытии — предварительно вытравить излишек газовой смеси из мешка и производить подъем с открытым травящим клапаном.

#### **ПОНЯТИЕ О ЧАСТИЧНОМ (ПАРЦИАЛЬНОМ) ДАВЛЕНИИ КАЖДОГО ГАЗА В СОСТАВЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Мы уже знаем, что атмосферный воздух давит с силой 760 мм рт. ст. Это — общее давление газов, т. е. давление воздуха в целом. Но воздух состоит из смеси газов, и каждый газ в отдельности оказывает давление. Такое давление называется частичным или парциальным и имеет важное значение в водолажном деле. При повышении общего давления возрастают парциальные давления отдельных газов, при этом газы иначе воздействуют на организм, чем при нормальном давлении. Например, азот воздуха начинает действовать наркотически.

Величина парциального давления зависит от процентного содержания газа и общего давления газовой смеси. Парциальное давление газа выражается в миллиметрах ртутного столба, в абсолютных атмосферах или в метрах водяного столба.

Парциальное давление газов определяется по следующей формуле:

$$P_1 = \frac{P}{100} \times A$$

где

- $P_1$  — парциальное давление газа;  
 $P$  — общее (абсолютное) давление воздуха;  
 $A$  — процентное содержание газа.

Например, давление воздуха по барометру равно 760 мм рт. ст., содержание кислорода — 20,9%, азота — 78,13%, углекислого га-

Общее давление смеси газов = равно = сумме их парциальных давлений, т.е. тех давлений, которые имел бы каждый газ, если бы он один занимал данный объем

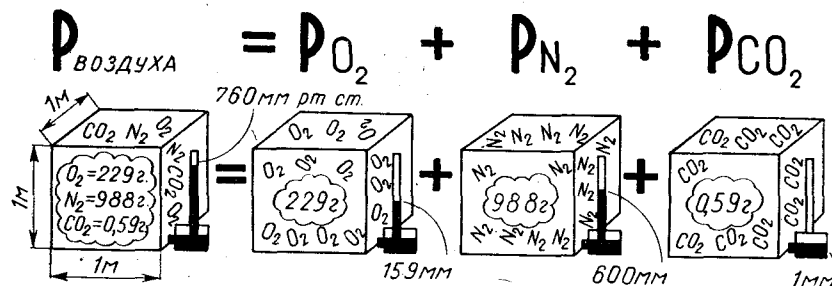


Рис. 3. Парциальное давление газов

за — 0,03%. Чтобы получить величину парциального давления этих газов в миллиметрах ртутного столба, нужно общее давление воздуха умножить на процентное содержание определенного газа и полученное число разделить на 100.

$$P_{\text{кисл.}} = \frac{760 \text{ мм рт. ст.} \cdot 20,9\%}{100} = 158,84 \text{ мм рт. ст. или}$$

$$P_{\text{кисл.}} = \frac{1 \text{ ата} \cdot 20,9\%}{100} = 0,209 \text{ ата}$$

$$P_{\text{азота}} = \frac{760 \text{ мм рт. ст.} \cdot 78,13\%}{100} = 593,788 \text{ мм рт. ст. или}$$

$$P_{\text{азота}} = \frac{1 \text{ ата} \cdot 79\%}{100} = 0,79 \text{ ата}$$

$$P_{\text{углекисл. газа}} = \frac{760 \text{ мм рт. ст.} \cdot 0,03\%}{100} = 0,228 \text{ мм рт. ст. или}$$

$$P_{\text{углекисл. газа}} = \frac{1 \text{ ата} \cdot 0,03\%}{100} = 0,0003 \text{ ата}$$

Сумма парциальных давлений всех газов, входящих в состав воздуха, составляет атмосферное давление (рис. 3).

$$P_{\text{воздуха}} = P_{\text{кисл.}} + P_{\text{азота}} + P_{\text{углекисл. газа}} + P_{\text{других газов}}$$

$$P_{\text{воздуха}} = 0,209 \text{ ата} + 0,79 \text{ ата} + 0,0003 \text{ ата} + \dots = 1 \text{ ат}$$

Известно, что во время погружений воздух сжимается. Несмотря на то, что в сжатом воздухе процентное содержание любого газа остается неизменным, парциальное давление его будет увеличиваться пропорционально глубине погружения. Например, на глубине 30 м парциальное давление кислорода будет не 158,84 мм рт. ст., как на поверхности, а в четыре раза больше.

$$P_{\text{кисл.}} = \frac{760 \cdot 20,9}{100} \cdot 4 = 635,36 \text{ мм рт. ст.,}$$

хотя процентное содержание кислорода осталось прежним — 20,9%.

**Растворимость газов.** Всякий газ, соприкасаясь с жидкостью, растворяется в ней. По закону Генри растворимость газов в жидкостях, если они химически не взаимодействуют с растворителем, прямо пропорциональна давлению при заданной температуре.

Растворение газов в жидкости происходит до тех пор, пока давление газов над жидкостью не сравняется с давлением уже растворенного в ней газа.

Если одновременно растворяется несколько газов, то растворение каждого из них происходит независимо друг от друга. Здесь решающую роль играют взаимоотношения парциальных давлений каждого газа на поверхность жидкости и в ней.

Кроме парциального давления, количество растворенного газа зависит также от температуры и химической природы газа. Чем выше температура газа, тем меньше коэффициент растворимости.

Все вышеизложенное поможет разобраться в тех сложных взаимоотношениях между организмом и газовой средой, с которой соприкасается водолаз, находясь под повышенным давлением.

## ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Вода — жидкость, представляющая химическое соединение водорода с кислородом. В атмосфере она содержится в виде водяных паров.

По своим свойствам вода отличается от других жидкостей. Ее плотность и удельный вес зависят от растворенных и взвешенных в ней различных веществ. Морская вода, например, плотнее и тяжелее пресной на 2,5—3%. Объясняется это содержанием большого количества растворенных в ней солей — хлористого натрия (поваренная соль), калия, магния, кальция.

Содержание солей в морях неодинаковое. Например, в Балтийском море в одном литре воды находится от 3 до 8 г солей, в Черном — до 20 г, в Атлантическом океане — 35 г. Помимо солей, в воде растворены различные газы — азот, кислород и другие. Следует отметить, что в воде кислорода в два раза больше, чем в атмосферном воздухе, но он находится в химическом соединении с водородом. Растворенного же кислорода в одном литре имеется около 6 мл.

**Удельный вес и сжимаемость воды.** Вода тяжелее воздуха



в 775 раз и практически несжимаема. Удельный вес ее меняется в зависимости от количества растворимых в ней солей и температуры. При определении удельного веса жидкостей и твердых тел вода служит условной единицей. Такую роль выполняет дистиллированная вода, которая при температуре 4°C имеет удельный вес 1, т. е. 1 мл воды весит 1 г. Морская вода тяжелее и ее удельный вес равен в среднем 1,025.

**Давление воды на тело водолаза.** Водолаз, находясь под водой в вертикальном положении, испытывает неодинаковое давление. Так, нижние участки его тела подвергаются большему давлению, чем верхние, примерно на 0,17—0,18 ат (при росте водолаза 170—180 см). Следствие такого неравномерного давления нарушается нормальное кровообращение, увеличивается нагрузка на сердце, наступает переохлаждение нижней части туловища, и особенно ног.

Следует отметить, что в горизонтальном положении разница давления на спину и грудь составляет всего 0,03 ат, и в этом случае кровообращение не нарушается.

При погружении водолаза давление воды возрастает пропорционально глубине на 1 ат через каждые 10 м. Так, на глубине 10 м на водолаза давит сила, равная примерно 34 т, а на глубине 30 м — 68 т. Казалось бы, что такая огромная сила раздавит человека. Но этого не бывает потому, что в тканях его находится до 70% жидкости, которая практически не сжимается. Водолаз при погружении не ощущает повышенного внешнего давления, так как оно уравнивается в организме воздухом, подаваемым под давлением, равным давлению окружающей воды.

Проявляется механическое воздействие давления только при неравномерном распределении его на некоторые участки организма, например полость среднего уха, гайморовы пазухи, легкие и другие. Образующаяся при этом разность давлений может явиться причиной таких специфических заболеваний, как баротравма уха и придаточных полостей носа, баротравма легких и др.

Таким образом равенство внешнего и внутреннего давления является основным условием погружений под воду.

### ПЛАВУЧЕСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОЛАЗА

**Вес водолаза на воздухе.** Вес водолаза в полном снаряжении имеет большое значение при подводных погружениях. Особенно это относится к вопросам плавучести и устойчивости под водой. Так, например, водолаз в вентилируемом снаряжении весит на воздухе 150 кг, а в воде — до 10 кг.

**Плавание тел. Закон Архимеда.** По физическому закону Архимеда всякое тело, погруженное в воду, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная им вода. При погружении тела под воду на него действуют две противоположно направленные силы: сила тяжести и сила плавучести.

**Взаимодействие сил тяжести и плавучести под водой. Понятие о центре тяжести и центре плавучести тела.** Сила тяжести (или вес тела) направлена вниз по вертикали и стремится погрузить тело в воду. По закону физики она действует так, будто приложена к одной точке — центру тяжести (ЦТ). Вместе с тем вода препятствует погружению в нее тела — она давит на него снизу и с боков и стремится как бы вытолкнуть на поверхность. Эта сила называется силой плавучести. Она направлена вертикально вверх. Точка приложения этой силы называется центром плавучести (ЦП).

Когда сила тяжести больше силы плавучести, то тело погружается свободно, имеет отрицательную плавучесть. И, наоборот, если сила тяжести меньше силы плавучести, тело плавает на поверхности, т. к. обладает положительной плавучестью. При равенстве этих сил тело находится в состоянии равновесия. Это означает, что сумма сил равна нулю, и тело имеет нулевую плавучесть.

Средний удельный вес тела человека при выдохе колеблется в пределах 1,021—1,098. Человек имеет в воде отрицательную плавучесть около 1 кг. Этим и объясняется, что не умеющий плавать тонет. Но если сделать полный вдох и спокойно лечь на поверхность воды, то появляется незначительная положительная плавучесть. Еще более устойчивое равновесие получается при отведении рук за голову. При этом центр тяжести совместится с центром плавучести, и пловец свободно продержится на поверхности воды.

**Зависимость плавучести от типа водолазного снаряжения.** В водолажном снаряжении увеличивается общий объем тела и, следовательно, становится большей положительная плавучесть. При этом вес самого снаряжения несколько увеличит отрицательную плавучесть водолаза, но это увеличение значительно меньше, чем прирост положительной плавучести. Таким образом в любом снаряжении водолаз приобретает некоторую положительную плавучесть, которую необходимо погасить при погружении. Достигается это с помощью грузов (рис. 4).

Вес водолаза под водой в вентилируемом водолажном снаряжении равен 5—10 кг. В кислородном аппарате и у аквалангиста без гидрокombineзона он колеблется в пределах до 5 кг. Причем вес аквалангиста зависит от веса баллонов и количества воздуха в них.

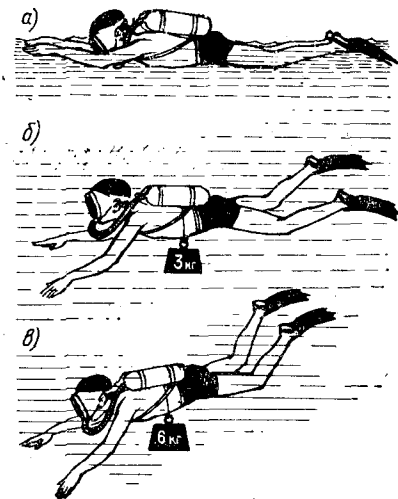


Рис. 4. Плавучесть водолаза под водой: а — положительная; б — нулевая; в — отрицательная

При спусках в акваланге следует учитывать, что по мере расходования воздуха в баллонах водолаз теряет в весе под водой до 2 кг.

**Регулировка плавучести под водой.** Для погружения водолаза наиболее благоприятные условия создаются при небольшой отрицательной плавучести — 0,5—1 кг.

На плавучесть водолаза влияет плотность или удельный вес воды. В морской воде водолаз имеет большую плавучесть, чем в пресной, так как она более плотная и обладает большей выталкивающей силой. Поэтому при спусках в море дополнительный вес должен быть больше, чем при спусках в пресную воду.

Плавучесть водолаза зависит также от степени наполнения скафандра воздухом, т. е. от объема воздушной подушки и может изменяться от отрицательной до положительной.

Водолаз должен так регулировать воздух в скафандре, чтобы сохранить некоторую отрицательную плавучесть.

Во время нахождения под водой на грунте опытный водолаз все время регулирует свою плавучесть. Так, при подъеме тяжелых предметов вручную он увеличивает положительную плавучесть, а если нужно упереться в грунт, вытравливает по возможности больше воздуха из скафандра.

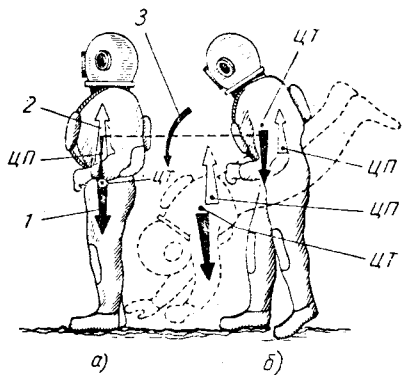


Рис. 5. Основные силы, действующие на водолаза в воде: а — устойчивое положение водолаза; б — неустойчивое положение водолаза; ЦП — центр плавучести; ЦТ — центр тяжести; 1 — сила тяжести; 2 — сила плавучести; 3 — опрокидывающий момент сил

**Условия, необходимые для устойчивости водолаза под водой.** Большое значение имеет способность водолаза сохранять под водой вертикальное положение и легко возвращаться к нему при наклоне в стороны, т. е. сохранять устойчивость. Зависит она от правильного взаиморасположения центра тяжести и центра плавучести водолаза. Иными словами, водолаз под водой будет иметь хорошую устойчивость только в том случае, если центры тяжести и плавучести его лежат на одной вертикальной линии, и центр тяжести расположен примерно на 20 см ниже центра плавучести (рис. 5).

Поэтому при погружении необходимо обращать особое внимание на правильность расположения снаряжения и особенно грузов. Например, если дыхательный аппарат или грузы находятся высоко, т. е. центр тяжести выше центра плавучести, то водолаз может опрокинуть вниз головой и выбросить на поверхность. И, наоборот, если аппарат или грузы расположены слишком низко, водолазу трудно будет нагнаться. Опрокинуться водолаз вверх ногами может и в том случае, если при спуске в гидрокомбинезоне в нижней его части скопится много воздуха. Поэтому перед погружением в

воду необходимо тщательно обжать гидрокомбинезон, вытравив воздух через травящие клапаны. Неправильное расположение центров тяжести и плавучести может быть при смещении грузов или аппарата, например, при обрыве плечевого ремня.

**Сопротивление воды движению водолаза.** Плотность воды оказывает сильное сопротивление движению водолаза, который затрачивает много труда и энергии на ее преодоление, особенно при работе в громоздком скафандре. Дополнительное затруднение встречается при работе в местах, где много ила.

Плотная среда усложняет работу водолаза с ручным инструментом, поэтому для выполнения водолазных работ рекомендуется пользоваться не громоздким инструментом, а более тяжелым по весу.

В некоторых случаях сопротивление воды имеет и положительную сторону. Например, при резких движениях водолаз может случайно удариться о твердые или острые предметы, плотная же среда смягчает удары.

Особенно трудно работать водолазу на течении. Сильное течение, скорость которого иногда достигает до 2—3 м/сек и более, сносит его в сторону от места работы, может оторвать от спускового конца, а также выбросить на поверхность.

Работа на течении требует от водолаза большой затраты энергии, поэтому он должен быть физически выносливым.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА И ЗВУКА В ВОДЕ

**Видимость под водой в различных условиях.** Видимость в воде зависит от прозрачности, освещенности предметов, а также от того, как защищены глаза водолаза.

Морская вода прозрачнее речной. В ней мало взвешенных частиц, рассеивающих световые лучи. В мутной же воде даже в ясный, солнечный день видимость почти отсутствует, а подводный фонарь малоэффективен. В таких условиях водолазу приходится работать на ощупь.

Освещенность предметов в воде зависит также от глубины проникновения солнечных лучей. Известно, что вода плохой проводник света, так как значительная часть лучистой энергии, поглощаемая ею, превращается в тепловую энергию.

В полдень, когда солнце стоит высоко, в воду проникает больше солнечных лучей, чем ранним утром или в часы заката. При небольшом волнении моря видимость в воде резко ухудшена, так как солнечные лучи отражаются от волн и не проникают в глубину.

Некоторые моря отличаются высокой прозрачностью\*. Например, в Саргассовом море она более 60, в Средиземном море 50—60,

\* Прозрачность определяется при помощи так называемого диска Секки. Белый диск диаметром 30 см опускается в воду и отмечается расстояние в местах, где его перестают различать с поверхности.

Баренцевом море — 45, Черном море — 28 м, в реках и озерах от 0,5 до 1,5 м.

В прозрачной воде на большой глубине водолаз может хорошо различать предметы на расстоянии 5—6 м. При спуске на глубину до 100 м предметы видны на расстоянии 1—2 м.

В воде световые лучи сильно рассеиваются и преломляются, острота зрения резко ухудшается. Водолазу все предметы кажутся неясными, в искаженном виде.

Видимость улучшается, если между глазами и водной средой находится воздушная прослойка. Подводный пловец, например, пользуясь полумаской, может различать под водой даже мелкие предметы и видеть показания компаса и т. п.

Это объясняется тем, что находящийся под маской воздух улучшает преломляющую способность хрусталика глаза, так как лучи света проникают в глаз не из воды, а из воздушной прослойки. В маске и в шлеме водолаз видит предметы отчетливо, хотя изображение их не точно: они кажутся ближе, чем в действительности, и несколько увеличенными, примерно на одну треть натуральной величины. Опытные водолазы путем постоянных тренировок приобщаются к этим особенностям зрения и довольно точно определяют расстояние до предмета под водой.

Для улучшения видимости под водой применяется искусственное освещение. Однако в условиях мутной воды оно мало приносит пользы.

И, наконец, под водой человек встречается с таким явлением, как резкое изменение цветоощущения. Особенно это относится к синему и зеленому цветам. Лучше других воспринимается белый цвет. Поэтому инструменты, с которыми водолаз работает под водой, рекомендуются окрашивать в белый цвет.

**Слышимость в воде.** Звук в воде распространяется со скоростью 1400—1500 м/сек., то есть почти в пять раз быстрее, чем в воздухе. Казалось бы и слышимость под водой должна быть хорошей. Однако это не так. Человек под водой слышит хуже, чем на воздухе. Объясняется это особенностями восприятия звука человеком.

Звуковые волны воспринимаются слуховым аппаратом, расположенным во внутреннем ухе, двумя путями: с помощью воздушной и костной проводимостей. При воздушной проводимости звуковые волны передаются через наружный слуховой проход, вызывают колебание барабанной перепонки и через слуховые косточки среднего уха поступают во внутреннее ухо, раздражая окончание слухового нерва. При костной проводимости звуковые колебания передаются в слуховой аппарат костями черепа. Таким образом на поверхности преобладает воздушная, а под водой костная проводимость. Доказано, что костная проводимость на 40% ниже воздушной, а потому и слышимость под водой снижается.

Дальность слышимости при костной проводимости зависит главным образом от тональности: чем выше тон, тем дальше слышен звук.

Звуки, издаваемые на поверхности, не прослушиваются под водой так же, как не слышны подводные звуки на поверхности. Поэтому, чтобы услышать их, необходимо войти в воду хотя бы по колено. Тогда звуковые колебания по костям передадутся костям черепа, а через них во внутреннее ухо. При погружении же головы громкость звука во много раз увеличится.

Что касается ориентировки под водой по слуху, то она крайне затруднена. Дело в том, что в воздухе звук приходит в одно ухо на небольшую долю секунды (0,0001 сек.) раньше, чем в другое. Поэтому человек может определить направление, откуда происходит звук с небольшой ошибкой 1—3°. Под водой же звук воспринимается почти одновременно обоими ушами, поэтому они не могут уловить разность во времени поступления звука и определить направление на источник звука.

Для того чтобы научиться правильно определять направление звука под водой, нужны длительные и систематические тренировки.

Опытами установлено, что при спусках в снаряжении с резиновым шлемом, плотно облегающим голову водолаза, звуки хорошо слышны. В снаряжении же с металлическим шлемом водолаз слышит звуки плохо, т. к. при прохождении через металлическую оболочку и слой воздуха в шлеме сила звука теряется.

#### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

**Понятие о клетках, тканях, органах и организме человека.** Впервые клетка была открыта английским физиком Робертом Гуком в 1665 году.

Стройная клеточная теория построения тканей растений и животных связана с именем русского ученого П. Ф. Горянинова. В 1834 году он высказал идею, что все живые организмы состоят из соединенных между собой клеток. Соединения клеток образуют ткани, которые в процессе жизнедеятельности растут и развиваются.

Как всякое живое существо, клетка состоит из: воды (85—90%), белков (7—10%), жировых веществ (1—2%), углеводов (1—2%) и минеральных солей (1—1,5%). Самой важной составной частью клетки является белок, образуемый из аминокислот, поступающих в организм с пищевыми веществами. Известно 150 аминокислот.

Организму человека присущи несколько видов тканей: эпителиальная или покровная (кожа, слизистые оболочки и т. д.); соединительная ткань (кости, суставы); мышечная — различные мышцы и нервная ткань.

Каждый орган выполняет определенную функцию. Координацию работы отдельных органов, входящих в системы, а также взаимодействие между отдельными системами осуществляет нервная система, которая, воспринимая влияние внешней среды, заставляет организм реагировать на воздействие этой среды.

Познакомимся с основными жизненными процессами в организ-

ме человека и влиянием, которое оказывает на них повышенное давление.

**Строение и работа сердца. Понятие о большом и малом кругах кровообращения.** Сердце — это мышечный насос, нагнетающий кровь в кровеносные сосуды. Сплошной перегородкой оно разделено на правую и левую половины. Каждая половина состоит из предсердия и желудочка, соединенных клапанами. Сердце человека весит примерно 300 г (0,4—0,6% веса тела). Оно величиной с кулак.

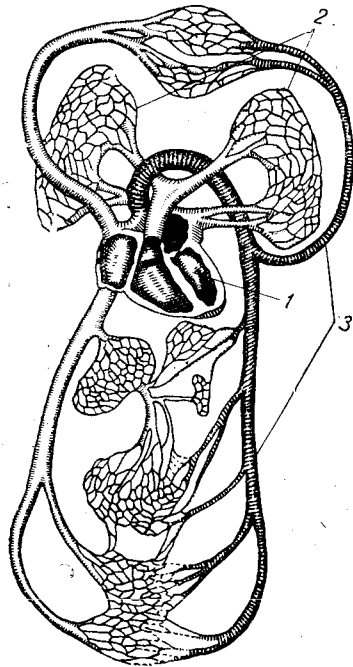


Рис. 6. Схема кровообращения:  
1 — сердце; 2 — малый круг кровообращения; 3 — большой круг кровообращения

Из левой половины сердца (желудочка) кровь под большим давлением попадает в аорту, от которой отходят артерии, разветвляющиеся по всему телу. Мельчайшие артерии, разветвляясь, в свою очередь образуют сеть тончайших сосудов или капилляров. Капилляры имеются во всех участках нашего тела. Через них кровь отдает тканям кислород и питательные вещества, необходимые для жизнедеятельности человека. Из тканей в кровь капилляров поступают углекислота и другие вещества, которые должны быть выведены наружу из организма. Капилляры сливаются друг с другом и образуют вены. По самым крупным венам кровь попадает в правое предсердие. Путь крови от левого желудочка по артериям, капиллярам и венам до правого предсердия называется большим кругом кровообращения.

Во время сокращения правого предсердия кровь попадает в правый желудочек, который проталкивает ее в легочную артерию. Отсюда кровь, бедная кислородом и бо-

гатая углекислотой, проходит в легкие. Легочная артерия разветвляется на капилляры, оплетающие альвеолы. Протекая через легкие, кровь обогащается кислородом и отдает углекислоту. Сливаясь друг с другом, легочные капилляры образуют вены, впадающие в левое предсердие. Ток крови от правого желудочка сердца через легкие к левому предсердию называется малым кругом кровообращения (рис. 6).

Кровь, богатая кислородом, ярко-алого цвета, называется она артериальной; кровь, бедная кислородом, темно-вишневого цвета — венозная.

Итак, основное назначение сердца — это обеспечить непрерывное движение крови по сосудам. Если сердце перестает работать, то через несколько минут (5—6) человек умирает. Чтобы кровь прошла через капилляры и совершила оба круга кровообращения, сердце выполняет большую работу. Оно сокращается 70—75 раз в минуту, выбрасывая при каждом сокращении в аорту 60—80 мл крови. За сутки сердце перекачивает более 8000 л крови. Известный русский физиолог И. Ф. Цион подсчитал, что сердце выполняет за период жизни одного человека работу, достаточную, чтобы поднять поезд на высоту горы Монблан!

Во время тяжелой физической работы сердце сокращается до 150 раз в минуту, а количество крови, выбрасываемое при каждом сокращении, может увеличиться до 150—180 мл, т. е. до 25 л в минуту.

Сердечная мышца сокращается непрерывно, автоматизм работы сердца регулируется специальным нервным аппаратом.

Сердечная мышца, так же как и любая ткань, снабжается кровью. Артерия, питающая сердечную мышцу, отходит от аорты в самом ее начале. От состояния сосудов, питающих мышцу сердца, зависит в значительной степени работоспособность сердца.

Помимо сердца, в кровообращении принимают участие периферические сосуды — артерии, вены и капилляры. Артерии могут суживаться и расширяться, влияя на кровоснабжение тканей. Вены же самостоятельно не изменяют просвета. Кровь в них проталкивается при сокращении мышц, расположенных по соседству. В венах имеются клапаны, препятствующие обратному току крови. Движению крови в венах способствует также присасывающее действие грудной клетки, сокращение диафрагмы и т. д.

Капиллярное кровообращение зависит от степени нагрузки на ту или иную мышцу или орган. Во время сокращения мышц количество действующих капилляров в них увеличивается и сердцу приходится работать с большой нагрузкой, чтобы протолкнуть кровь через капилляры. Кровь в сосудах течет под некоторым давлением. Артериальное давление крови значительно больше венозного. У здорового взрослого человека до 40 лет максимальное давление крови равно 110—120 мм рт. ст., минимальное — 60—80 мм рт. ст.

**Кровь, ее состав и роль в жизнедеятельности организма.** Кровь — жидкая ткань организма, заполняющая кровеносные сосуды. Протекая через тот или иной участок тела, кровь отдает кислород и питательные вещества, обогащается углекислотой и другими продуктами обмена. Последние через органы выделения выводятся из организма.

В жидкой части крови, которая называется плазмой, взвешены так называемые форменные элементы: эритроциты или красные кровяные тельца; лейкоциты или белые кровяные тельца и тромбоциты — кровяные пластинки.

Больше всего в крови эритроцитов. В 1 мм<sup>3</sup> крови содержится

4,5—5 миллионов эритроцитов. Количество крови у человека составляет от 5 до 8% от веса тела (в среднем 6,5%).

Эритроцит — клетка, не имеющая ядра и почти сплошь заполненная веществом, называемым гемоглобином. Он соединяется с кислородом в нестойкое химическое соединение — оксигемоглобин. Последний обладает свойством распадаться снова на гемоглобин и кислород в среде, где недостаточно кислорода. Такой средой являются ткани организма, ощущающие потребность в кислороде.

Углекислый газ переносится из тканей в легкие также кровью. Красные кровяные тельца живут недолго и заменяются новыми. Ежедневно погибает более 800 миллиардов эритроцитов, т. е.  $\frac{1}{30}$  часть. Эти потери возмещаются поступлением в кровь свежих эритроцитов, вырабатываемых в красном костном мозгу и других местах.

Белых кровяных телец или лейкоцитов в крови значительно меньше — от 5000 до 8000 в  $1 \text{ мм}^3$ . Они способны самостоятельно двигаться. Роль их в организме выяснил великий русский ученый И. И. Мечников. Он доказал, что лейкоциты захватывают чужеродные тела, попавшие в организм, а затем пожирают и переваривают их.

В плазме крови плавают особые тельца — тромбоциты, которые принимают участие в свертывании крови. Их содержится до 300 000 в  $1 \text{ мм}^3$ . Если бы кровь не свертывалась, то любая царапина могла бы вызвать смертельное кровотечение.

**Органы дыхания.** Для поддержания жизни необходимо, с одной стороны, непрерывное поглощение клетками живого организма кислорода и, с другой, удаление углекислого газа, образующегося в результате процессов окисления. Эти два параллельно протекающих процесса и составляют сущность дыхания.

У высокоорганизованных многоклеточных животных дыхание обеспечивается специальными органами — легкими.

Легкие человека состоят из множества отдельных маленьких легочных пузырьков — альвеол диаметром 0,2 мм. Но так как число их очень велико (около 700 миллионов), то общая поверхность значительна и составляет  $90 \text{ м}^2$ .

Альвеолы густо оплетены сетью тончайших кровеносных сосудов — капилляров. Стенка легочного пузырька и капилляра вместе имеет толщину всего 0,004 мм.

Таким образом кровь, протекающая по капиллярам легких, чрезвычайно близко соприкасается с воздухом, находящимся в альвеолах, где происходит газообмен.

Атмосферный воздух попадает в легочные пузырьки, проходя через воздухоносные дыхательные пути.

Собственно дыхательные пути начинаются так называемой гортанью в том месте, где глотка переходит в пищевод. За гортанью следует дыхательное горло — трахея в диаметре около 20 мм, в стенках которой имеются хрящевые кольца (рис. 7).

Трахея проходит в грудную полость, где делится на два больших бронха — правый и левый, на которых висят правое и левое легкие. Войдя в легкое, бронх ветвится, его разветвления (средние и мелкие бронхи) постепенно утоньшаются и, наконец, переходят в самые тонкие конечные веточки — бронхиолы, на которых сидят альвеолы.

Снаружи легкие покрыты гладкой, слегка влажной оболочкой — плеврой. Точно такая же оболочка покрывает изнутри стенки грудной полости, образуемой с боков ребрами и межреберными мышцами, а снизу диафрагмой или грудобрюшной мышцей.

В норме легкие не сращены со стенками грудной клетки, они только плотно к ним прижаты. Это происходит оттого, что в плевральных полостях (между плевральными оболочками легких и грудных стенок), которые представляют собой узкие щели, нет воздуха. Внутри легких, в альвеолах всегда находится воздух, сообщаящийся с атмосферным, поэтому в легких имеется (в среднем) атмосферное давление. Оно и прижимает легкие к стенкам груди с такой силой, что легкие не могут оторваться от них и пассивно следуют за ними, при расширении или сжатии грудной клетки.

Кровь, совершая по сосудам альвеол непрерывный кругооборот, захватывает кислород и выделяет углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ). Следовательно, для правильного газообмена необходимо, чтобы воздух, находящийся в легких, содержал необходимое количество кислорода и не переполнялся бы  $\text{CO}_2$  (углекислым газом). Это обеспечивается постоянным частичным обновлением воздуха в легких. При вдохе в легкие поступает свежий атмосферный воздух, а при выдохе — удаляется уже использованный.

Дыхание происходит следующим образом. Во время вдоха усилием дыхательных мышц грудная клетка расширяется. Легкие, пассивно следуя за грудной клеткой, всасывают воздух через дыхательные пути. Затем грудная клетка в силу своей эластичности уменьшается в объеме, легкие сжимаются и выталкивают избыток

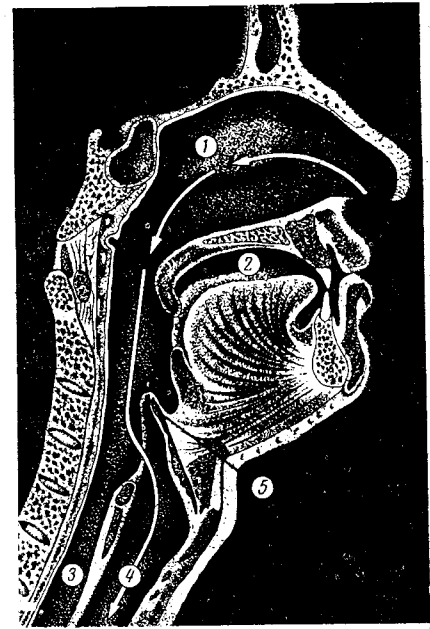


Рис. 7. Верхние дыхательные пути:  
1 — носовая полость; 2 — ротовая полость;  
3 — пищевод; 4 — гортань и дыхательное  
горло (трахея); 5 — надгортанник

воздуха в атмосферу. Происходит выдох. При спокойном дыхании в легкие человека во время каждого вдоха поступает 500 мл воздуха. Такое же количество он выдыхает. Этот воздух называется дыхательным. Но если после нормального вдоха сделать глубокий вдох, то в легкие поступит еще 1500—3000 мл воздуха. Его называют дополнительным. Кроме того, при глубоком выдохе после нормального выдоха из легких можно удалить еще до 1000—2500 мл так называемого резервного воздуха. Однако и после этого в легких остается около 1000—1200 мл остаточного воздуха.

Сумма объема дыхательного, дополнительного и резервного воздуха называется жизненной емкостью легких. Ее измеряют при помощи специального прибора — спирометра. У разных людей жизненная емкость легких колеблется от 3000 до 6000—7000 мл.

Высокая жизненная емкость легких имеет важное значение для ныряльщиков. Чем больше объем легких, тем больше под водой может находиться ныряльщик.

Дыхание регулируется особыми нервными клетками — так называемым дыхательным центром, который находится рядом с сосудо-двигательным центром в продолговатом мозгу.

Дыхательный центр очень чувствителен к избытку углекислоты в крови. Повышение содержания углекислого газа в крови раздражает дыхательный центр и учащает дыхание. И наоборот, резкое уменьшение содержания углекислого газа в крови или альвеолярном воздухе вызывает кратковременную на 1—1,5 мин. остановку дыхания (апноэ).

Дыхание находится под некоторым контролем воли. Здоровый человек может произвольно задержать дыхание на 45—60 сек.

**Понятие о газообмене в организме (внешнее и внутреннее дыхание).** Внешнее дыхание обеспечивает газообмен между наружным воздухом и кровью человека, насыщает кровь кислородом и выводит из нее углекислоту. Внутреннее дыхание обеспечивает обмен газами между кровью и тканями организма.

Обмен газами в легких и тканях происходит в результате разности парциальных давлений газов в альвеолярном воздухе, крови и тканях. Венозная кровь, поступающая к легким, бедна кислородом и богата углекислым газом. Парциальное давление кислорода в ней (60—75 мм рт. ст.) значительно меньше, чем в альвеолярном воздухе (100—110 мм рт. ст.), и кислород свободно переходит из альвеол в кровь. Зато парциальное давление углекислого газа в венозной крови (48 мм рт. ст.) выше, чем в альвеолярном воздухе (41,8 мм рт. ст.), что заставляет углекислый газ покинуть кровь и перейти в альвеолы, откуда он удаляется во время выдоха. В тканях же организма этот процесс происходит по-другому: кислород из крови поступает к клеткам, а кровь насыщается углекислым газом, который в избытке содержится в тканях.

Взаимоотношение парциальных давлений кислорода и углекислого газа в атмосферном воздухе, крови и тканях организма видно из таблицы (величины парциальных давлений выражены в мм рт. ст.).

Название газов	Атмосферный воздух	Альвеолярный воздух	Кровь		Ткани организма
			артериальная	венозная	
Кислород	159	100—110	95—100	60—75	От 30 до 0
Углекислый газ	0,23	37—40	41,8	48	От 50 до 60

К этому следует добавить, что высокое процентное содержание углекислого газа в крови или тканях способствует разложению окиси гемоглобина на гемоглобин и чистый кислород, а высокое содержание кислорода способствует удалению углекислого газа из крови через легкие.

**Особенности дыхания под водой.** Мы уже знаем, что человек не может использовать для дыхания имеющийся в воде растворенный кислород, т. к. легкие его нуждаются только в газообразном кислороде.

Чтобы обеспечить жизнедеятельность организма под водой, необходимо систематически доставлять дыхательную смесь к легким.

Это может быть осуществлено тремя путями: через дыхательную трубку, при помощи автономных дыхательных аппаратов и подачи воздуха с поверхности воды в изолирующие устройства (скафандры, батискафы, домики). Указанные пути имеют свои особенности. Издавна известно, что, находясь под водой, можно дышать через трубку на глубине не более 1 м.

На большей глубине дыхательные мышцы не могут преодолеть дополнительного сопротивления столба воды, которое давит на грудную клетку. Поэтому для плавания под водой применяются дыхательные трубки длиной не более 0,4 м.

Но и при такой трубке сопротивление дыханию все же достаточно велико, к тому же воздух, поступающий на вдох, несколько обеднен кислородом и имеет небольшой избыток углекислоты, что приводит к возбуждению дыхательного центра, выражающемуся в умеренной одышке (частота дыхания увеличивается на 5—7 вдохов в минуту).

Чтобы обеспечить нормальное дыхание на глубине, необходимо подавать в легкие воздух под таким давлением, которое соответствовало бы давлению на данной глубине и могло бы уравновесить внешнее давление воды на грудную клетку.

В кислородном скафандре дыхательная смесь перед поступле-



нием в легкие сжимается до нужной степени, в дыхательном мешке — непосредственно давлением окружающей среды.

В автономном дыхательном аппарате на сжатом воздухе эту функцию выполняет специальный механизм. При этом важным является соблюдение определенных пределов сопротивления дыхания, так как значительная величина его оказывает отрицательное воздействие на сердечно-сосудистую систему человека, вызывает утомление дыхательной мускулатуры, вследствие чего организм не в состоянии поддержать необходимый режим дыхания.

У аппаратов легочно-автоматического действия сопротивление дыханию пока еще достаточно большое. Величина его оценивается по тому усилию дыхательных мышц, которое создает разрежение в легких, дыхательных путях, трубке вдоха и в подмембранной полости легочного автомата. В условиях атмосферного давления, а также в вертикальном положении аквалангиста в воде, когда легочной автомат находится на одном уровне с «центром» легких, сопротивление дыханию на входе равно около 50 мм вод. ст. При горизонтальном плавании с аквалангом, легочный автомат которого расположен за спиной на баллонах, разница между давлением воды на мембрану легочного автомата и на грудь аквалангиста составляет около 300 мм вод. ст.

Поэтому сопротивление вдоху достигает 350 мм вод. ст. Для уменьшения сопротивления дыханию вторая ступень редукции в новых типах аквалангов размещается в загубнике.

В вентилируемом снаряжении, где воздух подается по шлангу с поверхности, сжатие его производится при помощи специальных водолазных помп или компрессоров, причем степень сжатия должна быть пропорциональна глубине погружения. Величина давления в этом случае контролируется манометром, установленным между помпой и водолазным шлангом.

**Режим питания водолазов.** Во время погружения значительно увеличивается обмен веществ и затрачивается больше энергии, чем в обычных условиях. Эта энергия образуется за счет химического распада пищевых веществ, перерабатываемых органами пищеварения. Она измеряется в больших калориях и обозначается ккал\*. Даже при относительно полном покое человек затрачивает 1500—1700 ккал в сутки для поддержания жизнедеятельности организма. Во время же тяжелой физической работы его энергозатраты увеличиваются до 3500—5500 ккал. Если эти энергозатраты не пополнять или компенсировать не в полной мере, наступит истощение организма.

Пищевые продукты включают белки, жиры, углеводы, витамины, воду, минеральные соли.

Белки содержатся в мясе, яйцах, молоке и в растительных продуктах — горохе, сое и т. д. Они в основном расходуются в ор-

ганизме для роста и возобновления клетки и тканей. Это «строительный», пластический материал.

Белки могут использоваться и для выделения энергии. При сгорании 1 г белка выделяется 4,1 ккал энергии. Водолазу необходимо потреблять в сутки около 160 г белков, причем 95 г животного происхождения.

**Жир** — основной источник пополнения энерготрат. При сгорании 1 г жира выделяется 9,3 ккал энергии. Жиры бывают животные и растительные. Водолазу в сутки рекомендуется принимать с пищей около 150 г жиров, из них 120 г животного жира.

**Углеводы** — наиболее легко усвояемые организмом пищевые продукты. При окислении 1 г углевода выделяется 4,1 ккал энергии. Они содержатся главным образом в хлебе, картофеле, сахаре, крупах и т. д. Водолазу рекомендуется потреблять в сутки 450—650 г продуктов, содержащих углеводы.

Для правильного обмена веществ служат витамины, которые содержатся в продуктах питания, а также выпускаются промышленностью в концентрированном виде (драже, экстракты и т. д.). Для полноценного питания необходимы различные минеральные соли и вода. Суточная потребность организма в воде в среднем равна 2—2,5 л.

Режим питания водолазов должен быть с учетом воздействия давления воды на органы пищеварения.

Повышенное давление оказывает угнетающее действие на пищеварение, поэтому пищу нужно принимать через 1,5—2 часа после погружений. Не следует обильно есть перед погружением. Завтрак или обед должен быть не позже чем за 2 часа до спуска, так как давление воды на переполненный желудок может вызвать рвоту. Для уменьшения газообразования в кишечнике водолазу не рекомендуется употреблять перед погружением горох, чечевицу, капусту и т. д.

Очень большое значение имеет регулярное питание. Перерыв в приемах пищи не должен превышать 4—5 часов. Вследствие того, что пребывание под водой требует большой затраты энергии, пища должна быть калорийной, но не слишком обильной.

**Органы выделения.** В процессе жизнедеятельности организма человека образуются конечные продукты обмена веществ, так называемые шлаки: мочевина, мочевая кислота, углекислота и др. Они выделяются различными путями: через почки — с мочой, потовые железы — с потом, легкие — с выдыхаемым воздухом и, наконец, выбрасываются с калом.

Погружение под воду усиливает обмен веществ и вызывает образование повышенного количества шлаков. Поэтому органы выделения работают с дополнительной нагрузкой.

Перед погружением не рекомендуется пить много воды и нужно обязательно освободить кишечник и мочевой пузырь.

**Нервная система** управляет сложной и многообразной деятельностью организма человека, работой всех органов и систем, регу-

\* Ккал (большая калория) — количество теплоты, необходимое для нагревания 1 л воды на 1°C.

лирует все процессы, происходящие в организме. Она осуществляет связь организма с внешней средой.

Нервная система состоит из головного и спинного мозга, которые составляют центральную нервную систему и большого количества периферических нервов. Все эти отделы нервной системы связаны друг с другом, и поэтому на любое раздражение организм реагирует как единое целое. Головной мозг состоит из двух полушарий, продолговатого, промежуточного, среднего мозга, каждый из которых координирует деятельность того или иного органа или системы органов. Высшим отделом мозга являются большие полушария, покрытые тонким слоем серого вещества, состоящего из 14 миллиардов нервных клеток. Это — кора головного мозга. Она координирует деятельность всех отделов центральной нервной системы и является центром высшей нервной деятельности.

Нервная система осуществляет свою работу путем рефлексов, т. е. ответных реакций на раздражения, полученные из внешней или внутренней среды. Например, рука отдергивается от горячего предмета, при запахе вкусной пищи выделяется слюна.

Кора головного мозга получает сигналы из внешней среды через органы чувств. Особенно большое значение имеют слух и зрение. Они всегда стоят на страже безопасности человека и вовремя сигнализируют об изменениях во внешней среде.

Каждый спуск под воду является ответственным. Он сопряжен с большим нервно-психическим напряжением, поэтому водолазы должны быть эмоционально устойчивыми и максимально внимательными.

**Органы чувств** связывают центральную нервную систему с внешней средой. Через нервные окончания, расположенные во внутренних органах, воспринимаются раздражения, возникающие во всех частях тела.

Повышенное давление под водой влияет на работу органов чувств, кожная чувствительность к боли притупляется. При длительном пребывании под повышенным давлением ослабевает вкусовая чувствительность — пища кажется безвкусной.

**Строение уха.** Орган слуха — ухо делится на наружное, среднее (барабанная полость) и внутреннее ухо или улитку (рис. 8).

Наружное ухо состоит из ушной раковины, от которой начинается слуховой проход — канал, идущий в толщу височной кости черепа. Этот канал заканчивается барабанной перепонкой, которая отделяет его от среднего уха. Барабанная перепонка очень тонка, нежна и чувствительна к давлению.

За перепонкой расположено среднее ухо, представляющее собой маленькую пещерку, находящуюся в толще височной кости. Внутри ее имеются слуховые косточки (молоточек, наковальня и стремячко). Барабанная полость соединена с полостью носа так называемой евстахиевой трубой, поэтому в ней всегда имеется воздух.

Таким образом на барабанную перепонку давит снаружи атмосферный воздух (через слуховой проход), а изнутри — воздух барабанной полости.

По евстахиевой трубе сжатый воздух поступает в барабанную полость и оказывает давление на барабанную перепонку изнутри с силой, соответствующей глубине погружения. Поэтому давление с той и другой стороны продолжает оставаться одинаковым, и перепонка не травмируется. Никаких болезненных ощущений при этом не наблюдается.



Рис. 8. Строение уха

Но, если евстахиева труба плохо проходима, давление в барабанной полости не успевает выравниваться с окружающим давлением и может произойти разрыв барабанной перепонки.

Непроходимость евстахиевой трубы может быть стойкой (в результате неправильного развития или заражения после перенесенного воспаления среднего уха) и временной, при насморке, ангине, катарре верхних дыхательных путей, когда слизистая оболочка трубы набухает, просвет суживается, а слизь закупоривает его.

Внутреннее ухо состоит из улитки, в которой размещены лабиринты — орган равновесия человека — и кортиева орган, воспринимающий звуковые волны. Звуковые волны колеблют барабанную перепонку, слуховые косточки и мембрану кортиева органа. От волосяных клеток кортиева органа нервное возбуждение передается по слуховым нервам в центр слуха, расположенный в височной доли коры головного мозга.

**Воздухоносные полости организма.** В организме имеется ряд полостей, заполненных газами. Это барабанная, гайморова и лобная полости.

Газы находятся также в легких, верхних дыхательных путях и в кишечнике.

Гайморова полость расположена в верхнечелюстной кости, а лобные — в толще надбровных дуг лобных костей. Эти полости небольшими щелями соединены с носоглоткой. Во время простудных

заболеваний слизистая оболочка, покрывающая их, разбухает, а слизь закупоривает узкие щели. Проходимость сжатого воздуха в полости во время погружений водолазов в таком болезненном состоянии затруднена, давление в полостях становится ниже окружающего, и появляются боли.

#### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЛАЗНОГО ТРУДА (МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ)**

Пребывание водолаза под повышенным давлением условно можно разделить на три периода: период компрессии (повышение давления), период нахождения под наибольшим давлением (на грунте или в рекомпрессионной камере) и период декомпрессии (снижение давления).

Каждый период имеет свои особенности, которые необходимо знать, чтобы избежать возникновения тех или иных заболеваний.

В период компрессии тело человека подвергается действию быстро нарастающего избыточного давления воды. Такой быстрый перепад давления может вызвать возникновение отрицательных патологических процессов в барабанной полости и придаточных пазухах носа (верхнечелюстной, лобной и решетчатой костей). В результате неравенства давления в барабанной полости с наружным произойдет разрыв барабанной перепонки.

Иногда после «надавливания» на уши возникает зубная боль, т. к. веточки тройничного нерва обслуживают одновременно с барабанной перепонкой и зубы как верхней, так и нижней челюстей. Повышенное давление может вызвать зубную боль в больном (кариозном) зубе.

Нарушение воздушной проходимости придаточных полостей носа приводит, как правило, к возникновению болей в лобной или решетчатой костях.

При быстром повышении давления может возникнуть «обжим» водолаза. Он наступает вследствие недостаточной подачи воздуха в скафандр или несвоевременного выравнивания давления под маской.

**В период пребывания на грунте** водолаз находится в необычных условиях внешней среды. Здесь сильнее всего проявляется биологическое воздействие на него повышенного давления воздуха или газовой смеси, которое зависит от повышенного парциального давления газов в дыхательной смеси, влияния низкой температуры и др. Эти факторы, а также большое нервное напряжение, испытываемое водолазом при любом погружении, могут вызвать функциональные сдвиги в организме. Обычно сдвиги не выходят за рамки нормальных физиологических колебаний и только при нарушении правил техники безопасности водолазных погружений могут вызвать водолазные заболевания. Особое значение приобретает в период пребывания на грунте избыточное насыщение тканей организма азотом или другими индифферентными газами. Послед-

ствия этого явления сказываются во время подъема водолаза на поверхность.

**В период подъема (декомпрессии)** ткани тела постепенно освобождаются от избыточного азота. Если подъем происходит быстро с нарушениями режима декомпрессии, то вследствие быстрого снижения абсолютного и парциального давлений часть растворенного в организме азота перейдет в свободное состояние и выделится в виде пузырьков, которые могут закупорить кровеносные сосуды и вызвать кессонную болезнь. Чтобы избежать этого, необходимо осуществлять подъем по декомпрессионным таблицам.

Во время подъема объем газов в кишечнике увеличивается, что может послужить причиной возникновения болей в области живота. Если подъем производить быстро (например, при так называемом свободном подъеме без аппаратов), могут возникнуть боли в ушах и придаточных полостях носа.

Следует отметить, что воздух из среднего уха в носоглотку выходит легко через евстахиеву трубу.

Во время подъема водолаза может произойти баротравма легких, если он произвольно задержит выдох и вовремя не удалит из легких избыток расширяющегося воздуха.

## Глава II. ВОДОЛАЗНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

### ОПРЕДЕЛЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОЛАЗНОГО СНАРЯЖЕНИЯ

Физические и физиологические особенности водолазного труда дают возможность установить те требования, которым должно удовлетворять водолазное снаряжение любого типа, а именно:

- обеспечивать водолаза воздухом (газовой смесью) для дыхания под давлением, равным давлению окружающей среды;

- создавать водолазу определенный вес и необходимую устойчивость при нахождении под водой;

- давать возможность водолазу передвигаться и производить под водой различные работы;

- обеспечивать связь водолаза с поверхностью.

Кроме указанных требований, водолазное снаряжение должно обеспечивать водолазу безопасность при спуске и подъеме, а также при производстве подводных работ.

**Водолажным снаряжением** называется комплекс устройств, обеспечивающий жизнедеятельность водолаза под водой в течение длительного времени. Водолазное снаряжение изолирует водолаза от воды, но не воспринимает на себя внешнее давление. Ввиду этого его называют «мягким» снаряжением.

По способу обеспечения дыхания водолаза под водой водолазное снаряжение разделяют на следующие виды: вентилируемое, инжекторно-регенеративное, регенеративное и снаряжение с открытой схемой дыхания. Каждый вид снаряжения, в свою очередь, подразделяется на типы.

**Вентилируемое водолазное снаряжение** работает по принципу непрерывной подачи сжатого воздуха водолазу для дыхания по шлангу с поверхности и вентиляции газового объема.

По способу соединения шлема с водолазной рубашкой вентилируемое снаряжение подразделяется на трехболтовое и двенадцатиболтовое.

Трехболтовое снаряжение используется при проведении водолазных аварийно-спасательных, судоподъемных и других работ на глубинах до 60 м.

Двенадцатиболтовое снаряжение применяется на водолазных работах в речных и озерных условиях, а также в морских портах и гаванях при выполнении различного рода подводно-технических работ на глубинах до 30 м.

**Инжекторно-регенеративное водолазное снаряжение.** Характерной особенностью этого снаряжения является то, что дыхательная

газовая смесь полностью или частично восстанавливается в регенеративной системе снаряжения, подача же дыхательного газа с поверхности производится в основном на работу инжектора и наполнения скафандра на период погружения под воду. Длительность пребывания водолаза под водой в этом виде снаряжения зависит от продолжительности работы регенеративной системы.

К такому виду снаряжения относится *воздушно-кислородное снаряжение ВКС-57*, представляющее собой водолазное снаряжение вентиляционно-инжекторного типа, с подачей водолазу для дыхания воздуха и искусственных газовых смесей по способу вентиляции и инъекции. При погружениях в этом снаряжении на глубину до 60 м применяется воздушно-кислородная смесь, а до 100 м — воздушно-гелиевая. Оно предназначено для производства аварийно-спасательных, судоподъемных и различных водолазных работ.

При отсутствии надобности инжекторно-регенеративное устройство может быть снято, и тогда снаряжение используется как обычное вентилируемое.

Необходимость выполнения водолазных работ на глубинах более 100 м привела к созданию другого снаряжения этого вида *инжекторно-регенеративного гелио-кислородного снаряжения ГКС-3м*. В качестве дыхательных газовых смесей в этом снаряжении применяются гелио-кислородные и воздушно-гелиевые смеси, содержащие такое количество кислорода, парциальное давление которого не превышает допустимых норм.

Гелио-кислородное снаряжение ГКС-3м позволяет вести аварийно-спасательные, судоподъемные и другие водолазные работы на больших глубинах с применением для дыхания водолазов искусственных газовых смесей.

**Регенеративное водолазное снаряжение** в отличие от вентилируемого и инжекторно-регенеративного не имеет газового объема. Дыхание водолаза в нем осуществляется непосредственно в систему дыхательного аппарата по замкнутому циклу *аппарат — легкие*. Восстановление дыхательного газа осуществляется в процессе дыхания в аппарате.

Допустимое время пребывания водолаза под водой определяется по запасу кислорода в аппарате и глубины погружения.

Это снаряжение используется для корабельных и других специальных работ.

В зависимости от конструкции и расположения аппарата на водолазе регенеративное водолазное снаряжение подразделяется на *нагрудные* и *заспинные* дыхательные аппараты.

Спуски под воду в таком снаряжении с применением для дыхания чистого кислорода производятся на глубины до 20 м, а с использованием газовых смесей — до тех глубин, на которые рассчитаны эти смеси.

**Водолазное снаряжение с открытой схемой дыхания** основано на принципе пульсирующей подачи воздуха для дыхания водолазу по открытой (незамкнутой) схеме дыхания, когда выдох производится непосредственно в воду. Оно подразделяется на снаряжение с воздушнобаллонными аппаратами, шланговое и универсальное

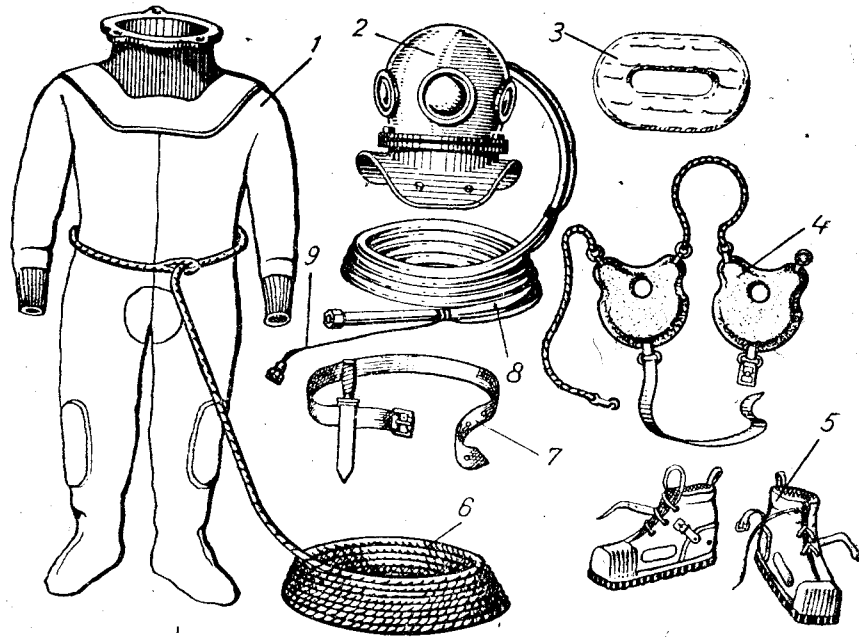


Рис. 9. Трехболтовое водолазное снаряжение:  
1 — рубашка; 2 — шлем с манишкой; 3 — наплечная подушка; 4 — грузы; 5 — галоши; 6 — сигнальный конец; 7 — нож с поясом; 8 — водолазный шланг; 9 — телефонный кабель

Снаряжение с воздушнобаллонными аппаратами (акваланги) применяется для выполнения кратковременных водолазных работ (ввиду ограниченного запаса воздуха в баллонах), спасения утопающих, а также в подводном спорте.

Шланговое и универсальное снаряжения предназначены для выполнения всех видов водолазных работ. Глубина погружения в этих видах снаряжения в пределах 40 м.

Из рассмотренных видов водолазного снаряжения в дальнейшем будут описаны те, которые широко применяются для выполнения водолазных работ.

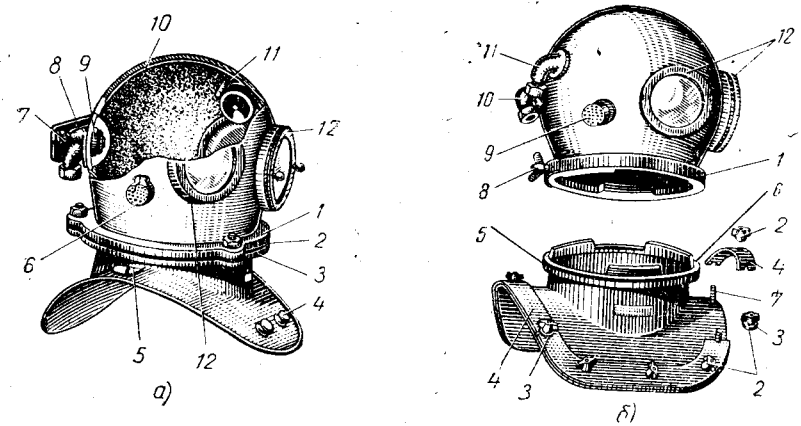


Рис. 10:  
а) — трехболтовый водолазный шлем УВС-50 с манишкой:  
1 — фланец шлема; 2 — резиновая прокладка; 3 — фланец манишки; 4 — пальцы; 5 — крючки; 6 — головной клапан; 7 — воздухоотелефонный ввод; 8 — предохранительный щиток; 9 — воздухонаправляющий щиток; 10 — крепление телефонного капсюля; 11 — иллюминаторы;  
б) — двенадцатиболтовый водолазный шлем с манишкой:  
1 — фланец шлема; 2 — барашковая гайка; 3 — шайба; 4 — прижимная планка; 5 — фланец манишки; 6 — кожаная прокладка; 7 — шпилька; 8 — стопорный барашек; 9 — головной клапан; 10 — телефонный ввод; 11 — воздухопроводный ввод; 12 — иллюминаторы

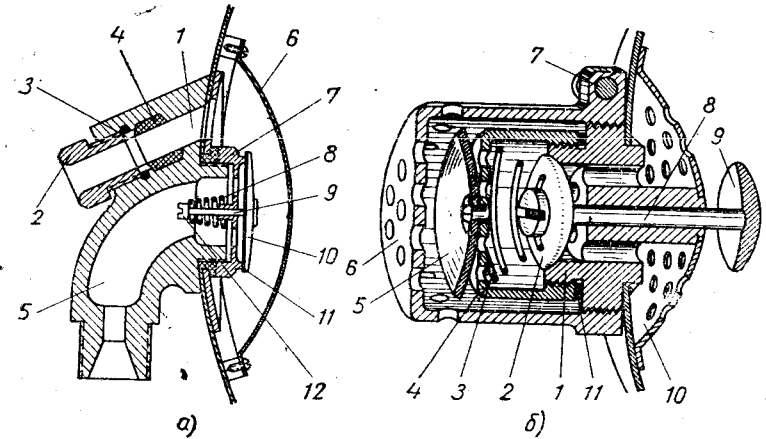


Рис. 11.  
а) — воздухоотелефонный ввод: 1 — телефонный ввод; 2 — нажимная гайка; 3 — упорное кольцо; 4 — резиновая втулка; 5 — воздушный ввод; 6 — воздухонаправляющий щиток; 7 — корпус клапана; 8 — пружина; 9 — тарельчатый клапан; 10 — тарельчатый клапан; 11 — кожаное уплотнение клапана; 12 — стопорная гайка;  
б) — головной клапан: 1 — корпус; 2 — тарельчатый клапан; 3 — коническая пружина; 4 — стакан; 5 — резиноотворотный клапан; 6 — решетчатая крышка; 7 — стопорный винт; 8 — стержень; 9 — пуговка; 10 — предохранительная решетка; 11 — прокладка

В нашей стране применяются два типа вентиляруемого снаряжения: трехболтовое и двенадцатиболтовое. Оба они сходны между собой и отличаются лишь конструкциями водолазных шлемов и рубаш.

Комплект вентиляруемого снаряжения (рис. 9) состоит из шлема с манишкой, водолазной рубашки, наплечных грузов (переднего и заднего), галош и принадлежностей: водолазного ножа с поясом, сигнального конца (кабель-сигнала), водолазного шланга с шланговыми соединениями и специального водолазного белья.

**Водолазные шлемы.** Водолазный шлем представляет собой верхнюю жесткую объемную часть водолазного снаряжения и служит для образования постоянного газового объема, в котором дышит водолаз, а также для защиты его головы от ушибов под водой. Шлемы изготавливаются из 1—1,5-мм листовой меди, а их детали — из латуни. Подразделяются они на два типа — трехболтовые и двенадцатиболтовые.

**Трехболтовый водолазный шлем УВС-50** (рис. 10, а) представляет собой модернизированный ранее выпускаемый шлем Ш-3. Он состоит из двух основных частей — котелка и манишки. На корпусе котелка шлема размещены: совмещенный воздухоуфонный ввод, головной клапан, иллюминаторы, предохранительный щиток, защищающий телефонный кабель от повреждений на изгибе, а внутри — предохранительный клапан, воздухоуправляющий щиток, приспособления для крепления телефонного и микрофонного кабелей. Манишка шлема служит для водонепроницаемого соединения водолазной рубашки с котелком шлема. Она также обеспечивает крепление переднего и заднего грузов и придает устойчивое положение шлему на плечах водолаза. Вес шлема в сборе составляет 15,8 кг. Соединяется водолазная рубашка со шлемом следующим образом. Надетый резиновый фланец водолазной рубашки на болты манишки зажимают гайками между фланцами котелка шлема и манишки.

Воздухоуфонный ввод (рис. 11, а) состоит из корпуса с двумя патрубками. К нижнему патрубку с помощью накидной гайки присоединяется водолазный шланг. Воздух поступает в шлем через предохранительный клапан пружинно-тарельчатого типа, установленный во внутренней части воздушного патрубка.

Назначение предохранительного клапана — свободно пропускать воздух в шлем и препятствовать его выходу обратно, в случае прекращения подачи воздуха с поверхности. К клапану относятся: корпус с отверстиями для прохода воздуха, тарельчатый клапан со стержнем и гайкой, кожаная прокладка, уплотняющая тарельчатый клапан, пружина.

Внутри шлема над предохранительным клапаном установлен на оловянистом припое воздухоуправляющий щиток,

который подводит воздух к переднему иллюминатору. Этим обеспечивается подача свежего воздуха непосредственно к дыхательным органам водолаза и, кроме того, воздушная струя, обдувая стеклок иллюминатора, уменьшает его запотевание.

Через верхний патрубок воздухоуфонного ввода пропускают телефонный кабель. Канал патрубка герметизируют резиновым кольцом (втулкой), прижимным металлическим упорным кольцом и нажимной гайкой.

На шлемах старого образца (см. рис. 10, б) воздухопроводный и телефонный патрубки располагались отдельно, что увеличивало количество выступающих деталей и ухудшало наружные обводы шлема.

Головной клапан (см. рис. 11, б) расположен на правой стороне шлема и предназначен для удаления из скафандра избытка воздуха и периодической его вентиляции. Состоит он из пружинно-тарельчатого и резиноотворотного клапанов, сдублированных вместе, открывается нажимом головы на пуговку стержня.

Но клапан может открываться и самопроизвольно, если давление воздуха в шлеме превысит 0,1 кгс/см<sup>2</sup>. Резиноотворотный клапан преграждает доступ воды в шлем во время вытравливания воздуха и при засорении тарельчатого клапана.

В шлеме размещены смотровые иллюминаторы: два боковых и один передний, толщина стекол 12 мм. Боковые иллюминаторы смонтированы наглухо, их диаметр равен 118 мм.

Передний иллюминатор — съемный, ввинчивается в резьбу кольцевой рамы в шлеме и уплотняется плоской резиновой прокладкой круглого сечения. Диаметр стекла равен 130 мм.

Стекла в иллюминаторах зажимаются в рамках кольцевыми гайками.

Помимо описанного шлема, имеется шлем УВС-50м, который унифицирован со шлемом ВКС-57. На нем установлен рым подвеса и гнездо для телефона-микрофона. Имеется съемный воздухоуправляющий щиток, что дает возможность производить спрямление вмятин на сферической поверхности шлема.

**Двенадцатиболтовый водолазный шлем** (см. рис. 10, б) соединяется с манишкой посредством секторной (прерывистой) резьбы, которая имеется на фланцах котелка шлема и манишки.

Для уплотнения соединений между фланцами шлема и манишки вставляется кожаная прокладка. Чтобы предохранить шлем от самоотвинчивания с резьбы манишки, установлен стопорный барашек.

Водолазная рубашка со шлемом соединяется с помощью двенадцати шпилек (болтов), прочно заделанных в усилительную планку на манишке. Надетый на шпильки фланец водолазной рубашки при помощи четырех накладных планок и двенадцати барашковых гаек прижимается к манишке. На стыках планок под барашковые гайки подкладываются латунные шайбы. Накладные планки подогнаны по форме манишки, а чтобы не перепутать местами при



постановке, они помечены начальными буквами наименования каждой планки. Вес шлема с манишкой составляет 20 кг.

**Водолазные рубахи** (рис. 12) служат средством защиты тела водолаза от окружающей среды. Выпускаются они соответственно типам водолазных шлемов и подразделяются на трехболтовые ВР-3 и ВРЭ-3 (см. рис. 12, а) и двенадцатиболтовые ВР-12 (см. рис. 12, б), а также на летние (с манжетами) и зимние (с вшитыми рукавицами).

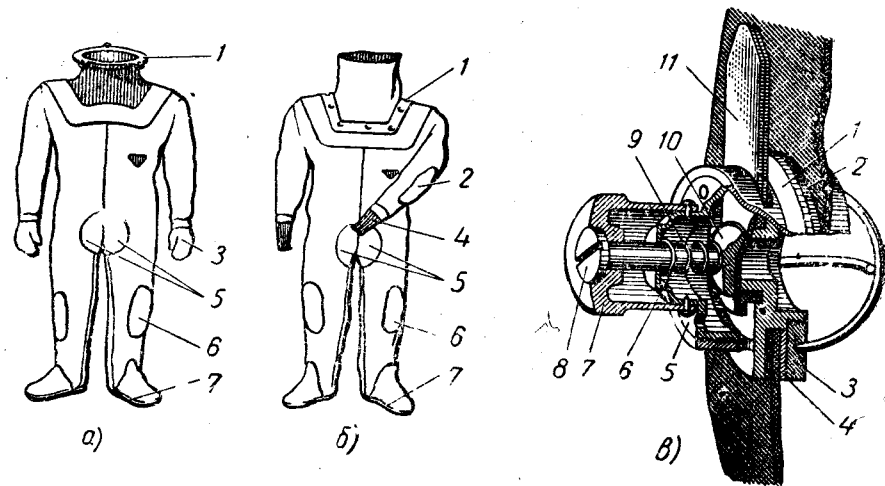


Рис. 12. Водолазная рубаха:

а) — трехболтовая; б) — двенадцатиболтовая; 1 — фланец; 2 — налокотник; 3 — рукавица; 4 — манжета; 5 — локоть; 6 — наколенник; 7 — подошва; в) — травящий клапан водолазной рубахи: 1 — корпус; 2 — резиновая прокладка; 3 — гайка с дугами; 4 — шайба; 5 — решетчатая крышка; 6 — направляющая втулка; 7 — головка; 8 — винт; 9 — пружина; 10 — тарелка со штоком; 11 — резиновый лепестковый клапан

По внешнему виду водолазная рубаха похожа на комбинезон особого покроя с резиновым фланцем в верхней части, через который водолаз надевает рубаху на себя. Посредством резинового фланца, имеющего отверстия по количеству болтов (шпилек) манишки, рубаха соединяется с водолазным шлемом.

Резиновый фланец двенадцатиболтовой рубахи сделан по контуру манишки с большим отверстием, что позволяет водолазу в отличие от трехболтовой свободно надевать на себя рубаху. Под фланец внутренней стороны приклеен широкий воротник из материала рубахи, который облегает шею водолаза и задерживает конденсирующуюся в шлеме влагу.

Водолазные рубахи ВР-3 и ВР-12 изготавливаются из прорезиненной водо- и газонепроницаемой хлопчатобумажной материи, сдублированной с подкладкой (бязь). Водолазная эластичная рубаха ВРЭ-3 изготавливается из материи МКТ на капроновой основе. Капрон сдублирован с трикотажным полотном. Эти рубахи стойкие в воде, но они портятся при смачивании нефтепродуктами, кислотами

и др. Водолазные рубахи изготавливаются промышленностью трех ростов, из которых первый — меньший. Морозостойкость и теплоустойчивость рубах от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ .

**Травящие клапаны водолазных рубах** служат для автоматического стравливания избытка воздуха из скафандра.

Клапаны находятся на рубахе как спереди, так и сзади. Передний расположен справа в районе груди на расстоянии 10 см от швов рукава и фланца, задний в районе левой лопатки. При проведении глубоководных водолазных работ устанавливаются два клапана — передний и задний, при мелководных погружениях — один задний.

Травящий автоматический клапан (см. рис. 12, в) действует следующим образом. По мере поступления воздуха в скафандр давление в нем постепенно повышается. Когда оно превысит давление воды, тарелка со штоком сожмет пружину. При этом лепестковый клапан освободится и выпустит избыток воздуха из скафандра во внешнюю среду. Пропускная способность травящих автоматических клапанов при избыточном давлении 600 мм вод. ст. — 500 л/мин. Если клапан временно не требуется, то поворотом головки по часовой стрелке его можно закрыть.

По конструкции травящие клапаны подразделяются на:

- травящий автоматический клапан передний;
- травящий автоматический клапан задний;
- травящий клапан со стопорной головкой;
- травящий клапан с гидростатической головкой;
- травяще-предохранительный (универсальный) клапан, который имеет двойное перекрытие травящего отверстия, чем обеспечивается хорошая герметичность.

**Водолазные грузы** (см. рис. 9) служат для придания водолазу отрицательной плавучести при погружении под воду.

Правильно расположенные грузы помогают водолазу иметь устойчивое и удобное положение под водой. Помимо этого, брасы грузов удерживают шлем на необходимом уровне. Передний и задний грузы изготавливаются из свинцовых или чугунных отливок весом по 16—18 кг каждая. На каждом грузе находятся по три обушка с латунными кольцами. Грузы соединяются между собой брасами из смоленого троса. В настоящее время выпускаются нагрудно-наспинные грузы, снабженные плечевыми и нижними брасами, изготовленными из прорезиненного приводного ремня, с металлическим замком для нижнего браса и карабином для закрепления водолазного шланга и кабеля на навесном кольце груза.

**Водолазные галоши** (см. рис. 9) уменьшают положительную плавучесть водолаза, придают ему устойчивое положение, защищают ноги от ушибов, а подошву рубахи — от преждевременного износа. Водолазные галоши со свинцовой подошвой состоят из дубовых стелек, латунного носка, парусинового верха, крепежных ремней. Выпускаются они в двух модификациях: нормального веса (пара галош равна 21 кг) и утяжеленные (пара равна 23 кг). По-

следние используются при спусках на быстром течении и глубине свыше 45 м.

Водолазные галоши на резино-металлической подошве состоят из металлического (стального или латунного) вкладыша, обрезиненной твердой резиной верха, крепежных ремней из прорезиненной ленты и колец для запасного способа крепления галоши. Такие водолазные галоши выпускаются вместо галош со свинцовой подошвой для работ, при которых материал подошвы не имеет значения.

Вес трехболтового снаряжения без принадлежностей — 80 кг, а двенадцатиболтового — 85 кг.

**Водолазные шланги** служат для подачи воздуха в скафандр от водолазного компрессора. Шланги бывают дорнового и бездорнового способа изготовления. Шланги дорнового способа изготовления выпускаются двух типов: бесспиральные и спиральные.

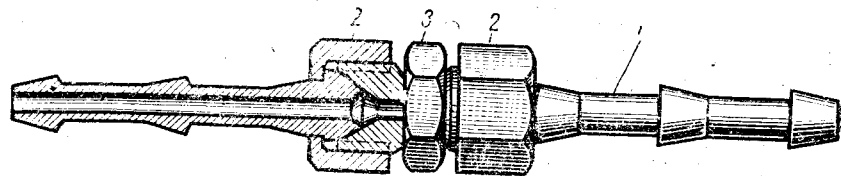


Рис. 13. Разъемное шланговое соединение:  
1 — ниппель; 2 — накидные гайки; 3 — средник

Бесспиральный шланг состоит из внутреннего и наружного резиновых слоев, между которыми находятся пять слоев прорезиненных тканевых прокладок. Все слои шланга соединяются между собой при помощи вулканизации резины. Внутренний диаметр шланга равен 8,5 мм, наружный — не менее 30 мм. Бесспиральный шланг применяется при спусках водолазов на глубины до 100 м в работах, не представляющих опасности для водолаза. Рабочее давление 25 кгс/см<sup>2</sup>.

Спиральный шланг изготавливается из вулканизированной резины, имеет несколько прокладок из прорезиненной ткани и стальную спираль толщиной 1,6 мм. Применяется при спусках водолазов на глубины свыше 100 м, а также при работах на течении и во всех других операциях, выполнение которых представляет опасность зажатия шланга. Внутренний диаметр шланга равен 14 мм, а наружный — 36 мм. Рабочее давление 25 кгс/см<sup>2</sup>.

Для видимости в воде шланги имеют светлую или красную окраску. Изготавливаются отдельными коленами длиной 20 м.

Выпускаемые длинномерные шланги бездорнового способа изготовления имеют оплеточную конструкцию с внутренним диаметром 8,5 и 12 мм. Длина колена от 40 до 160 м. Рабочее давление 50 кгс/см<sup>2</sup>.

**Шланговые соединения** служат для прочного и герметичного

соединения отдельных колен водолазных шлангов в одну общую нить. Подразделяются шланговые соединения на разъемные и неразъемные. Изготавливаются из латуни.

Разъемное шланговое соединение (рис. 13) состоит из двух завершенных ниппелей, средника (штуцера), двух накидных гаек и двух страхующих накладок. Средник имеет на концах наружную резьбу для накидных гаек, а внутри — конические выточки.

Наружный конец каждого ниппеля оканчивается конусом, который входит в коническую выточку средника, чем достигается плотность соединения.

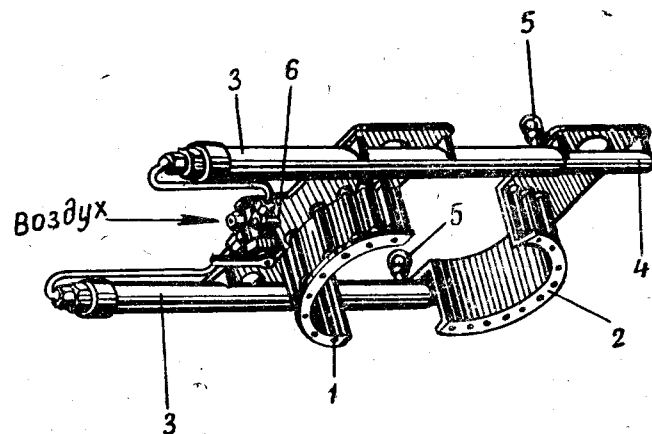


Рис. 14. Пневматический разжим:  
1, 2 — раздвижные захваты; 3 — цилиндры; 4 — поршень; 5 — стопорное устройство; 6 — воздухораспределительная коробка

Неразъемное шланговое соединение представляет собой двусторонний завершенный ниппель с обжимными кольцами и обжимной обоймой. На водолазный шланг это соединение устанавливается при помощи прессы с применением специальных обжимок.

**Сигнальный конец** предназначен для надежного удержания водолаза при погружении под воду и при подъеме, а при отсутствии телефонной связи — для передачи условных сигналов. Изготавливается он из смольного четырехпрядного пенькового троса окружностью 50—65 мм, длиной в пределах 100—150 м. На концах сигнального троса делаются огоны. Ходовой конец сигнала надевается петлей на водолаза.

Коренной конец крепится за прочную часть судна. Никакие сrostки, потертости на сигнальном конце не допускаются.

В настоящее время в качестве сигнального конца используется сигнально-телефонный кабель марки КСТ. Он прочен, выдерживает нагрузку свыше 300 кг. Наружная оболочка имеет резиновую рифленую поверхность, что удобно для удержания его в руках.

**Шерстяное водолазное белье** предназначено для уменьшения теплопотерь водолаза, работающего под водой, и защиты кожных покровов от потертостей. Вяжется из шерсти с добавлением для прочности хлопчатобумажной нитки. В комплект водолазного белья входят: свитер, рейтузы, феска, чулки, носки и варежки.

**Водолазный нож** представляет собой стальной клинок с деревянной или пластмассовой рукояткой. Нож вкладывается в плоские или круглые ножны и крепится к поясному ремню карабином. Служит средством для освобождения водолаза при запутывании, а также инструментом для производства мелких работ.

**Пневматический разжим** (рис. 14). Для облегчения раздевания водолаза в период прохождения декомпрессии в поточно-декомпрессионной камере применяется пневматический разжим фланца водолазной рубахи, который состоит из раздвижных захватов 1 и 2. Стопорных устройств и арматуры подачи воздуха. К захвату 1 прикреплены два цилиндра 3, а к захвату 2 — два штока с поршнями.

Работает разжим так. Внутри резинового фланца рубахи заправляют захваты разжима. Открыв вентиль баллона со сжатым воздухом и кран разжима, пускают воздух в цилиндры разжима. Давление воздуха, создавшееся в цилиндрах, действует на поршни цилиндров и раздвигает захваты, которые, в свою очередь, растянут фланец рубахи. При полном расхождении захватов срабатывают стопорные устройства разжима.

Такое положение захватов позволяет водолазу самому освободиться от водолазной рубахи. Для возвращения захватов в первоначальное положение надо вывести стопорные устройства и стравить воздух из цилиндров. Силой натяжения фланца рубахи захваты разжима сдвинутся, и фланец легко снимется с захватов.

Пневматический разжим также можно использовать при одевании водолаза в трехболтовую рубаху.

### ИНЖЕКТОРНО-РЕГЕНЕРАТИВНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

**Воздушно-кислородное снаряжение ВКС-57** (рис. 15) представляет собой трехболтовое водолазное снаряжение, имеющее съемное инжекторно-регенеративное устройство. В отличие от вентилируемого снаряжения ВКС-57 обеспечивает применение в нем для дыхания водолаза, помимо воздуха, искусственные газовые смеси и позволяет производить водолазные работы на глубинах до 100 м. Это связано с тем, что у ВКС-57 отсутствует аварийный запас газовой смеси и регенерации газового состава скафандра при погружении водолаза на большую глубину, как это имеется в гелио-кислородном снаряжении ГКС-Зм.

Воздушно-кислородное снаряжение ВКС-57 состоит из шлема с манишкой в сборе, промежуточного кольца с инжекторным устройством, съемного крана переключения, регенеративной коробки, переднего груза с винтовым замком, водолазной трехболтовой рубахи с автоматическими травящими клапанами, водолазных галош и

принадлежностей: поясного ремня с ножом, водолазного шланга, кабель-сигнала, а также водолазного белья.

**Шлем ВКС-57.** Котелок шлема унифицирован с котелком шлема УВС-50м, устройство которого описано в разделе «Вентилируемое снаряжение».

**Манишка шлема** отличается от стандартной тем, что на переднем козырьке имеет башмак для установки съемного крана пере-

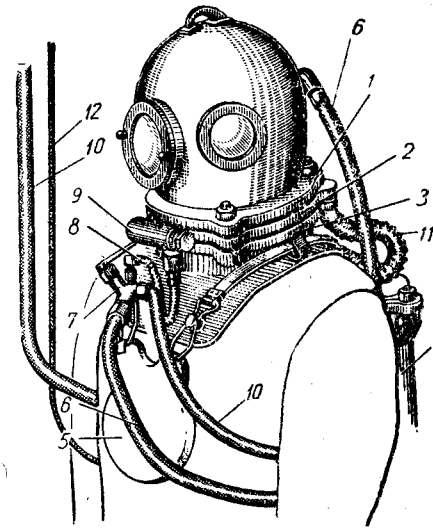


Рис. 15. Воздушно-кислородное снаряжение ВКС-57:

1 — фланец шлема; 2 — промежуточное кольцо; 3 — фланец манишки; 4 — регенеративная коробка; 5 — передний груз; 6 — соединительный шланг; 7 — съемный кран переключения; 8 — шланг инжектора; 9 — инжекторное устройство; 10 — водолазный шланг; 11 — гофрированный шланг; 12 — кабель-сигнал

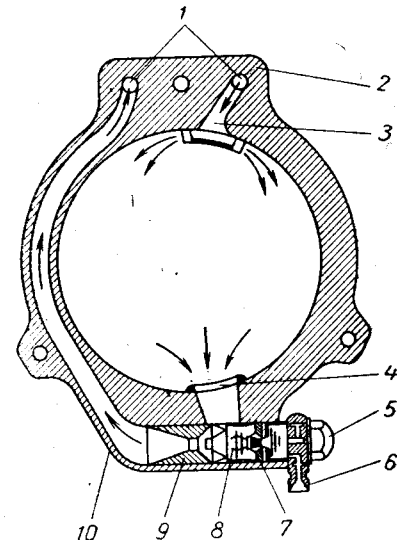


Рис. 16. Промежуточное кольцо:

1 — гнезда под гайки шлангов; 2 — прилив для гофрированных шлангов; 3 — канал с отбойным щитком; 4 — окно инжектора; 5 — заглушка; 6 — соединительный кольцевой штуцер; 7 — сопло; 8 — насадки; 9 — диффузор инжектора; 10 — прилив для инжектора

ключения и два выдавленных ребра жесткости, а на заднем — панель для защитного устройства гофрированных шлангов регенеративной коробки. Болты манишки удлинены на толщину промежуточного кольца.

**Промежуточное кольцо** (рис. 16) отлито из латуни, по форме похоже на фланец шлема. Снаружи кольцо имеет приливы для отверстий под болты, для размещения инжектора и прилив с гнездами для присоединения гофрированных шлангов регенеративной коробки.

С передней стороны кольца расположен прилив для инжектора. Внутри этого прилива есть камера, в которой размещены диффузор и сопло инжектора. Камера соединена полый частью кольца с гнездом правого гофрированного шланга, через который газ от инжек-

тора поступает в регенеративную коробку и имеет окно, соединяющее ее с полостью шлема. Сзади кольца расположен прилив с двумя гнездами и с резьбой для присоединения гофрированных шлангов при помощи гаек. Гнездо правого шланга соединено с полостью кольца, гнездо левого шланга имеет окно, соединяющее полость шланга с полостью шлема.

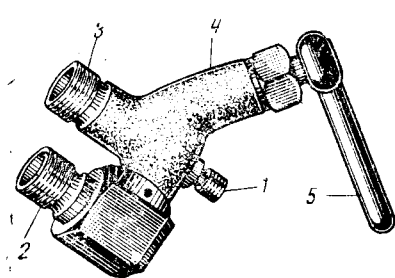


Рис. 17. Съемный кран переключения:  
1 — штуцер для шланга инжектора; 2 — штуцер для присоединения водолазного шланга; 3 — штуцер для шланга шлема; 4 — прилив для монтажа деталей крана; 5 — рукоятка переключателя

присоединения водолазного шланга инжектора, а также для размещения и крепления деталей запорного крана. Внутренняя полость в корпусе крана устроена так, что путь воздуха, подаваемого по водолазному шлангу в шлем, может перекрываться иглой штока крана.

При открытом кране переключения воздух может поступать в шланги шлема и инжектора, при закрытом кране он поступает только в шланг инжектора. На корпусе крана имеется Т-образное устройство, при помощи которого кран устанавливают на манишку и закрепляют в башмаке.

**Регенеративная коробка** (рис. 18) — это стальной корпус, закрывающийся герметично. Коробка имеет съемную крышку и глухое дно. К ее дну с помощью двух болтов прикрепляют стальную пластину весом около 4 кг, служащую дополнительным грузом. Для присоединения нижних брасов на дне коробки имеется скоба. Закрепляют и герметизируют крышку с помощью двух откидных болтов, находящихся на боковых стенках коробки в верхней ее части.

Крышка коробки снаружи имеет два штуцера для присоединения гофрированных шлангов и две скобы для плечевых брасов. С внутренней стороны крышки находится штуцер, к которому присоединяется патрон, заряжаемый регенеративным веществом. Полость этого штуцера соединена с полостью наружного штуцера, к которому присоединяется правый гофрированный шланг, служащий для подачи газа от инжектора в патрон коробки.

Для лучшей герметизации крышка снабжена резиновой прокладкой.

Патрон коробки изготовлен из листовой латуни и имеет форму корпуса коробки.

В верхней части патрона находится герметично спаянная крышка со штуцером и накидной гайкой для присоединения к штуцеру крышки коробки, в нижней — съемное дно с отверстиями для выхода газа. Патрон помещается внутри коробки с зазорами между стенками, равными 3—5 мм. Патрон вмещает около 3 кг химического поглотителя или 2,7 кг химического вещества 0—3. Вес заряженной коробки около 19 кг.

Передний груз имеет навесные петли, с помощью которых он навешивается на пальцы, манишки. В средней части груза расположен замок для крепления нижнего браса. Остальные части стандартные.

Водолазная рубаша в снаряжении ВКС-57 трехболтовая, стандартного типа из материи на хлопчатобумажной или капроновой основе, являющаяся наиболее эластичной, при намокании не изменяет своей эластичности.

Водолазные галоши применяются стандартного образца.

Водолазный шланг. В снаряжении ВКС-57 применяются шланги с внутренним диаметром 8,5, 12 и 14 мм. Для обеспечения захождения водолаза в водолазный колокол при подъеме с больших глубин на водолазный шланг вблизи шлема устанавливают разъем, который отдается водолазом вручную.

Телефонный кабель типа РШМ 3×1,5 мм<sup>2</sup> предназначен для связи коммутатора станции с телефонным устройством шлема. Кабель имеет разъемную муфту для разъединения в колоколе при раздевании водолаза.

### Принцип действия снаряжения ВКС-57

При открытом кране переключения (рис. 19) воздух, подаваемый с поверхности по водолазному шлангу, поступает в шланг шлема и, отжимая предохранительный клапан, попадает в скафандр.

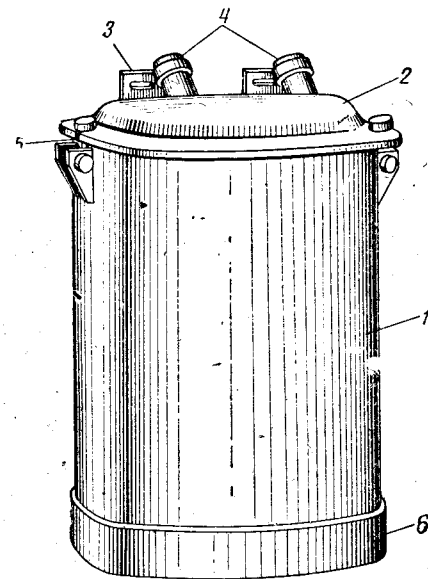


Рис. 18. Регенеративная коробка:  
1 — корпус коробки; 2 — крышка коробки;  
3 — скобы для брасов; 4 — приемный и отводной штуцеры; 5 — откидные болты;  
6 — балласт (дополнительный груз)

Избыток воздуха, образующийся в скафандре, вытравливается головным клапаном при нажатии водолазом на пуговку штока головной. Кроме того, на глубине более 20 м воздух вытравливается автоматическим клапаном водолазной рубахи.

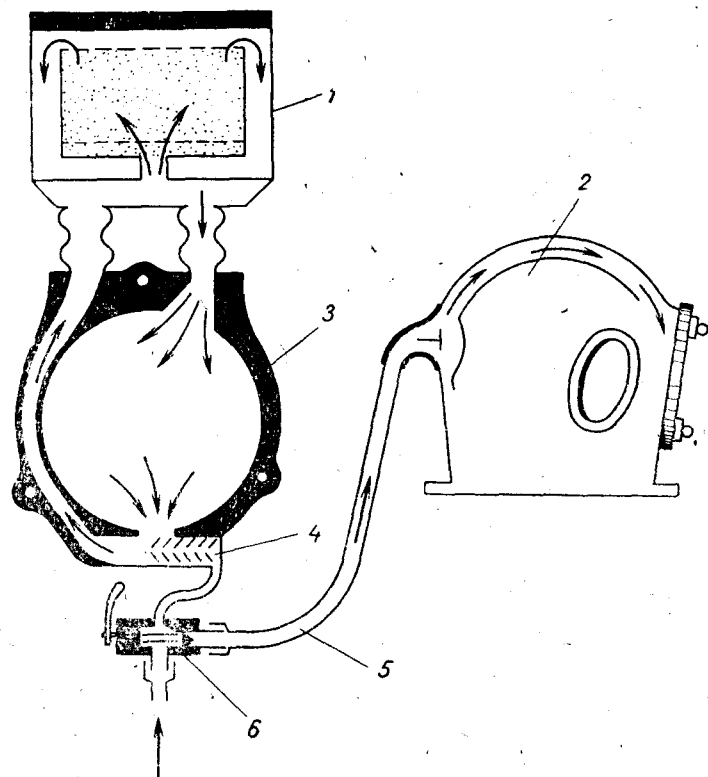


Рис. 19. Схема циркуляции газа в инжекторно-регенеративной системе скафандра ВКС-57:

1 — регенеративная коробка; 2 — шлем; 3 — промежуточное кольцо; 4 — инжектор; 5 — соединительный шланг; 6 — кран переключения

Таким образом происходит процесс вентиляции скафандра.

При закрытом кране переключения газовая смесь, подаваемая по шлангу от пульта управления, поступает в шланг инжектора и, преодолевая сопротивление невозвратного клапана в заглушке, заполняет камеру сопла инжектора.

Под давлением газовая смесь выходит из камеры через отверстие сопла, приобретает большую скорость и, устремляясь в насадки диффузора, создает разрежение в камере инжектора, вследствие чего из шлема через окно инжектора происходит засасывание газовой смеси.

Засасываемая и рабочая газовые смеси перемешиваются и за

счет эжекции струи проходят через регенеративную коробку. Смесь очищается от углекислого газа, попавшего в нее при выдохе, и возвращается обратно в шлем. Эта циркуляция в инжекторно-регенеративной системе скафандра происходит непрерывно со скоростью 80—90 л/мин. Образующийся избыток газовой смеси в скафандре стравливается автоматическим травящим клапаном водолазной рубахи, а при необходимости и головным клапаном шлема.

Вес снаряжения ВКС-57 с заряженной регенеративной коробкой равен 85 кг. Продолжительность действия регенеративной системы составляет 3 часа.

#### РЕГЕНЕРАТИВНОЕ ВОДОЛАЗНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ С КИСЛОРОДНЫМ АППАРАТОМ ИДА-57

В комплект снаряжения входят: дыхательный аппарат ИДА-57, гидрокombineзон ГК-2, поясные грузы, металлические задники и принадлежности: водолазный нож, сигнальный конец, водолазное белье.

Аппарат ИДА-57 представляет собой автономный кислородный дыхательный аппарат, изолирующий органы дыхания человека от окружающей среды.

Работа его основана на поглощении выдыхаемого водолазом углекислого газа химическим поглотителем и постоянной подачи кислорода для пополнения дыхательной газовой смеси.

Дыхательный аппарат ИДА-57 имеет следующие данные:

- вес в снаряженном состоянии 11,46 кг;
- положительную плавучесть с наполненным дыхательным мешком и закрытым травяще-предохранительным клапаном — 6,6 кг;
- сопротивление дыханию со снаряженной коробкой химпоглотителя при подаче дыхательного газа 30 л/мин, не более 30—40 мм вод. ст.;
- постоянную подачу кислорода редуктором — 0,5—1 л/мин;
- запас кислорода в баллоне — 260 л.

Продолжительность работы аппарата под водой зависит от глубины погружения водолаза, тяжести выполняемой им работы и активности химического поглотителя. В общем случае не превышает двух часов.

Изолирующий дыхательный аппарат ИДА-57 (рис. 20) состоит из следующих основных частей: кислородного баллона с запорным вентилем, кислородоподающего механизма с дыхательным автоматом, дыхательного мешка с травяще-предохранительным клапаном, клапанной коробки с трубками вдоха и выдоха, коробки химпоглотителя, шлема-маски, нагрудника и фартука.

К принадлежностям дыхательного аппарата относятся: сумка для переноски и хранения аппарата и инструментальная сумка с набором ключей и запасных частей. Каждый аппарат имеет формуляр, описание и инструкцию по эксплуатации.

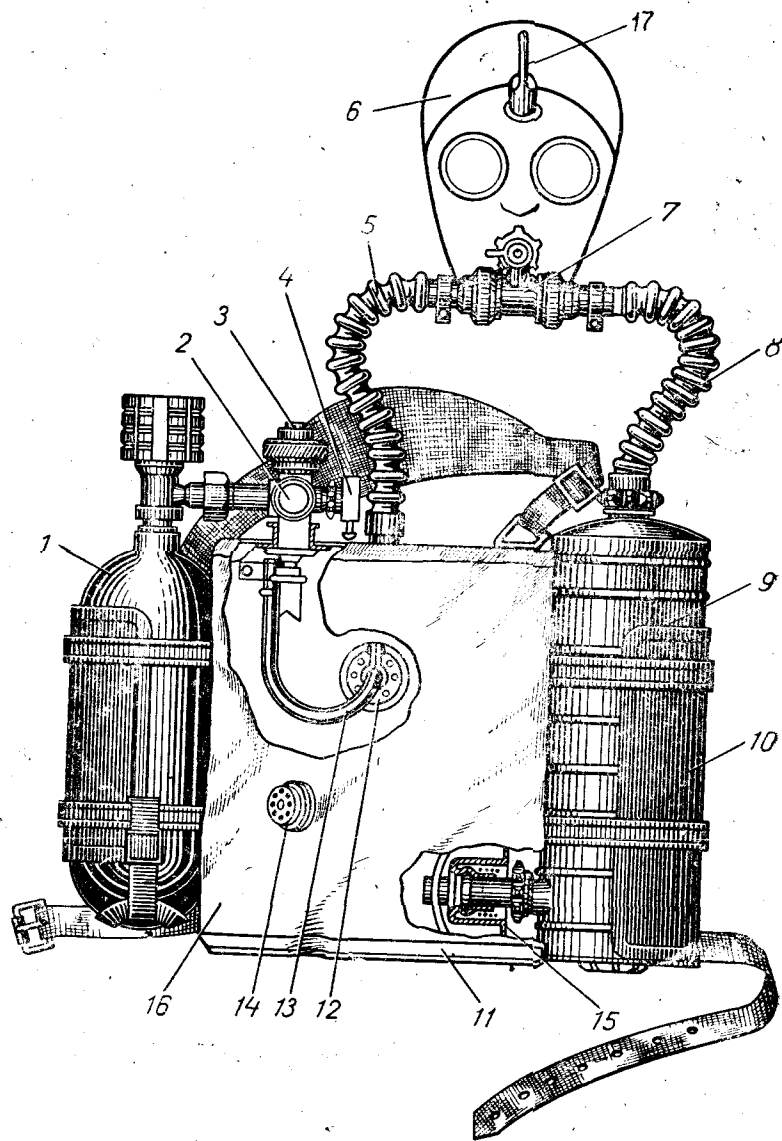


Рис. 20. Дыхательный аппарат ИДА-57:

1 — кислородный баллон; 2 — редуктор; 3 — байпас; 4 — указатель минимального давления; 5 — трубка вдоха; 6 — шлем ШВ-4 с загубником; 7 — клапанная коробка; 8 — трубка выдоха; 9 — коробка химпоглотителя; 10 — нагрудник; 11 — дыхательный мешок; 12 — дыхательный автомат; 13 — соединительный шланг; 14 — травяще-предохранительный клапан; 15 — выворотный фланец; 16 — защитный фартук; 17 — лепестковый клапан.

**Схема работы аппарата (рис. 21).** Дыхание в аппарате совершается по замкнутой схеме «аппарат-легкие».

Для этого дыхательный мешок аппарата наполняется с помощью ручного пускателя (байпаса) (50—55 л/мин) и редуктора (0,5—1 л/мин) необходимым количеством кислорода из кислородного баллона через открытый вентиль. При недостатке кислорода для вдоха в дыхательном мешке создается разрежение, вследствие чего приводится в действие дыхательный автомат, дополнительно подающий кислород (40—50 л/мин).

Вдох осуществляется из дыхательного мешка через трубку вдоха и клапанную коробку в легкие водолаза, выдох — через клапанную коробку, трубку выдоха, коробку поглотителя, заряженную веществом ХПИ (химический поглотитель известковый). В коробке поглотителя выдыхаемая смесь очищается от углекислого газа и поступает в дыхательный мешок, откуда снова идет на вдох водолазу.

**Кислородный баллон**, изготовленный из легированной стали, емкостью 1,3 л служит для хранения расходного запаса кислорода под давлением до 200 кгс/см<sup>2</sup>.

В горловину баллона на свинцовом уплотнении ввернут запорный вентиль.

Для открытия вентиля маховичок следует вращать против часовой стрелки.

В корпус вентиля ввернута трубка, которая входит внутрь баллона и препятствует попаданию окалина из баллона в кислородно-проводящие пути вентиля.

**Кислородоподающий механизм**, регулирующий поступление кислорода из баллона в дыхательный мешок аппарата, состоит из редуктора, байпаса (ручного пускателя), указателя минимального давления и дыхательного автомата.

Редуктор (рис. 22, а) снижает высокое давление кислорода до рабочего и обеспечивает при давлении в баллоне 50—200 ат постоянную его подачу в дыхательный мешок в объеме 0,5—1 л/мин.

При открытом вентиле баллона кислород высокого давления по каналам 21 и 9 редуктора через клапан проходит в камеру редуктора. Заполнив камеру, через дозирующий штуцер (рис. 22, б) проникает в камеру байпаса, а оттуда через клапан байпаса и выходной штуцер устремляется в дыхательный мешок.

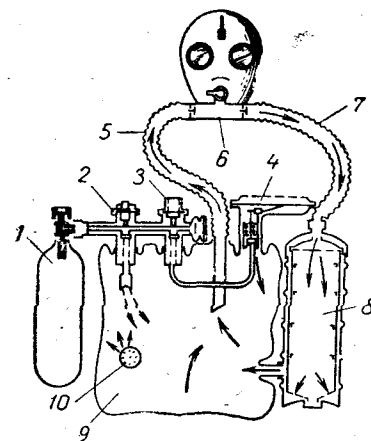


Рис. 21. Схема работы дыхательного аппарата ИДА-57:

1 — кислородный баллон; 2 — байпас; 3 — редуктор; 4 — дыхательный автомат; 5 — трубка вдоха; 6 — мундштучно-клапанная коробка; 7 — трубка выдоха; 8 — коробка химпоглотителя; 9 — дыхательный мешок; 10 — травяще-предохранительный клапан



Поступление кислорода в дыхательный мешок происходит непрерывно и равномерно. Дозировка кислорода зависит от степени сжатия пружины редуктора, так как ее давление передается диафрагме, которая через нажимную плашку 5 (см. рис. 22, а) и шпильки передает его клапану 6. В зависимости от величины давления пружины редуктора клапан отходит от седла на большее или меньшее расстояние, чем определяется скорость заполнения камеры кислорода.

При этом давление в камере будет повышаться. Когда оно (совместно с давлением пружины 4) превысит давление пружины редуктора, клапан закроется и поступление кислорода в камеру прекратится. Подача кислорода из камеры редуктора в дыхательный мешок будет происходить за счет остающегося в ней подпора, равного 7—8 кгс/см<sup>2</sup>.

Байпас (ручной пускатель) является дополнительным клапаном устройством кислородоподающего механизма. Он пропускает кислород до 40 л/мин и предназначен для быстрого наполнения дыхательного мешка. По устройству байпас имеет сходство с редуктором, но в нем отсутствуют детали, обеспечивающие автоматическую подачу кислорода в дыхательный мешок. В камеру байпаса кислород поступает непосредственно из баллона по каналу 7 (рис. 22, б), не сообщаясь с камерой редуктора. Для быстрого наполнения дыхательного мешка нужно нажать пальцем кнопку байпаса. При этом мембрана передаст нажим пальца нажимной плашке 3, которая через шпильки надавит на клапан 10 байпаса. Клапан под нажимом шпильки отойдет от седла, пропуская кислород из камеры байпаса по выходному штуцеру через лепестковый клапан 13 в дыхательный мешок.

Указатель минимального давления служит для предупреждения водолаза о снижении давления в кислородном баллоне аппарата до минимально допустимого (20—30 кгс/см<sup>2</sup>). Чтобы поставить указатель в рабочее состояние (рис. 22, в), следует нажать на кнопку штока до отказа и открыть вентиль кислородного баллона.

Когда давление в баллоне упадет до 20—30 ат, пружина стержня возвратит стопорный стержень и резиновую диафрагму в первоначальное положение, а шток встанет на свое место. Щелчок при срабатывании указателя предупредит водолаза о необходимости выходить на поверхность.

При работе иногда можно и не услышать звук срабатываемого указателя, поэтому водолаз должен время от времени проверять положение штока указателя. Верхний конец штока у сработавшего указателя скрывается в головке, нижний (с кнопкой) — отойдет от нее.

Дыхательный автомат (рис. 23) предназначен для автоматической дополнительной подачи кислорода в дыхательный мешок, когда расход превышает постоянную подачу кислорода через редуктор. При вдохе в дыхательном мешке возникает некоторое

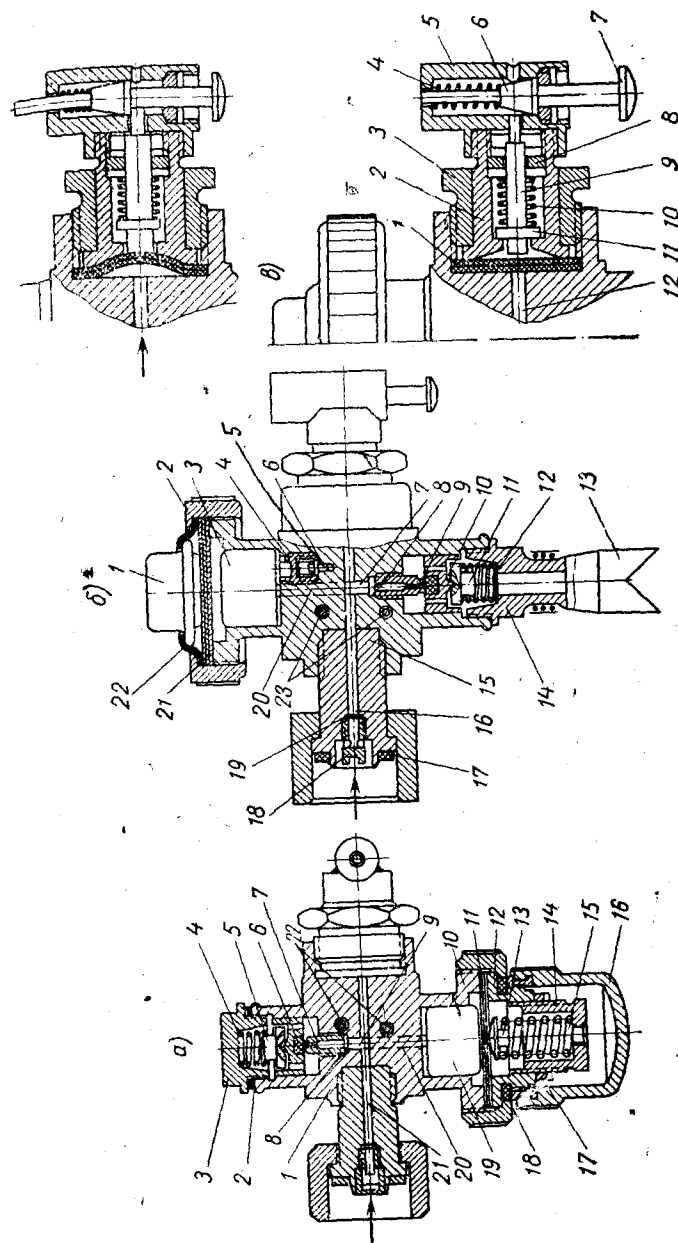


Рис. 22. Кислородоподающий механизм:  
а) — разрез по редуктору: 1 — корпус; 2 — прокладка; 3 — заглушка; 4 — пружина клапана редуктора; 5 — нажимная плашка; 6 — клапан редуктора; 7 — седло клапана редуктора; 8 — прокладка; 9 — канал; 10 — флапек корпуса редуктора; 11 — диафрагма; 12 — нажимная пружина редуктора; 13 — нажимная головка; 14 — нажимная гайка; 15 — шпильки; 16 — нажимная пружина редуктора; 17 — контргайка; 18 — нажимная гайка; 19 — нажимная головка; 20 — нажимная пружина редуктора; 21 — нажимная головка; 22 — нажимная пружина редуктора; б) — разрез байпаса: 1 — корпус; 2 — нажимная головка; 3 — нажимная пружина; 4 — нажимная головка; 5 — нажимная пружина; 6 — нажимная головка; 7 — канал; 8 — прокладка; 9 — седло клапана; 10 — клапан; 11 — нажимная пружина; 12 — нажимная головка; 13 — нажимная пружина; в) — разрез указателя: 1 — корпус; 2 — корпус указателя; 3 — корпус указателя; 4 — пружина штока; 5 — шпилька; 6 — резинка; 7 — кнопка; 8 — корпус указателя; 9 — корпус указателя; 10 — корпус указателя; 11 — корпус указателя; 12 — корпус указателя; 13 — корпус указателя; 14 — корпус указателя; 15 — корпус указателя; 16 — корпус указателя; 17 — корпус указателя; 18 — корпус указателя; 19 — корпус указателя; 20 — корпус указателя; 21 — корпус указателя; 22 — корпус указателя; 23 — корпус указателя.

разрезание, сообщаемое мембране, которая с обратной стороны находится под действием давления внешней среды.

При разрезании в дыхательном мешке, равном 50 мм вод. ст. или более, мембрана прогибается внутрь автомата и давит на рычаг.

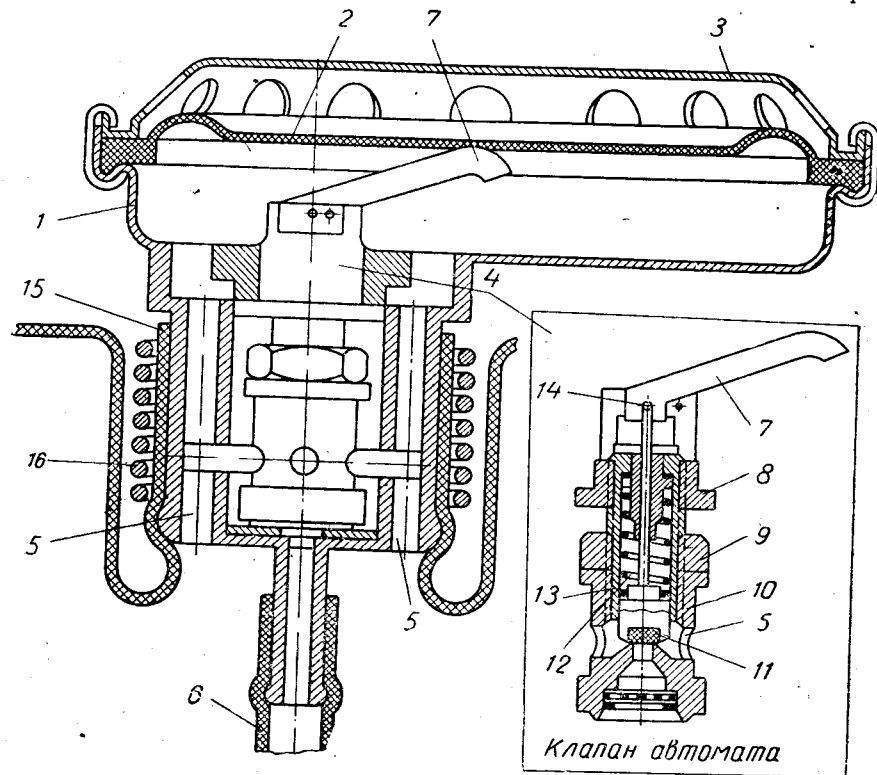


Рис. 23. Дыхательный автомат аппарата ИДА-57:

1 — корпус автомата; 2 — мембрана; 3 — крышка; 4 — клапан автомата; 5 — отверстия; 6 — резиновый шланг; 7 — рычаг; 8 — втулка; 9 — контргайка; 10 — корпус клапана; 11 — клапан; 12 — пружина клапана; 13 — направляющая втулка; 14 — шпилька-ось; 15 — фланец дыхательного мешка; 16 — бензель

чаг клапана. Клапан отходит от седла и увеличивается приток кислорода в дыхательный мешок по резиновому шлангу. После того как водолаз прекратит вдох, разрезание в мешке за счет поступления в него кислорода будет уменьшаться.

Когда оно станет менее 50 мм вод. ст., клапан автомата закроется и дополнительная подача кислорода в мешок прекратится.

**Дыхательный мешок** — эластичный резервуар для дыхательной газовой смеси. В мешок из баллона аппарата поступает кислород, а после выдоха — газовая смесь, предварительно очищенная от углекислого газа в коробке химпоглотителя. Дыхательные органы водолаза сообщаются с дыхательным мешком аппарата трубками **вдоха**. Емкость дыхательного мешка — 8 л.

Дыхательный мешок (рис. 24, б) изготавливается из прорезиненной с обеих сторон прочной ткани. На мешке имеются пять фланцев, из которых три прямых и два выворотных. Прямые фланцы предназначены для присоединения кислородоподающего механизма, шланга вдоха и травяще-предохранительного клапана.

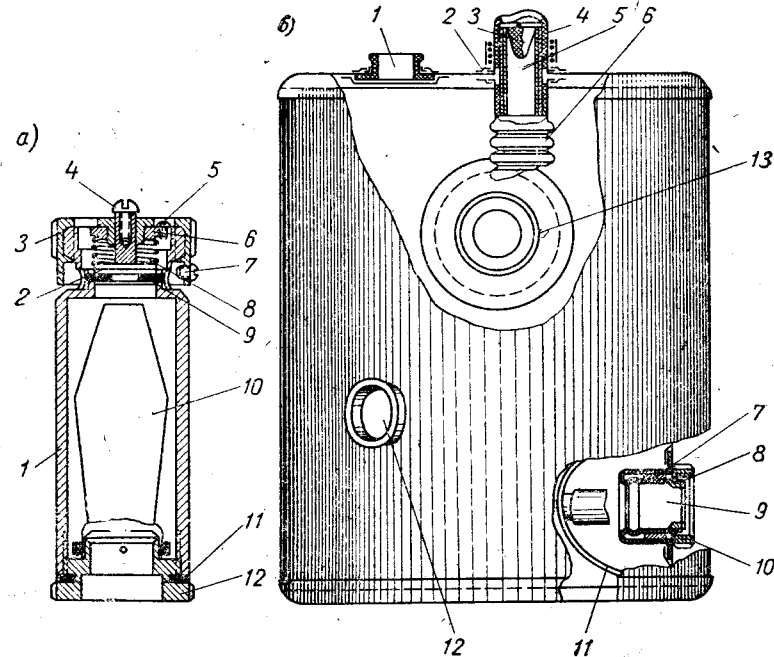


Рис. 24.

а) — травяще-предохранительный клапан: 1 — корпус клапана; 2 — тарелка предохранительного клапана; 3 — крышка клапана; 4, 5 — винты; 6 — регулировочная гайка; 7 — стопорный винт; 8 — пружина; 9 — подушка предохранительного клапана; 10 — резиновый лепесток травящего клапана; 11 — прокладка; 12 — штуцер; б) — дыхательный мешок; 1, 2, 12 — прямые фланцы; 3 — сетчатый фильтр; 4 — шланг вдоха; 5 — втулка; 6 — гофрированный шланг; 7, 13 — выворотные фланцы; 8 — прокладка; 9 — штуцер; 10 — гайка; 11 — крестовина

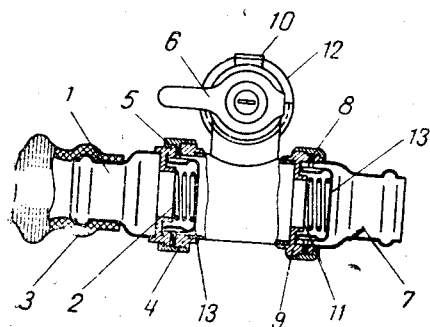
К выворотным фланцам крепятся дыхательный автомат и боковой штуцер коробки химпоглотителя. Для крепления к нагруднику на дыхательном мешке имеются петли, в которые пропускаются ремни нагрудника.

**Травяще-предохранительный клапан** (рис. 24, а) аппарата установлен на передней части дыхательного мешка в нижней его половине. Он состоит из двух клапанов — травящего и предохранительного, объединенных в одном корпусе.

Травящий клапан — лепесткового типа, служит для автоматического вытравливания газовой смеси из дыхательного мешка (при открытой крышке), даже при незначительном избытке давления. Он также препятствует проникновению воды в дыхательный мешок. При закрытой крышке травящий клапан не действует.

Предохранительный клапан — пружинно-тарельчатого типа. Его назначение — вытравливать излишек газовой смеси из мешка, когда давление в нем окажется больше 300—400 мм вод. ст. Это предотвращает разрыв дыхательного мешка в случае резкого повышения давления при закрытой крышке клапана.

**Клапанная коробка** (рис. 25) соединяет загубник шлема с дыхательными шлангами, а через них с дыхательным мешком и коробкой химпоглотителя.



**Рис. 25. Клапанная коробка:**  
1 — патрубок для шланга вдоха; 2 — слюдяной клапан вдоха; 3 — шланг вдоха; 4 — отвод клапанной коробки; 5 — накидная гайка; 6 — запорный кран; 7 — патрубок для шланга выдоха; 8 — резиновая прокладка; 9 — отвод клапанной коробки; 10 — атмосферный патрубок; 11 — слюдяной клапан выдоха; 12 — соединительный фланец; 13 — направляющая крестовина

Включение в аппарат происходит поворотом ручки запорного крана до упора влево (в сторону коробки химпоглотителя), выключение из него — поворотом ручки запорного крана вправо (в сторону кислородного баллона).

При помощи фланца и накидной гайки коробка соединена с загубником шлема. Наличие атмосферного патрубка позволяет водолазу дышать из атмосферы с помощью удлиненной к загубнику клапанной коробки. В клапанной коробке помещены дыхательные клапаны, регулирующие течение газового потока в сторону коробки химпоглотителя.

Клапаны действуют следующим образом. Когда водолаз делает вдох из дыхательного мешка, в клапанной коробке возникает некоторое разрежение. В результате этого слюдяной кружок клапана вдоха отходит от основания и пропускает поток газа из мешка в дыхательные органы водолаза. В это же время слюдяной кружок клапана выдоха под воздействием более высокого давления газа со стороны шланга выдоха еще плотнее прижмется к основанию клапана. При выдохе происходит обратное: давление в клапанной коробке несколько повышается и открывает клапан выдоха, а клапан вдоха будет плотно закрыт.

**Шлем-маска ШВ-4** (см. рис. 20) предназначена для защиты головы водолаза от воздействия воды, присоединения дыхательного аппарата и обеспечения видимости под водой. Изготавливается из тонкой эластичной резины. В передней части шлем-маски расположены стеклянные очки, заделанные в металлическую оправу, в нижней части — отвод. С наружной стороны шлема в этот отвод вставляется металлический штуцер с накидной гайкой для соединения с клапанной коробкой дыхательного аппарата.

С внутренней стороны шлем-маски на отводе закреплен резино-

вый загубник. Для стравливания избытка газовой смеси из подшлемного пространства служит лепестковый клапан.

**Коробка химпоглотителя** (рис. 26) предназначена для засыпки химического вещества, поглощающего выдыхаемый водолазом углекислый газ. Она состоит из двух цилиндров, помещенных один в другой. Воздушная прослойка между цилиндрами предохраняет химическое вещество от быстрого охлаждения водой, чем улучшает его поглотительную способность. Коробка имеет три штуцера: верхний, нижний и боковой. К верхнему штуцеру присоединена трубка выдоха, а к боковому — дыхательный мешок.

Нижний штуцер служит для засыпки в коробку химпоглотителя. Емкость коробки — 1,8 кг.

Фартук защищает дыхательный мешок от повреждений, а при выполнении водолазом работ по сварке или резке металла — от ожогов.

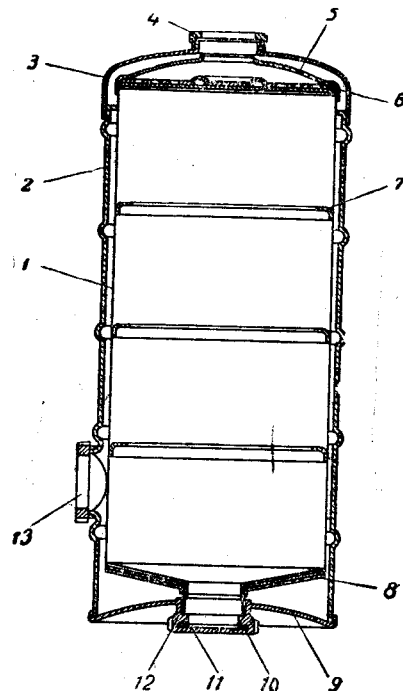
**Нагрудник** предназначен для монтажа всех частей дыхательного аппарата и крепления его на водолазе. Дыхательный аппарат вместе с нагрудником в нерабочее время хранится в специальной прорезиненной сумке.

**Гидрокомбинезон ГК-2** (рис. 27) служит средством защиты тела водолаза от окружающей его воды. Изготавливается из прочной водо- и газонепроницаемой прорезиненной ткани.

Гидрокомбинезон ГК-2 состоит из куртки и штанов, сделанных как одно целое, резинового шлема со смотровыми очками, резиновых бот и трехпалых перчаток (манжет).

Шлем, боты и перчатки имеют герметичное соединение с курткой и штанами. Входным отверстием служит нагрудное отверстие, герметизируемое аппендиксом при помощи гутуовки.

С правой стороны шлема установлен травящий клапан пружинного типа, служащий для вытравливания излишнего воздуха и удержания в шлеме воздушной подушки на уровне спинного лепесткового клапана.



**Рис. 26. Коробка химпоглотителя:**  
1 — внутренний цилиндр; 2 — наружный корпус; 3 — крышка корпуса; 4 — верхний штуцер; 5 — крышка внутреннего цилиндра; 6 — верхняя сетка; 7 — отбойное кольцо; 8 — нижняя конусная сетка; 9 — дно; 10 — резиновая прокладка; 11 — заглушка; 12 — нижний штуцер; 13 — боковой штуцер

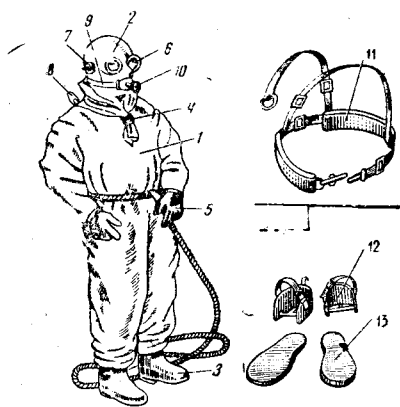


Рис. 27. Гидрокомбинезон ГК-2:  
1 — комбинезон; 2 — шлем; 3 — боты;  
4 — аппендикс; 5 — рукавицы; 6 — очки;  
7 — травящий клапан; 8 — лепестковый клапан; 9 — крепежные ремни;  
10 — штуцер; 11 — грузовой пояс; 12 — задники; 13 — стельки.

#### ВОДОЛАЗНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ С ВОЗДУШНОБАЛЛОННЫМ АППАРАТОМ АВМ-1М

В состав снаряжения входит: дыхательный аппарат АВМ-1М, гидрокомбинезон (гидрокостюм), грузовой пояс и водолазный нож. При спусках в холодную воду применяется шерстяное водолазное белье.

Дыхательный аппарат АВМ-1М является автономным аппаратом легочно-автоматического действия с совмещенной двухступенчатой системой редуцирования воздуха.

#### Техническая характеристика

Количество баллонов	15
Емкость баллонов, л.	210
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>	20
Запас воздуха, л	28
Вес аппарата, кг:	
с пустыми баллонами	20
с заряженными баллонами	28
Сопротивление дыханию при легочной-вентиляции 30 л/мин. не более, мм. вод. ст.	
на вдохе	
на выдохе	
Регулировочные данные:	
установочное давление воздуха в камере редуктора, кгс/см <sup>2</sup>	5—7
срабатывание предохранительного клапана, кгс/см <sup>2</sup>	10—12
Давление резервного запаса воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	20—30
Габариты, мм	700×320×160
Глубина погружения, м	

Поясные грузы (см. рис. 28) предназначены для погашения положительной плавучести водолаза при спуске под воду и придания ему устойчивого положения. Состоят они из двух свинцовых или чугунных отливок, переднего, заднего и плечевых ремней и быстроразъемного замка. Общий вес стандартного легководолазного поясного груза равен 18—19 кг.

Дополнительно могут применяться грузы в виде свинцовых стелек или задников. Вес пары свинцовых стелек — 4—6 кг, задников — 6 кг.

Сигнальный конец изготавливается из прочного пенькового троса длиной 50 м и окружностью 50 мм.

Основными узлами аппарата АВМ-1М (рис. 28) являются воздушные баллоны, дыхательный автомат и мундштучная коробка с загубником и дыхательными трубками 4, 5, зарядный штуцер. Аппарат крепится на водолазе двумя плечевыми, поясным и брасовым ремнями.

**Воздушные баллоны** изготавливаются из легированной стали, вес 7—7,7 кг. На верхней сферической части баллона выбиваются следующие данные: тип и номер баллона, дата испытания и дата последующих испытаний, служащие его паспортом при эксплуатации. В баллон на свинцовом глете ввернута пробка вместе с трубкой высокого давления, нижний конец которой сплюснен, а в стенке имеются отверстия для прохода воздуха, что не позволяет попадать частицам окалина с внутренних стенок баллона в дыхательный автомат.

Система воздушных трубок высокого давления служит для соединения баллонов с дыхательным автоматом, зарядным штуцером и указателем минимального давления с манометром. На трубках установлен общий вентиль.

**Дыхательный автомат** (рис. 28, б) двухступенчатый, предназначен для понижения давления воздуха соответственно глубине погружения и подачи его в необходимом количестве водолазу.

Он состоит из корпуса и крышки, между которыми заключена мембрана. Крышка автомата имеет отверстия, поэтому с внешней стороны мембрана находится под давлением воды.

Автомат имеет две полости, изолированные друг от друга мембраной. В нижней полости — камере редуктора — размещены детали клапана редуктора, понижающего давления сжатого воздуха, поступающего из баллонов, с 150 кгс/см<sup>2</sup> до 5—7 кгс/см<sup>2</sup>. В верхней полости, называемой камерой вдоха, находятся детали клапана автомата, понижающего давление воздуха с 5—7 кгс/см<sup>2</sup> до давления окружающей среды. Автомат имеет предохранительный клапан, стравливающий воздух из камеры редуктора в окружающую среду, если давление в ней превысит 10—15 кгс/см<sup>2</sup>.

Работа дыхательного автомата. При открытом вентиле воздух из баллонов через клапан редуктора поступает в камеру редуктора. По другому отводу он попадает к указателю минимального давления и манометру.

С увеличением давления в камере редуктора мембрана будет прогибаться в сторону камеры вдоха, поворачивая двуплечий рычаг по часовой стрелке. Давление в камере редуктора повышается до тех пор, пока двуплечий рычаг не прижмет клапан редуктора к седлу и закроет доступ воздуха. Установочное давление в камере редуктора в основном зависит от степени сжатия пружины редуктора, обычно оно равно 5—7 кгс/см<sup>2</sup>.

Когда водолаз делает вдох, в камере вдоха давление понижается, мембрана под действием внешнего давления прогибается внутрь корпуса и нажимает на рычаги.



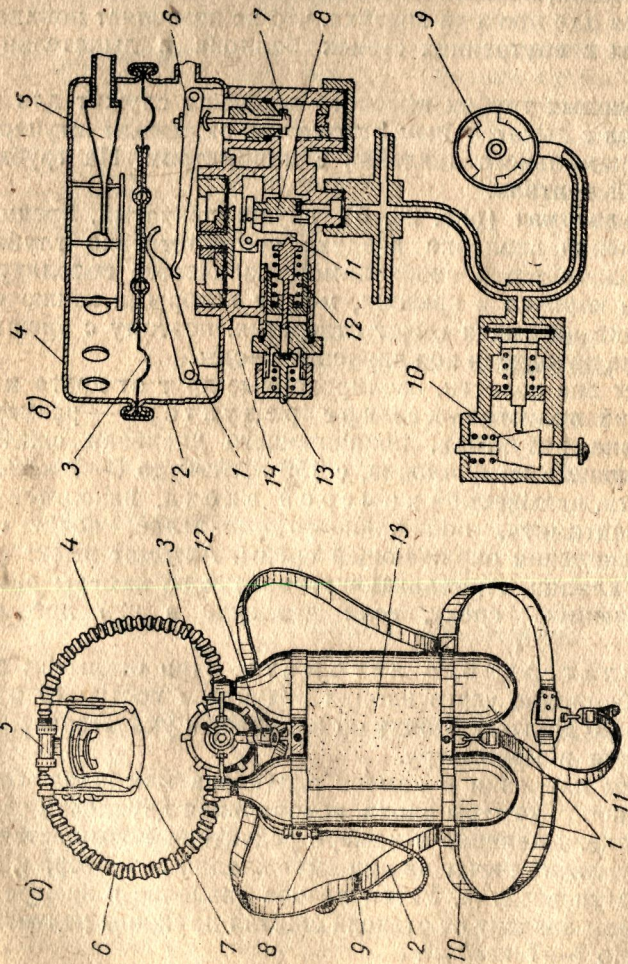


Рис. 28: 1 — аппарат АВМ-1М; 2 — плечевой ремень; 3 — дыхательный автомат; 4 — шланг выдоха; 5 — мундштучная коробка; 6 — шланг вдоха; 7 — зарядный штуцер; 8 — зарядный ремень; 9 — указатель минимального давления; 10 — поясной ремень; 11 — корпус; 12 — вентилятор; 13 — пенонасосная вставка; 14 — клапан выдоха; 15 — клапан вдоха; 16 — клапан редуктора; 17 — манометр; 18 — указатель минимального давления; 19 — рычаг редуктора; 20 — рычаг редуктора; 21 — предохранительный клапан; 22 — положение частей дыхательного автомата в момент вдоха; 23 — положение частей дыхательного автомата в момент выдоха; 24 — момент вдоха; 25 — момент выдоха.

В свою очередь рычаг 6 давит на клапан 7 автомата, открывает его и пропускает воздух из камеры редуктора в камеру вдоха и дальше по шлангу вдоха к дыхательным органам водолаза. Понижение давления в камере редуктора вызывает прогибание мембраны. При этом открывается клапан редуктора и из баллонов поступает новая порция воздуха. По прекращении вдоха давление в камере вдоха уравнивается с внешним, мембрана занимает первоначальное положение, и клапан автомата перекрывает доступ воздуха в верхнюю полость автомата. Выдыхаемый воздух по шлангу выдоха через лепестковый клапан 5 отводится в воду.

Указатель минимального давления с манометром применяется для контроля за давлением воздуха в баллонах и предупреждает водолаза об израсходовании рабочего запаса воздуха. Указатель минимального давления устроен и действует по такому же принципу, что и в кислородном аппарате. Манометр аппарата, находясь в герметичном корпусе, имеет шкалу с тремя секторными прорезями и делениями от 0 до 200 кгс/см<sup>2</sup>. Под шкалой находится подвижной диск с тремя секторами, покрытыми белой краской. Давление определяется по положению одного из белых секторов, появившегося в прорези шкалы.

Мундштучная коробка с загубником и дыхательными трубками соединяет водолаза с дыхательным автоматом и клапаном выдоха. При помощи затылочных лямок загубник плотно удерживается во рту водолаза.

Зарядный штуцер служит для присоединения аппарата к компрессору при зарядке баллонов воздухом.

Он укрепляется на верхнем хомуте баллона и состоит из корпуса, невозвратного клапана, пружины, седла клапана, сетчатого фильтра, переходника, заглушки с прокладкой. Аппарат имеет зарядную трубку, контрольный манометр и тройник. Зарядную трубку используют при зарядке малолитражных баллонов, присоединяя ее одним концом к зарядному штуцеру аппарата, а другим — к источнику воздуха. Контрольным манометром пользуются при проверке установочного давления и регулировке редуктора аппарата. Тройник предназначен для присоединения дыхательного аппарата к штуцеру шлема при спуске в гидрокombineзоне.



Рис. 29. Общий вид акваланга «Украина-2»



## АКВАЛАНГ «УКРАИНА-2»

Акваланг «Украина-2» (рис. 29) является автономным дыхательным аппаратом, работающим по открытой схеме дыхания. Он относится к типу двухступенчатых аппаратов, но в отличие от аппарата АВМ-1М имеет разделенные ступени редуцирования. Акваланг предназначен для занятий подводным спортом и выполнения некоторых несложных водолазных работ.

### Техническая характеристика

Емкость баллонов, л.	7
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>	150
Запас воздуха, л	2100
Вес аппарата на воздухе, кг	19,8
Габариты, мм	650×311×144
Сопротивление дыханию при легочной вентиляции 30 л/мин (на поверхности), мм. вод. ст.:	
на вдохе	не более 50
на выдохе	не более 20
Регулировочные данные:	
а) установочное давление воздуха в редукторе (при давлении в баллонах 130—150 кгс/см <sup>2</sup> ), кгс/см <sup>2</sup>	6—7
б) давление резервного запаса воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	15—20
Глубина погружения, м	40

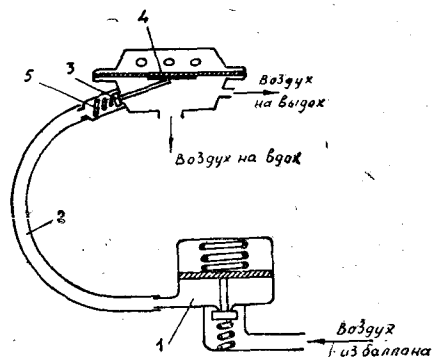


Рис. 30. Принципиальная схема дыхания в аппарате «Украина-2»:  
1 — редуктор; 2 — гибкий шланг; 3 — клапаны вдоха; 4 — мембрана; 5 — пружина клапана

Принципиальная схема дыхания. Воздух из редуктора 1 поступает по гибкому шлангу 2 в дыхательный автомат, размещенный в мундштучной коробке. В корпусе автомата находится качающийся клапан вдоха 3, установленный под углом к мембране 4. При вдохе мембрана прогибается и давит на шток клапана. Клапан отклоняется в сторону, открывая доступ воздуха в корпус автомата. При выдохе клапан под действием пружины 5 плотно перекрывает отверстие в седле. Выдох производится через клапан выдоха, размещенный в том же корпусе.

### Устройство акваланга

Акваланг «Украина-2» состоит из двух семилитровых баллонов, трубки высокого давления, соединяющей баллоны в одну емкость, запорного вентиля с включателем резервного запаса воздуха, объ-

единенных в один узел, поршневого редуктора, дыхательного автомата с загубником и гибким шлангом, соединяющим дыхательный автомат с редуктором. Баллоны скреплены двумя хомутами, к которым прикреплены ремни для удержания акваланга на теле пловца.

Редуктор является первой ступенью редуцирования сжатого воздуха от 150 кгс/см<sup>2</sup> до постоянного низкого вторичного давления 6—7 кгс/см<sup>2</sup> и крепится непосредственно к штуцеру запорного вентиля с помощью накидной гайки.

В отличие от редуктора мембранного типа, установленного на АВМ-1М, в аппарате «Украина-2» применяется поршневой редуктор обратного действия (с давлением воздуха на клапан), особенностью которого является некоторое увеличение вторичного давления по мере снижения давления воздуха в баллонах.

Дыхательный автомат предназначен для подачи воздуха водолазу для дыхания под давлением, равным давлению окружающей среды. Он состоит из пластмассового корпуса с загубником, двух выдыхательных клапанов, расположенных в патрубках корпуса, воздухоподающего клапана с предохранительным щитком, мембраны, пластмассовой крышки с кнопкой и пружиной, капроновой круглой обоймы, соединяющей между собой крышку и корпус с воздухоподающим шлангом, при помощи которого дыхательный автомат соединяется с редуктором.

Включатель резервного запаса воздуха представляет собой устройство, прекращающее подачу воздуха, когда остаточное давление в баллонах будет равно 15—20 кгс/см<sup>2</sup>, тем самым оповещая водолаза об израсходовании рабочего запаса воздуха и о необходимости подъема на поверхность. При ощущении возрастающего сопротивления на вдохе водолаз, потянув за тягу, открывает включатель резерва, и оставшийся в баллонах запас воздуха поступает в редуктор. При этом сопротивление вдоху снова становится нормальным.

Баллоны, запорный вентиль аналогичны по устройству с применяемыми в аппаратах типа АВМ.

### ШЛАНГОВЫЙ АППАРАТ ШАП-40

Аппарат ШАП-40 (рис. 31) является некоторой разновидностью воздушнобаллонных аппаратов. Особенность его заключается в том, что воздух для дыхания водолазу подается по шлангу с поверхности из транспортного баллона или от ручной нагнетательной помпы. Имеющийся в баллонах аппарата сжатый воздух служит аварийным запасом и используется в случае прекращения подачи воздуха по шлангу.

Шланг крепится к аппарату через быстродействующий разъем, что позволяет в случае необходимости быстро и легко освободиться от него.

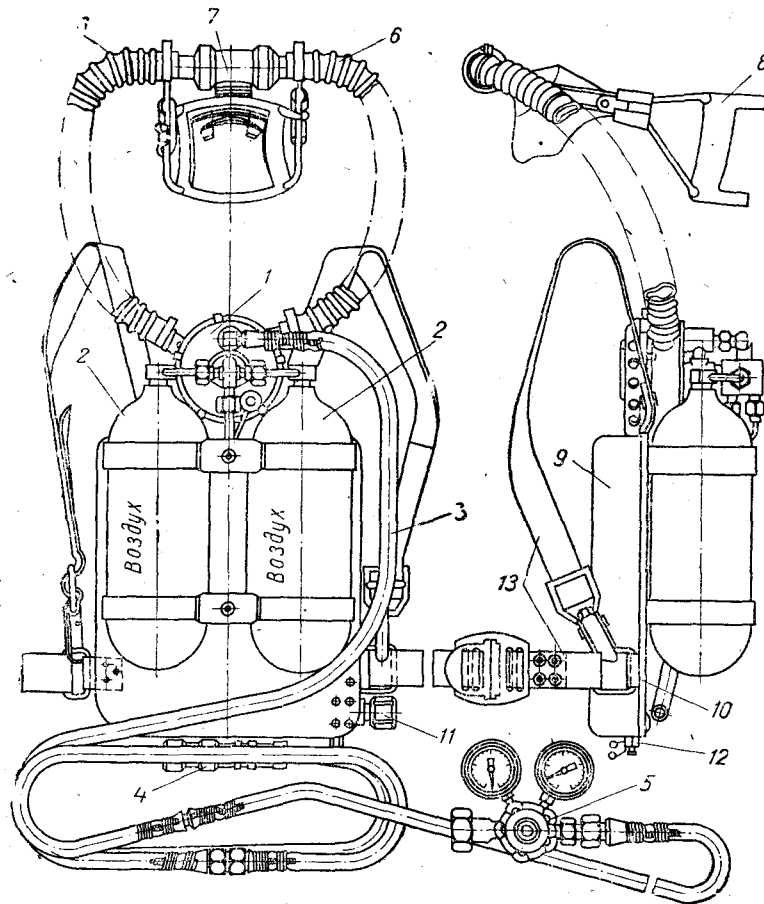


Рис. 31. Шланговый аппарат ШАП-40:

1 — дыхательный автомат; 2 — баллоны; 3 — водолазный шланг; 4 — шланговый разъем; 5 — редуктор; 6 — гофрированные трубки; 7 — загубник; 8 — оголовье; 9 — пенопластовая подушка; 10 — основание; 11 — вентиль; 12 — зарядный штуцер; 13 — ремни

В состав снаряжения входят: шланговый аппарат ШАП-40, гидрокombineзон, маска и принадлежности — водолазный шланг с разъемом, редуктор, поясной груз, водолазный нож.

#### Техническая характеристика

Емкость баллонов, л	2
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>	200
Общий запас воздуха в баллонах, л	800
Установочное давление в камере редуктора аппарата, кгс/см	6÷7
Вес аппарата на воздухе, кг:	
с пустыми баллонами	11,5

с наполненными баллонами	12,5
Сопротивление дыханию при легочной вентиляции 30 л/мин на вдохе (выдохе), мм. вод. ст.	не более 50
Общая длина шланга, м	40
Возможная продолжительность пребывания под водой по запасу воздуха в баллонах:	
на глубине 10 м	до 13 мин.
на глубине 20 м	до 8 мин.
на глубине 30 м	до 6 мин.

**Схема работы аппарата (рис. 32).** Воздух под давлением 150 кгс/см<sup>2</sup> из транспортного баллона 1 поступает в редуктор 2, отрегулированный на установленное давление 8 кгс/см<sup>2</sup>, и по шлангу подается к дыхательному автомату аппарата.

При вдохе в подмембранной полости дыхательного автомата создается разрежение. Вследствие разности давлений между наружной средой и подмембранной полостью дыхательного автомата мембрана прогибается внутрь автомата и поворачивает рычаги, которые нажимают на шток клапана 6. Клапан открывается, пропускает поток воздуха из шланга в подмембранную полость автомата и в дыхательные органы водолаза. В момент открытия клапана давление в шланге и в подмембранной полости редуктора падает, тогда под действием пружины мембрана 8 прогибается внутрь корпуса редуктора 2, давит на толкатель и, сжимая пружину, открывает клапан 11.

Воздух из баллона через седло поступает в шланг, пополняя расход. После прекращения вдоха давление в подмембранной полости легочного автомата выравнивается с давлением окружающей среды. Мембрана перестает давить на рычаги, клапан 6 легочного автомата усилием пружины 12 и давления воздуха закрывает отверстие седла. После этого давление в шланге и в подмембранной полости редуктора 2 поднимается до установочного, мембрана 8 прогибается вверх, сжимая пружину. Клапан 11 усилием пружины закрывает седло, таким образом поступление воздуха из баллона в шланг прекращается.

В случае отключения шланга от аппарата с помощью разъема (например, при аварии) водолаз открывает вентиль аппарата 14 и дышит аварийным запасом воздуха, находящегося в баллонах 15 аппарата.

Воздух из баллонов под давлением 20÷30 кгс/см<sup>2</sup> поступает в редуктор 23. В нем давление понижается до 5—7 кгс/см<sup>2</sup> и подается к клапану легочного автомата, а оттуда через отверстие седла при каждом вдохе поступает в дыхательные органы человека.

При работе в аппарате давление воздуха в баллонах непрерывно падает и, когда достигает 40—50 кгс/см<sup>2</sup>, вступает в действие включатель звукового сигнала 24.

Подводный шланговый аппарат состоит из следующих основных узлов (см. рис. 31): дыхательного автомата, баллонов, водолазного шланга, шлангового разъема, редуктора, гофрированных трубок,



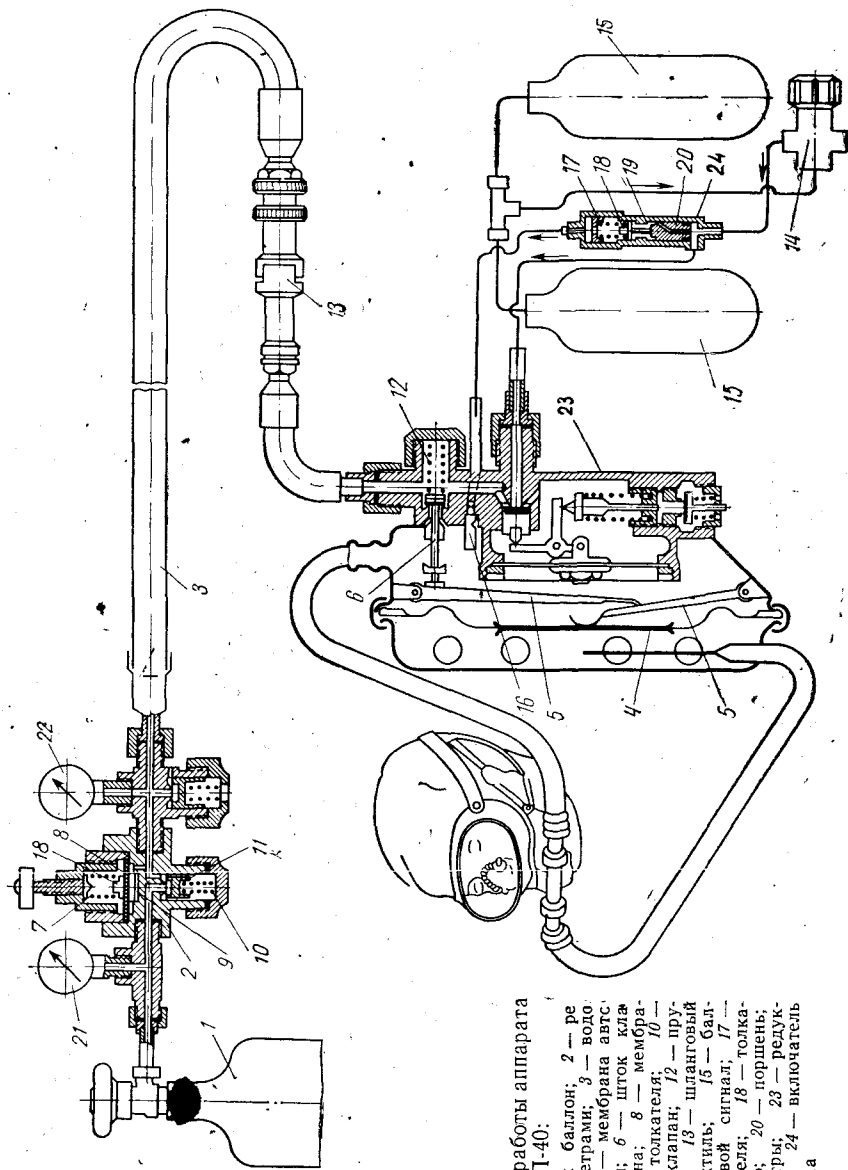


Рис. 32. Схема работы аппарата ШАП-40:

1 — транспортный баллон; 2 — редуктор с манометром; 3 — водолазный шланг; 4 — мембрана автомата; 5 — рычаги; 6 — шток клапана; 7 — пружина; 8 — мембрана; 9 — шайба толкателя; 10 — пружина; 11 — клапан; 12 — пружина автомата; 13 — шланговый разъем; 14 — вентиль; 15 — баллоны; 16 — звуковой сигнал; 17 — пружина толкателя; 18 — толкатель; 19 — седло; 20 — поршень; 21, 22 — манометры; 23 — редуктор автомата; 24 — включатель звукового сигнала

мундштучной коробки с загубником, наголовника, подушки, основания, вентиля, зарядного штуцера и крепежных ремней.

**Дыхательный автомат с редуктором** предназначен для подачи воздуха в момент вдоха и прекращения подачи воздуха во время выдоха.

Дыхательный автомат аппарата ШАП-40 устроен так же, как и аппарата АВМ-1М.

**Шланг** резиново-тканевый водолазный предназначен для подачи воздуха из транспортного баллона к аппарату во время работы водолаза под водой.

Он рассчитан на рабочее давление  $10 \text{ кгс/см}^2$  и глубину погружения до 40 м.

Наружный диаметр шланга 19 мм, внутренний — 8,5 мм. Шланг состоит из трех рукавов, каждый по 20 м.

Один конец шланга с накидной гайкой присоединяется к редуктору 2, другой с угловым штуцером — к штуцеру дыхательного автомата (вместо заглушки).

Шланг имеет разъем, предназначенный для быстрого его отсоединения от аппарата, в случае если шланг зацепился за какие-либо предметы и не позволяет водолазу подняться на поверхность.

В разьеме шланга обратный клапан предотвращает выход воздуха из аппарата в воду, когда воздушный шланг при помощи разьема отключен от аппарата.

**Баллоны** предназначены для хранения аварийного запаса сжатого воздуха, необходимого для дыхания водолаза под водой в аварийных случаях, а также, когда аппаратом пользуются без шланга.

Емкость двух баллонов 4 л, общий запас воздуха при давлении  $20 \text{ кгс/см}^2$  составляет 800 л.

**Звуковой указатель минимального давления** служит для своевременного предупреждения водолаза об окончании запаса воздуха в баллонах.

Он состоит из двух основных узлов: а) включателя звукового сигнала 24, расположенного под металлической подушкой (панелью) аппарата и предназначенного для подачи воздуха на свисток; б) звукового сигнала 16, расположенного в дыхательном автомате, используемого для воспроизведения звука при прохождении через него воздушного потока. Максимальное количество воздуха, проходящего через свисток, составляет от 8 до 16 л/мин.

Звук свистка начинает ослабевать при давлении в баллонах  $5-10 \text{ кгс/см}^2$ .

**Редуктор 2** предназначен для понижения давления воздуха, подаваемого из транспортного баллона в водолазный шланг, со  $15 \text{ кгс/см}^2$  до  $8-11 \text{ кгс/см}^2$ .

Производительность редуктора при подводимом к нему давлении воздуха  $50 \text{ кгс/см}^2$  и давлении на выходе из него  $6 \text{ кгс/см}^2$  — 300—880 л/мин.

Манометр 21 показывает давление воздуха в баллоне, а манометр

метр 22 служит для контроля за давлением воздуха, поступающего в шланг аппарата.

**Вентиль 11** (см. рис. 31) является запорным устройством. При зарядке воздухом и пользовании аппаратом без шланга он должен быть открыт до отказа, а во время работы со шлангом его необходимо закрывать. При вращении маховичка против часовой стрелки открывается доступ воздуха из баллонов аппарата в редуктор дыхательного автомата и к звуковому сигналу.

Зарядный штуцер, расположенный на корпусе вентиля, после наполнения аппарата воздухом закрывается заглушкой.

### ГИДРОКОСТЮМЫ

Для плавания в воздушнобаллонных аппаратах используется гидрокостюм типа ГКП-4 (рис. 33), состоящий из куртки со шлемом и штанов, оканчивающихся мягкими чулками, позволяющими надевать поверх них ласты. Куртка и штаны гидрокостюма изготовлены из мягкой двухслойной прорезиненной ткани, а объемный шлем — из тонкой эластичной резины. На шлеме имеются замок, позволяющий раскрывать шлем, маска (или очки), штуцер с накидной гайкой для подключения к дыхательному аппарату, прижимной ремешок (фиксатор) и травящий клапан. Изнутри к шлему приклеены облегающий подшлемник, не пропускающий воду внутрь гидрокостюма, и загубник, соединенный со штуцером. Входным отверстием служит поясной разъем.

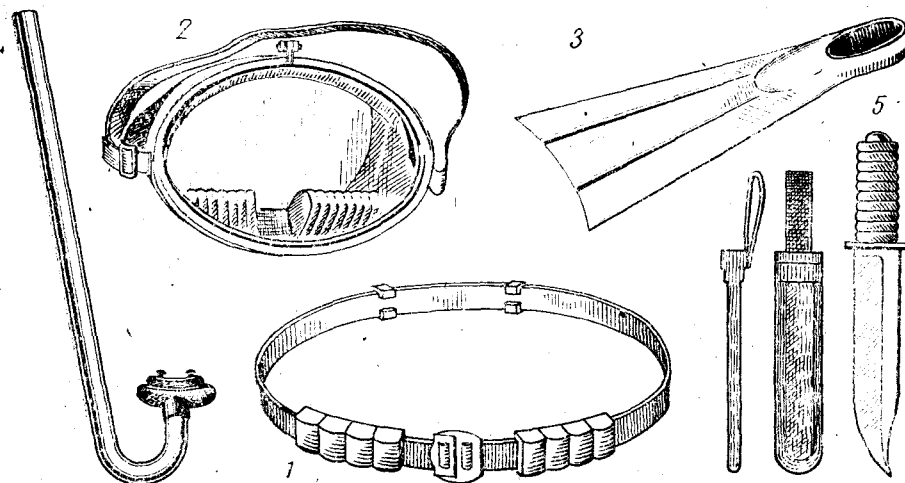
**Рис. 33. Гидрокостюм ГКП-4:**  
1 — замок; 2 — подшлемник; 3 — очки; 4 — штуцер; 5 — фиксатор; 6 — наружная манжета куртки; 7 — внутренняя манжета куртки; 8 — резиновая вставка; 9 — помочи; 10 — манжета штанов; 11 — герметизирующее кольцо; 12 — резиновый жгут; 13 — пояс; 14 — лепестковый клапан

кольца, потом на кольцо поверх завернутой нижней манжеты натягивают манжету штанов и обтягивают резиновым жгутом. Поверх кольца со жгутом натягивают верхнюю манжету куртки, а сверху на нее надевают тканевый пояс.

В настоящее время для плавания под водой с аквалангами выпускаются гидрокостюмы «Садко-1» и «Садко-2», которые изготовляются из прорезиненного материала на трикотажной основе и

плотно облегают тело водолаза. Куртка соединяется со штанами при помощи закатки резинового жгута вместе с эластичными манжетами штанов и подола рубахи, а затем закрепляются накладной резиновой манжетой. Шлем гидрокостюма «Садко-2» имеет маскыллюминатор. У «Садко-1» вместо шлема сделан полушлем.

Также для плавания с аквалангами применяется гидрокостюм «мокрого» типа «Нептун» отечественного производства (см. рис. 29).



**Рис. 34. Предметы снаряжения к аппарату АВМ-1М:**  
1 — поясной груз; 2 — маска; 3 — ласты; 4 — дыхательная трубка; 5 — подводный нож

Гидрокостюм изготавливается из пористой прочной эластичной резины, сдублированной с трикотажным синтетическим материалом и без него. Резина практически не поглощает влагу и быстро высыхает на воздухе.

Как известно, гидрокостюмы «сухого» типа, например «Садко» и другие, полностью изолируют тело водолаза или пловца от воды, а в сочетании с шерстяным бельем, надеваемым под гидрокостюм, обеспечивают длительное пребывание в холодной воде. Гидрокостюм же «мокрого» типа негерметичен, но проникающая в него вода не имеет возможности свободно циркулировать, она быстро нагревается телом пловца, а резина является теплозащитой от окружающей среды. В комплект гидрокостюма входят: рубаха (куртка), брюки, шлем, носки.

### Дополнительное снаряжение

Для погашения положительной плавучести водолаза в гидрокостюме или гидрокombineзоне служит грузовой ремень 1 (рис. 34), который состоит из поясного ремня и закрепленных на нем съемных свинцовых плиток. Вес каждой плитки 0,5—1 кг. Водолаз может изменять вес поясного груза в зависимости от условий работы.

Маска 2 защищает лицо водолаза от окружающей воды и улучшает видимость под водой. Она имеет стекло овальной формы и резиновый фланец. На лице крепится с помощью резинового ремня. К маске приделана дыхательная трубка 4, которой пользуются при плавании без дыхательного аппарата.

Ласты 3 представляют собой резиновые плавники, надеваемые на ноги для увеличения площади гребной поверхности, и позволяют повысить скорость плавания и маневренность пловца под водой.

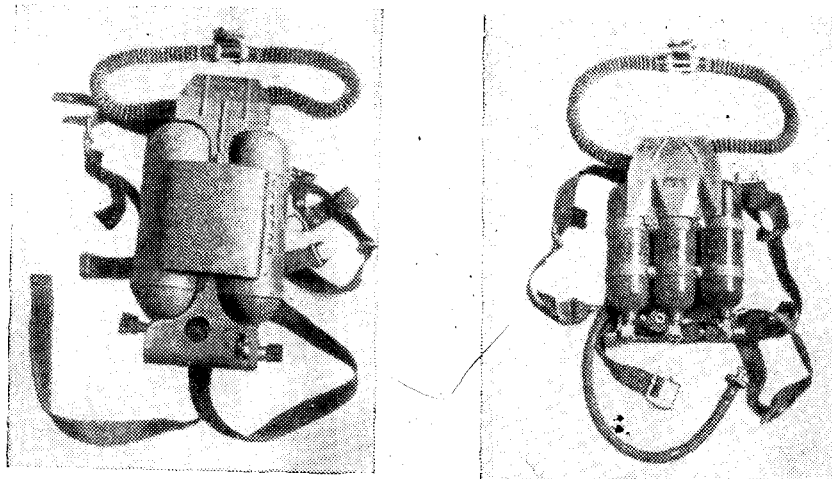


Рис. 35. Снаряжение водолазное универсальное СВУ:  
а) — воздушнобаллонный аппарат АВМ-3; б) — шланговый аппарат ШАП-62

Подводный нож 5 — рабочий инструмент и средство безопасности. Несколько отличается от стандартного водолазного ножа. Он меньше по размерам, имеет защелку или ремешок для фиксации ножа в ножнах. Закрепляется на поясе либо на ноге ниже колена.

#### СНАРЯЖЕНИЕ ВОДОЛАЗНОЕ УНИВЕРСАЛЬНОЕ (СВУ)

Снаряжение СВУ предназначено для выполнения всех видов водолазных работ на глубинах до 30 м. Оно относится к типу водолазного снаряжения, работающего по открытой схеме дыхания (с выдохом в воду).

Для дыхания водолаза применяется сжатый воздух, подаваемый по шлангу с поверхности или из баллонов дыхательных аппаратов через дыхательный автомат пульсирующим потоком (только на вдох).

Подача воздуха по шлангу может осуществляться от ручной водолазной помпы типа ОВП, воздушных транспортных баллонов или стационарных судовых воздушных магистралей.

В комплект СВУ входят (рис. 35, а, б) воздушнобаллонный аппарат АВМ-3, шланговый аппарат ШАП-62, редуктор на давление 200 кгс/см<sup>2</sup>, пруж нагрудный, галоши водолазные (безразмерные), нож водолазный, водолазный шланг ВШ-1, ремень поясной для грузов, гидрокombинезон ГК СВУ-А, гидрокombинезон ГК СВУ-Б, маска ВМ-4, боты водолазные, малогабаритная телефонная станция, ласты, поролоновый утеплитель.

#### Техническая характеристика СВУ

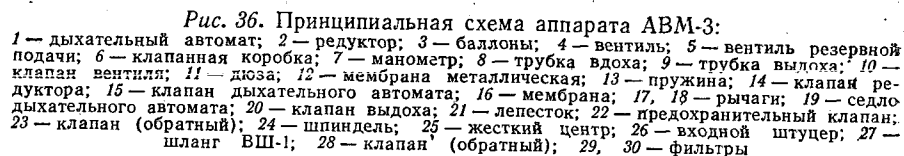
Характеристика	Величина	
	АВМ-3	ШАП-62
Максимальная глубина при автономном погружении (м)	40	—
Глубина погружения при подаче воздуха с поверхности (м):		
от облегченной водолазной помпы ОВП	Не более 10	Не более 10
от судовой воздушной магистрали через фильтр ФВС-55	Не более 25	Не более 25
от транспортного баллона через редуктор	Не более 30	Не более 30
Рабочее давление в баллонах (кгс/см <sup>2</sup> )	150	200
Количество баллонов	2	3
Емкость баллона	5	1 и 1,3
Емкость (общая) баллонов (л)	10	3,6
Запас воздуха в баллонах (при нормальных условиях) (л)	1500	720
Установочное статическое давление в редукторах аппаратов (кгс/см <sup>2</sup> )	3—4	3—4
Сопротивление системы дыхания (мм. вод. ст.)		
— на вдохе	Не более 50	Не более 50
— на выдохе	Не более 65	Не более 65
Вес аппарата с наполненными баллонами (кг)	21	13
Отрицательная плавучесть аппарата (кг):		
с наполненными баллонами	≈ 2,5	≈ 5
с пустыми баллонами	≈ 0,5	≈ 4

Дыхательная аппаратура снаряжения СВУ состоит из:

— дыхательного аппарата АВМ-3, предназначенного для обеспечения дыхания водолаза, при подаче воздуха с поверхности по шлангу или при автономном плавании;

— дыхательного аппарата ШАП-62, служащего для обеспечения дыхания водолазу с подачей воздуха по шлангу с поверхности;

— редуктора, понижающего высокое давление (150—200 кгс/см<sup>2</sup>) до рабочего давления;



При автономном плавании шланг отсоединяют от аппарата АВМ-3, и водолаз снабжается воздухом из баллонов самого аппарата.

## Дыхательный аппарат АВМ-3

— дыхательного автомата, служащего для пульсирующей по-

Обратный клапан 23 давлением воздуха прижимается к седлу

и закрывает выход воздуха из аппарата через выходной штуцер шланга.

При падении давления в баллонах до  $45\text{--}30\text{ кгс/см}^2$  пружина 13, преодолевая усилие давления воздуха под мембрану, через шпindel и жесткий центр прижимает мембрану к седлу и закрывает отверстие седла. После этого воздух к редуктору проходит только через дюзю.

Проходное сечение дюзы не обеспечивает полного вдоха, вследствие чего сопротивление на выдохе повышается, и дыхание водолаза затрудняется. В этом случае водолаз должен подняться на поверхность.

Для восстановления нормального дыхания он вручную открывает вентиль 5, повернув его маховичок на четверть оборота. При повороте маховичка шпindel поднимается, сжимает пружину 13, освобождая жесткий центр и мембрану, которая под давлением воздуха прогибается и открывает седло. Количество воздуха на вдох увеличивается.

**Действие аппарата АВМ-3 при подаче воздуха по шлангу с поверхности.** Перед погружением вентили 4 и 5 закрывают. К входному штуцеру 26 легочного автомата присоединяют водолазный шланг ВШ-1 (на рис. 36 показан пунктиром). С поверхности в шланг подается сжатый воздух, давление в котором поддерживается  $1\text{--}4\text{ кгс/см}^2$  избыточным над глубинным давлением.

Воздух по шлангу проходит через клапан 23 к клапану 15 и аналогично описанному выше поступает на вдох. В случае прекращения подачи воздуха по шлангу водолаз вручную открывает вентиль 4 на баллоне, при этом дышит воздухом из баллонов аппарата.

При подаче воздуха по шлангу обратный клапан 28 прижимается давлением воздуха к седлу и закрывает проход воздуха в полость редуктора 2.

### Аппарат ШАП-62

Аппарат ШАП-62 (рис. 37) состоит из:

- дыхательного автомата, предназначенного для пульсирующей подачи воздуха в момент вдоха и прекращения подачи в момент выдоха;

- редуктора, служащего для редуцирования воздуха высокого давления в баллонах аппарата до рабочего  $3\text{--}4\text{ кгс/см}^2$ ;

- трех воздушных баллонов на рабочее давление  $200\text{ кгс/см}^2$ . Объем баллона 3 равен  $1,3\text{ л}$ , а 4 —  $1\text{ л}$ . Баллоны предназначены для хранения аварийного запаса воздуха;

- клапанной коробки, применяемой для подсоединения системы дыхания аппарата к объемному шлему гидрокombineзона или маске.

**Работа аппарата ШАП-62.** Воздух для дыхания подается к легочному автомату аппарата по шлангу 9. Кроме того, он может подаваться от облегченной водолазной помпы (ОВП), транспорт-

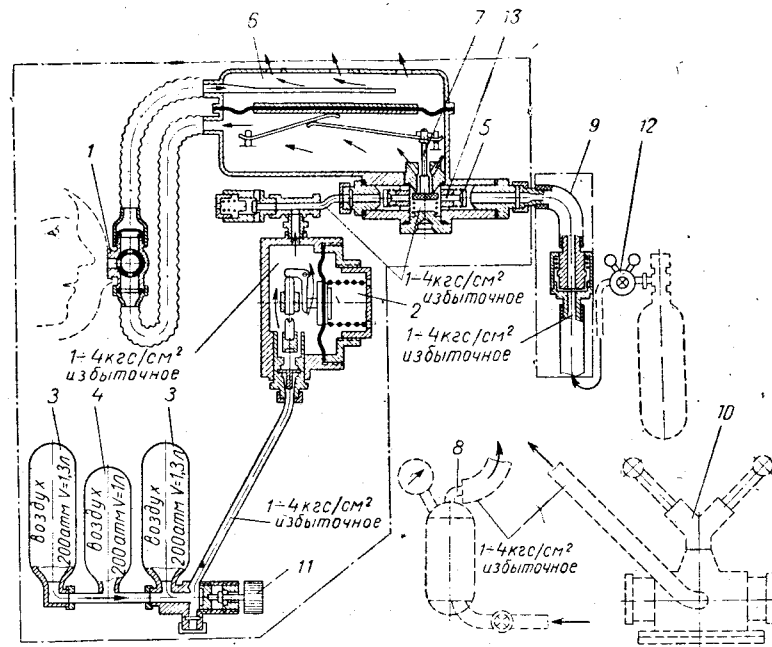


Рис. 37. Принципиальная схема шлангового аппарата ШАП-62: 1 — клапанная коробка; 2 — редуктор дыхательного автомата; 3 — баллоны  $V=1,3\text{ л}$ ; 4 — баллон  $V=1\text{ л}$ ; 5 — клапан (обратный); 6 — дыхательный автомат; 7 — клапан дыхательного автомата; 8 — фильтр воздушный ФВС-55; 9 — водолазный шланг ВШ-1; 10 — помпа водолазная ОВП; 11 — вентиль; 12 — редуктор.

ного баллона через редуктор, воздушной магистрали плавсредств через фильтр ФВС-55.

Давление в шланге поддерживается так же, как и в аппарате АВМ-3.

Воздух по шлангу через обратный клапан 5 проходит в камеру легочного автомата под клапан 13, поступает на вдох, как в легочном автомате АВМ-3.

При пользовании аварийным запасом воздуха из баллонов аппарата воздух через открытое седло вентили 11 проходит в редуктор 2, редуцируется до давления  $3\text{--}4\text{ кгс/см}^2$  и поступает в легочный автомат и далее на вдох, при этом обратный клапан 5 прижимается давлением воздуха к седлу и перекрывает проход воздуха в шланг.

### Устройство гидрокombineзонов СВУ

В комплект снаряжения СВУ входят гидрокombineзон ГК СВУ-А (2 шт.) и гидрокombineзон ГК СВУ-Б (1 шт.).

Гидрокombineзоны отличаются друг от друга материалом и конструкцией головной части: СВУ-А имеет объемный шлем, а СВУ-Б подшлемник и маску.

**Гидрокомбинезон ГК СВУ-А** (рис. 38) изготовлен из прорезиненной трикотажной ткани.

В грудной части он имеет прорез по периметру, в который вшит аппендикс.

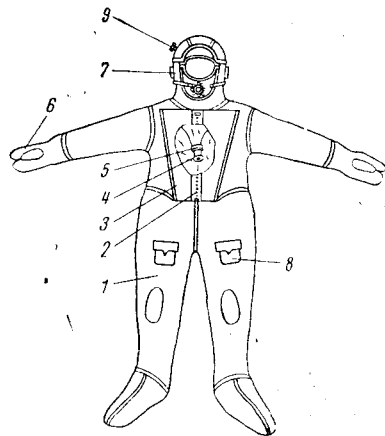


Рис. 38. Гидрокомбинезон ГК СВУ-А:

1 — комбинезон; 2 — застежка «молния»; 3 — фартук; 4 — аппендикс; 5 — жгут; 6 — рукавица; 7 — шлем; 8 — карман; 9 — предохранительный клапан

**Штаны** гидрокомбинезона оканчиваются герметичными чулками с мягкой утолщенной подошвой, что позволяет надевать на ноги ласты. К рукам приклеены рукавицы. Фартук с механической застежкой «молния» закрывает аппендикс, зажатый жгутом.

**Шлем ГК СВУ-А** (рис. 39, а) состоит из капюшона и вклеенной в него маски. В капюшоне имеются телефонные гнезда с поролоновыми амортизаторами. Маска отпрессована из эластичной резины, имеет смотровой иллюминатор из светофильтрового оргстекла, который крепится к маске хомутами.

В верхней части капюшона справа расположен предохранительный клапан, через который из объемного шлема вытравливается избыточный воздух. Клапан отрегулирован таким образом, что-

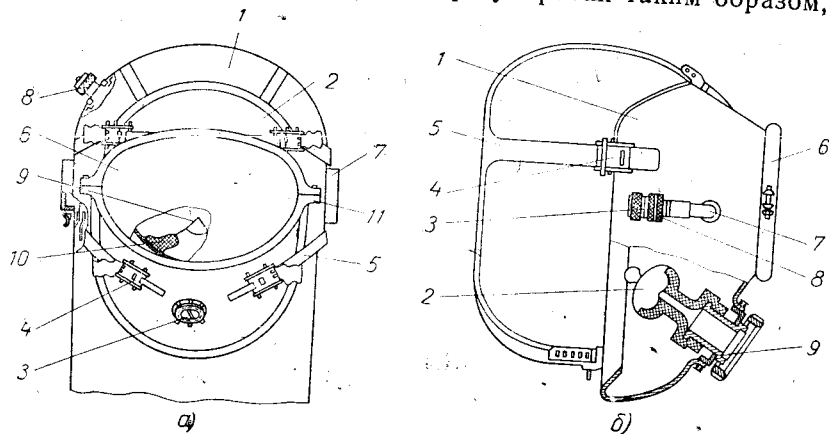


Рис. 39.

а) — шлем ГК СВУ-А: 1 — капюшон; 2 — маска; 3 — nipple; 4 — пряжка; 5 — ремень; 6 — стекло; 7 — гнездо телефонное; 8 — предохранительный клапан; 9 — полумаска; 10 — бобышка; 11 — хомут;  
б) — маска ВМ-4: 1 — корпус маски; 2 — загубник; 3 — глухая гайка (пробка); 4 — пряжка; 5 — наголовник; 6 — хомут; 7 — фланец; 8 — накидная гайка; 9 — nipple

бы при избыточном давлении под шлемом (100—150 мм вод. ст.) автоматически открывался.

Внутри маски с правой и левой стороны (на высоте носа водолаза) приклеены два эластичных резиновых выступа (бобышки) для зажима носа при продувании ушей во время погружения.

С внутренней стороны маски находится полумаска с безжидкостным абтюратором, которую можно заменить загубником. Полумаска монтируется в маску с помощью ниппеля, конструкция которого изображена на рис. 40, а.

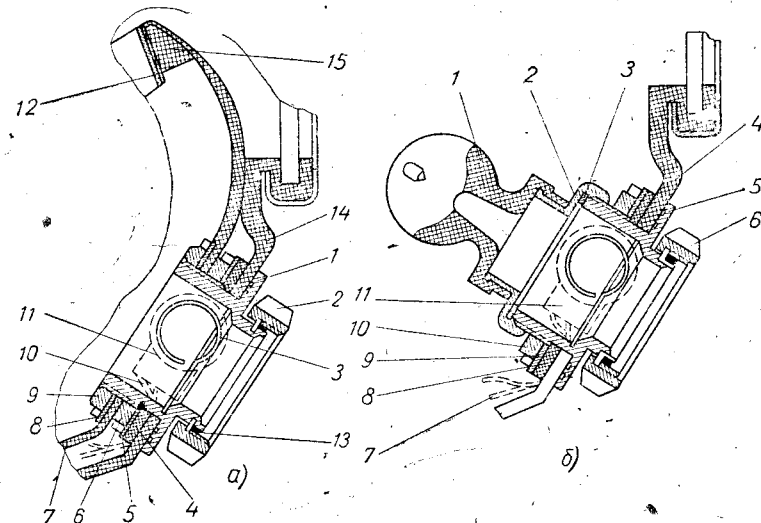


Рис. 40.

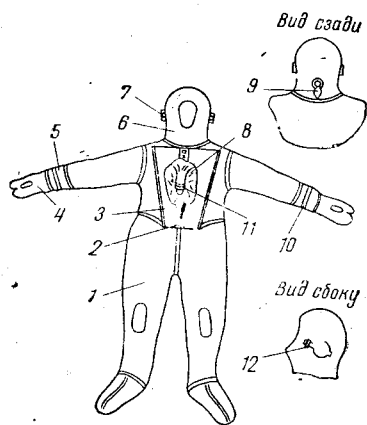
а) — nipple: 1 — nipple; 2 — накидная гайка; 3 — пружина; 4 — прокладка; 5 — шайба; 6 — гайка герметичная; 7 — полумаска; 8 — шайба; 9 — гайка; 10 — провода; 11 — микрофон;  
б) — загубник: 1 — загубник; 2 — пружина; 3 — прокладка; 4 — шлем; 5 — nipple; 6 — накидная гайка; 7 — провода; 8 — прокладка; 9 — шайба; 10 — гайка; 11 — микрофон

Пружина служит для удержания в ниппеле микрофона, изображенного пунктиром. Провода от микрофона выводятся из ниппеля через два отверстия диаметром 1,5 мм в корпусе ниппеля и зажимаются герметичной накидной гайкой между корпусом маски и резиновой прокладкой. Полумаска зажимается гайкой 9 между герметичной гайкой и шайбой. Для замены полумаски на загубник гайку 9 отвертывают и снимают с ниппеля вместе с шайбой и полумаской.

На ниппель накручивают другой ниппель, специально для загубника, как показано на рис. 40, б. Ниппели герметизируют между собой прокладкой. Ниппель с загубником придается к гидрокомбинезону.

Внутри шлема имеются каналы для телефонных проводов, которые выводятся наружу через аппендикс гидрокомбинезона.

Маска и полумаска в местах прилегания к лицу водолаза оклеены замшей. Сзади, на уровне шеи водолаза, к шлему приклеен резиновый лепестковый клапан, который при погружении вытравливает избыток воздуха из-под шлема.



**Гидрокомбинезон ГК СВУ-Б** отличается от ГК СВУ-А тем, что вместо объемного шлема имеет подшлемник и маску (рис. 41).

Подшлемник 6 применяется для защиты головы водолаза от соприкосновения с водой. Изготавливается из эластичной резины. В подшлемник вклеены телефонные гнезда и каналы для телефонных проводов. Сзади на шейной части подшлемника расположен лепестковый травящий клапан.

**Маска ВМ-4** (см. рис. 39, б) защищает лицо водолаза от соприкосновения с водой и дает ему возможность видеть предметы. К лицу она прижимается наголовником с помощью пряжек.

Во фланец вмонтирован ниппель с накидной гайкой. При надетой маске накидная гайка навинчивается на ниппель 12 (см. рис. 41), чем

обеспечивается сообщение подмасочного и подкомбинезонного пространства с целью выравнивания давления.

Фартук 3 с механической застежкой «молния» закрывает аппендикс, зажатый жгутом.

Манжеты 5 приклеиваются к рукавам гидрокомбинезона и препятствуют проникновению воды под гидрокомбинезон при работе водолаза без рукавиц.

Рукавицы 4 защищают руки водолаза от соприкосновения с водой и предметами.

#### Принадлежности и приспособления

**Ремень поясной с грузами** служит для крепления поясного груза на талии водолаза. В комплект СВУ входят два поясных ремня: один в комплекте АВМ-3 с грузами — 10 кг и другой в комплекте ШАП-62 с грузами 5 кг. Поясной ремень изготовлен из капроновой ленты.

**Боты водолазные** помогают водолазу принять устойчивое положение при работе под водой. В боты вкладываются стельки из резины, наполненные свинцовым глетом. Крепятся боты на ноге двумя ремнями, из которых один съёмный.

**Галоши водолазные (безразмерные)** являются дополнительным грузом, создающим водолазу отрицательную плавучесть и устойчивость под водой при работе на грунте, а также защищают ноги от ушибов (рис. 42).

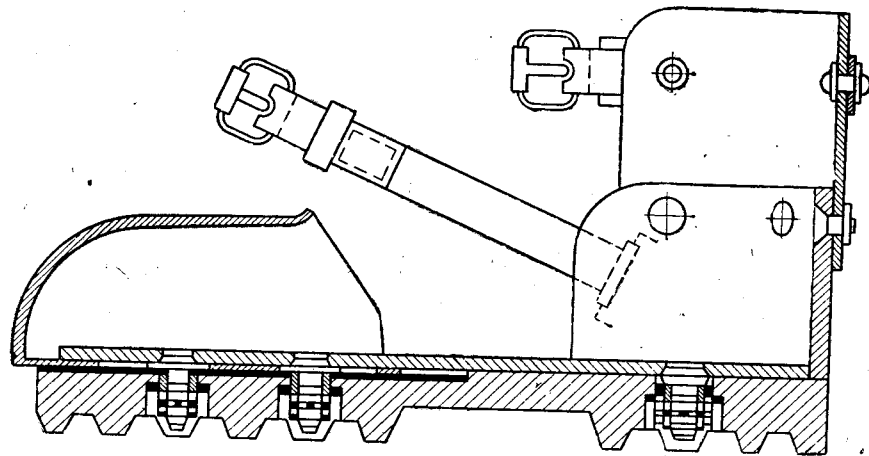


Рис. 42. Галоша водолазная к снаряжению СВУ (безразмерная)

Галоша водолазная состоит из металлической подошвы со стелькой, подвижного металлического носка и задника, приваренного к подошве. Стелька и носок крепятся к подошве латунными шпильками и гайками. Подошва имеет снизу поперечные канавки. К металлическому заднику с помощью заклепок прикреплен задник из прорезиненной ткани. Для крепления на ноге галоши имеют штампованные петли и ремни. Водолазные галоши безразмерные.

#### Телефонная станция

Малогабаритная телефонная станция обеспечивает двустороннюю связь с двумя водолазами, находящимися под водой.

В комплект станции входят:

— переговорное устройство с усилителем на полупроводниковых элементах, с кабельными разъемами для подключения двух кабелей связи;

— оголовье с телефонами ТА-56М и микрофонами ДЭМШ-1 для оператора;

— гарнитура легководолаза (телефоны, микрофоны, ларингофоны и др.);

— автономные источники питания (малогабаритный герметический аккумулятор);

— специальный шнур (длиной 5 м) для включения переговорного устройства к штатным судовым батареям;



- устройство для зарядки герметичных аккумуляторов;
- кабель связи (телефонный КВТ-1) — 2 куска по 60 м;
- запчасти и инструмент.

## СОДЕРЖАНИЕ И ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОВЕРКИ ВОДОЛАЗНОГО СНАРЯЖЕНИЯ

Безопасность водолазных спусков зависит прежде всего от исправности водолазной техники, что, в свою очередь, обеспечивается правильной ее эксплуатацией и надлежащим уходом. Недопустимо даже малейшее нарушение правил эксплуатации водолазной техники, так как это может привести к несчастным случаям.

### Общие положения о проверках водолазного снаряжения

Водолазные шлемы вентилируемого снаряжения по окончании работы снаружи обмывают водой, а изнутри протирают чистой сухой ветошью. В том случае, когда водолаз производил грунто-размывочные работы, следует разобрать головной клапан шлема, промыть и насухо протереть его детали, а пружину слегка смазать техническим вазелином. При обращении с шлемом нужно оберегать от повреждений резьбу на деталях, не путать между собой передние иллюминаторы соседних шлемов, а также манишки. Необходимо следить за состоянием шлемовых прокладок, а износившиеся немедленно заменять новыми.

Недопустимо пользоваться водолажным шлемом с треснувшими иллюминаторными стеклами. Внутреннюю поверхность шлема для очищения необходимо ежегодно лудить пищевым оловом или покрывать специальным антикоррозийным составом.

**Водолазные рубахи, гидрокombineзоны (гидрокостюмы)** и другие резиновые изделия после работы очищают от грязи, споласкивают в чистой воде, а жировые пятна отмывают пресной водой с мылом. Просушивать рубахи и гидрокombineзоны нужно с обеих сторон.

**Водолазные шланги и сигнальные концы** отмывают от грязи и нефтепродуктов чистой водой и протирают ветошью. После этого нужно развесить их для просушки или уложить так, чтобы продувало ветром.

**Дыхательные аппараты** требуют особенно внимательного и бережливого отношения. Влага и соль, попадающие на ответственные узлы аппарата, вызывают коррозию металлических деталей механизма, портят резиновые и кожаные части. Все это может нарушить нормальную работу аппарата и привести его в негодность. Поэтому каждый дыхательный аппарат после использования необходимо тщательно очистить от грязи, ила, песка, хорошо промыть пресной водой и просушить в сухом проветриваемом помещении или на воздухе под навесом.

Чтобы иметь твердую уверенность в надежности снаряжения, необходимо его своевременно проверять. Едиными правилами охра-

ны труда на водолазных работах, кроме рабочей проверки снаряжения перед погружением, установлены обязательные периодические проверки водолазного снаряжения. Малая — обычно производится один раз в месяц, а полная — при ежегодных осмотрах, а также после капитального ремонта и по получении снаряжения со склада.

В ходе этих проверок разбирают отдельные предметы и узлы водолазного снаряжения, внимательно осматривают их и подвергают испытанию. При осмотрах обнаруженные неисправности устраняют, дефектные детали заменяют или ремонтируют. Допускать к эксплуатации снаряжение, имеющее какие-либо неисправности, не разрешается.

### Проверка вентилируемого снаряжения

**Малая проверка** совершается с целью предупредительного ремонта и замены износившихся деталей. Выполняется весь объем работ, предусмотренный рабочей проверкой. Кроме того, дополнительно осматривают водолазный шлем, проверяют состояние и крепление деталей. Обязательно разбирают головной и предохранительный клапаны, удаляют накопившуюся там грязь, опробовывают упругость пружины, резинового кружка. После сборки проверяют действие клапанов, а если есть сомнения в негерметичности шлема, то погружают его в воду и по воздушным пузырькам определяют места пропуска воздуха.

Водолазные рубахи сперва осматривают на целостность ткани и швов. При проверке водонепроницаемости ее соединяют со шлемом, манжеты герметизируют, рубаху заполняют воздухом до давления 0,2 ат в течение 5 мин. Смачивая рубаху мыльной водой, проверяют, не проходит ли воздух? Одновременно с рубахой проверяют травящий клапан, прочищают и протирают его детали. Сигнальный конец, кроме внешнего осмотра, испытывают на растяжение путем подвешивания груза весом 180 кг.

При осмотре водолазных шлангов проверяют исправность проволочных бензелей на шланговых соединениях. Прочность и надежность соединений испытывают на растяжение путем подвешивания груза весом 180 кг. Герметичность шлангов проверяют погружением их в воду под давлением.

**Полная проверка** вентилируемого снаряжения заключается в полной разборке, внимательном осмотре и испытании его после ремонта и сборки. При полной проверке водолазных шлемов следует тщательно осмотреть их и убедиться в исправности деталей, резьбовых соединений, надежности креплений.

Разбирают шлем обычно в следующем порядке.

Головной клапан шлема:

- отвернуть стопорный винт;
- снять стопорную планку;
- отвернуть и снять решетчатую крышку;
- снять коническую пружину;

— отвернуть пуговку со штока клапана, удерживая второй конец его отверткой;

— снять тарельчатый клапан с седла.

После разборки все части клапана нужно протереть сухой ветошью.

Воздухотелефонный ввод:

— отдать четыре крепительных винта предохранительного щитка;

— снять предохранительный щиток;

— отдать нажимную гайку;

— выгнуть упорное металлическое кольцо;

— подергиванием кабеля ослабить и вынуть резиновую уплотнительную втулку;

— после отдачи проводников в шлеме, осторожным подергиванием вытащить телефонный кабель из ввода.

Перед сборкой воздухотелефонного ввода все детали просматривают и протирают сухой ветошью.

Предохранительный клапан пружинно-тарельчатого типа:

— отдать крепительные винты и снять воздухопроводный щиток шлема;

— отвинтить корпус клапана в сборе, отделив его от корпуса воздухотелефонного ввода;

— отдать стопорную гайку;

— снять пружину;

— вынуть из гнезда тарельчатый клапан.

Все детали клапана перед сборкой протирают сухой ветошью, если нужно, заменяют кожаную прокладку на тарелке клапана, прокладку под корпусом клапана. Собирают клапан в обратном порядке.

Задний травящий клапан:

— отдать стопорный винт;

— снять решетчатую крышку, шайбу и резиновую прокладку;

— отдать винт, крепящий резиновый клапан и снять клапан с корпуса.

Разборка переднего травящего клапана отличается от разборки заднего травящего клапана только тем, что после отдачи стопорного винта снимают крышку с втулки, а затем втулку, шайбу и резиновую прокладку.

Телефонное устройство шлема:

— на один-два оборота отвинтить крепительные винты микрофона и телефона и вынуть их из своих гнезд;

— отвинтить шурупы и снять провода с телефона и микрофона;

— отдать нажимную гайку телефонного ввода;

— осторожно, подергивая телефонный кабель, вынуть упорную металлическую и резиновую уплотнительную втулки;

— вытащить телефонный кабель из шлема через ввод.

При сборке телефонного устройства в шлеме особенно тща-

тельно надо устанавливать металлическую втулку и присоединять проводники к телефону и микрофону внутри шлема.

После сборки шлема его внимательно осматривают, проверяют действие клапанов, исправность и надежность соединения шлема с манишкой. Для испытания прочности крепления ввода к нему подвешивают груз весом 180 кг на 5 мин. После снятия груза на вводе и корпусе шлема не должно быть никаких повреждений и деформаций. Герметичность шлема определяют погружением его в воду с глухой крышкой на фланце или без нее. В шлеме создают давление 0,5 ат, пропуск устанавливают по пузырькам воздуха.

При проверке водолазных галош внимательно осматривают состояние стелек, наносочников, подошв и их креплений.

Водолазные грузы изнашиваются очень медленно, поэтому при их осмотре главным образом проверяют надежность подвесок и исправность брасов. При обнаружении дефектов брасы заменяют новыми, а в случае неисправности подвесок — меняют грузы.

Сигнальный конец должен иметь толщину по окружности не менее 50 и не более 65 мм, а длину 100 м. При испытании на прочность он должен выдержать нагрузку на разрыв 180 кг.

Водолазные шланги и их соединения проверяют воздухом на внутреннее давление 25 ат в течение 5—10 мин. При исправности диаметр шланга не увеличивается, отдельные участки не вытягиваются, воздух не выходит наружу. На растяжение шланги проверяют путем подвешивания к ним груза весом 180 кг на 5 мин. Колено шланга не должно удлиниться более 15% длины бесспирального и 10% спирального шлангов.

На сжатие шланги (участки шлангов длиной 100 мм) спиральные проверяют нагрузкой 180 кг, а бесспиральные — в 100 кг. Под нагрузкой шланги должны свободно пропускать воздух.

На изгиб спиральные шланги проверяют оборачиванием вокруг стержня диаметром 60 мм, а бесспиральные — диаметром 25 мм.

### Проверка воздушно-кислородного снаряжения ВКС-57

Проверка воздушно-кислородного снаряжения ВКС-57 аналогична проверке трехболтового вентилируемого снаряжения, за исключением инжекторного устройства, регенеративной коробки и крана переключения, которые не входят в комплект трехболтового вентилируемого снаряжения.

Для устранения неисправностей и профилактического осмотра производится полная разборка указанных предметов.

Разбирают инжекторное устройство в следующем порядке: вывертывают полую заглушку, снимают с нее соединительный кольцевой штуцер шланга инжектора, после чего вывертывают из корпуса сопло и извлекают диффузор и втулку-расширитель.

При этом необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы не повредить целостность насадок, которые при тугой их посадке следует извлекать из камеры инжектора при помощи острогубцев.

Для разборки невозвратного клапана из полости заглушки извлекают пружину клапана и клапан.

После разборки все детали инжекторного устройства очищают от грязи, окислов и промывают спиртом.

Перед сборкой инжекторного устройства проверяют калибром сопло, исправность кожаных прокладок соединительного кольцевого штуцера и полой заглушки.

Разборка регенеративной коробки проводится после каждого спуска водолаза. Отвернув гайки откидных болтов, отделяют крышку коробки от корпуса и из коробки извлекают прищипленный к крышке патрон. Затем отдают накидную гайку штуцера патрона и отделяют патрон от крышки. Отдают стопорные устройства съемного дна патрона, снимают дно и освобождают патрон от химического поглотителя.

После промывки и просушки патрона и внутренних стенок коробки производят зарядку и сборку регенеративной коробки.

Разборка крана переключения совершается при обнаружении неплотного запираания крана или негерметичности сальникового уплотнения. Надо снять кран с манишки, отвернуть накидную гайку сальникового уплотнения и вывернуть шток крана из корпуса. Затем со штока крана снять сальниковую набивку и накидную гайку.

После разборки суконной ветошью очищают от налета окислов коническую часть штока и гнездо в корпусе крана, кожаные прокладки сальникового уплотнения размачивают в глицерине, после чего кран собирают.

### **Проверка регенеративного водолазного снаряжения с кислородным аппаратом ИДА-57**

Малая проверка этого типа снаряжения производится с целью выявления и устранения неисправностей.

Проверяется герметичность вентиля кислородного баллона, для чего отвод запорного вентиля закрывают заглушкой, вентиль откручивают до отказа и баллон погружают в воду. При исправном запорном вентиле воздушных пузырьков в воде не должно быть.

Проверяется клеймо об очередном сроке испытания баллона. Если слюдяные клапаны вдоха и выдоха исправны, то они свободно перемещаются между направляющими крестовинами. Клапаны, имеющие дефекты (незначительные отслоения, расщепления), заменяются.

Клапан или клапанную пружину заменяют после снятия направляющей крестовины. Направляющие крестовины должны быть без люфта (слабины) в кольцевом пазу, а их ножки — составлять с крестом прямой угол.

При сборке аппарата необходимо обратить внимание на исправность прокладок и надежность соединения к клапанной коробке гофрированных трубок и шлема.

Полная проверка касается главным образом кислородного ды-

хательного аппарата и производится в тех случаях, что и вентилируемого снаряжения.

Дыхательный аппарат вначале разбирают по узлам, выявляют неисправные узлы, подлежащие детальной разборке. Полную разборку аппарата разрешается совершать лишь опытному инструктору или в мастерской.

Кислородоподающий механизм полностью разбирают только в том случае отказа или нарушения нормы подачи кислорода, негерметичности клапанов, при попадании воды в камеру редуктора. Чтобы разобрать редуктор, нужно снять колпачок, ослабить контргайку регулировочного винта, вывернуть винт и вынуть регулировочную пружину с нажимной головкой. После этого отвернув накидную гайку, извлечь диафрагму, плашку и шпильки. Вывернув заглушку камеры редуктора, вынуть пружину, вывинтить седло клапана редуктора и снять прокладку.

Ручной пускатель (байпас) разбирают в такой последовательности: отвернув накидную гайку, снимают колпачок и вынимают кнопку, мембрану, плашку и шпильки. Затем аккуратно вывинчивают дозирующий штуцер.

Разборка указателя минимального давления совершается в следующем порядке: вывертывают прижимную гайку, головку указателя и регулировочную гайку, извлекают стопорный стержень с пружиной и диафрагму. Затем, отвернув прижимную гайку штока указателя, аккуратно вынимают шток, а затем пружину.

Для разборки дыхательного автомата необходимо, сдвинув крепительные скобы, снять крышку, вынуть мембрану и, отвернув винты, снять клапан автомата. Если необходимо разобрать клапан, то, отвернув втулку, вынуть шпильку — ось и снять рычаг. Все разобранные детали автомата начисто протирают, внимательно осматривают и дезинфицируют.

Поврежденные диафрагмы, износившиеся прокладки и прочие неисправные детали заменяют новыми.

Собранный кислородоподающий механизм обязательно проверяют на ручную подачу кислорода байпасом и редуктором по времени заполнения дыхательного мешка или с помощью реометра-манометра.

Клапанную коробку разбирают в такой последовательности: лапки направляющей крестовины клапана выдоха выводят из кольцевого паза седла клапанной коробки и снимают крестовину вместе с пружиной и слюдяным клапаном. При этом клапан приподнимают от седла и пальцами прижимают лапки к крестовине, чтобы не повредить их. После чего клапан отпускают и освобождают пружину от крестовины. Таким же способом вынимают направляющую крестовину с клапаном вдоха и пружиной из кольцевого паза патрубка трубки вдоха. Вывинчивают винт пробки крана, снимают колпачок, пружину, ручку и фибровую шайбу и вынимают полую пробку крана. Все детали клапанной коробки

протирают сухой ветошью, дезинфицируют и проверяют на исправность.

Травяще-предохранительный клапан для полной разборки необходимо отсоединить от дыхательного мешка. При разборке соблюдают следующий порядок: вывертывают стопорный винт, отворачивают крышку, вывертывают центральный винт, отсоединяют пружину от тарельчатого клапана. Затем отвертывают штуцер с лепестковым клапаном, а для замены лепестка снимают ленту и бензель.

Осмотрев детали и устранив неисправности, производят сборку в обратном порядке.

**Регулировка кислородного аппарата** включает регулировку кислородоподающего механизма и указателя минимального давления. Этому обычно предшествует проверка сопротивления аппарата дыханию водолаза, нормы постоянной подачи кислорода и давления, при котором срабатывает указатель минимального давления. Первые две проверки производят реометром-манометром (описание прибора дано в главе 3), третью — при помощи «перепуска» с манометром. Для подсоединения аппарата к реометру-манометру при проверке сопротивления дыханию пользуются специальным патрубком с отводной трубкой. Один конец патрубка присоединяют к штуцеру шлема, другой — к клапанной коробке. На отводную трубку патрубка надевают тонкий резиновый шланг, второй конец присоединяют к левому отводу тройника прибора (правый отвод заглушают).

Водолаз включается в аппарат и по левой шкале прибора определяет сопротивление системы дыханию.

Для проверки постоянной подачи кислорода нужно снять заглушку с коробки поглотителя и поставить на ее место резиновую пробку со стеклянной трубкой. Последнюю при помощи тонкого резинового шланга соединить с отводом тройника реометра-манометра. Затем, наложив на шланг зажим, надуть дыхательный мешок кислородом, взвести указатель и открыть вентиль баллона аппарата.

Постепенно отпуская зажим на шланге, по правой шкале прибора определяют постоянную подачу кислорода. Если подача отличается от нормы, то при помощи регулировочного винта редуктора устанавливают нужную подачу.

Для регулировки указателя минимального давления необходимо присоединить к вентилю транспортного баллона «перепуск» с манометром, а к переходному штуцеру — кислородоподающий механизм. Нажав кнопку указателя, открыть вентиль транспортного баллона и сразу же закрыть его. После этого нажать кнопку байпаса и, наблюдая за манометром, заметить, при каком давлении срабатывает указатель.

Если указатель срабатывает за пределами 20—30 ат, регулировку производят посредством вращения регулировочной гайки указателя.

## Проверки водолазного снаряжения с воздушнобаллонными и шланговыми аппаратами (АВМ-1М, ШАП-40)

Малая проверка снаряжения с дыхательными аппаратами типа АВМ-1М и ШАП-40 производится с целью своевременного обнаружения и устранения неисправностей. Рекомендуется в период эксплуатации снаряжения ежемесячно внимательно осматривать, а через каждые два месяца производить частичную разборку дыхательных аппаратов. При осмотре дыхательных аппаратов проверяют исправность отдельных частей, надежность креплений и соединений. Герметичность аппарата определяют при погружении его в воду, сперва с открытыми, затем с закрытыми вентилями баллонов. Места неплотного соединения обнаруживают по выходящим через них пузырькам воздуха. Эти соединения следует поджечь, если нужно сменить прокладки и вновь проверить.

Для проверки действия дыхательного автомата и сопротивления дыханию необходимо, включившись в аппарат, проделать несколько равномерных вдохов и выдохов. Исправный автомат должен подавать количество воздуха, достаточное для глубокого вдоха. В случае сомнения в исправности автомата или возникновения повышенного сопротивления дыханию аппарат проверяют с помощью реометра-манометра.

При частичной разборке дыхательного автомата снимают крышку и вынимают мембрану автомата, осматривают камеру вдоха, состояние рычагов, клапана автомата и мембраны. Проверяют также дыхательные шланги и лепестковый клапан выдоха. Внутреннюю полость и крышку автомата необходимо очистить от грязи, соли, промыть и протереть. Затем следует проверить работу рычажно-клапанной системы, а после сборки — работу всего автомата.

Указатель минимального давления проверяют по манометру аппарата. Для этого нажимают на кнопку указателя, открывают и опять закрывают вентили баллонов. Взяв загубник аппарата в рот, медленно вдыхают воздух из автомата. Правильно отрегулированный указатель срабатывает при остаточном давлении воздуха в аппарате (20—30 ат).

Предохранительный клапан дыхательного автомата для проверки вывертывают из корпуса автомата и ввертывают в выход тройника (перепуска) с контрольным манометром. Вход тройника присоединяют к вентилю баллона аппарата. Постепенно открывая вентиль баллона, отмечают показание контрольного манометра в момент, когда клапан срабатывает. Давление при исправном клапане должно находиться в пределах 10—17 ат.

**Полная проверка аппаратов АВМ-1М и ШАП-40** включает все операции, выполняющиеся при рабочей и малой проверках. Проверку начинают с тщательного осмотра всех предметов, входящих в комплект снаряжения. После этого производят разборку, осмотр, исправление и замену дефектных деталей.

Разобрать дыхательный аппарат типа АВМ рекомендуется в таком порядке:

— отделить дыхательные шланги от дыхательного автомата, сняв с них бензели или хомуты;

— отсоединить дыхательные шланги от мундштучной коробки, отвернув накидные гайки с патрубков коробки;

— отсоединить трубопровод высокого давления от дыхательного автомата, запорного вентиля и зарядного штуцера;

— сдвинув скобки в одну сторону или хомут, снять крышку с корпуса автомата;

— вынуть мембрану автомата и, отдав гайки на осях, снять рычаги автомата;

— отвернуть кольцевую гайку и вынуть мембрану редуктора с прикрепленным к ней двуплечим рычагом;

— отвернуть гайку и вынуть предохранительный клапан с пружиной;

— вывернуть регулировочную гайку и вынуть направляющую с пружиной;

— вывернуть штуцер (переходник) редуктора, вынуть фильтр и, вывернув седло, вынуть клапан редуктора;

— отвернуть гайку-заглушку, вывернуть регулировочную гайку, вынуть клапан автомата, пружину и вывернуть седло клапана.

Разборку основания аппарата ШАП-40 производят в такой последовательности:

— отвернуть винты, крепящие пенопластовую подушку к панели;

— отвернуть винты, крепящие вентиль к основанию, и отделить его вместе с включателем звукового сигнала и соединяющими их воздушными трубками;

— вентиль и включатель отделить от воздушных трубок путем свинчивания четырех накидных гаек.

Все разобранные части аппарата протирают чистой ветошью, а детали дыхательного автомата промывают теплой водой и просушивают. После тщательного осмотра части дыхательного автомата и всего аппарата собирают в обратной последовательности.

**Регулировку дыхательного автомата и редуктора** производят в ходе полной проверки при обнаружении каких-либо нарушений в их работе, а также после ремонта. Исправный и отрегулированный дыхательный аппарат не должен затруднять дыхание водолаза. Величина сопротивления аппарата дыханию водолаза определяется на манометре-реометре и не должна превышать 50 мм вод. ст.

Регулировка дыхательного автомата заключается в правильной установке его рычагов, которую производят посредством регулировочного винта, имеющегося на нижнем рычаге. При нормальной установке величина зазора между верхним рычагом и линейкой, расположенной на кольцевую кромку корпуса автомата (вместо мембраны), должна быть равна 2—3 мм. Рычаги должны вращаться вокруг своих осей свободно, без заеданий.

Для проверки и регулировки установочного давления редук-

тора на место заглушки клапана автомата устанавливают контрольный манометр. Открыв запорные вентили баллонов, проверяют давление в редукторе, которое должно быть в пределах 5—7 ат. Если оно отклоняется в ту или другую сторону, производят регулировку пружины редуктора посредством регулировочного винта, предварительно вывернув предохранительный клапан. Одновременно проверяют величину остаточного давления и скорость восстановления давления в камере редуктора после полного вдоха. Давление не должно падать ниже 2—2,5 ат, а по окончании вдоха должно сразу же повышаться до установочного.

Помимо указанной проверки, редуктор аппарата ШАП-40 проверяют с подключенным к нему водолазным шлангом. После открытия вентиля транспортного баллона и поступления воздуха в редуктор маховиком последовательно устанавливают подачу воздуха под давлением 8,9 и 10 ат. Эту операцию повторяют дважды: без подключения дыхательного аппарата и с его подключением. В последнем случае у автомата аппарата снимают крышку и нажатием на его рычаги периодически подают воздух.

Исправный редуктор должен подавать воздух, удерживая его давление в пределах  $\pm 1$  ат.

Регулируют указатель минимального давления аппаратов типа АВМ так же, как и указатель кислородных дыхательных аппаратов. Включатель звукового сигнала ШАП-40 регулируют путем изменения степени сжатия пружины толкателя с помощью регулировочной гайки в пределах от 30 до 40 ат.

Проверка универсального водолазного снаряжения (СВУ) проводится аналогично проверкам вышеописанных снаряжений.

## ДЕЗИНФЕКЦИЯ ВОДОЛАЗНОГО СНАРЯЖЕНИЯ

Для предупреждения инфекционных заболеваний водолазов некоторые предметы водолазного снаряжения периодически дезинфицируются спиртом: при получении со склада; после ежегодной полной проверки; при загрязнении в процессе эксплуатации; перед каждым спуском под воду.

В вентилируемом снаряжении дезинфицируются водолазные шланги, внутренние поверхности шлема и фланцев водолазных рубах. Водолазные шланги сначала хорошо промывают теплой водой, затем этиловым спиртом-ректификатом крепостью в 96°. После этого продувают сжатым воздухом.

Внутреннюю поверхность шлема и фланца рубахи тоже предварительно промывают водой. Спирт берут на кусочек марли или бинта и тщательно протирают ту поверхность шлема и рубахи, с которой может соприкасаться лицо водолаза. Предметы легководолазного снаряжения, подлежащие дезинфекции, каждый в отдельности промывают теплой водой, а затем обрабатывают спиртом.

Водолазное снаряжение, как находящееся в эксплуатации, так и на складском хранении, должно быть всегда готово к использованию. При обнаружении каких-либо дефектов снаряжение безотлагательно сдается в ремонт. Текущий ремонт выполняют водолазы непосредственно на водолазной станции. Более сложный ремонт, требующий специального оборудования и инструмента, производится в мастерской опытными специалистами.

**Текущий ремонт водолазного снаряжения.** Резиновые предметы снаряжения большей частью ремонтируют сами водолазы. Для этой цели на водолазной станции всегда должны быть резиновый клей, починочный материал, колодки и необходимый инструмент (нож, ножницы, рашпиль и пр.). Поврежденное место резинового изделия смачивают авиационным бензином, а если нужно, обрабатывают рашпилем. Оставшуюся ткань и резину обрезают и подготавливают заплату такого размера, чтобы она несколько перекрывала площадь поврежденного места.

На заплату и поврежденный участок наносят резиновый клей в 2—3 тонких слоя, предварительно дав каждому слою просохнуть до «отлипа». Затем склеиваемые поверхности аккуратно прикладывают друг к другу, одновременно расправляя и разглаживая образующиеся складки постукиванием по заплате мушкетом.

При приклеивании на водолазную рубашу или гидрокombineзон новой манжеты нужно отпарить бензином старую манжету. Вставив в рукав рубаша деревянную колодку, широкий край манжеты отворачивают и надевают на колодку. После этого подготавливают склеиваемые поверхности рукава и манжеты и наносят на них резиновый клей в 2—3 слоя, давая каждому слою просохнуть. Когда последний слой просохнет, отвернутый край манжеты накладывают на проклеенную кромку рукава, расправляют его и обстукивают мушкетом. На склеенные кромки рукава и манжеты изнутри и снаружи накладывают проклеенные ленты из того же материала, что и рубаша или гидрокombineзон.

Таким же образом действуют при склеивании или замене водолазных рукавиц или перчаток. Если же требуется заменить на водолазной рубаше фланец, то, отпарив и сняв с нее старый фланец, надевают рубашу и специальную колодку. Склеиваемые поверхности рубаша и фланца очищают рашпилем и промывают бензином. Для приклеивания фланца пользуются более густым клеем, чем для заплат. Поэтому и сохнуть ему дают более длительное время (обычно два-три часа). После того как клей хорошо высохнет, склеиваемые поверхности рубаша и фланца совмещают, расправляют на них складки и обстукивают мушкетом. Для большей надежности фланец можно прошить нитками. По периметру фланца снаружи и изнутри приклеивают ленты, как и на манжетах.

Ремонт резиновых изделий должен производиться в сухом теплом и хорошо вентилируемом помещении.

Текущий ремонт дыхательных аппаратов в процессе их эксплуатации обычно сводится к замене износившихся деталей, регулировке кислородо- или воздухоподающего механизма, покраске баллонов и т. п. Для более сложного ремонта аппарат сдается в мастерскую или опытному инструктору.

Покраску баллонов аппарата производят не реже одного раза в год. Баллоны отсоединяют от аппарата, тщательно очищают от грязи, ржавчины и отставшей краски и за вентиль подвешивают на проволоку. Очищенные от краски места грунтуют суриком, дают просохнуть, после чего покрывают краской в 1—2 слоя.

Ремонт водолазных грузов и галош заключается в замене пришедших в негодность брасов, плетенок, ремней и шнуровки. Замена верха галош, перебивка свинцовых подошв и грузов производится в водолазной мастерской.

Проволочные бензели ставят на водолазные шланги для того, чтобы предотвратить вырывание соединений из шланга при повышенной нагрузке.

**Правила хранения водолазного снаряжения.** Водолазное снаряжение должно храниться в сухом закрытом помещении с температурой воздуха в пределах 5—20°C. Мелкие предметы снаряжения размещают на полках, а детали клапанов (прокладки, пружины) — в ящиках. Крупные и тяжелые предметы хранятся на стеллажах и деревянных настилах. Снаряжение, бывшее в употреблении, должно храниться отдельно от нового.

Металлические предметы для предохранения от коррозии следует покрывать техническим вазелином или тавотом. Изделия из резины нельзя хранить рядом с промасленными предметами, а также вблизи нефтепродуктов и отопительных приборов. Водолазные рубаша и гидрокombineзоны рекомендуется развешивать на овальных плечиках. Водолазные шланги, телефонный кабель и сигнальные концы хранятся на настилах скрученными в бухты диаметром не менее 1 м.

Дыхательные аппараты перед сдачей на складское хранение разбирают, проверяют и приводят в полный порядок. Если в баллонах имеется воздух или кислород, то давление снижают до 20 ат.

Химическое вещество из коробки химвсасывателя должно быть высыпано, а коробка тщательно промыта и просушена.

Металлические части аппаратов протирают и слегка смазывают касторовым маслом.

Запорный кран клапанной коробки оставляют в открытом положении.

Водолазные телефонные станции хранятся в укладочном ящике, куда помещают также шлемовые телефоны и микрофоны.

Шерстяное водолазное белье должно храниться на отдельных полках и пересыпаться нафталином.



## ОБОРУДОВАНИЕ И ИМУЩЕСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ

### ВОДОЛАЗНЫЕ КОМПРЕССОРЫ

Для обеспечения водолазов воздухом, другими газами или газовыми смесями применяются компрессоры.

По своей классификации водолазные компрессоры подразделяются:

1. По назначению: для сжатия атмосферного воздуха и подачи его водолазам, для перекачки и дожима газовой смеси или газов.

2. По способу установки: на стационарные, передвижные и переносные.

3. По роду сжимаемых газов: на воздушные, кислородные и другие.

4. По конечному давлению газов, создаваемому компрессором: низкого давления (водолазные помпы) до  $4 \text{ кгс/см}^2$ , среднего давления  $25\text{—}30 \text{ кгс/см}^2$ , высокого давления  $150\text{—}400 \text{ кгс/см}^2$ .

5. По производительности: малой производительности до  $120 \text{ л/мин}$ , средней производительности  $1\text{—}1,6 \text{ м}^3/\text{мин}$ , большой производительности  $2\text{—}3 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

6. По типу привода компрессора: на ручные, с двигателем внутреннего сгорания и электродвигателем.

7. По числу ступеней сжатия: на одноступенчатые, двухступенчатые и многоступенчатые.

### Воздушные водолазные компрессоры

Трехцилиндровая водолазная помпа (рис. 43, а) применяется главным образом при спусках водолазов в вентилируемом снаряжении на глубины до 15 м.

Технические данные помпы: внутренний диаметр цилиндра — 82 мм, ход поршня — 216 мм; производительность за один оборот — 3 л, вес — 250 кг. Рабочее давление —  $4 \text{ кгс/см}^2$ .

Помпа состоит из следующих главных частей: двух рам, коленчатого вала, двух маховиков, фундамента, трех цилиндров, воздухоприемника, манометра и холодильника.

Установлена помпа в деревянном футляре, защищающем ее от повреждений и атмосферных осадков.

Рамы предназначены для крепления главных частей помпы и отлиты из чугуна. Рамовые подшипники служат опорой трехколенчатому валу, который приводит в действие шатуны с поршнями. В поршнях помещены всасывающие клапаны (рис. 43, в). Основ-

ном помпы служит фундамент, на котором устанавливаются три цилиндра с нагнетательными клапанами (рис. 43, б) и воздухоприемник.

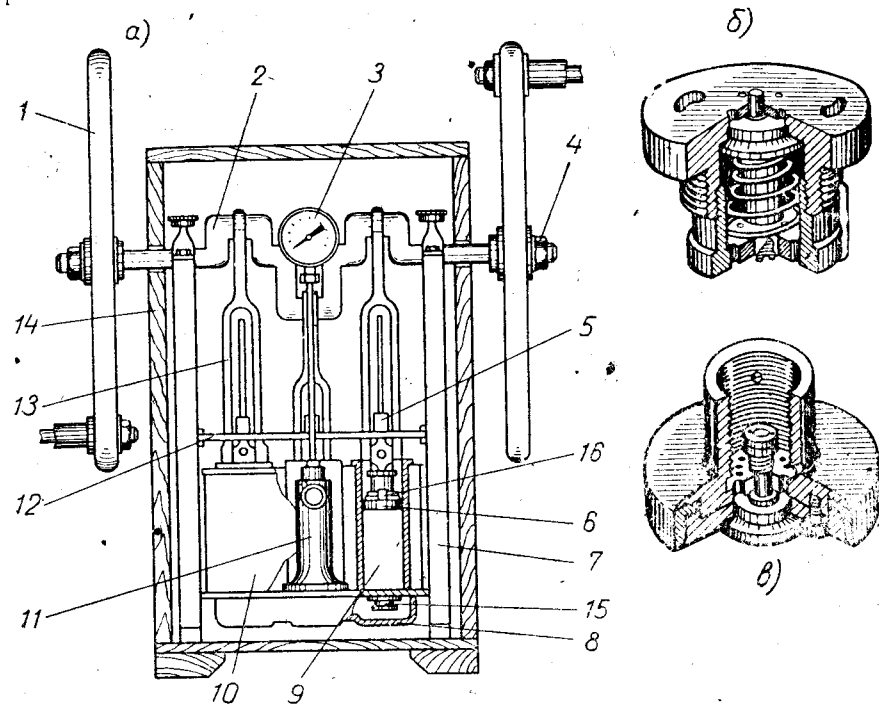


Рис. 43. Трехцилиндровая водолазная помпа:

а) — общий вид; б) — нагнетательный клапан; в) — всасывающий клапан; 1 — маховик; 2 — трехколенчатый вал; 3 — манометр; 4 — нажимная гайка; 5 — направляющая планка; 6 — поршни; 7 — рама; 8 — фундамент; 9 — цилиндр; 10 — холодильник; 11 — воздухоприемник; 12 — соединительная планка; 13 — шатун с направляющим штоком; 14 — футляр; 15 — нагнетательный клапан; 16 — всасывающий клапан

Цилиндры и воздухоприемник устанавливаются на резиновых прокладках и крепятся к фундаменту болтами. Водолазный манометр пружинного типа предназначен для показания давления воздуха, поступающего к водолазу.

Помпа работает следующим образом. При вращении коленчатого вала поршни совершают движения вверх и вниз. Правильное положение их в цилиндрах обеспечивают направляющие штоки и планки. Когда поршень идет вверх, под ним в цилиндре происходит разрежение, в результате которого всасывающий клапан открывается, и цилиндр заполняется атмосферным воздухом. По достижении поршнем верхней мертвой точки разрежение в цилиндре прекращается, и всасывающий клапан закрывается. Затем поршень опускается вниз и сжимает воздух в цилиндре. Как только давление воздуха в цилиндре превысит силу упругости пружины нагнета-



тельного клапана, последний открывается и пропускает воздух в воздушные ходы фундамента и дальше к водолазу.

При работе помпы поршень в своем крайнем нижнем положении не соприкасается с доншком цилиндра, так как между ними имеется зазор в 1—2 мм. Пространство, образующееся вследствие этого зазора, называется **вредным пространством цилиндра помпы**.

Во вредном пространстве при каждом движении поршня вниз остается сжатый воздух. При движении поршня вверх этот воздух, расширяясь, занимает часть объема цилиндра и тем самым уменьшает объем новой порции воздуха, поступающего в цилиндр через всасывающий клапан.

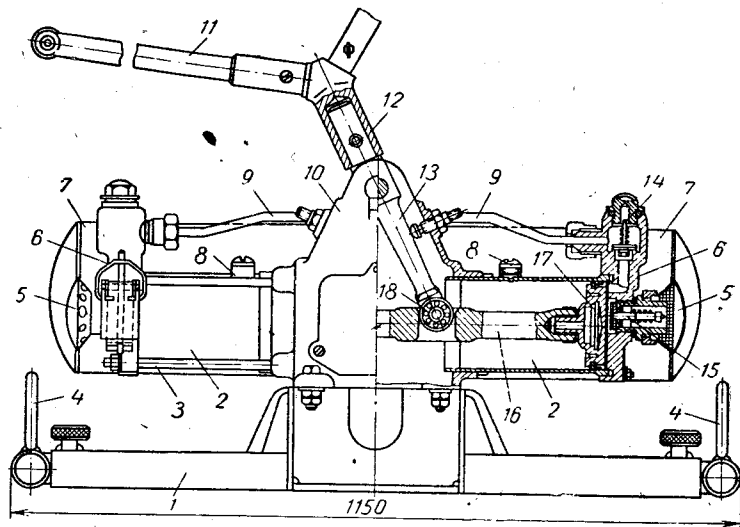


Рис. 44. Облегченная водолазная помпа ОВП:

1 — рама; 2 — цилиндр; 3 — стяжные шпильки; 4 — ручка; 5 — сетчатый фильтр; 6 — крышка цилиндра; 7 — ресивер; 8 — пробки масленок; 9 — воздухопровод; 10 — корпус помпы; 11 — рукоятка; 12 — развилка; 13 — рычаг; 14 — нагнетательный клапан; 15 — всасывающий клапан; 16 — шток поршня; 17 — поршень; 18 — шарикоподшипник

Производительность помпы зависит от числа оборотов коленчатого вала в минуту. Так, при 16 оборотах в минуту производительность составляет около 45 л воздуха, при 25 оборотах — 70 л, при 35 оборотах — 95 л и при 45 оборотах — 120 л.

В местах водолазных работ, где вблизи имеется источник электроэнергии, выгодно пользоваться трехцилиндровой водолазной помпой с электроприводом (ВЗПЭ), обеспечивающей подачу сжатого воздуха водолазу на глубину до 20 м.

Помпа работает от переменного тока напряжением 220—380 в, от электродвигателя переменного тока АОЛ2-21-4С с редуктором, служащим для передачи движения от вала двигателя на помпу. Производительность помпы — 120 л/мин.

Облегченная водолазная помпа ОВП (рис. 44) предназначена

для подачи воздуха водолазу на глубину до 10—15 м. Помпа представляет собой воздушный насос простого действия с горизонтально расположенными цилиндрами.

Техническая характеристика помпы:

- внутренний диаметр цилиндра — 97 мм;
- ход поршня — 128 мм;
- рабочий объем цилиндра — 0,95 л;
- производительность за один период качания — 1,7—1,8 л;
- емкость ресивера — 9 л;
- рабочее давление — 5 кгс/см<sup>2</sup>;
- вес — 55 кг.

Помпа приводится в действие рукоятками, надетыми на развилку рычага, перемещающего шток то в одну, то в другую сторону. При этом в одном цилиндре совершается сжатие воздуха, который через нагнетательный клапан по воздухопроводу подается в ресивер. В противоположном цилиндре в это время происходит разрежение, в результате чего открывается всасывающий клапан и в цилиндр начинает поступать атмосферный воздух. При движении штока в обратном направлении в цилиндрах происходят обратные процессы.

**Компрессоры среднего давления** используются на водолажных станциях, выполняющих различные подводно-технические работы в вентилируемом снаряжении. Промышленность выпускает водолазные двухступенчатые компрессоры типа ВК-25, снабженные с двигателем внутреннего сгорания (ВК-25Д1 и ВК-25-Б1) и с электродвигателем (ВК-25-Э1 и ВК-25-ЭМ).

Рассмотрим **дизельный компрессор ВК-25-Д1** (рис. 45, а) с водяным охлаждением. Агрегат состоит из вертикального поршневого компрессора, дизеля 2МЧ 10,5/13 мощностью 20 л. с. и одноступенчатого редуктора с цилиндрическими косозубчатыми шестернями, смонтированными на общей раме. Производительность компрессора ВК-25Д1 при конечном давлении (рабочем) — 40 л/мин. Максимальное рабочее давление компрессора 25 кгс/см<sup>2</sup>, а вес 1310 кг.

В цилиндрах низкого и высокого давления размещены всасывающие и нагнетательные клапаны. Атмосферный воздух поступает в компрессор через приемную трубу с сетчатым фильтром. После сжатия в цилиндре низкого давления и охлаждения в холодильнике первой ступени воздух поступает в цилиндр высокого давления, где сжимается до 25 кгс/см<sup>2</sup>. Охладившись в холодильнике второй ступени и пройдя через маслоотделитель, воздух по трубопроводу нагнетается в воздушные баллоны.

На компрессорной водолажной станции имеется несколько баллонов различной емкости — от 140 л до 280 л с рабочим давлением до 25 ат. Эти баллоны должны всегда содержаться чистыми, не иметь внутри ржавчины и грязи, ежегодно проходить щелочение и промывку.

Накапливающуюся в баллонах воду, оседающую из сжатого

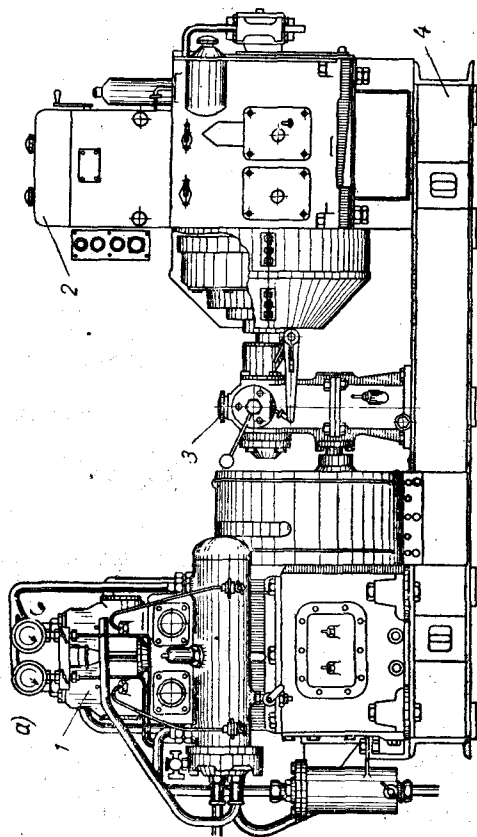
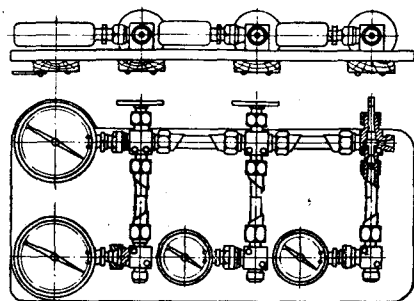


Рис. 45. Компрессор среднего давления: 1 — компрессор; 2 — двигатель; 3 — редуктор; 4 — рама; б) — трехрожковый воздухораспределительный щит

воздуха, надо периодически удалять через установленные для этого на баллонах продувочные краны.

Из баллонов сжатый воздух подводится к воздухораспределительному щиту (рис. 45, б), установленному возле места спуска водолазов.

Щит состоит из панели, на которой смонтированы воздухопровод, отводы с вентилями для подсоединения водолазных шлангов, водолазные манометры и манометр, показывающий давление в баллонах. Щиты могут быть двух- или трехрождковые (для двух или трех водолазов) правого и левого исполнения.

**Компрессоры высокого давления** применяются для нагнетания в транспортные и малолитражные баллоны воздуха, сжатого до  $150\text{--}200\text{ кгс/см}^2$  и более. Рассмотрим краткие характеристики некоторых компрессоров.

**Компрессор К2-150** применяется в стационарных компрессорных установках с дизельным или электрическим двигателем. Он удобен тем, что при сравнительно небольших габаритах и малом весе (82 кг) имеет большую производительность.

Компрессор К2-150 трехступенчатый с водяным охлаждением. Для его работы используются компрессорные агрегаты ДК-200 (рис. 46, а).

В качестве привода компрессора применяются двухцилиндровый дизель 5П2-24-8,5/11 мощностью 12,5 л. с., который спаривается с ним при помощи фрикционной муфты, ЭК2-150, спаренный с электродвигателем марки МРЗК-54-6Щ2, мощностью 10 кВт, напряжением 220/380 в.

Производительность компрессора К2-150, приведенная к 1 ата, равна  $16\text{ м}^3/\text{час}$  ( $1,8\text{ л/мин}$  воздуха, сжатого до  $150\text{ кгс/см}^2$ ).

На кораблях для зарядки баллонов пользуются корабельными воздушными компрессорами, в частности **дизель-компрессором ДК-2**. Он представляет собой четырехступенчатый компрессор со свободно движущимися поршнями и рассчитан для сжатия воздуха до давления  $230\text{ кгс/см}^2$ . Компрессор выполнен в одном корпусе с двухтактным двигателем внутреннего сгорания. Поршни двигателя перемещаются в противоположные стороны и соединены непосредственно с поршнями компрессора.

Технические данные компрессора:

- производительность при конечном давлении —  $8\text{ л/мин}$ ;
- число двойных ходов в минуту — 910;
- потребляемая мощность — 64 л. с.;
- расход топлива —  $8,8\text{ кг/час}$ ;
- вес агрегата 820 кг.

Двухцилиндровый V-образный компрессор **АК-150** (рис. 46, б) спарен с электродвигателем через клиноременную передачу. В качестве двигателя используется электромотор переменного тока мощностью 2,8 кВт, напряжением 220/380 в. Компрессор трехступенчатый, 1 и 2-я ступени находятся в первом цилиндре, а 3-я ступень — во втором цилиндре.



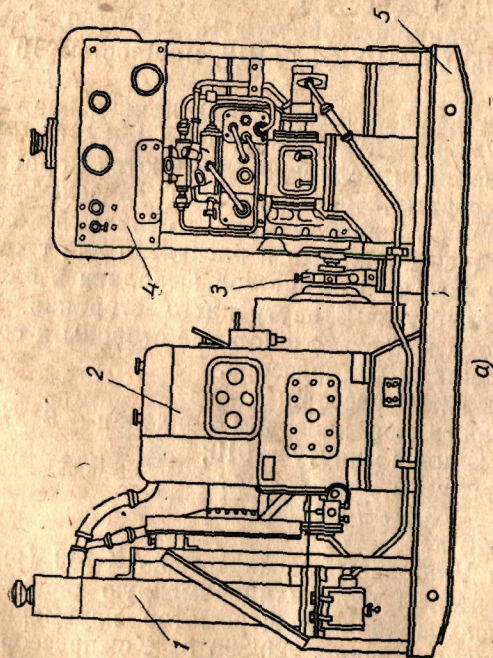
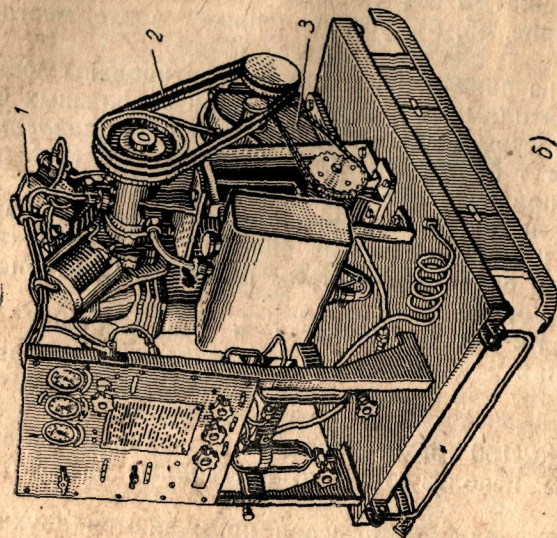


Рис. 46. Компрессоры высокого давления: а) — стационарный компрессор высокого давления ДК-200; б) — компрессор АК-150.

1 — радиатор; 2 — двигатель; 3 — соединительная муфта; 4 — компрессор; 5 — рама; 2 — привод на вал компрессора.

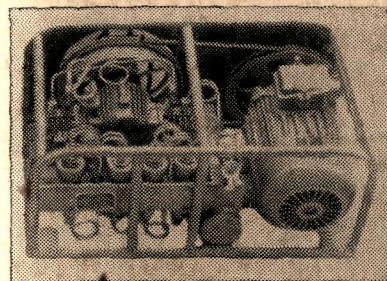


Производительность компрессора около  $0,5 \text{ л/мин}$  при давлении  $150 \text{ кгс/см}^2$ . Вес компрессора  $180 \text{ кг}$ .

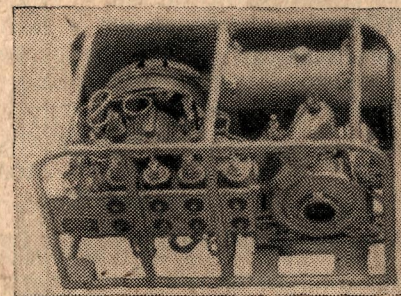
**Компрессорная станция АКС-8** — агрегат, состоящий из четырехступенчатого компрессора с воздушным охлаждением и дизеля ЯАЗ-204, смонтированных на специальном двухосном прицепе. Производительность станции —  $135 \text{ м}^3/\text{час}$ .

### Переносные компрессоры

Наиболее удобными для зарядки баллонов аквалангов и других типов воздушнобаллонных аппаратов сжатым воздухом являются электрокомпрессор «Старт-1» и бензокомпрессор «Старт-2» (рис. 47, а, б).



а)



б)

Рис. 47. Переносные компрессоры высокого давления: а) — электрокомпрессор «Старт-1»; б) — бензокомпрессор «Старт-2»

Эти компрессоры компактны, имеют малые габариты и вес, просты и надежны в эксплуатации, имеют высокую степень очистки сжатого воздуха от вредных для дыхания человека примесей.

Оба компрессора относятся к конструкции поршневых, трехступенчатых с соосным однорядным расположением цилиндров, с углом развала  $180^\circ$ , двустороннего действия с одним дифференциальным поршнем с кулисно-кривошипным механизмом движения.

На фундаментной раме агрегата установлены: компрессор, двигатель, нагреватель воздуха, система очистки воздуха от вредных примесей, разделительный вентиль для подключения зарядной трубки от компрессора к аппарату.

Вращение от двигателя к компрессору осуществляется посредством клиноременной передачи.

Смазка механизма и цилиндров компрессора производится разбрызгиванием авиационного масла МК-22 и заменителя МС-20.

Цилиндры компрессора и воздух в межступенчатых холодильниках охлаждаются воздушным потоком, создаваемым шкивом-вентилятором осевого типа, установленным на коленчатом валу



# Основные технические данные

Наименование показателей	„Старт-1“	„Старт-2“
Индекс компрессоров	1ЭКВ — 0,17/200	1МКВ — 0,17/200
Производительность: при конечном давлении, л/мин	0,17	0,17
приведенная к нормальным атмосферным условиям, н.м³/ч	2,04	2,04
Конечное давление, кгс/см²	200	200
Число цилиндров	3	3
Число ступеней сжатия	3	3
Привод компрессора	Электродвигатель АОМ-32-2Ц2, 380 в, 2,2 кВт.	Двигатель внутреннего сгорания «Друж-6а-4», 4 л. с.
Охлаждение компрессора	Воздушное	Воздушное
Габариты агрегата, см	67×42, 5×33	72,5×42,5×42
Вес агрегата, кг	48	39

компрессора. Продолжительность непрерывной работы компрессора — 1,5 часа.

Система очистки воздуха включает:

- водомаслоотделитель, очищающий воздух от масла и влаги;
- патрон с силикагелем, очищающий воздух от масла, частично унесенного из водомаслоотделителя, после чего воздух идет в электронагреватель, из которого нагретый до температуры 100—120°C попадает в патрон с гопкалитом. В нем очистка основана на методе каталитического сжигания вредных примесей (паров масла, примесей углеводородов и окиси углерода) на гопкалите, нагретого до вышеуказанной температуры;
- фильтр конечной очистки (в состав шихты входит известковый химвосглотитель ХПИ, гигроскопическая вата), очищающий воздух от примесей двуокиси углерода и окислов азота.

Данная система обеспечивает высокую степень очистки воздуха от вредных для дыхания человека примесей в течение 50 часов работы компрессора с момента смены сорбентов в системе.

**Пользование воздушными компрессорами.** Прежде чем запускать компрессор, необходимо внимательно осмотреть его, прове-

рить крепление узлов, уровень масла в картере и редукторе. На холодильниках и фильтрах следует открыть продувочные краны, а у компрессора с водяным охлаждением залить водой насос и водопровод. Затем, выключив сцепление, запустить двигатель и дать ему поработать 10—15 мин. на холостом ходу, проверяя действие систем охлаждения и смазки. Если двигатель работает нормально, открыть приемные клапаны баллонов и разгрузочный вентиль компрессора. После этого включить сцепление, закрыть разгрузочный вентиль и проверить работу компрессора и агрегата в целом. В течение нескольких минут продуть всю систему воздухом, затем, закрыв продувочные краны, начинать нагнетать воздух в баллоны.

Во время работы необходимо следить за уровнем масла, показаниями манометров. Перед остановкой агрегата открывают продувочные краны на холодильниках и маслоотделителе. Разгрузочным вентилем снимают давление в компрессоре и, выключив сцепление, переводят двигатель на холостой ход. После остановки двигателя в течение пяти минут наблюдают за показанием контрольного манометра. Если он за это время существенно не изменит своего показания, система считается герметичной.

## Кислородные компрессоры

Кислородные компрессоры предназначены для наполнения кислородом малолитражных баллонов водолазных аппаратов до давления 150—200 кгс/см² путем перепуска и последующего перекачивания кислорода из транспортных баллонов.

Выпускаются они двух типов: с ручным приводом (рис. 48) КН-3, КН-4Р и с электроприводом (рис. 49) КН-2, КН-4, КН-4П. Все они двухцилиндровые, одноступенчатые, плунжерные с кулисным механизмом.

По своей конструкции кислородные компрессоры состоят из чугунной станины, установленной на деревянном основании, двух цилиндров, расположенных горизонтально, трубопроводов и рычага. Внутри цилиндров находится шток-плунжер, а на внешних концах накручены клапанные коробки. В клапанных коробках, которые соединены между собой всасывающим и нагнетательным трубопроводами, попарно помещены всасывающие и нагнетательные клапаны. При входе в клапанную коробку имеется сетчатый фильтр, задерживающий твердые частицы. Соединения клапанных коробок уплотнены фибровыми прокладками.

Всасывающий трубопровод соединен с приемной звездой, имеющей пять отводов. К нижнему отводу подключается трубопровод, соединяющий звезду с всасывающим трубопроводом, а к верхнему — манометр, показывающий давление в транспортном баллоне. Остальные отводы предназначены для подсоединения транспортных баллонов при помощи змеевиков с гайками.

Нагнетательный трубопровод соединен с коллектором, на кото-

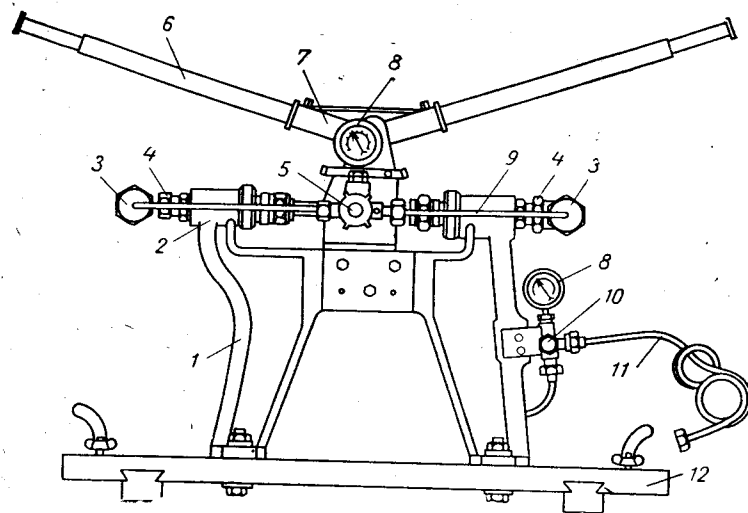


Рис. 48. Кислородный компрессор с ручным приводом КН-3:  
1 — станина; 2 — прилив; 3 — клапанная коробка; 4 — цилиндр; 5 — коллектор; 6 — рукоятка;  
7 — рычаг; 8 — манометр; 9 — нагнетательный трубопровод; 10 — приемная звезда; 11 —  
змеевик; 12 — основание

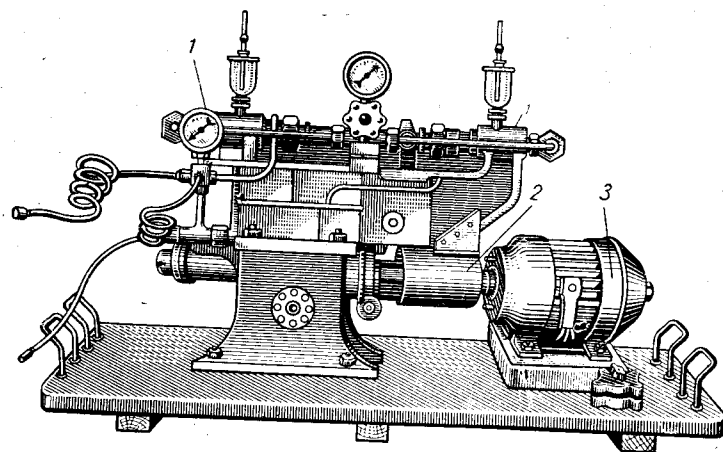


Рис. 49. Кислородный компрессор с электроприводом КН-4:  
1 — компрессор; 2 — редуктор; 3 — электродвигатель

вающий и нагнетательный клапаны тарельчатого типа расположены так, чтобы пропускать газ только в направлении к коллектору. Компрессор приводится в действие качающим (кулисным) механизмом.

Во время качания шток-плунжер совершает возвратно-поступательные движения. При этом происходит сжатие кислорода то в одном, то в другом цилиндре и нагнетание его через коллектор в баллоны.

**Пользование кислородным компрессором.** Перед началом работы компрессора нужно промыть, обезжирить и протереть чистой ветошью всю его арматуру, а также инструмент.

Для смазки компрессора применяется смесь, состоящая из 50% глицерина и 50% дистиллированной воды. Ввиду взрывоопасности пользоваться какой-либо другой смазкой не разрешается.

Компрессор внимательно осматривают и проверяют в действии. Для проверки герметичности всей системы открывают вентиль транспортного баллона, присоединенного к приемной звезде. Свободные отводы звезды и вентиль коллектора должны быть при этом закрыты. Соединения системы смачивают мыльной водой и по пузырькам газа определяют места плохого уплотнения. Все обнаруженные неисправности должны быть устранены — **пользоваться неисправным компрессором запрещается.**

Во время перекачки кислорода, примерно через каждый час интенсивной работы, шток-плунжер нужно смазывать водно-глицериновой смесью.

Технические данные кислородных компрессоров

Наименование характеристик	КН-2	КН-4	КН-3	КН-4Р
Конечное давление в наполняемых баллонах, кгс/см <sup>2</sup>	150	200	150	200
Минимальное давление на всасывании, кгс/см <sup>2</sup>	20	20	20	20
Степень сжатия	2	2	2	2
Производительность, приведенная к 1 ата при давлении всасывания 70 кгс/см <sup>2</sup> и степени сжатия 2 мл/мин	90	90	20—25	20—25
Электродвигатель, тип	АОЛ-32/4	АОЛ-32/4	Ручной	Ручной
Напряжение, в	220/380	220/380	—	—
Мощность, кВт	1,0	1,0	—	—
Вес агрегата, кг	95—100	110	42	Около 60

**Зарядка малолитражных баллонов кислородом** совершается из транспортных баллонов (рис. 50, б), предназначенных для медицинского кислорода.

Баллоны должны иметь паспорт завода-наполнителя, в котором указывается качество кислорода, его назначение, давление в баллонах и другие данные.

Малолитражные баллоны наполняются в следующем порядке. После того, как вся система (транспортные баллоны не менее трех штук, компрессор, малые баллоны) будет соединена и проверена на исправность и герметичность, приступают к перекачке кислорода. Для этого последовательно открывают вентили транспортного

давлением. При этом рекомендуется составлять батарею не менее чем из трех (с давлением 200 ат) или пяти (с давлением 150 ат) транспортных баллонов. По окончании зарядки змеевики отсоединяют, все принадлежности и компрессор (если он использовался) протирают чистой ветошью, баллоны (большие и малые) с заглушенными отводами ставят на свои места.

Кислородный компрессор может быть использован также и для зарядки малолитражных баллонов воздухом. Для этого его нужно перекрасить в черный цвет или сделать надпись «Для воздуха». Использование компрессора для попеременной перекачки кислорода и воздуха запрещается во избежание взрыва.

### Баллоны для газов

Стальные баллоны для газов предназначены для хранения запасов воздуха, однокомпонентных газов (кислорода, гелия и азота), для приготовления и хранения газовых смесей.

Транспортные баллоны емкостью 40 л служат для транспортировки и хранения запаса кислорода или воздуха под давлением 150—200 кгс/см<sup>2</sup> (рис. 50, а). Вес баллона — 60 кг, длина — 1390 мм, диаметр — 219 мм. Баллоны изготавливаются из цельнотянутых стальных труб.

\* Дно баллона сферической формы, поэтому для установки баллона в вертикальное положение на дно насажен башмак. Верхняя часть баллона закатана горловиной, в которую на резьбе ввернут запорный вентиль иглового типа.

Для защиты вентиля от повреждений на стяжное кольцо горловины навинчивается предохранительный колпак.

Малолитражные баллоны используются для хранения расходного запаса дыхательной газовой смеси и изготавливаются различной емкости. Для хранения кислорода в кислородных аппаратах применяются главным образом баллоны емкостью 1,3 л. В аппаратах на сжатом воздухе наибольшее распространение получили 7- и 10-литровые баллоны.

**Маркировка баллонов.** На верхней сферической части каждого баллона должно быть выбито клеймо в таком порядке: товарный знак завода-изготовителя, номер баллона, даты изготовления и очередного испытания, рабочее и пробное давление, емкость, вес баллона и клеймо ОТК.

Баллоны, предназначенные для кислорода, окрашиваются в голубой цвет, а для воздуха — в черный. Участок, где выбиты данные баллона, не закрашивается.

### Воздушные фильтры

Как уже известно, для дыхания под водой может использоваться только чистый воздух. Содержание вредных примесей в нем при нормальном давлении не должно превышать: окиси углерода 0,02 мг/л, окислов азота (в пересчете на 1 л) 0,04 мг/л и суммарно углеводородов 0,3 мг/л.

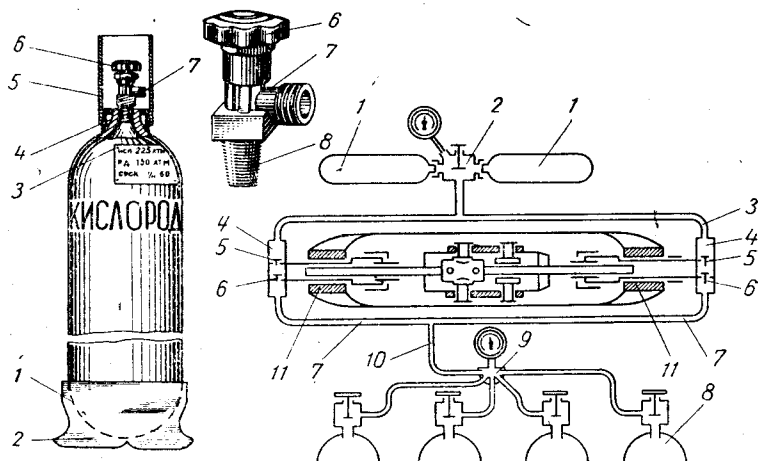


Рис. 50.

а) — транспортный баллон: 1 — дно; 2 — башмак; 3 — клейма; 4 — стяжное кольцо; 5 — колпак; 6 — маховик; 7 — отвод; 8 — хвостовик; 9 — зарядка малых баллонов кислородным компрессором; 1 — малый баллон; 2 — коллектор с манометром; 3 — нагнетательный трубопровод; 4 — клапанная коробка; 5 — нагнетательный клапан; 6 — всасывающий клапан; 7 — всасывающий трубопровод; 8 — транспортный баллон; 9 — приемная звезда; 10 — соединительный трубопровод; 11 — муфта

баллона с наименьшим давлением, коллектора компрессора и заполняемых малых баллонов. При этом газ из транспортного баллона пройдет в малые баллоны самотеком до выравнивания давления между ними. Затем накачивают их компрессором до тех пор, пока давление в баллонах не будет в два раза больше, чем в расходном транспортном баллоне. После чего вентиль первого транспортного баллона закрывают и открывают вентиль второго баллона, которым давление кислорода должно быть больше, чем в наполняемых баллонах и продолжают перекачку, как в первом случае.

Если давление в малых баллонах еще не достигло 200 ат, подключают к работе третий транспортный баллон и процесс перекачки кислорода повторяется в том же порядке, пока давление в заполняемых баллонах не поднимется до нормы. После этого все вентили закрывают и к месту заполненных баллонов подключают новые. При отсутствии компрессора или его неисправности малые баллоны можно заряжать (хотя и не до полного давления) только перепуском кислорода из батареи транспортных баллонов с полным

Очищается сжатый воздух от вредных примесей с помощью различных фильтров и блоков очистки воздуха.

**Фильтр воздушный специальный ФВС-55** (рис. 51, а) используется при давлении воздуха не выше  $5 \text{ кгс/см}^2$ . Предназначен для очистки воздуха от масла, пыли и других вредных веществ и представляет собой небольшой цилиндр со сферическими доньями. Верхнее донья съемное, на нем размещены манометр, предохранительный клапан и тройник с двумя отводами для шлангов. В корпусе имеются две металлические решетки, пространство между которыми заполнено металлическими стальными стружками.

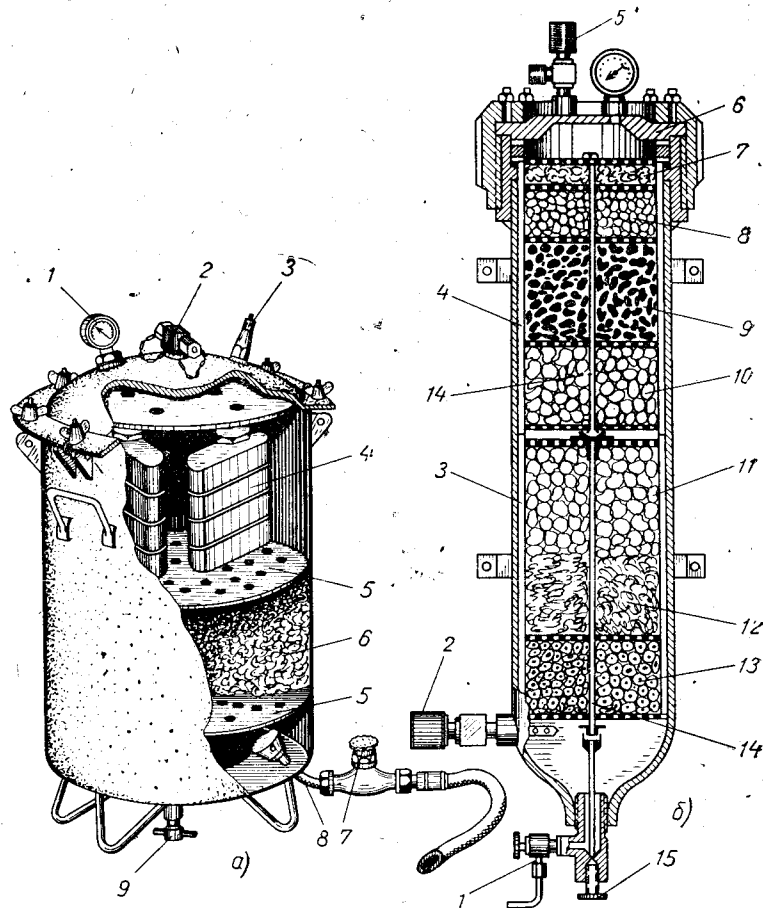


Рис. 51. Фильтры:

а) — фильтр ФВС-55; 1 — манометр; 2 — тройник; 3 — предохранительный клапан; 4 — противогазовая коробка; 5 — решетка; 6 — железные стружки; 7 — вентиль; 8 — рожек; 9 — спусковой кран; б) — фильтр ФВД-200; 1 — спусковое устройство; 2 — вентиль выпуска; 3 — нижняя кассета; 4 — верхняя кассета; 5 — вентиль выпуска; 6 — крышка фильтра; 7 — растительное волокно; 8 — химвсасорбент; 9 — активированный уголь; 10, 11 — силикагель; 12 — растительное волокно; 13 — алюминиевые кольца; 14 — масляные трубки; 15 — контрольный кран

отделяющие из воздуха твердые частицы и влагу. В верхней части корпуса находится 4 противогазовые коробки БСМО-2, задерживающие вредные газообразные и мельчайшие механические включения. Нижнее донья имеет рожек ввода воздуха, оканчивающийся внутри корпуса отражателем, а снаружи — вентилем. Снизу расположен спусковой кран для продувания фильтра по шлангу, пуска скопившейся влаги. Воздух поступает в фильтр по шлангу, давление в фильтре регулируется вентилем. Вес фильтра в сборе — около 35,5 кг.

**Фильтр высокого давления ФВД-200** (рис. 51, б) предназначен для очистки воздуха от вредных примесей при заполнении баллонов и рассчитан на давление до  $200 \text{ кгс/см}^2$ . Внутри корпуса помещены две кассеты с фильтрующими веществами, соединенные в общий разборный блок.

Нижняя кассета заполняется слоем мелких, алюминиевых колец (8 см), растительных волокон (5 см) и силикагеля (30 см).

Верхняя кассета состоит из слоя силикагеля (10 см), активированного угля (20 см), известкового химвсасорбента (10 см) и растительных волокон (5 см). Для выпуска конденсата масла и влаги в нижней части фильтра предусмотрено спусковое устройство.

Контрольный кран предназначен для определения загрязненности верхнего слоя силикагеля маслом, которое при большой насыщенности слоя стекает по трубке вниз. Для выпуска скопившегося конденсата необходимо, открыв вентили спускового устройства и выпуска, продуть сжатым воздухом нижнюю часть фильтра. Чтобы исключить выдувание шихты из кассет и улучшить конденсацию паров масла и воды в фильтрующих слоях, входной штуцер фильтра снабжен дросселирующей шайбой. Фильтр может работать без перезарядки до 300 час. Вес снаряженного фильтра — 170 кг.

Другим видом фильтровального устройства является блок очистки воздуха высокого давления БО ВВД-200/150, который применяется для очистки воздуха, подаваемого водолазам, и зарядки малолитражных и транспортных баллонов.

Пропускная способность блока очистки —  $1700 \text{ л/мин}$ , рабочее давление —  $200/150 \text{ кгс/см}^2$ , вес — 420 кг.

Комплект включает:

- фильтр воздуха высокого давления ФВД-200/150 (устройство которого было описано выше);
- приставку к фильтру ФВД-200/150 (для очистки воздуха от примеси окиси углерода), в которую входит: гофрированный патрон, воздухоподогреватель, ресивер, холодильник, соединительная арматура и контрольно-измерительные приборы.

### Портативный блок очистки воздуха высокого давления (ПБОУ-200)

Блок предназначен для очистки сжатого воздуха от вредных для дыхания человека примесей, подаваемого из баллонов хранения



телей (или от компрессоров) для зарядки автономных воздушных водолазных аппаратов (типа АВМ-1М, ШАП-62 и т. п.).

#### Техническая характеристика блока:

рабочее давление — 200 кгс/см<sup>2</sup>;  
пропускная способность — 0,5 м<sup>3</sup>/мин свободного воздуха;  
количество производительности — 300 м<sup>3</sup> свободного воздуха;  
количество шихты на одну зарядку блока:  
а) химвсасыватель ХПИ-1,4 кг;  
б) гопкалит — 1,8 кг;  
габариты — 525×250×250 мм;  
вес блока в снаряженном состоянии — 30 кг;  
рабочая температура гопкалита — 100—120°C;  
ред. тока — переменный, постоянный;  
рабочее напряжение — 110 — 127/220 в.

Основными узлами ПБО-200 являются: патрон с ХПИ, патрон с гопкалитом, воздухоподогреватель, панель с контрольно-измерительными приборами и арматурой. Все эти узлы крепятся на общем каркасе и размещены в металлическом корпусе, у которого передняя и задняя крышки сделаны откидными для удобства обслуживания.

**Патрон с ХПИ** — применяется для очистки воздуха от двуокиси углерода (СО<sub>2</sub>).

**Патрон с гопкалитом** служит для очистки воздуха от окиси углерода (СО) и некоторых других примесей (паров масел, некоторых углеводородов и т. д.), по которым гопкалит при высоких температурах обладает сорбционными свойствами.

Патроны для сорбентов представляют собой стальные цилиндрические сосуды, в нижней части которых имеются штуцеры для засыпки, а в верхней — тройники для подачи и отвода очищаемого воздуха.

**Воздухоподогреватель** подогревает воздух до температуры 100—120°C с целью последующего разогрева гопкалита до рабочей температуры. Он состоит из плоского змеевика, по которому проходит воздух, и двух трубчатых электронагревательных элементов, размещенных между тремя алюминиевыми плитами в специальных пазах.

**Панель с контрольно-измерительными приборами.** На ней размещены манометр для контроля за давлением воздуха в наполняемых баллонах аппарата, два запорных вентиля для впуска воздуха в портативный блок и выпуска очищенного воздуха к заряжаемым баллонам аппарата, сигнальная лампочка для контроля за работой воздухоподогревателя, штепсельный разъем для включения блока в электрическую сеть.

**Эксплуатация ПБО-200.** Перед началом работы блока очистки открывают заднюю и переднюю крышки, затем при помощи соединительной трубки блок подключают к источнику воздуха (компрессору) и включают в электросеть.

С включением нагревателя в сеть одновременно открывается

вентиль впуска воздуха и слегка приоткрывается вентиль выпуска с тем, чтобы обеспечить в период разогрева гопкалита прохождение горячего воздуха через патрон. Окончание разогрева гопкалита определяется по первому выключению контрольной лампочки на панели. Она включена в сеть последовательно с нагревательными элементами воздухоподогревателя и в дальнейшем служит для контроля за работой последних.

После окончания разогрева гопкалита к штуцеру при помощи зарядовой трубки присоединяется заряжаемый аппарат, вентиль выпуска воздуха открывается полностью и производится зарядка. По манометру, установленному на панели, следят за давлением.

Воздух проходит последовательно через патрон с известковым химвсасывателем, воздухонагреватель и патрон с гопкалитом.

После окончания зарядки закрывают вентиль выпуска воздуха и отсоединяют заряжаемый аппарат. Затем слегка приоткрывают накидную гайку с тем, чтобы стравить воздух из зарядовой трубки, после чего отдают гайку.

Если заряжаются несколько аппаратов, то на время замены одного аппарата другим (в пределах 2—3 мин.) можно не отключать от сети нагреватель блока.

По окончании зарядки блок отключают от сети и продувают воздухом, после чего вентили впуска и выпуска закрывают, зарядовую и присоединительную трубки снимают, а штуцера закрывают глухими гайками.

После остывания блока закрывают крышки его корпуса.

Для перезарядки блока следует открыть заднюю крышку, снять полубугель крепления патронов и отдать соединительные трубки. Снять гайки-заглушки со штуцеров патронов и высыпать отработанную шихту. Шихту сменяют примерно после зарядки 120—130 аппаратов типа АВМ до давления 150 кгс/см<sup>2</sup>.

После освобождения от шихты внутренние полости патронов промывают теплой водой, продувают сжатым воздухом до полного удаления влаги.

Для засыпки применяется ХПИ, насыщенность которого углекислотой не превышает 15 л на килограмм вещества. ХПИ и гопкалит перед засыпкой нужно просеять через сито для удаления пыли.

В процессе эксплуатации следует вести учет отработки моторесурса блока по количеству заряженных аппаратов с целью исключения переработки блока.

Несмотря на использование фильтров, зарядка баллонов аппаратов требует самого большого внимания. Чтобы исключить попадание выхлопных газов двигателя в засасываемый компрессором воздух, всасывающий патрубок выносят в безопасную зону. Периодически в лаборатории или на месте при помощи индикаторной трубки производят химический анализ сжатого воздуха, подаваемого компрессором.

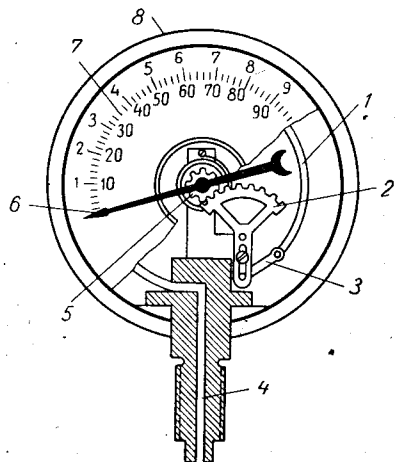
С этой целью выпускают стеклянные трубки, заполненные ак-

тивным веществом. Одни трубки служат для определения окислов азота, а другие — окиси углерода. На стенку трубки нанесены деления, по которым можно установить количество примеси. При анализе отламывают запаянные концы стеклянной трубки и через индикаторную трубку пропускают литр воздуха.

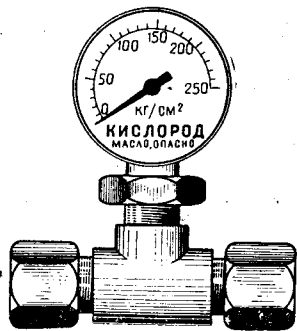
Изменение окраски говорит не только о наличии вредной примеси, но и о ее количестве.

### КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для замера давлений, анализа газов и регулировки водолазных аппаратов используются водолазные манометры, реометры-манометры, кальциметры, ремонтно-контрольные установки.



а)



б)

Рис. 52.

а) — водолазный манометр: 1 — изогнутая трубка; 2 — зубчатый сектор; 3 — тяга; 4 — ниппель; 5 — шестеренка; 6 — стрелка; 7 — циферблат; 8 — корпус; б) — кислородный манометр с патрубком-перепуском

Водолазные манометры, установленные на воздушных помпах, воздухораспределительных водолазных щитах изготавливаются с радиально расположенным штуцером и диаметром корпуса 150 мм (рис. 52, а). Отсчет давления производится по шкале, разбитой на атмосферы до  $16 \text{ кгс/см}^2$  и м вод. ст. (до 160 м). Интервал между цифровыми отметками шкалы равен 10 м вод. ст. Класс точности манометра составляет 0,5 с погрешностью 0,5% и 1 с погрешностью 1%. Вес манометра 1 кг.

Для измерения давления газов в баллонах дыхательных аппаратов применяются контрольные манометры диаметром 60 мм со штуцерами радиального или осевого расположения. Класс их точности 4 (погрешность 4%). Верхний предел измерения манометров 400  $\text{кгс/см}^2$ . Интервал между цифровыми отметками шкалы равен 50  $\text{кгс/см}^2$ . Цена деления шкалы соответствует 10  $\text{кгс/см}^2$ .

Для проверки установочного давления в камере редукторов дыхательных аппаратов служат проверочные манометры.

Шкала манометра 10  $\text{кгс/см}^2$ , диаметр корпуса 60 мм.

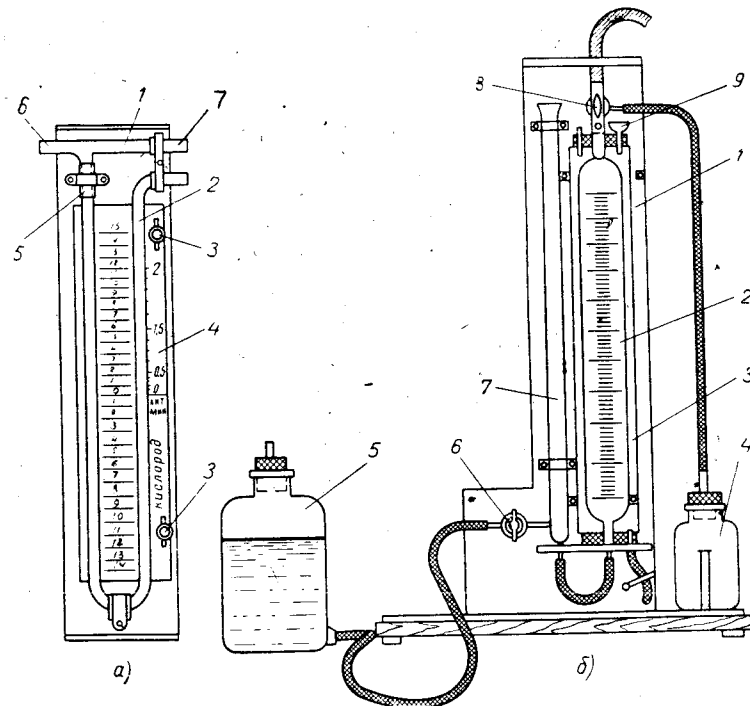
На манометрах, используемых

для работы с чистым кислородом (рис. 52, б), на циферблате имеется надпись

**кислород  
маслоопасно**

Манометры проверяют и ремонтируют в специальных мастерских, после чего их пломбируют.

Реометр-манометр (рис. 53, а) является комбинированным прибором, с помощью которого проверяют и регулируют подачу газа в дыхательном аппарате и определяют сопротивление системы



а)

б)

Рис. 53.

а) — реометр-манометр: 1 — тройник; 2 — V-образная трубка; 3 — прорези; 4 — подвижная шкала; 5 — резиновая трубка; 6 — отвод; 7 — диафрагма с калиброванным отверстием; б) — кальциметр: 1 — штатив; 2 — градуированная бюретка; 3 — защитный цилиндр; 4 — реактор; 5 — уравнительный сосуд; 6 — кран сообщающегося цилиндра; 7 — сообщающийся цилиндр; 8 — трехходовой кран; 9 — воронка

аппарата дыханию. Прибор смонтирован на деревянном щитке и состоит из стеклянного тройника, V-образной трубки и подвижной шкалы. В правом отводе и тройнике имеется диафрагма с калиброванным отверстием, левый отвод служит для присоединения резинового шланга, входящего в комплект прибора. Правая сторона шкалы предназначена для измерения количества проходящего газа от 0 до 3 л/мин. По левой стороне, имеющей деления от 0 до

150 мм вод. ст. вниз и вверх, измеряют малые давления (разрежения) в аппарате.

Реометр-манометр позволяет замерять количество протекающего газа от 0,5 до 3,0 л/мин, а давление от 10 до 300 мм вод. ст.

Перед работой прибор должен быть чистым и сухим, после чего через правое колено V-образной трубки с помощью пипетки трубку заполняют водой до нулевой отметки шкалы.

При переливе или недоливе воды нулевое деление шкалы, перемещая вверх или вниз, устанавливают против уровня воды.

Чтобы определить расход кислорода или другого газа кислородоподающим механизмом дыхательного аппарата, на левый отвод тройника реометра-манометра надевают резиновую трубку. Другой конец трубки надевают на штуцер кислородоподающего механизма. После чего открывают вентиль баллона и наблюдают за уровнем воды в правом колене V-образной трубки прибора.

Установившееся положение уровня воды покажет на правой половине шкалы количество кислорода в литрах, проходящее через редуктор за одну минуту.

Сопротивление дыханию системы дыхательного аппарата определяют следующим способом: на правую часть тройника надевают специальную заглушку, резиновую трубку левого отвода тройника другим концом надевают на отводную трубку патрубко-штуцера. Этот патрубок представляет собой трубчатый тройник, который ввертывается между загубником и клапанной (или мундштучной) коробкой дыхательного аппарата. Затем берут загубник в рот и, делая вдох и выдох, следят за уровнем воды в правом колене V-образной трубки. Уровень воды, отмеченные на левой части шкалы, покажут величину сопротивления дыханию системы дыхательного аппарата в мм вод. ст.

**Кальциметр** (рис. 53, б) — прибор, посредством которого определяют степень насыщенности химпоглотителя углекислым газом. Он состоит из смонтированных на деревянном штативе защитного цилиндра с заключенной в нем градуированной бюреткой, сообщающегося цилиндра, реактора и уравнительного сосуда. Для анализа химпоглотителя наливают в градуированную бюретку и сообщающийся цилиндр (до верхней черты бюретки) насыщенный раствор поваренной соли, а в защитный цилиндр — воду комнатной температуры. После этого закрывают трехходовой кран бюретки, открывают кран сообщающегося цилиндра и, понизив в нем уровень жидкости, закрывают кран наполовину.

Затем, открыв реактор, при помощи пипетки наливают в пробирку 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты, а на дно реактора насыпают 1 г химпоглотителя. После этого реактор закрывают, открывают трехходовой кран и, наклонив реактор, выливают из пробирки кислоту на химпоглотитель. Произойдет бурная реакция с выделением углекислого газа, который станет заполнять верхнюю часть бюретки и понижать уровень жидкости в ней. Когда реакция закончится, трехходовой кран закрывают, а кран сообщающегося цилиндра от-

крывают, одновременно приподнимая уравнительный сосуд так, чтобы жидкость в бюретке, в сообщающемся цилиндре и уравнительном сосуде оказалась на одном уровне. По шкале на бюретке определяют количество углекислого газа, насыщенного в 1 г химпоглотителя.

**Ремонтно-контрольная установка РКУ-2** (рис. 54) представляет собой совокупность реометра с мановакууметром и служит

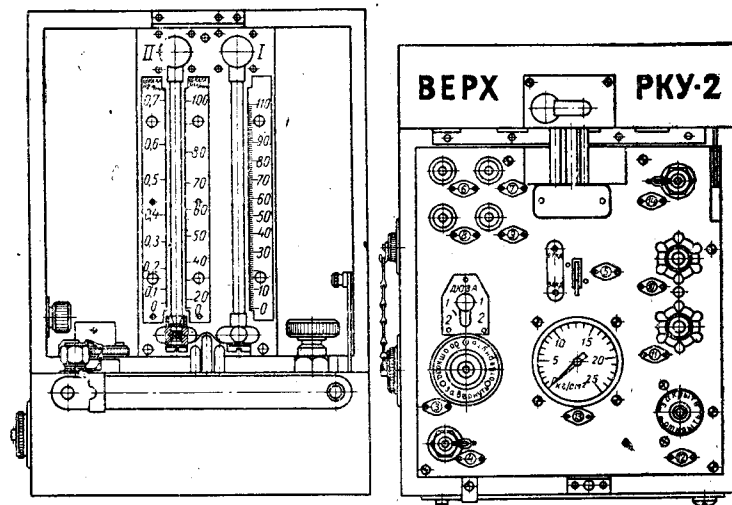


Рис. 54. Ремонтно-контрольная установка РКУ-2:  
I — мановакууметр; II — реометр; 1 — выходной штуцер; 2 — штуцер выхода эжектора; 3 — входной штуцер; 4 — штуцер больших потоков; 5 — обратный клапан; 6 — штуцер избыточных давлений; 7 — штуцер разрежений; 8 — штуцер входа реометра; 9 — штуцер малых давлений; 10 — вентиль малых потоков; 11 — вентиль эжектора; 12 — редуктор; 13 — манометр; 14 — входной штуцер воздуха

для проверки и регулировки дыхательных аппаратов типа АВМ. Установка позволяет определять и проверять: а) герметичность полостей высокого и низкого давления и клапана дыхательного автомата; б) установочное давление редуктора, предохранительного клапана и указателя минимального давления; в) сопротивление, оказываемое системой аппарата дыханию водолаза.

Вся установка размещена в двух деревянных ящиках. В одном из них находятся измерительные приборы (мановакууметр и реометр), смонтированные на крышке, и узлы установки (редуктор с вентилями, обратный клапан, присоединительные штуцеры, трубопроводы и резиновые трубки), размещенные в корпусе. Во втором ящике хранятся запасные части, инструмент и принадлежности.

Установка РКУ-2 позволяет создавать и измерять в проверяемых аппаратах: а) давление от 0 до 150 ат (контролируемое манометром); б) разрежение от 0 до 110 мм вод. ст. (контролируемое мановакууметром); в) потоки газа (при поступлении и отсосе) от 0 до 0,7 л/мин и от 30 до 100 л/мин.

Порядок пользования установкой изложен в «Описании и руководстве по пользованию ремонтно-контрольной установкой РКУ-2» которое имеется в комплекте.

### СРЕДСТВА ПОДВОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Подводные светильники классифицируются:

- по назначению: общего, местного и аварийного освещения
- по источникам света: с лампами накаливания и газоразрядными источниками света;
- по способу питания: неавтономные и автономные;

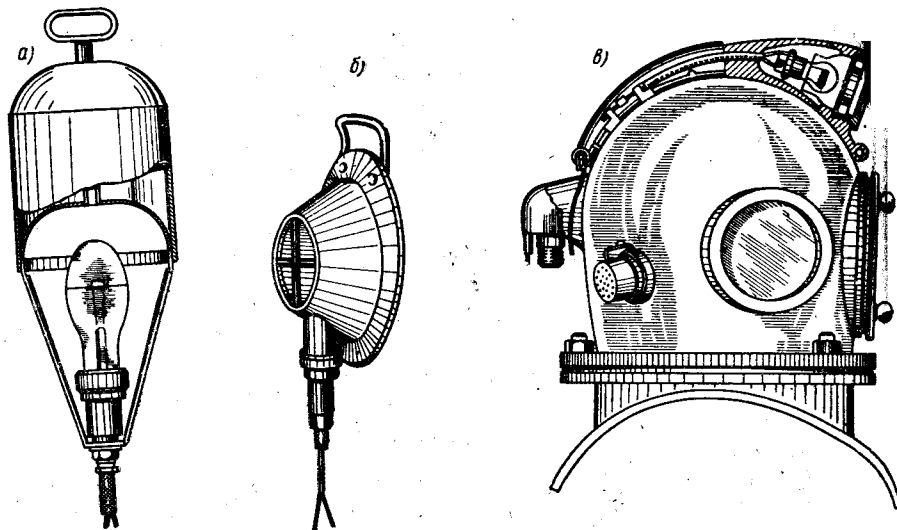


Рис. 55. Подводные светильники:

а) — подводный переносной светильник ППС-1000; б) — подводный фонарь ПФ-1МУ; в) — шлемовый водолазный светильник ВС-1

— по способу герметизации: закрытого типа с лампой, находящейся в герметичном корпусе, и открытого типа, где лампа работает непосредственно в воде.

Для всех подводных светильников предъявляются общие требования — герметичность и механическая прочность, соответствующие гидростатическому давлению на предельной глубине.

**Переносной подводный светильник ППС-1000** (рис. 55, б) предназначен для освещения под водой при производстве судоподъемных и гидротехнических работ.

В комплект установки входит лампа накаливания СЦ-82 напряжением 110 в, мощностью 1000 вт. Кабель марки РШМ  $2 \times 2,5 \text{ мм}^2$ , сопротивление для гашения излишнего напряжения при питании светильника от сети 220 в. Вес установки — 118 кг.

**Подводный фонарь ПФ-1МУ** (модернизированный) (рис. 55, а) служит для общего освещения места подводных работ. Он имеет лампу накаливания СЦ-39 мощностью 1000 вт, напряжением 110 в. Электропитание подается от сети 220 в через реостат. Кабель марки РШМ  $2 \times 2,5 \text{ мм}^2$ . Вес — 10 кг.

**Водолазный шлемовый светильник ВС-1** (рис. 55, в) применяется для подводного освещения при работе в узких местах и трюмах. Светильник крепится на шлеме водолаза. Рабочее давление — 7,5 ата. Для освещения применяется лампа накаливания СМ-18 напряжением 26 в мощностью 25 вт. Электропитание подается от сети 110 в через сопротивление или от аккумуляторной батареи (26 аккумуляторов типа КН-22). Вес светильника — 2,1 кг, а вес всей установки — 120 кг.

### ВОДОЛАЗНАЯ ТЕЛЕФОННАЯ АППАРАТУРА

**Водолазная телефонная станция ВК-1** (рис. 56) работает по трехпроводной схеме. Она обеспечивает двустороннюю связь телефониста на поверхности с одним или двумя водолазами. Станция может работать без электропитания по принципу электромагнитной индукции на больших глубинах с питанием от аккумуляторной батареи напряжением 6—12 в.

В комплект телефонной станции входят коммутатор КВС-1, гарнитуры телефониста, шлемовые телефон и микрофон. Для подключения телефонных кабелей и гарнитуры телефониста на корпусе коммутатора имеются розетки, закрытые крышками. На крышке в нерабочее время коммутатора размещены рукоятка ключа, планки-указатели и планка с краткой инструкцией.

Шлемовые телефонные и микрофонные капсулы помещены в специальные коробки, которые крепятся в шлеме посредством крючков. В качестве телефонов и микрофонов станции использованы дифференциальные электромагнитные капсулы ДЭМ-4М. В микрофонной трубке гарнитуры телефониста ТНМ применен угольный капсюль МК-10, работающий с подпиткой от батареи. Капсюли ДЭМ-4М взаимозаменяемы и могут работать в режиме телефона и микрофона.

Для включения станции ВК-1 необходимо подключить телефонный кабель водолазов и гарнитуру телефониста к соответствующим

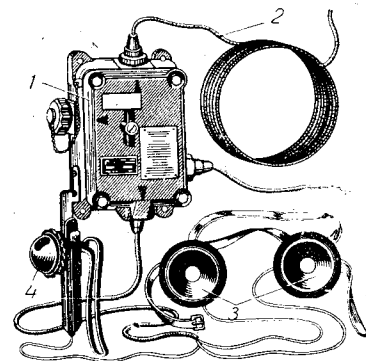


Рис. 56. Водолазная телефонная станция ВК-1:

1 — коммутатор; 2 — телефонный кабель; 3 — наушники телефониста; 4 — микрофон телефониста

розеткам на коммутаторе. В комплекте станции имеются два типа гарнитур телефониста. Если станция будет работать по безбатарейной схеме (глубина спуска до 40 м), телефонист пользуется гарнитурой ТНМ-Б (рукоятка микрофона шарового цвета). Если же в станции будет аккумуляторная батарея, к коммутатору при соединяют гарнитуру ТНМ (рукоятка микрофона черного цвета). Исправность работы станции проверяют двусторонним разговором поочередно с каждым водолазом, переставляя ключ коммута

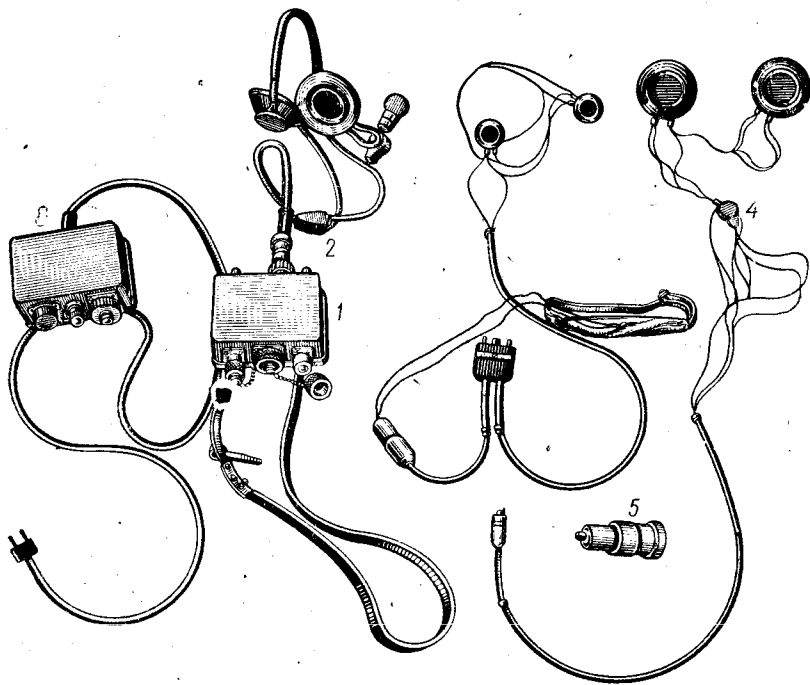


Рис. 57. Легководолазная телефонная станция. ЛВТС-63:

1 — переговорное устройство; 2 — телефонно-микрофонная гарнитура ТМГ-2; телефонно-ларингофонная гарнитура водолаза; 4 — телефонно-микрофонная гарнитура водолаза; 5 — аккумуляторная батарея; 6 — зарядное устройство

тора сначала в одно крайнее положение, а затем в другое. Для передачи своей речи водолазу телефонист нажимает тангенту на микрофонной трубке. Вес комплекта станции — 75 кг.

**Легководолазная телефонная станция ЛВТС-63** (рис. 57) предназначена для двусторонней телефонной связи телефониста с двумя водолазами. Рассмотрим назначение и краткое устройство основных частей телефонной станции.

Переговорное устройство собрано и расположено в силуминовом корпусе. В верхней части его находятся органы управления с соответствующими надписями на корпусе и разъем для подключения гарнитуры телефониста.

В нижней части имеются разъемы для подключения кабелей связи и гнезда для установки аккумуляторной батареи или подключения кабеля питания. Внутри корпуса расположен усилитель. Связь со схемой телефонной станции осуществляется через пять бухт, выходящих на боковую поверхность усилителя.

Телефонно-микрофонная гарнитура ТМГ-2 служит для работы телефониста и состоит из пружинного оголовья, двух низкоомных телефонов ТА-56М, кронштейна для крепления микрофона ДЭМШ-1А и шнура с разъемом для подключения к переговорному устройству.

Телефонно-ларингофонная гарнитура водолаза состоит из двух параллельно соединенных телефонов. Ларингофоны соединяются с четырехштырьковой вилкой через малогабаритный двухполюсный разъем.

Телефонно-микрофонная гарнитура водолаза представляет собой два параллельно соединенных телефона. Все проводники от телефона и микрофона выходят на четырехштырьковую вилку, с ее помощью гарнитура соединяется с кабелем связи внутри гидрокомбинезона. Микрофон крепится в штуче-

ре маски с помощью специального держателя.

Аккумуляторная батарея содержит семь аккумуляторов Д-0,2. Время эксплуатации батареи с момента зарядки составляет 30 час. По техническим условиям на аккумуляторы Д-0,2 гарантируется 200 циклов заряд-разряд. Аккумуляторная батарея заряжается с помощью зарядного устройства в течение 20 час.

Зарядное устройство представляет собой силуминовый корпус, внутри которого находятся механизмы зарядного устройства. На лицевой части корпуса расположены миллиамперметр, предохранитель и гнездо для установки батареи. С другой стороны вмонтирован шнур с вилкой для подключения зарядного устройства к сети переменного тока напряжением 127 в ( $\pm 10\%$ ) или 220 в ( $\pm 10\%$ ).

Кабель питания. Учитывая температурный режим, при котором аккумуляторная батарея обеспечивает нормальную работу станции (от  $+5$  до  $+35^\circ\text{C}$ ), предусмотрена возможность питания станции от внешнего источника при помощи кабеля питания, состоящего из двухполюсной вилки, шнура и штекера, в котором размещены гасящие сопротивления и кремниевый стабилитрон Д1 для исключения короткого замыкания.

Штекер включается в гнездо переговорного устройства, а двухполюсная вилка в розетку сети питания напряжением 12 или 24 в постоянного тока.

Вес станции без кабеля связи, ЗИПа и укладочного ящика не более 4 кг. Станция обеспечивает телефонную связь на глубину до 30 м. Устойчивая ее работа зависит от температуры, которая должна быть от 30 до  $50^\circ\text{C}$ .

В качестве телефонного кабеля применяется трехжильный кабель КВТ-1  $3 \times 1,5$  либо кабель РШМ сечением  $1,5 \times 2,5 \text{ мм}^2$ .

## Немагнитная водолазная телефонная станция (НВТС-М)

**Переносно-стационарная станция (НВТС-М)** рассчитана на подключение двух водолазов и обеспечивает громкоговорящий циркулярный прием от них, передачу команд к каждому водолазу и циркулярно, а также связь водолазов между собой с контролем передаваемой речи на станции.

Команды передаются через микрофон, установленный на лицевой панели станции. Связь между водолазами осуществляется со станций. С помощью выносного пульта и выносного динамика руководитель спусков имеет возможность держать связь с водолазами на расстоянии до 30 м от места установки станций.

Питание НВТС-М осуществляется от сети переменного тока с напряжением 127 и 220 в или постоянного тока напряжением 24 в. Мощность, потребляемая станцией от источников питания, не превышает 15 вт, вес станции — 22 кг.

В комплект станции НВТС-М входят:

- коммутатор (рис. 58, а);
- комплект запасных частей инструмента и принадлежностей;
- выносной пульт (рис. 58, б);
- выносной динамик ГР-1;
- комплект капсулей ТПК-583.

На лицевой панели станции расположены микрофон, динамики и элементы коммутации. В правом верхнем углу находится регулятор громкости и тембра станции, слева от микрофона — регулятор громкости речи водоласа. В центре имеются тумблеры рода работ «ТПК-ДЭМ» и включения выносного пульта.

Разъемы «1 водолаз» и «2 водолаз», выносной пульт и выносной динамик в нерабочем состоянии закрыты колпачками. Коммутационные кнопки расположены в правой стороне лицевой панели. Соответствующие надписи обозначают направление коммутации. В исходном положении станция контролирует прохождение разговора от водолаза к оператору.

**Подготовка станции к работе.** Перед началом работы необходимо подготовить кабельные шланги водолазов, учитывая, что кабель припаивается к штифтам 1 и 3 вилки ВШ-3/1:

— снять крышку с лицевой панели и подключить питание, используя соответствующие вставки к штепсельным разъемам ШРГ-20 из ЗИП-а;

— установить в водолазных шлемах телефоны-микрофоны ТМБ с капсюлями ДЭМ-4М. При наличии в воде магнитных предметов установить в шлемах водолазов телефоны ТМБ-Н с немагнитными капсюлями ТПК-583;

— закрепить вилки ВШ-3/1 с кабельным шлангом от 1 и 2-го водолазов в соответствующих розетках на станции;

— при необходимости работы с выносного пульта следует подготовить шестижильный кабель и распаять его на соответствующие разъемы ШРГ, пользуясь принципиальной схемой. Кро-

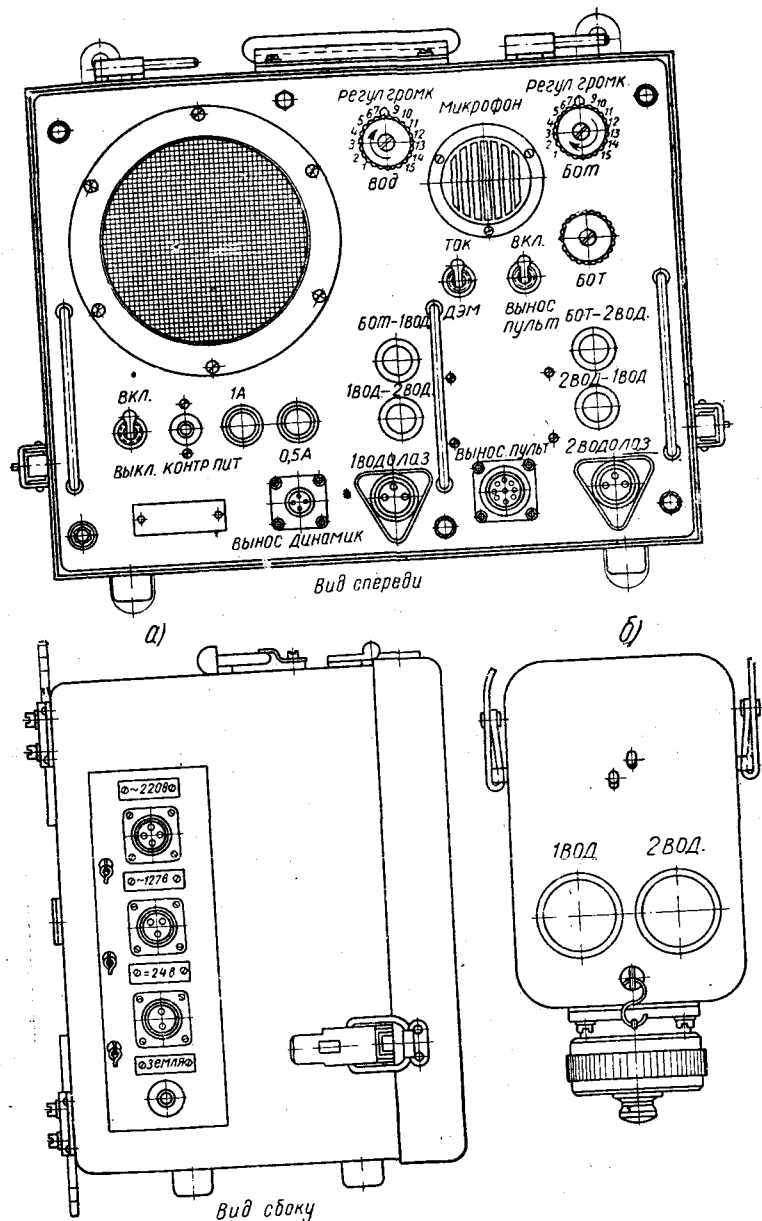


Рис. 58. Немагнитная водолазная телефонная станция НВТС-М:  
а) — коммутатор телефонной станции НВТС-М; б) — выносной пульт НВТС-М

ме того, к месту расположения выносного пульта необходимо подвести линию выносного динамика ГР-1, которая должна подключаться к контактам 1—2 разъема на динамике и к контактам 3—разъема на станции. Тумблер «вык. пульт» нужно поставить в положение «включено». Подключить провод заземления к станции

Уход за водолазными телефонными станциями и правила эксплуатации излагаются в специальных заводских инструкциях прилагаемых к телефонной станции. По окончании водолазных работ следует отсоединить все штепсельные вилки от розеток питания и протереть их ветошью, розетки закрыть колпачками. Лицевые панели станций закрывают крышками. Все разобранные узлы станции убирают в укладочный ящик.

### ДЕКОМПРЕССИОННЫЕ (РЕКОМПРЕССИОННЫЕ) КАМЕРЫ

Декомпрессионные камеры предназначены для декомпрессии и лечебной рекомпрессии водолазов.

Исходя из условий работы, они должны удовлетворять следующим требованиям:

- внутреннее рабочее давление не менее 10 кгс/см<sup>2</sup>;
- возможность входа и выхода из камеры врача без нарушения режима рекомпрессии;
- скорость подъема давления до 4—5 кгс/см<sup>2</sup> в течение 1 мин;
- возможность проведения различных лечебных мероприятий;
- возможность дыхания больного и врача в камере различными газовыми смесями.

По назначению камеры разделяются на декомпрессионные, поточно-декомпрессионные и рекомпрессионные (лечебные).

Характеристики некоторых типов декомпрессионных камер

Наименование характеристик	РКМ	РКУМ	БРК	ПДК-2
Число отсеков	1	1	1	2
Предкамера	1	1	1	—
Внутреннее рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>	10	10	10	10
Длина габаритная, мм	2960	2700	3600	3900
Объем внутренний, м <sup>3</sup>	3,0	2,1	6,4	7,0
Вес, кг	960	700	3500	3700

В качестве примера рассмотрим устройство камеры БРК. Большая рекомпрессионная камера (БРК) представляет собой прочный стальной цилиндр со сферическими днищами (рис. 59). Внутри цилиндр разделен сферической переборкой на два неравных отсека.

Малый отсек (предкамера) предназначен для «шлюзования» водолазов или врача при переходе в большой отсек, когда в нем имеется давление. Большой отсек является, собственно, камерой, где проводится лечебная рекомпрессия и декомпрессия водолазов. БРК имеет два люка с герметическими крышками, открывающимися внутрь камеры.

Люк в переднем днище является входом в предкамеру, люк во внутренней переборке служит входом в камеру. Когда внутренний люк закрыт, то отсеки рекомпрессионной камеры герметично изолированы друг от друга и могут находиться под разными давлениями.

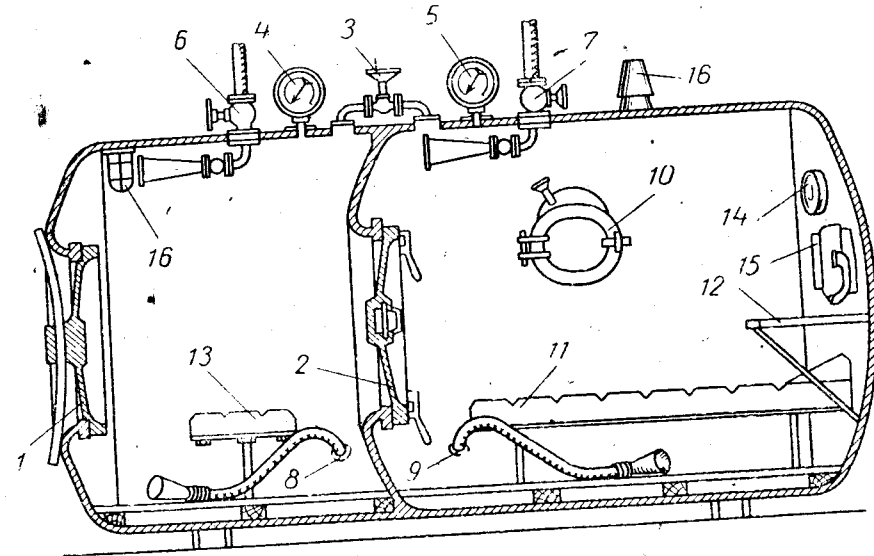


Рис. 59. Большая рекомпрессионная камера БРК:  
1, 2 — люк; 3 — вентиль выравнивания давления; 4, 5 — манометры; 6, 7 — ниппели; 8, 9 — ниппели; 10 — шлюз; 11 — кушетка; 12 — столик; 13 — сиденье; 14 — внутренний манометр; 15 — телефон; 16 — наружный электросветильник

Для выравнивания давления в отсеках камера имеет перепускное устройство.

Чтобы перейти из предкамеры в большой отсек, сначала надо уравнять давление в отсеках, открыв вентиль выравнивания давления на корпусе камеры.

По манометрам контролируется давление в отсеках. Воздух поступает в камеру и предкамеру по воздухопроводам через ниппели 6 и 7.

Для периодической вентиляции отсеков воздух отводится через ниппели 8 и 9. На корпусе рекомпрессионной камеры имеются предохранительный клапан, а также штепсельные розетки для подключения телефонного и осветительного кабелей, иллюмина-



торы для наблюдения за водолазами и внутреннего освещения камеры от установленных на них наружных электросветильников. Сбоку (иногда в днище) камеры вделан шлюз для передачи в камеру медикаментов, пищи и других предметов без снижения давления в отсеке.

Внутри БРК оборудована кушеткой, столиком, одним-двумя сиденьями, внутренним манометром, телефоном и наружными электросветильниками.

В корпусе камеры установлены иллюминаторы для наблюдения и наружного освещения.

Для обогрева водолазов в холодное время используются паровые грелки, а также герметичные электрогрелки мощностью 500 вт.

Телефонная связь в декомпрессионной камере осуществляется посредством безбатарейного микрофона-телефона типа ТМБ или ТГФ, подключаемого к розетке. В настоящее время в рекомпрессионных камерах устанавливаются телефонные станции типа ТСР.

При глубоководных водолазных спусках для декомпрессии водолазов на поверхности пользуются **поточными декомпрессионными камерами**, состоящими из двух (ПДК-2) или трех (ПДК-3) отсеков.

Такие камеры позволяют проводить одновременно декомпрессию нескольких водолазов и под разными давлениями. Поточные камеры также рассчитаны на  $10 \text{ кгс/см}^2$ , принципиальное устройство их аналогично устройству камеры БРК.

**Пользование декомпрессионной камерой.** Во время водолазных работ камера должна находиться в полной готовности к использованию.

Для проведения рекомпрессии (декомпрессии) нужно открыть входной люк, включить освещение, телефон, если нужно, отопление, и внести необходимое инвентарное имущество. Одновременно следует открыть вентили подачи и проверить поступление воздуха в отсеки.

Поместив водолаза в камеру, плотно закрывают входной люк, и создают в отсеке необходимое давление. Снижают давление по таблице, соответствующей выбранному режиму. Во время декомпрессии камеру нужно периодически вентилировать. В ней категорически запрещается курить, зажигать огонь. Все, входящие в камеру, обязаны сдать папиросы, спички, зажигалки.

Если в процессе декомпрессии потребуется что-либо передать в камеру, пользуются шлюзом. Для этого краном выравнивают давление в шлюзе с атмосферным, открывают крышку и кладут в шлюз нужный предмет. После этого наружную крышку и кран внешнего давления закрывают, а кран внутреннего давления открывают. Когда давление в шлюзе уравнивается с внутрикамерным, открывают внутреннюю крышку и вынимают поданный предмет. Внутреннюю крышку и кран после этого следует закрыть, а воздух из шлюза выпустить в атмосферу.

**Водолазный трап 1** (рис. 60) служит для спуска водолаза с палубы судна, катера или спусковой площадки в воду и для подъема из воды. Трапы обычно бывают металлические, при временных работах они могут быть изготовлены из дерева. Погружаемая часть трапа имеет длину 1,5 м, ширину не менее 40 см, расстояние между балками (ступеньками) 25 см. Наклон трапа порядка  $20^\circ$ .

**Спусковой конец 2** предназначен для направления движения водолаза при спуске на грунт и возвращении на поверхность. Изготавливается он из пенькового смоляного трехрядного троса окружностью 75 мм или капронового, окружностью 75—80 мм.

Для удержания спускового конца на грунте к нему крепят балласт весом 50—75 кг. Верхний конец закрепляют на палубе плавсредства.

**Ходовой конец 3** служит для передвижения и ориентировки водолаза под водой (особенно при работах на течении и в мутной воде) при поиске предметов, обследовании акватории, а также для прохода в затопленные отсеки судна. Один его конец крепится к балласту спускового конца, на другом конце делают огон. Ходовой конец изготавливают из пенькового смоляного трехрядного троса окружностью 50 мм или капронового.

**Направляющий конец** предназначен для перемещения водолаза от места спуска к объекту работы. Он заводится первым спустившимся водолазом и крепится у места работы, а верхний конец закрепляется у места спуска. Изготавливается из такого же троса, что и ходовой конец.

**Спусковая беседка** применяется для спуска и подъема водолазов с высокобортных судов (более 1,5 м), а также для проведения

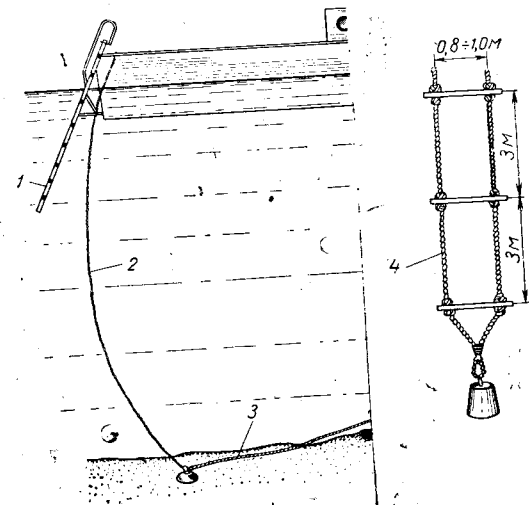


Рис. 60. Устройства для спуска и подъема водолазов:  
1 — водолазный трап; 2 — спусковой конец; 3 — ходовой конец; 4 — декомпрессионная беседка

на ней декомпрессии. Она бывает металлическая или из имеющих средств (дощатого настила с брусками и четырехтросовых подвесок со спусковым тросом). Беседку спускают с борта при помощи поворотной кран-балки, спускового троса и лебедки.

**Декомпресссионная беседка 4** предназначена для размещения на ней водолаза при прохождении декомпрессии на остановках. Беседки бывают двухнитевые и однонитевые. Балясины располагаются одна над другой через 3 м. Счет балясин ведется снизу. К нижнему концу беседки подвешивают балласт и скользящую скобу для соединения со спусковым концом.

**Подкильный конец** служит для удержания на нем водолаза при выполнении кратковременных работ под корпусом судна. Для изготовления подкильных концов используются стальные и пеньковые тросы.

**Водолазное спуско-подъемное устройство (СПУ)** — служит для глубоководных спусков водолазов и ускоренного подъема их с глубины в водолазном колоколе. Поднятый на палубу судна колокол соединяют с поточно-декомпресссионной камерой для продолжения декомпрессии водолазов. В зависимости от расположения на судне и способа перевода колокола к декомпресссионной камере различают кормовое и бортовое водолазное СПУ. Спуско-подъемное устройство включает в себя: водолазный колокол с платформой, устройство для выноса колокола за корму и за борт, спуско-подъемную лебедку, тросовую оснастку колокола, бортовые водолазные беседки с механизмами спуска и подъема, вьюшки для шлангов и кабелей к водолазному колоколу и водолазам, осветительную глубоководную установку.

Водолазный колокол — это стальной цилиндр, в днище которого имеется входной люк с закрывающейся изнутри крышкой. Внутренний диаметр колокола бортового расположения 1544 мм, кормового — 1400 мм. Первый весит в воздухе с полным оборудованием около 3000 кг, второй — 1470 кг. Воздух подается в колокол по водолазному шлангу. Платформа водолазного колокола представляет собой сварную конструкцию с ящиком для балласта, крыльями, откидными площадками и двумя стойками.

### СОДЕРЖАНИЕ, ПРОВЕРКА И ХРАНЕНИЕ ВОДОЛАЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Нормальная работа водолазного оборудования зависит прежде всего от правильной, технически грамотной эксплуатации, надлежащего ухода, своевременных проверок и ремонта.

Правильная эксплуатация предупреждает поломки и аварии оборудования в ходе работы.

Большинство предметов водолазного оборудования имеет заводские инструкции, в которых подробно изложены правила их эксплуатации, бережения и хранения.

На водолазное оборудование, не имеющее заводской докумен-

тации, необходимо разработать инструкции по эксплуатации и обслуживанию. Проверяют водолазное оборудование одновременно со снаряжением в установленные сроки.

**Проверки трехцилиндровой водолазной помпы** совершаются: малая — ежемесячно, полная — один раз в год, после получения помпы со склада и после ремонта.

При малой проверке частично разбирают помпу и, сняв маховики, проверяют шпонки на концах вала. Затем отдают шатунные подшипники, снимают направляющие планки и извлекают поршни из цилиндров. Отсоединив поршни от штоков, проверяют наличие и состояние контргаяк, всасывающих клапанов и пружин. Разобранные детали очищают от грязи, протирают ветошью и, слегка смазав техническим вазелином, собирают в обратном порядке. Перед установкой поршней внутренние поверхности цилиндров тщательно протирают чистой ветошью.

Для проверки производительности помпы после сборки, на воздухо соединительную трубку ставят заглушку и делают три оборота. При хорошей работе помпы манометр должен показать давление 10 кгс/см<sup>2</sup>, а стрелка падать не более 0,2 кгс/см<sup>2</sup> в минуту. В противном случае с помощью мокрой ветоши необходимо найти место утечки воздуха.

Если возникнет сомнение в исправности манометра и нельзя проверить его по контрольному манометру, поступают следующим образом. Шланг отсоединяют от шлема, привязывают к лотлину и, опустив в воду до грунта, начинают качать на помпе. Когда из шланга станет выходить воздух, сравнивают показания манометра и лота.

Манометр, расходящийся в показаниях с лотом больше 0,5 м, неисправный и сдается в ремонт.

При полной проверке помпу полностью разбирают. Прежде чем вынуть помпу из футляра, необходимо снять маховики и манометр. Затем, отсоединив фланец трубки манометра, отливную и воздухо соединительную трубки, наливную воронку, разбирают разбачий ящик. После этого, отдав болты нижнего и бокового крепления, за концы коленчатого вала вынимают помпу из футляра и устанавливают на деревянную крестовину.

Дальнейшую разборку рекомендуется вести в следующем порядке:

- отвернуть манометровую трубку от воздухоприемника, вынуть отливную и воздухо соединительную трубки из футляра;
- отдав верхние половинки рамовых и шатунных подшипников, снять коленчатый вал и обернуть шейки вала чистой ветошью;
- вынуть поршни из цилиндров, разъединить их со штоками и разобрать всасывающие клапаны;
- вывернуть поршневым ключом нагнетательные клапаны и разобрать их;
- отдать болты фундамента и соединительных планок и, разъединив рамы, снять фундамент;

— отдать от фундамента воздухоприемник, холодильник и цилиндры.

Все разобранные детали очищают от грязи и ржавчины, внимательно осматривают и укладывают по порядку. Неисправные детали, которые нельзя отремонтировать собственными средствами, заменяют новыми или сдают для ремонта в мастерскую. Пришедшие в негодность кожаные и резиновые прокладки также заменяют новыми. Воздушные ходы фундамента промывают слабым щелочным раствором.

Собирают помпу в обратном порядке. Собранный помпу до установки в футляр внимательно осматривают и проверяют в действии. Помпа должна работать легко и без заеданий. Для проверки ее производительности к помпе присоединяют шланг длиной 40 м с заглушкой на другом конце; за 32—33 оборота хорошо собранная помпа должна создать давление  $10 \text{ кгс/см}^2$ .

Одной из основных причин плохой производительности помпы является утечка воздуха из неплотных соединений, которые проверяют мыльной водой. Соединения цилиндров проверяют водой, налитой в холодильник.

Для проверки герметичности поршня на верхнюю тарелку наливают немного воды. При ходе поршня вниз через неплотную укупорку будет просачиваться воздух. Когда поршень дойдет до нижней точки его, его вынимают из цилиндра, вылившаяся на дно цилиндра вода покажет степень уплотнения нагнетательного клапана. Таким образом проверяют каждый поршень и нагнетательный клапан.

Плохая производительность помпы может зависеть и от большого вредного пространства в цилиндрах. Определяют величину вредного пространства восковым шариком, брошенным на дно цилиндра. Нормальная величина вредного пространства — 1,5—2 мм. Если толщина воскового шарика окажется больше этой величины, вредное пространство необходимо уменьшить, подложив под фундамент металлическую прокладку или отвернув на 0,5—1 оборот шатунные подшипники.

**Проверки облегченной водолазной помпы (ОВП)** проводятся в тех же случаях, что и трехцилиндровой помпы.

При малой проверке помпу разбирают частично и осматривают наиболее ответственные узлы (оси рычага, клапанов, трубопровода). Разобранные механизмы протирают чистой ветошью, смазывают техническим вазелином и собирают в обратной последовательности. После сборки помпу проверяют на производительность и герметичность.

При полной проверке помпу следует разбирать в следующем порядке:

- установить помпу на брезент, снять с нее инструментальный ящик, манометр и развилку;
- выбить шплинт, отдалить гайку оси рычага и вынуть ось из корпуса помпы;

- вывести шарикоподшипник из выреза в штоке и снять рычаг;
- разобить трубопровод, соединяющий нагнетательные клапаны с ресивером помпы;
- отдалить крепления ресивера и снять его с помпы;
- отдалить гайки стяжных шпилек, соединяющих корпус помпы, цилиндры и крышки цилиндров;
- отсоединить от крышек цилиндров кронштейны креплений ресивера и рукоятки;
- отдалить крышки от цилиндров, вынуть всасывающие и нагнетательные клапаны;
- вынуть цилиндры из корпуса помпы;
- вынуть поршни из корпуса и отдалить их от штока.

Все детали и узлы помпы очищают от старой смазки и грязи, протирают ветошью и внимательно осматривают. При осмотре осей рычага особое внимание уделяют клапанам, поршням, а также резьбовым соединениям и прокладкам. Внутренние поверхности цилиндров и полость ресивера хорошо промывают теплой водой. После чего цилиндры протирают ветошью и слегка смазывают техническим вазелином, а ресивер просушивают продуванием.

Собирают помпу в обратной последовательности. По окончании сборки ее проверяют на производительность. На штуцер ресивера навертывают заглушку и, сделав 15 полных качаний, проверяют давление. Оно должно быть не менее  $3 \text{ кгс/см}^2$ . В противном случае помпа считается неисправной. Причина плохой производительности помпы может заключаться в негерметичности соединений или дефектах узлов. Герметичность соединений проверяют мыльной водой, для обнаружения дефектов в узлах помпу снова разбирают. Исправную помпу вторично испытывают давлением  $5 \text{ кгс/см}^2$ , при этом падение стрелки не должно превышать 0,2 ат в минуту.

**Проверки воздушных компрессоров.** Кроме рабочей проверки в дни водолазных работ, компрессоры осматривают и проверяют еженедельно, ежемесячно и ежеквартально.

Во время еженедельного осмотра проверяют надежность соединений и креплений движущихся частей и трубопроводов компрессора, исправность сальниковых уплотнений. Запустив агрегат, смазывают трущиеся и движущиеся части, продувают компрессор, водомаслоотделитель и баллоны.

При ежемесячном осмотре проверяют состояние привода компрессора и водяного насоса, осматривают и очищают клапаны.

Во время квартальных осмотров осматривают холодильники компрессора, водомаслоотделитель, прочищают полости трубок и картер компрессора от грязи, проверяют надежность крепления агрегата к раме (фундаменту).

**Проверки кислородных компрессоров.** Малую проверку совершают через каждые 100 часов работы компрессора. При этом проверяют состояние и крепление узлов и трубопроводов, герме-

тичность соединений, клапанов и всей системы под полным рабочим давлением. Все ослабевшие соединения и крепления поджимают, клапаны протирают, износившиеся прокладки заменяют. В масленках заменяют смазку, предварительно разобрав и промыв их чистой водой, змеевики продувают кислородом. Все наружные части компрессора протирают чистой ветошью.

Помимо этого, через каждые 200 часов работы следует разобрать и осмотреть клапанные коробки, уплотнения штока-плунжера, приемную звезду и коллектор. Все детали тщательно протирают и обезжиривают.

Полная проверка кислородного компрессора производится по получении его со склада, из ремонта. Проверке предшествует детальная разборка компрессора.

Все детали и узлы очищают от грязи, моют и насухо протирают, а соприкасающиеся с кислородом обезжиривают.

Марлевую (нитяную) набивку в уплотненных втулках заменяют, кожаные манжеты размачивают в водо-глицериновой смеси. Клапаны тщательно притирают к гнездам.

Перед сборкой трущиеся части смазывают водо-глицериновой смесью. Собранный компрессор испытывают в действии, проверяя его производительность и герметичность.

### Проверка баллонов

Воздушные баллоны компрессорной установки осматривают во время ежегодной проверки водолазной техники. При этом трубопровод отсоединяют от баллонов и распределительного щита. Соединения, краны и окраску баллонов внимательно осматривают, неисправности устраняют. Внутренние поверхности баллонов и трубопровода промывают горячим щелочным раствором с последующей промывкой чистой водой и просушиванием сжатым воздухом. После сборки и присоединения трубопровода к баллонам и щитку всю воздушную систему продувают сжатым воздухом. Один раз в пять лет баллоны проверяет представитель инспекции Котлонадзора (Регистра).

Транспортные кислородные и воздушные баллоны должны проверяться в сроки, указанные на клейме. Баллоны с истекшим сроком испытания, неисправным вентилем и испорченной резьбой на отводе к наполнению газом не принимаются и должны сдаваться в ремонт. Бракуются также баллоны, имеющие на корпусе забоины, глубокую ржавчину, облесшую окраску.

### Проверка рекомпрессионных камер

Рекомпрессионную (декомпрессионную) камеру проверяют с участием представителя инспекции Котлонадзора (Регистра) в следующие сроки:

— ежегодно с целью испытания ее в действии и проверки воздушной системы под рабочим давлением ( $10 \text{ кгс/см}^2$ );

— один раз в 10 лет для испытания прочности корпуса под гидравлическим давлением.

Помимо этого, камера должна подвергаться гидравлическому испытанию после капитального ремонта и по требованию представителя инспекции Котлонадзора (Регистра). В этом случае в камере создается давление  $15 \text{ кгс/см}^2$  в течение 5 мин., после чего оно медленно снижается до рабочего давления. Рекомпрессионную камеру типа РКУ испытывают воздухом под давлением  $5 \text{ кгс/см}^2$  и гидравлически — под давлением  $10 \text{ кгс/см}^2$ . При проверке представителю инспекции Котлонадзора (Регистра) предъявляют паспорт с чертежами и схемами и инструкции по эксплуатации камеры.

### Хранение водолазного оборудования

Водолазное оборудование хранится с соблюдением тех же правил, которые распространяют на водолазное снаряжение.

**Водолазные помпы, воздушные и кислородные компрессоры** после работы протирают ветошью, появившуюся коррозию удаляют. Необходимо систематически наблюдать за смазкой трущихся частей, своевременно добавлять и менять смазку. Для длительного хранения на складе, а также на время длительной транспортировки помпы и компрессоры необходимо покрывать снаружи густой смазкой. Крашенные поверхности агрегатов должны ежегодно подновляться. Хранить это оборудование следует на деревянном полу и настиле.

**Рекомпрессионные камеры** должны храниться в закрытом помещении или под навесом. При их использовании из камеры выносят все предметы, не являющиеся ее инвентарем. Внутри камеры производят уборку, после чего запирают ее на замок. Во время эксплуатации необходимо следить за сохранностью имущества и устройств камеры. Корпус камеры красят снаружи шаровой краской, а изнутри — цинковыми белилами. При длительном хранении с камеры следует снять всю съемную арматуру и приборы.

## ВОДОЛАЗНЫЕ СПУСКИ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТАХ



В этой главе рассматривается порядок проведения спусков под воду в следующих видах снаряжения: вентилируемом, воздушно-кислородном, регенеративном и с открытой схемой дыхания.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОЛАЗНЫХ СПУСКОВ

Совокупность мероприятий и действий, обеспечивающих спуск водолаза под воду, его работу под водой и подъем на поверхность, называется **водолазным спуском**.

В «Единых правилах охраны труда на водолазных работах» подробно изложены требования по технике безопасности водолазных работ. Для обеспечения спусков водолазов необходимо:

- подготовить место спуска;
- распределить обязанности между водолазами;
- подготовить снаряжение, оборудование и инструмент;
- произвести рабочую проверку водолазного снаряжения;
- одеть водолаза;
- спуск водолаза под воду;
- подъем водолаза на поверхность;
- раздевание водолаза, уборка снаряжения и оборудования.

Для спусков водолазов под воду комплектуются водолазные станции, которые подразделяются на ручные, компрессорные и баллонные. Место (на судне, боте, берегу и т. д.), оборудованное для проведения спуска водолазов, называется **водолазным постом**.

Обязательное правило любого погружения — организованность и дисциплинированность как водолазов, так и всего персонала, обслуживающего водолазные спуски.

Допустимые глубины спусков, как и сам допуск к погружению, устанавливаются водолазной квалификационной и медицинской комиссиями при первоначальном и ежегодном медицинском переосвидетельствовании водолазов в зависимости от состояния здоровья, подготовки и опыта водолазов.

По своему характеру спуски бывают мелководными — до 12 м, средними — до 45 м и глубоководными — свыше 45 м.

Спуски в любом водолазном снаряжении на глубины до 45 м допускаются при наличии трех водолазов: спускающегося под воду, обеспечивающего и страхующего. При спусках же на глубину свыше 45 м на водолазной станции должно быть не менее четырех

водолазов. Если на станции два водолаза, спуски в нормальных условиях совершаются только по разрешению водолазного специалиста или лица, ответственного за водолазные работы. В таких случаях на помощь водолазам должны быть выделены один-два человека, специально обученные по обслуживанию водолазов и сдавшие зачеты водолазной квалификационной комиссии по технике безопасности водолазных спусков.

Спуски под воду при наличии только двух водолазов без подготовленных обеспечивающих разрешаются в исключительных случаях, например, при спасении людей или при других обстоятельствах. Работы по обеспечению спусков (одевание водолаза, подача воздуха) иногда могут выполняться любыми проинструктированными лицами, находящимися у места происшествия.

Труд водолаза тяжелый и сопряжен с большими опасностями. Поэтому в «Единых правилах охраны труда на водолазных работах» четко указаны меры, обеспечивающие охрану труда и технику безопасности.

Запрещается совмещение водолазами других профессий, а также использование водолазов на работах с вредными условиями труда (в загрязненной атмосфере). Не разрешаются также спуски водолазов на глубины больше установленных квалификационной и медицинской комиссиями. Общая продолжительность рабочего дня для водолазов I и II групп специализации работ — 6 часов, III группы специализации — 7 часов.

При этом продолжительность спуска водолаза не должна превышать 2,5 часа, включая и время декомпрессии.

Основным показателем квалификации водолаза является количество часов, отработанных им под водой. Поэтому учет подводной работы должен вестись точно в водолазном журнале, а затем, на основании выписки из него, заноситься в личную книжку водолаза.

**Подготовка к спускам.** При любых водолазных работах необходимо подготовить место для размещения снаряжения и оборудования, а также одевания и раздевания водолаза. Предварительно измеряют глубину водоема, температуру воды, скорость течения, определяют характер грунта. Перед каждым спуском в любом снаряжении водолаз, назначенный для работы под водой, лично проводит рабочую проверку снаряжения и оборудования. Убедившись в исправности снаряжения, докладывает об этом руководителю спусков и расписывается в водолазном журнале о проведении рабочей проверки.

Если водолазные работы производятся в вентилируемом снаряжении, то у места спуска, при отсутствии водолазного компрессора устанавливается и прочно закрепляется водолазная помпа.

В тех случаях, когда при спуске в вентилируемом снаряжении воздух подается ручной помпой, нужны не менее трех качальщиков, работающих посменно. В зависимости от глубины погружения водолазов число качальщиков увеличивается.

При спуске на глубину от 12 до 20 м применяются две спарен-

ные помпы, обслуживаемые восемью качальщиками, по четыре — каждую помпу. Подают воздух водолазу на глубину более 20 м посредством компрессора.

**Обязанности водолазов.** Спускающийся под воду водолаз перед погружением лично совершает рабочую проверку снаряжения и записывает результаты в водолазный журнал.

Находясь под водой, он спокойно и внимательно осматривается по сторонам и приступает к работе. Следует всегда наблюдать за сигнальным концом, чтобы он не запутался, и четко отвечать на сигналы.

**Обеспечивающий водолаз** стоит на сигнале и отвечает за безопасность погружения водолаза с момента, как на того надет сигнальный конец, и до раздевания его после выхода из воды. Обеспечивающие меняются только с разрешения руководителя спуска. При смене водолаз, стоящий на сигнальном конце, в присутствии заступающего, запрашивает водолаза, находящегося под водой, о самочувствии и передает сигнальный конец сменяющему. Получив ответный сигнал, последний докладывает руководителю о принятии смены.

Перед выходом водолаза на поверхность обеспечивающий следит за тем, чтобы он не ударился головой о борт судна.

В обязанности **страхующего водолаза** входит немедленный спуск, в случае необходимости оказать помощь водолазу, находящемуся под водой. На небольших глубинах это можно сделать в автономном воздушном или регенеративном снаряжении.

Страхующий также выполняет обязанности телефониста. С начала спуска и до самого выхода из воды телефонист не должен отвлекаться. Он периодически запрашивает водолаза под водой о самочувствии, передает приказы и советы руководителя водолазных работ, внимательно прислушивается к шумам, ритму, глубине дыхания водолаза и т. д.

Страхующий водолаз по указанию обеспечивающего внимательно наблюдает за манометром. Особенно внимательно надо следить за показаниями манометра при выполнении водолазных работ зимой или на подкильном конце. Дело в том, что зимой в шланговых соединениях может образоваться ледяная пробка, а при работе подкильным концом водолаз может сорваться и упасть.

Поддерживая связь по телефону, страхующий должен знать, что происходит под водой, и обо всем докладывать обеспечивающему.

Обслуживающий персонал помогает одеться спускающемуся водолазу и обеспечивает подачу воздуха водолазной помпой. Скорость вращения маховиков помпы зависит от глубины воды и самочувствия водолаза.

Один из обслуживающего персонала является шланговым; он травит и выбирает воздушный шланг, следя за его слабиной и направлением.

**Связь с водолазом, находящимся под водой,** осуществляется по

средством подводного телефона, сигнального конца, а также звукового сигнала. Водолазы, работающие в вентилируемом снаряжении, могут переговариваться друг с другом, соприкасаясь шлеманими, а также поддерживать связь условными знаками с помощью пальцев рук.

При работе в регенеративном или воздушнобаллонном снаряжении с гидрокомбинезонами, имеющими аппендикс, применяется телефонная станция ЛВТС-63. Причем в шлеме гидрокомбинезона без загубника устанавливается телефонно-микрофонная гарнитура, а в шлеме с загубником — телефонно-ларингофонная гарнитура. ЛВТС-63 можно использовать также в вентилируемом снаряжении, и в снаряжении, в комплект которого входит гидрокомбинезон без аппендикса, например ГСП-4. В таких случаях необходимо телефонный кабель пропускать через сальник, специально для этой цели вклеиваемый в гидрокомбинезон.

При передаче сигналов нужно выбрать сигнальный конец, а затем, умеренно дергая, передавать сигнал согласно таблицам условных водолазных сигналов (приложение 1).

Работающий под водой водолаз обязан повторять все сигналы, кроме сигнала «Тревога», по которому он немедленно поднимается на поверхность. Сигналы «Мне мало воздуха» и «Мне много воздуха» сначала выполняются, а затем повторяются.

Получив под водой сигнал «Иди вправо», «Иди влево», водолаз поворачивается лицом по направлению сигнального конца и движется в сторону, противоположную данному по сигналу направлению.

Обеспечивающий громко объявляет содержание всех сигналов, получаемых от водолаза. Каждый погружающийся под воду и страхующий должны безошибочно знать сигналы. Водолаз, допустивший хоть одну ошибку, к погружению не допускается и на сигнальный конец не ставится до изучения сигналов.

Звуковые сигналы передаются ударом о металлические предметы, например, баллон, рельс и т. п., погруженные в воду.

**Меры, обеспечивающие безопасность спуска водолаза под воду.** Каждый спуск водолаза под воду, даже на небольшую глубину и непродолжительное время, требует соблюдения мер предосторожности и обеспечения безопасности. Ответственен за организацию руководитель работ.

Перед спуском водолаза под воду на судне поднимают предупреждающие сигналы: днем в море (в территориальных водах СССР, иностранных государств или нейтральных водах) флаг — букву «А» («Альфа») по международному своду сигналов или красный шар — белый ромб — красный шар — по вертикали (расстояние между ними 1,83 м); ночью — огни: красный — белый — красный на таком же расстоянии друг от друга.

На внутренних водах (реки, озера, водохранилища) поднимают два зеленых флага; ночью — два зеленых огня — один над другим.

На военно-морском флоте в территориальных водах СССР днем



поднимают два четырехцветных флага (цифра «0» по военно-морскому своду сигналов); ночью — два зеленых огня; на водолазных работах в территориальных водах иностранных государств или в нейтральных водах сигналы поднимают в соответствии с действующим международным сводом сигналов, как уже было указано выше.

На судне сигналы поднимают на ноке рея того борта, с которого производится спуск водолаза.

Нельзя погружаться непосредственно с высокобортных судов, набережных, с крутых берегов и неустойчивых плавучих средств. Последние должны иметь трапы для спуска водолаза и необходимый инвентарь. В тех случаях, когда водолаз спускается с набережной или моста, устанавливают у воды специальную площадку (плот). Плавучие средства надежно устанавливают на якорях или прочно закрепляют у места работы. Кроме трапа, для спуска водолаза используется спусковой конец. Если водолаз начинает погружение с пологого берега, то протягивают ходовой проводник.

Особое внимание следует обращать на качество воздуха, подаваемого компрессором, особенно если водолазы после работы жалуются на головные боли. Для этого не реже одного раза в месяц делается химический анализ воздуха в лаборатории или на месте при помощи индикаторной трубки.

Для дыхания водолаза в кислородном снаряжении используют только медицинский кислород, содержащий не более 2% азота.

Во время водолазных работ инструменты и другие предметы подаются водолазу с помощью направляющего троса. Бросать предметы запрещается.

При нарушении режима времени пребывания под водой у водолаза может возникнуть кессонное заболевание. Поэтому водолазные спуски на глубины более 20 м обеспечиваются декомпрессионными камерами.

Время пребывания водолаза под водой от глубины 12 м устанавливается по таблице декомпрессии.

#### **СПУСК ВОДОЛАЗА В ТРЕХБОЛТОВОМ ВЕНТИЛИРУЕМОМ СНАРЯЖЕНИИ**

**Рабочая проверка снаряжения.** После подготовки места спуска приступают к рабочей проверке снаряжения водолаза. В рабочую проверку мягкого водолазного снаряжения вентиляруемого типа входят: проверка помпы, шлема, водолазной рубахи, шлангов, телефона, грузов, водолазного ножа, сигнального конца, воздухоподающих и спуско-подъемных устройств.

В трехцилиндровых помпах сначала внешним осмотром проверяют резьбовые соединения, наличие пломбы на манометре, надежность установки помпы и крепление маховиков-рукояток. Затем проверяют подачу воздуха помпой.

Для этого шланг отсоединяют от шлема и проверяют воздухом

После чего, зажимая большим пальцем отверстие ниппеля шлангового соединения, создают в шланге давление, равное двойной глубине предполагаемого спуска. Шланг считается исправным, если стрелка манометра после прекращения подачи воздуха будет падать не более 0,2 ат в минуту.

Выпустив воздух из шланга, водолаз проверяет предохранительный клапан. Для этого берет в рот штуцер воздушного ввода шлема и после выдоха воздуха в шлем делает вдох из него. Если клапан исправный, вдох из шлема невозможен. Исправность головного клапана проверяется двух- трехкратным нажимом на пуговку штока; после прекращения нажима на пуговку шток должен быстро приходить в первоначальное положение. Пружинно-тарельчатый клапан модернизированного шлема

(УВС-50) проверяют один раз в неделю, для чего отдают воздухонаправляющий щиток шлема и проверяют действие клапана оттягиванием тарелки. Телефон проверяют внешним осмотром и путем двухстороннего разговора. При этом обращают внимание на правильность установки микрофона и телефона, а также на прочность крепления телефонного кабеля.

Рубаху проверяют внешним осмотром, обращая особое внимание на потертости и отставшие заплатки, а также на наличие и исправность травящих клапанов.

Пригодность сигнального конца определяют на разрыв; пользоваться сращенным сигнальным концом не разрешается.

Галоши и брасы для грузов не должны иметь потертостей и изношенных частей; надежность брасов определяется их встряхиванием.

Результаты рабочей проверки заносятся в водолазный журнал, а спускающийся водолаз расписывается в проверке и исправности снаряжения.

**Одевание водолаза.** Убедившись в исправности снаряжения, водолаз начинает одеваться (рис. 61). Сначала надевает теплую белье, затем, сидя на скамейке, рубаху до колен. После этого четыре человека, одновременно растягивая фланец рубахи, рывком надевают ее на водолаза, а обеспечивающий набрасывает на пояс водолаза петлю сигнального конца, слегка затягивая ее. Далее на водолаза надевают галоши, подвязывают на пояс нож, а на плечи



Рис. 61. Надевание водолазной рубахи

надевают манишку. Делать это нужно осторожно, чтобы не повредить резьбу болтов.

Поддерживаемый за сигнальный конец водолаз осторожно сходит на трап, где на него надевают и закрепляют грузы. При закреплении браса за нижнее кольцо переднего груза не должно быть сильного напряжения, так как движения водолаза будут стеснены. После продувки воздушной системы и проверки телефонной связи на водолаза надевают шлем и подвязывают шланг и сигнальный конец к верхнему кольцу переднего груза.

Затем подают команду: «Дать воздух». Если на вопрос: «Как воздух?» водолаз ответит «Воздух хорош», обеспечивающий водолаз командует: «Завернуть иллюминатор!». Иллюминатор, смоченный чистой водой, завинчивается вручную до отказа, без рычага. Легким ударом руки по шлему обеспечивающий разрешает водолазу спуск под воду.

**Спуск под воду.** Водолаз медленно погружается в воду, удерживаясь руками за трап (прыгать в воду запрещается), переходит на спусковой конец и, когда верхняя часть шлема покроется водой, останавливается. В это время обеспечивающий внимательно следит, нет ли в соединениях снаряжения утечки воздуха, что обнаруживается по пузырькам. Неисправности устраняются немедленно.

Убедившись в исправности снаряжения, водолаз по сигналу обеспечивающего продолжает спуск, скорость которого зависит от его самочувствия, но не должна превышать 10 м/мин, а у новичков и малоопытных — 4—5 м/мин.

По мере погружения водолаза на глубину подачу воздуха следует увеличивать.

Часто начинающие водолазы не могут правильно регулировать объем воздуха, поступающего в скафандр. Поэтому у одних создаются излишки воздуха и им трудно погружаться. В таких случаях нужно больше травить воздух головным клапаном. У других — наоборот, объем воздуха в скафандре недостаточный, и из-за уменьшения плавучести трудно бывает удержаться на спусковом конце. Этот недостаток устраняют путем увеличения подачи воздуха водолазу.

Не доходя до грунта на 1—2 м водолаз приостанавливает погружение и осматривается вокруг, чтобы не задеть за предметы, которые могут быть на месте спуска. Дойдя до грунта, водолаз, убедившись в чистоте шланга и сигнального конца и проверив, достигнуто ли поступление воздуха, дает сигнал: «Я на грунте, чувствую себя хорошо».

**Пребывание водолаза на грунте.** Отрегулировав поступление воздуха в скафандр, водолаз подходит к месту работы и, расположив сигнальный конец и шланг так, чтобы они не могли запутаться и цепляться за предметы, приступает к работе. При этом он должен постоянно наблюдать за состоянием воздуха, регулярно вентилировать скафандр, не вытравливая из него полностью воздух.

Водолаз должен обладать достаточными навыками передвиже-

ния под водой; легко передвигаться боком, в полусогнутом положении, уметь управлять своей плавучестью.

Во время работы водолаз внимательно наблюдает за сигнальным концом и шлангом. В свою очередь, за «чистотой» сигнального конца и шланга должны следить также наверху.

Стоящий на сигнальном конце держит его слегка натянутым, все время «чувствуя» водолаза. Это важно особенно во время работ на затонувшем судне, на скалах, когда возможно неожиданное падение водолаза на большую глубину.

В тех случаях, когда работающий под водой не отвечает на двукратный запрос о самочувствии, его осторожно поднимают наверх.

**Действия водолаза при повреждениях и неисправностях снаряжения и оборудования.** Находясь под водой, водолаз не гарантирован от различных происшествий. В случаях опасности нельзя предаваться панике, а спокойно приступить к устранению дефектов.

Под водой может произойти повреждение водолазной рубахи и шлема, прекратиться поступление воздуха; запутаться сигнальный конец, шланг и др.

При повреждении верхней части рубахи, необходимо потребовать больше воздуха и выйти наверх без выдержек на остановках. После этого водолаза помещают в рекомпрессионную камеру или, переодев, спускают на глубину.

При его подъеме соблюдают режим декомпрессии.

Если повреждена нижняя часть рубахи, в случае необходимости, работу можно продолжать, а затем спокойно выйти наверх.

При повреждениях шлема или иллюминатора водолаз, потребовав больше воздуха, выходит наверх.

Более сложная обстановка создается тогда, когда по каким-либо причинам прекращается подача воздуха под водой. Это может произойти при неисправностях или поломке водолазной помпы, обрыве шланга, закупорке шланговых соединений ледяной пробкой (зимой) и т. п. В таких случаях водолаз принимает вертикальное положение, прекращает вытравливание воздуха из скафандра и по сигналу тревоги выходит без остановок наверх.

Если на глубине зажат шланг и его не удастся освободить, водолаз перерезает шланг и выходит из воды на сигнальном конце.

При запутывании сигнального конца водолаз распутывает его. Если этого сделать не удастся, то перерезает сигнальный конец у места запутывания с двух сторон и, связав оба свободных конца, поднимается наверх.

Особенно опасна ситуация, когда одновременно запутываются шланг и сигнальный конец. Если при этом водолаз не может распутаться самостоятельно, он должен вызвать на помощь.

При невозможности распутать сигнальный конец и шланг, по телефону сообщают водолазу о подготовке к их перерезанию. Затем увеличивают подачу воздуха в скафандр. После этого пришедший ему на помощь водолаз перерезает сигнальный конец с двух сторон у места запутывания и оба конца связывает. Далее перерезает те-

лефонный кабель и шланг. Затем обоих водолазов поднимают наверх за сигнальный конец.

В тех случаях, если связать перерезанный сигнальный конец невозможно, то прежде чем перерезать сигнальный конец и шланг, на пострадавшего водолаза закрепляют второй сигнальный конец.

Если оборвался нижний брас, водолаз принимает вертикальное положение и, взявшись руками за боковые иллюминаторы, притягивает шлем книзу и так выходит наверх, предварительно сообщив об этом по телефону. При отрыве верхнего браса он наклоняется в сторону обрыва и, дав сигнал, выходит наверх.

**Подъем водолаза.** Получив сигнал о выходе наверх, водолаз прекращает работу и, убедившись в чистоте сигнального конца, подходит к спусковому концу и дает сигнал о подъеме. Скорость подъема не должна превышать 7—8 м/мин. В начале подъема подачу воздуха уменьшают, и водолаз регулирует свою плавучесть, вытравливая воздух из скафандра.

При подходе водолаза к поверхности обеспечивающий следит за тем, чтобы он не ударился шлемом о днище бота или трап. На трапе отвинчивают иллюминатор, прекращают подачу воздуха, снимают шлем и грузы и по выходе на палубу водолаза раздевают. Сигнальный конец перед раздеванием снимают.

#### **СПУСК ВОДОЛАЗА В ВОЗДУШНО-КИСЛОРОДНОМ СНАРЯЖЕНИИ ВКС-57**

В спусках под воду в снаряжении ВКС-57 должны участвовать не менее шести водолазов. Один из них назначается на управление воздушно-кислородных смесей.

**Подготовка и проверка снаряжения** включает в себя: зарядку регенеративной коробки регенеративным веществом, замер величины инжекции, рабочую проверку снаряжения.

Рабочая проверка снаряжения — это проверка шлема и его инжекторного устройства, регенеративной коробки, крана переключения, водолазной рубахи, галош, шлангов, телефонного устройства, переднего груза, сигнального конца, систем воздухо- и газоснабжения.

Инжекторное устройство проверяют в действии. Для этого к нему подсоединяют шланг подачи газовой смеси и заряженную регенеративным веществом коробку. Затем по газовому счетчику замеряют величину инжекции; при подпоре в шланге 3 ат она должна быть 80—90 л/мин. Полученные данные заносят в водолазный журнал.

Если отсутствуют газовые часы, то величину инжекции можно определить по силе всасывания воздуха в окно инжектора. С этой целью окно инжектора закрывают резиновой заглушкой со стеклянной трубкой для присоединения реометра-манометра. При нормальной работе инжектора сила всасывания по реометру-манометру должна быть в пределах 150—170 мм. вод. ст. Проверяя регене-

ративную коробку, обращают внимание на плотность обжатия уплотнительной прокладки крышки и исправность брасов. У переднего груза проверяют прочность навесных петель и исправность замка нижнего браса. Кран переключения проверяют вращением запорного штока.

Герметичность систем и исправность запорных вентилей, редуцирующих устройств, а также давления в баллонах с газовыми смесями определяют проверкой средств подачи водолазом воздуха и дыхательных смесей. После проверки устройств газоснабжения берут пробу газовой смеси для определения ее качества. Остальные части снаряжения проверяют так же, как и в вентилируемом снаряжении.

**Одевание водолаза.** После рубахи на водолаза надевают манишку шлема с краном переключения и присоединенным шлангом. Поверх фланца рубахи надевают промежуточное кольцо и присоединяют к нему шланг инжектора. На кольцо кладут прокладку шлема и навешивают на пальцы манишки передний груз и регенеративную коробку. При этом обращают внимание на то, чтобы навесные петли переднего груза оказались под навесными петлями плечевых брасов регенеративной коробки. После этого, закрепив нижний брас, усаживают водолаза на сиденье, присоединяют гофрированные шланги к регенеративной коробке и, устанавливая на них кожух защитного устройства, надевают шлем, закрепляя его болтами. Установив кран переключения в положение «открыто», открывают подачу воздуха в скафандр и заворачивают передний иллюминатор.

**Спуски водолазов под воду** производятся с постов, оборудованных для спусков в вентилируемом водолазном снаряжении на глубины до 60 м и снабженных устройствами, обеспечивающими изменение воздушно-кислородных смесей, а также с постов спуска водолазов в глубоководном снаряжении. При спуске на глубины до 60 м с подачей воздуха для дыхания водолаз дышит как в обычном вентилируемом снаряжении. При подаче воздушно-гелиевых или азотно-кислородных смесей водолаз дышит воздухом до глубины 20 м, после чего его переключают на дыхательную смесь. В это время водолаз трехкратно промывает скафандр дыхательной смесью, затем, переключив подачу смеси в инжектор, стравливает избыток ее из скафандра. После промывки переводит рукоятку крана переключения в положение от шлема и продолжает спуск. По мере спуска, переключив кран на подачу смеси в скафандр, наполняет его дыхательной смесью.

**Подъем водолаза** производят по таблице декомпрессии, соответствующей подаваемой дыхательной смеси. Переходя на дыхание воздухом, водолаз переводит рукоятку крана в положение прямой подачи газа в скафандр.

При повреждении водолазного шланга, прекращении подачи воздуха или дыхательной смеси в скафандр водолаз должен сделать выдох в окно инжектора, а вдох — из скафандра.

Продолжительность автономного действия скафандра — около трех часов. При спусках водолазов на глубины, не требующие дыхательных смесей, ВКС-57 используется как обычное вентилируемое снаряжение. Шланг шлема и водолазный шланг отсоединяют от крана переключения и соединяют их между собой с помощью штуцера, после чего на водолаза надевают снаряжение без промежуточного кольца и регенеративной коробки.

#### СПУСК ВОДОЛАЗА В РЕГЕНЕРАТИВНОМ ВОДОЛАЗНОМ СНАРЯЖЕНИИ С АППАРАТОМ ИДА-57

Спуски водолазов под воду в регенеративном водолазном снаряжении сложны и требуют строгого соблюдения установленных правил.

**Подготовка к спуску.** Перед погружением исправные баллоны заряжаются медицинским кислородом, а поглотительная коробка химическим поглотителем, предварительно просеянным через сито. Дату зарядки заносят в формуляр аппарата. После зарядки реометром-манометром проверяют величину постоянной подачи кислорода (редуктором), а водяным манометром определяют величину сопротивления дыханию.

Перед каждым погружением точно рассчитывают время пребывания водолаза под водой следующим образом.

Расчет времени пребывания под водой в аппарате ИДА-57 и в гидрокомбинезоне

Исходные данные:

Ёмкость баллона	1,3 л
Начальное давление в баллоне	200 ат
Температура воздуха	22°C
Температура воды	12°C
Глубина погружения	15 м
Работа средней тяжести	
Вес химпоглотителя в коробке аппарата	1,8 кг
Начальная насыщенность химического поглотителя на основании лабораторного анализа	8 л/кг

#### Определение количества кислорода в баллоне

Чтобы установить количество кислорода в баллоне (в литрах) общее давление в нем приводят к атмосферному, для чего емкость баллона умножают на давление:

$$1,3 \text{ л} \times 200 = 260 \text{ л.}$$

С изменением температуры кислорода на 1°C его объем, приведенный к 1 ат и отнесенный к 1 л объема емкости, изменяется на 0,5 л. Следовательно, поправочный коэффициент к разности температур для данного аппарата составит:  $1,3 \times 0,5 = 0,6$ . В связи с этим в данном примере поправка на разность температур будет:  $0,6 \times (22 - 12) = 6 \text{ л}$ . Следовательно, количество кислорода в баллоне с учетом поправки на разность температур составит:

$$260 \text{ л} - 6 \text{ л} = 254 \text{ л.}$$

Из полученного количества кислорода в баллоне необходимо исключить неснижаемый запас, который остается после срабатывания указателя минимального давления:

$$254 - (30 \times 1,3) = 215 \text{ л.}$$

#### Определение расхода кислорода

Расход кислорода для трехкратной промывки при включении в аппарат принимают из расчета трех глубоких вдохов. Он составляет для всех аппаратов 15 л. Расход кислорода на выравнивание давления в рабочем объеме дыхательного мешка (который составляет половину полного объема — 4 л) равен произведению этого объема на давление столба воды, соответствующего глубине погружения:  $4 \text{ л} \times 1,5 \text{ ат} = 6 \text{ л}$ .

Расход кислорода на дыхание под водой в л/мин берется по специальной таблице. Для данного примера расход кислорода принимается 1,75 л/мин и составит: на промывку при включении в аппарат и на выравнивание давления  $15 + 6 \text{ л} = 21 \text{ л}$ , на дыхание — 1,75 л/мин.

Определяют запас кислорода в баллоне с учетом его расхода на промывку при включении в аппарат и на выравнивание давления:  $215 - 21 \text{ л} = 194 \text{ л}$ . Допустимое время пребывания человека под водой устанавливают по запасу кислорода, для чего полученное количество кислорода делят на расход кислорода в 1 мин.:

$$194 \text{ л} : 1,75 \text{ л/мин.} = 110 \text{ мин. или } 1 \text{ час } 50 \text{ мин.}$$

#### Расчет времени действия химического поглотителя

Поглотительная способность вещества определяется после лабораторного анализа его качества. Принято считать, что количество выделяемой водолазом углекислоты равно расходу кислорода на дыхание. Следовательно, в рассматриваемом примере оно будет 1,75 л/мин.

Исходя из того, что один килограмм химического поглотителя способен поглотить 100 л углекислоты, находим поглотительную способность химпоглотителя:

$$(100 - 8) \times 1,8 = 166 \text{ л.}$$

Для определения продолжительности действия химического поглотителя необходимо его общую поглотительную способность (в литрах) разделить на количество углекислоты, выделяемой водолазом в 1 мин.:

$$166 \text{ л} : 1,75 \text{ л/мин} = 95 \text{ мин.}$$

Таким образом расчетами установлено, что по запасу кислорода водолаз может находиться под водой 110 мин., а по запасу химического поглотителя — 95 мин. Во всех случаях из двух полученных величин выбирается наименьшая, которая и будет фактически допустимым временем пребывания водолаза под водой.

В связи с токсическим действием кислорода на организм допустить пребывание водолаза под водой на глубине 15 м в течение 110 мин. нельзя. В подобных случаях необходимо соблюдать нормы времени дыхания в соответствии с приведенной ниже таблицей.

Глубина (м)	Время, мин.
До 5	120
6—10	60
11—15	30
16—20	20

**Рабочая проверка снаряжения.** Перед каждым спуском под воду проверяют: дыхательный аппарат, гидрокомбинезон, грузы, задники, водолазный нож, сигнальный конец и телефонную станцию.

При проверке дыхательного аппарата в первую очередь обращают внимание на давление в кислородном баллоне, на наличие и качество химического поглотителя. Давление в кислородном баллоне должно быть не менее 180 ат. Наличие химпоглотителя можно определить встряхиванием коробки, а его качество по записям в формуляре аппарата. Химический поглотитель должен иметь начальную насыщенность углекислым газом не более 15 л/кг.

Затем вращением запорного крана клапанной коробки проверяют исправность крана. Состояние дыхательных клапанов определяют попеременным зажатием гофрированных трубок вдоха и выдоха.

После этого проверяют кислородоподающий механизм в следующем порядке:

1. Открывают вентиль кислородного баллона и нажимают на кнопку ручного пускателя. По шуму от поступающего в мешок кислорода определяют исправность клапана пускателя.

2. Взводят шток указателя минимального давления и открывают вентиль кислородного баллона. Затем закрывают вентиль и нажатием на кнопку ручного пускателя стравливают кислород. Исправный указатель срабатывает при 20—30 ат.

3. Заполнением дыхательного мешка по секундомеру проверяют постоянную подачу кислорода. Время заполнения должно быть в пределах от 8 до 16 мин. При избыточной или недостаточной подаче кислорода надо отрегулировать редуктор.

Далее проверяют исправность травяще-предохранительного клапана. Для чего вытравливают кислород из дыхательного мешка, открывают крышку клапана и слегка потягивают его за корпус. Если лепестковый клапан исправный, воздух не должен поступать в мешок. Одновременно с этим проверяют и легкость хода крышки клапана.

**Надевание снаряжения.** Перед спуском под воду водолаз дезинфицирует спиртом шлем и загубник изнутри. Если спуск предпо-

лагается совершить в полном комплекте, то водолаз поверх теплого белья надевает гидрокомбинезон с установленной в шлеме телефонно-микрофонной или телефонно-ларингофонной гарнитурой (в зависимости от типа гидрокомбинезона). Затем необходимо соединить вилку гарнитуры с розеткой телефонного кабеля, и весь этот штепсельный разъем спрятать внутрь гидрокомбинезона, а аппендикс с выведенным через него телефонным кабелем тщательно загерметизировать жгутом. Далее на водолаза надевают сигнальный конец петлей, свинцовые задники, дыхательный аппарат, поясной ремень, закрепляемый ниже петли сигнального конца, и закрепляют на поясе нож.

После этого на водолаза надевают грузы, исправность замка которых водолаз проверяет путем его расстегивания. При готовности к спуску водолаз взводит указатель минимального давления и включает аппарат на дыхание. Для этого клапанную коробку, кран которой открыт для дыхания из атмосферы, присоединяют к штуцеру гидрокомбинезона. Затем дыхательный мешок заполняют кислородом и кран переключают на дыхание из аппарата, при этом трехкратно промывая системы аппарат-легкие. Для этого водолаз делает глубокий вдох из мешка и, медленно выдыхая носом, заполняет мешок кислородом с помощью ручного пускателя. Действие это повторяется три раза, после чего водолаз поднятием руки докладывает о готовности к спуску.

Спуски водолаза при температуре воды более 15°C можно совершить без водолазного белья в гидрокомбинезоне или без него, но в рабочем платье или спортивном костюме. В таких случаях на водолаза надевают сигнальный конец, задники, дыхательный аппарат, водолазный нож и грузы.

**Спуск под воду и пребывание на грунте.** При спуске в регенеративном снаряжении водолаз выполняет те же действия, что и при спуске в вентилируемом снаряжении, с той лишь разницей, что во время остановки под водой прекращает на время дыхание и, убедившись в герметичности аппарата, продолжает спуск.

Находясь под водой, он должен внимательно следить за ритмом своего дыхания и дыхательным мешком, в случае необходимости добавляя в него кислород ручным пускателем.

Если водолазу приходится работать лежа на спине или вниз головой, необходимо закрыть травяще-предохранительный клапан, а в положении стоя — открыть его.

### Действия водолаза при повреждениях снаряжения под водой

При разрыве или проколе дыхательного мешка необходимо зажать поврежденное место рукой, немедленно выйти на поверхность, добавляя в мешок при каждом вдохе кислород ручным пускателем.

Если не исправна трубка вдоха аппарата, водолаз зажимает место повреждения рукой и, делая медленные, осторожные вдохи, поднимается на поверхность.

При дефектах трубки выдоха ее зажимают рукой так, чтобы

вода не попала в коробку химвсасывателя, затем в мешок добавляют ручным пускателем кислород. Воздух выходит через поврежденную часть трубки. И в данном случае водолаз совершает подъем.

При нарушении целостности гидрокombинезона нужно зажать поврежденное место рукой и спокойно подняться на поверхность.

**Подъем водолаза.** После окончания работы или срабатывания указателя минимального давления водолаз дает сигнал о выходе и начинает подниматься наверх. При подъеме объем газовой смеси в дыхательном мешке будет увеличиваться, и, возможно, клапан не успеет вытравливать ее наружу. В этом случае следует замедлить подъем и стравливать избыточную газовую смесь выдохом через нос. Во время подъема нельзя задерживать дыхание из-за опасности возникновения баротравмы легких.

После выхода из воды водолаз переключается на дыхание из атмосферы.

Раздевают водолаза в порядке, обратном принятому при одевании.

#### **СПУСК ВОДОЛАЗА В СНАРЯЖЕНИИ С ВОЗДУШНОБАЛЛОННЫМ АППАРАТОМ АВМ-1М**

Работа в таком снаряжении обусловлена простотой, безопасностью и большой маневренностью.

Спуски совершаются с берега, с катеров и остойчивых шлюпок, оборудованных трапами и спасательным инвентарем. Для работы водолаза необходимо иметь не менее двух комплектов снаряжения. Подготовка к спуску включает осмотр и проверку комплектности, рабочую проверку и расчет допустимого времени пребывания водолаза под водой.

Баллоны аппарата заряжаются сжатым воздухом с помощью компрессора высокого давления, перекачкой воздуха ручным или с электроприводом кислородным компрессором из транспортных баллонов, или простым перепуском из транспортных баллонов.

**Рабочая проверка.** Внешним осмотром определяют целостность аппарата, надежность крепления и прочность плечевых, поясных и брасовых ремней. Давление в баллонах замеряют манометром и заносят его величину в водолазный журнал.

Герметичность аппарата проверяют дважды: с закрытыми и открытыми запорными вентилями баллонов. Следует закрыть резиновой пробкой мундштучную коробку или, перекрыв кран тройника, погрузить аппарат в воду. Если аппарат герметичен, пузырьки воздуха не должны выходить на поверхность.

Для проверки действия дыхательного автомата открывают запорные вентили баллонов и, взяв в рот загубник, проделывают несколько равномерных, достаточно глубоких вдохов и выдохов. Исправный и правильно отрегулированный автомат не должен создавать сопротивления на вдохе и выдохе. При дыхании следует

обращать внимание на работу автомата. После вдоха он должен резко «отсекать» подачу воздуха.

Указатель минимального давления аппарата проверяют так же, как и в аппарате ИДА-57, остальные предметы снаряжения — внешним осмотром. Телефонную станцию проверяют внешним осмотром и разговором по ней.

**Одевание водолаза.** Для выполнения водолазных работ при низкой температуре воды и воздуха на водолаза поверх шерстяного белья надевают гидрокombинезон или гидрокостюм с телефонно-микрофонной или телефонно-ларингофонной гарнитурой, после чего сразу же на его пояс набрасывают петлю сигнального конца. Если водолаз пользуется гидрокостюмом ГКП-4, то для герметизации соединения куртки и штанов наружную поясную манжету куртки подвертывают вверх, а герметизирующее кольцо надевают на внутреннюю поясную манжету, которую затем заворачивают на кольцо. Поверх внутренней манжеты куртки натягивают поясную манжету штанов, а резиновый жгут вводят в канавку герметизирующего кольца. После этого наружную поясную манжету куртки опускают вниз.

Далее на водолаза надевают свинцовые задники, дыхательный аппарат, грузовой ремень, водолазный нож и полумаску. Водолаз включается в аппарат, еще раз дыханием проверяет его работу и одновременно взводит указатель минимального давления.

**Спуск водолаза и пребывание на грунте.** При спуске одновременно с проверкой герметичности аппарата регулируется плавучесть водолаза.

Под водой следует дышать спокойно, глубоко. Периодически проверять давление воздуха в баллонах по манометру. При плохой видимости водолаз иногда проверяет положение штока — указателя минимального давления.

Спуски в аппаратах на сжатом воздухе наиболее безопасны, но надо быть готовым к возможным неисправностям и повреждениям снаряжения.

Если под полумаску попала вода, то водолаз, запрокинув голову назад и слегка двигая полумаску по лицу, должен сделать несколько выдохов носом. При повторном заполнении ее водой проверить фланец, который может подвернуться.

Бывает так, что вода попадает в гидрокостюмы. Тогда водолаз зажимает поврежденное место рукой и выходит на поверхность. Опасно оставаться в воде и при повреждениях дыхательных трубок и неисправностях дыхательного автомата.

Особенно опасно, когда автомат непрерывно подает воздух под давлением. В таком случае надо быстро вынуть загубник изо рта и, удерживая его вблизи рта, делать осторожно вдохи через неплотно сжатые губы и выходить на поверхность.

Если автомат не подает воздух, задержав дыхание, свободно всплывают на поверхность, сбрасывают с себя грузовой ремень, а если понадобится, то и аппарат. При свободном всплытии произ-



водят непрерывный выдох, удаляя из легких расширяющийся воздух.

**Подъем водолаза.** Закончив работу, водолаз подает сигнал о подъеме и начинает выходить на поверхность. В это время он не должен задерживать дыхание, а делать короткие вдохи и несколько более глубокие выдохи. При выходе с глубин более 12 м делает остановки, согласно таблицам декомпрессии.

Ниже приводим пример расчета времени пребывания водолаза под водой в аппарате АВМ-1М.

### Расчет времени пребывания водолаза под водой в аппарате АВМ-1М

Исходные данные:

Глубина погружения	20 м
Давление воздуха в баллонах	140 ат
Емкость баллонов	14 л
Указатель минимального давления срабатывает при давлении	30 ат
Температура воздуха	+25°C
Температура воды	+13°C
Работа средней тяжести.	

### Определение количества воздуха в баллонах

При определении количества воздуха в баллоне (в литрах) общее давление в нем приводят к атмосферному, для чего емкость баллона умножают на давление:

$$14 \text{ л} \times 140 = 1960 \text{ л.}$$

С изменением температуры воздуха на 1°C его объем, приведенный к 1 ат и отнесенный к 1 л объема емкости изменяется на 0,5 л. Следовательно, поправочный коэффициент к разности температур для данного аппарата составит:

$$14 \times 0,5 = 7 \text{ л.}$$

В связи с этим в данном примере поправка на разность температур будет:

$$7 \times (25 - 13) = 84 \text{ л.}$$

Таким образом количество воздуха в баллонах с учетом поправки на разность температур составит:

$$1960 - 84 = 1876 \text{ л.}$$

Из полученного количества воздуха в баллонах необходимо исключить неснижаемый запас, который остается после срабатывания указателя минимального давления:

$$1876 - (30 \text{ ат} \times 14 \text{ л}) = 1456 \text{ л.}$$

### Определение расхода воздуха

Расход воздуха определяется легочной вентиляцией и глубиной погружения водолаза.

Величина легочной вентиляции берется по таблице, в которой дается количество расходуемого воздуха в л/мин.

Температура воды, (C°)	Состав снаряжения	Характер работы		
		легкая	средней тяжести	тяжелая
До 10	Водолазное белье и гидрокостюм	30	40	60
10—15	То же	25	35	55
15—19	Рабочий костюм, гидрокостюм	20	30	50
20—25	Рабочий костюм	20	30	50

Расход воздуха для дыхания в мин., приведенный к одной атмосфере, будет равен величине легочной вентиляции, взятой из таблицы, умноженной на одну десятую глубины погружения в метрах плюс единица:

$$35 \times (0,1 \times 20 + 1) = 105 \text{ л.}$$

Определяется допустимое время нахождения водолаза под водой, для чего общее количество воздуха в баллонах делится на расход в мин.:

$$1456 \text{ л} : 105 \text{ л/мин} = 14 \text{ мин.}$$

Следовательно, допустимое время пребывания водолаза под водой в данном случае составляет 14 мин.

При работе водолаза на глубине свыше 12 м в аппаратах, обеспечивающих дыхание воздухом, окончательное время пребывания на глубине устанавливается по рабочей водолазной таблице.

При использовании водолазного аппарата ШАП-40 допустимое время пребывания под водой рассчитывается таким же методом, но при этом учитывается, что суммарный объем баллонов 4 л, в связи с чем поправочный коэффициент к разности температур составит:

$$4 \times 0,5 = 2 \text{ л.}$$

Кроме того, при определении количества воздуха в баллонах необходимо учесть, что в этом аппарате звуковой указатель минимального давления срабатывает при снижении давления воздуха в баллоне до 40—50 кгс/см<sup>2</sup>.

### СПУСК ВОДОЛАЗА В АППАРАТЕ ШАП-40

Малые габариты, простота устройства, особенно оборудования аппарата ШАП-40, дают возможность быстро подготовить снаряжение и место спуска к погружению водолаза.

Подготовка снаряжения включает выбор комплекта, зарядку аппарата воздухом, его рабочую проверку и, расчет допустимого времени пребывания водолаза под водой. Зарядка аппарата производится так же, как и аппарата АВМ-1М.

**Рабочая проверка снаряжения перед спуском.** Внешним осмотром проверяют все части снаряжения: дыхательный аппарат, гидрокombинезон, грузовой ремень, сигнальный конец, нож, телефонную станцию, водолазный шланг и редуктор.

Проверка дыхательного аппарата ШАП-40 включает его осмотр, измерение давления воздуха в баллонах, проверку работы звукового указателя минимального давления и дыхательного автомата, герметичности аппарата. Внешним осмотром определяют целостность аппарата, его частей и крепление ремней. Давление в баллонах проверяют контрольным манометром и результаты заносят в водолазный журнал. Следует учитывать, что спуски под воду в аппарате ШАП-40 на глубину 10 м разрешаются при давлении воздуха в баллонах не менее 150 ат, а на глубину более 10 м — не менее 180 ат.

Измерив давление в баллонах, водолаз проверяет звуковой указатель. Для этого закрывает запорный клапан и, включившись в аппарат, медленным вдохом снимает давление, наблюдая за показателем контрольного манометра. При 40—50 ат исправный указатель должен дать сигнал.

Дыхательный аппарат подключают к транспортному баллону следующим образом. Сначала редуктор присоединяют к баллону и, открыв его клапан, по манометру проверяют наличие воздуха в баллоне. Затем к штуцеру редуктора закрепляют водолазный шланг, открывают редуктор и продувают шланг от пыли, влаги и т. д. Далее редуктор закрывают, и водолазный шланг присоединяют к соединительному шлангу аппарата.

Герметичность аппарата ШАП-40 и исправность дыхательного автомата проверяют так же, как и аппарата АВМ-1М. Для проверки герметичности водолазного шланга нужно погрузить в воду шланговый разъем и соединения, при открытом редукторе и наличии давления воздуха в шланге 10 ат.

Остальные части снаряжения проверяют как и в других видах снаряжения, уже описанных выше.

**Одевание водолаза.** При работах в холодной воде водолаз надевает теплое белье, гидрокombинезон или гидрокостюм и закрепляет сигнальный конец. Затем к нему прикрепляют свинцовые задники, надевают дыхательный аппарат, грузовой ремень, водолазный нож. В теплой воде водолазы пользуются сигнальным концом, полумаской, свинцовыми задниками, дыхательным аппаратом и ножом, а при плавании — ластами.

При одевании водолаза соединительный шланг привязывают к плечевому ремню аппарата. После надевания аппарата ШАП-40 водолазный шланг прикрепляют к соединительному шлангу, обеспечивающий водолаз открывает редуктор для подачи воздуха в ды-

хательный автомат и устанавливает подачу воздуха под давлением 8 ат, после чего включается на дыхание из аппарата.

**Спуск водолаза и пребывание под водой.** Спуск производится по трапу и спусковому концу. Находясь под водой, водолаз должен следить за чистотой сигнального конца и шланга, не допускать их запутывания.

При погружении на глубину более 20 м давление воздуха, подаваемого редуктором, необходимо повышать. Так, на глубине 30 м оно должно составлять 9 ат, а на глубине 40 м — 10 ат.

Во время работы под водой в снаряжении с аппаратом ШАП-40 водолаз должен следить за поступлением воздуха с поверхности. Если его для дыхания недостаточно, просит по телефону или сигнальному концу увеличить подачу. Если и после этого воздуха мало, необходимо перейти на дыхание воздухом из баллонов и выйти на поверхность.

**Действия водолаза при аварийных случаях под водой.** Бывает так, что во время работы запутался сигнальный конец, шланг или телефонный кабель. Водолаз в этом случае должен действовать так же, как и в вентилируемом снаряжении. Если распутать их невозможно, перерезает сигнальный конец и телефонный кабель, переключается на дыхание из заплочных баллонов, а водолазный шланг отсоединяет от шлангового разьема.

При запутывании только сигнального конца его перерезают, а водолаза поднимают на шланге. В случае, если запутался шланг, водолаз переключается на дыхание из баллонов, разъединяет шланг и поднимается на поверхность по сигнальному концу.

При прекращении подачи воздуха с поверхности нужно открыть клапан, перейти на дыхание воздухом из баллонов и подняться на поверхность.

Повреждения гидрокombинезона, дыхательных трубок и выход из строя дыхательного автомата опасны, нужно действовать так же, как и при авариях в снаряжении с аппаратом АВМ-1М.

**Подъем водолаза на поверхность** осуществляется с соблюдением тех же правил, что и при спусках в снаряжении автономного типа. На поверхности его переключают на дыхание из атмосферы и после этого прекращают подачу воздуха из баллонов. Раздевают водолаза в последовательности, обратной одеванию.

### СПУСК ВОДОЛАЗА В УСЛОЖНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Спуск водолаза в свежую погоду.** Сильный ветер и волна затрудняют спуски водолаза, а иногда делают их невозможными.

Нельзя производить спуски при свежем ветре и волнении водной поверхности в 3 балла и более. В исключительных случаях, например при спасании людей, спуски разрешаются при волнении до 5 баллов.

При работе в свежую погоду или на течении может сорвать водолазный бот с якоря. В таких случаях, чтобы избежать дрейфа,

державшую силу якоря надо увеличить. Якорь должен на 20% превышать вес штатного якоря.

Во время спуска или выхода из воды водолаз может ударить волной о борт или сбить с трапа. Сильная волна мешает работе на грунте, особенно на мелком месте.

Прибойная волна может не только сбить водолаза с ног, но и проволочить его по каменистому грунту, что особенно опасно в легководолазном снаряжении. В свежую погоду особенно четко должна действовать связь с водолазом.

**Спуск на сильном течении.** Водолазные спуски на сильном течении не только трудные, но и могут быть опасными.

Сильным течением может выбросить водолаза на поверхность или унести в опасное место (камни, препятствия). Поэтому выполнение работ при сильном течении необходимо поручать наиболее опытным водолазам. Следует принять особые меры предосторожности.

Опытные водолазы, используя различные приспособления, могут выполнять работы при течении, скорость которого достигает 1 м/сек; спуски на течении свыше 2 м/сек запрещаются. Перед началом работ следует измерить глубину, определить скорость и направление течения. Если имеются приливно-отливные течения, то составить график приливов и отливов на все время работы.

При погружении водолаза на сильном течении снаряжение проверяют особенно тщательно, нельзя быть в сильно изношенном снаряжении. Для увеличения остойчивости водолаза под водой грузы утяжеляют. При спуске в вентилируемом снаряжении применяют спиральные шланги, утяжеленные галоши и грузы, а на водолазных рубашках — автоматические травящие клапаны. Шланговые соединения и состояние их бензелей тщательно проверяют. При спусках в легководолазном снаряжении используют утяжеленные галоши.

Плавучие средства устанавливают с таким расчетом, чтобы после вытравливания якорной цепи на 8—10 глубин водолаз спускался к месту работы по течению. Нельзя совершать спуски, если водолазный бот дрейфует.

Погружение и подъем водолаза осуществляются только по спусковому концу, причем вес его груза увеличивают до 60—70 кг. При небольшой глубине вместо спускового конца можно вертикально устанавливать прочный шест или металлическую трубу. Спуски с берега совершаются по ходовому концу с грузами.

К грузу спускового конца прикрепляют прочный пеньковый трос (ходовая оттяжка) с огоном на конце.

Во время передвижения по грунту водолаз держится за огон, не надевая его на руку. С помощью оттяжки ему легче и безопаснее двигаться.

На грунте водолаз медленно передвигается против течения, иначе его будет сносить. Сильно наклоняясь вперед или прижимаясь к грунту, вонзает металлический щуп или нож в грунт и од-

новременно, упиравшись носком ноги в дно, подтягивается вперед. Окончив работу, выходит наверх по спусковому концу.

В случае, если сильное течение выбросит водолаза на поверхность, обеспечивающий должен быстро выбрать слабинку сигнального конца, а в вентилируемом снаряжении — шланга и, подтянув водолаза к борту плавучего средства, помочь принять ему вертикальное положение.

При работе водолаза на течении, скорость которого более 1 м/сек, применяются специальные защитные устройства (металлические щиты), прикрывающие водолаза от напора воды.

Связь с помощью сигнального конца на сильном течении почти невозможна, поэтому используется только телефонная или звуковая связь.

**Ночные спуски** под воду значительно усложняют условия труда водолаза, и организация мер безопасности должна быть продумана особенно тщательно.

Такие спуски обязательно проводятся в снаряжении, имеющем телефон.

Водолазы, участвующие в ночных работах, предварительно должны хорошо отдохнуть. Желательно, чтобы они не спускались накануне или днем. Место работы водолаза должно быть хорошо освещено прожектором. Кроме того, водолазу при спуске необходимо брать с собой лампу подводного освещения.

**Работы водолаза в узких местах**, например, в трубах, траншеях, тесных помещениях затонувших кораблей и т. п., относятся к сложным и требуют хорошей натренированности. Особенно тяжело и опасно спускаться в затопленные помещения корабля. Перед началом работ на судне водолаз, пользуясь чертежами, должен хорошо ознакомиться с расположением помещений, механизмов, грузов и т. п.

При спуске водолаза в темный затопленный отсек над входным отверстием устанавливают источник света, лучи которого направляются в воду. Водолаз может также взять с собой подводный фонарь.

Спускаются водолазы в затопленный отсек по трапу или спусковому концу.

В сильно загроможденные помещения нужно послать двух водолазов — работающего и страхующего. Спустившись в затопленное помещение, водолаз закрепляет у самого входа ходовой линь, второй конец линя закрепляет у места работы, чтобы с его помощью мог вернуться к входному отверстию, если запутается сигнальный конец.

Связь может осуществляться звуковыми сигналами — ударами по корпусу судна.

Работы в затопленных отсеках следует вести в снаряжении легкого типа, что дает возможность водолазу свободно проходить по узким местам. Во время работы не следует обходить различные устройства, нужно внимательно следить за сигнальным концом,

чтобы он не запутался и оберегать снаряжение от разрывов об острые металлические конструкции.

Проходить в узких местах (люках, горловинах, трубах) нужно вперед ногами, а возвращаться — вперед головой.

**Работа водолаза зимой и подо льдом.** Обычно спуски водолазов разрешаются при температуре воздуха не ниже  $-15^{\circ}$  и ветре менее 5 баллов. Только в крайних случаях дается разрешение на спуски при более низкой температуре. Следует учитывать, что при температуре воздуха ниже  $0^{\circ}$  могут замерзнуть дыхательные автоматы и клапаны в автономном водолазном снаряжении, а также шланговые соединения, предохранительного, головного и травящих клапанов вентилируемого водолазного скафандра. Поэтому для их отогревания на месте водолазных работ нужно иметь горячую воду.

Детали дыхательных аппаратов замерзают только при спуске или выходе из воды. В дыхательных аппаратах замерзают лепестковые клапаны выдоха, а в клапанах редуктора и автомата образуются ледяные пробки.

В регенеративных дыхательных аппаратах, если температура воздуха ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ , особенно при ветре, замерзают слюдяные дыхательные клапаны и химвсасыватель.

Чтобы предотвратить замерзание деталей водолазного снаряжения, необходимо одевать и раздевать водолаза, а также включать его в дыхательные аппараты только в теплых помещениях, вблизи места погружения. Подготовившись к спуску, водолаз должен быстро приступить к погружению. А выйдя из воды, так же быстро вернуться в помещение. Чтобы во время перехода водолаза к месту работы клапаны не замерзли, аппараты укрывают теплыми вещами (одеялом, фуфайкой и т. п.), при замерзании клапаны обливают горячей водой или опускают в прорубь для оттаивания.

Предохраняют шланговые соединения от замерзания путем опускания в воду, а шланги, находящиеся на воздухе, обвертывают теплым матерьялом.

При выходе водолаза из воды на гидрокомбинезоне иногда образуется ледяная корка, которая при раздевании может повредить ткань. Поэтому раздеваться нужно в теплом помещении, после того как гидрокомбинезон оттаяет и резина станет эластичной.

Во избежание простуды водолаз надевает теплое белье, а обслуживающий персонал — теплую одежду. При работе подо льдом на водолазной рубахе должны быть передний и задний автоматические травящие клапаны.

При спуске водолаза под лед надо следить за тем, чтобы не порезать о крошки льда гидрокомбинезон, водолазную рубаху или сигнальный конец.

Особое внимание обращается на оборудование рабочего места на льду. Для этого прорубают майну (прорубь) размером  $2 \times 2$  м и рядом с ней в небольшой майне закладывают отрезок бревна или толстую доску для крепления трапа и спускового конца (рис. 62).

Для обеспечения видимости под водой вблизи основной майны можно сделать несколько небольших майн — окон. Большая майна обкладывается по краям толстыми досками и очищается от мелкого льда.

При длительных работах над майной устанавливают утепленную будку или палатку для одевания, спуска и подъема водолаза. Если подо льдом очень темно, водолаз пользуется подводным фонарем.

Поднимается на поверхность воды водолаз по спусковому концу спокойно и медленно, чтобы не удариться об лед. Для предохранения головы от ушибов (в легководолазном снаряжении) применяется металлическая каска или ватная шапка.

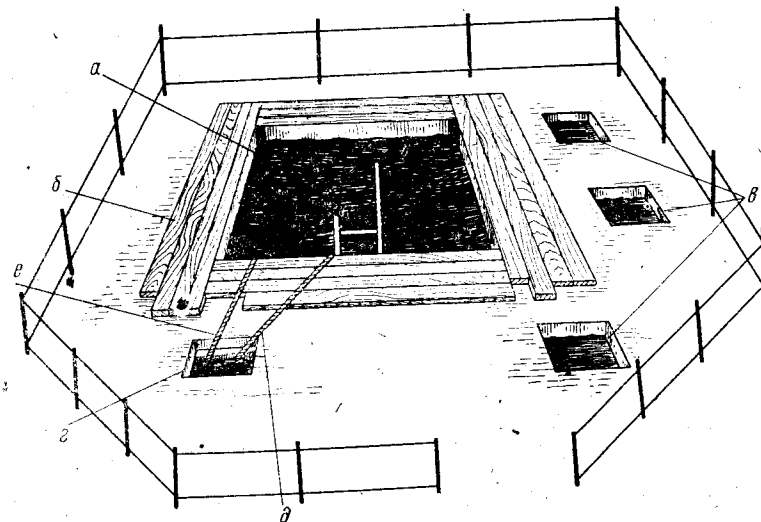


Рис. 62. Прорубь для спуска водолаза под лед:  
а — майна; б — доски; в — небольшие проруби-«окна»; г — небольшая майна для бревна;  
д — трос для крепления трапа; е — спусковой конец

При выбрасывании водолаза с глубины под лед он должен с помощью сигнального конца продвигаться к майне, упираясь при этом руками и ногами об лед.

Запрещаются спуски водолазов при передвижении битого льда. Однако обстановка иногда может потребовать выполнения водолазных работ при наличии движущегося льда. В таких случаях нужно внимательно следить за тем, чтобы водолаз не повредил об острые края льда водолазное снаряжение и чтобы движущийся лед не сорвал с якоря водолазный бот.

## ВОДОЛАЗНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

При спусках под воду, в период пребывания на грунте, во время и после подъема на поверхность у водолазов могут возникнуть специфические водолазные заболевания. В большинстве случаев причиной их являются нарушения правил спусков под воду, технические неисправности водолазного снаряжения, не замеченные перед погружением или появившиеся во время работы под водой. Все заболевания водолазов можно разделить на три группы.

К первой относятся те, которые возникают в результате значительных перепадов давления: баротравма ушей и придаточных полостей носа, декомпрессионная (кессонная) болезнь, баротравма легких.

Во вторую группу входят болезни, вызванные значительным изменением парциального давления газов во вдыхаемой смеси: кислородное голодание, кислородное отравление, отравление углекислым газом, азотный наркоз.

Третья группа — прочие заболевания: переохлаждение, перегревание, отравление выхлопными газами, травма взрывной волной, утопление, попадание инородных тел в дыхательные пути, ожоги щелочами.

Каждый водолаз должен хорошо знать причины и условия возникновения этих специфических заболеваний, их признаки и характер течения, чтобы суметь при необходимости оказать первую помощь не только себе, но и товарищу.

#### ЗАБОЛЕВАНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ПЕРЕПАДОВ ДАВЛЕНИЯ

Баротравма ушей и придаточных полостей носа возникает у водолаза при изменении окружающего давления, когда образуется перепад между внешним давлением и давлением в полости среднего уха. Причиной этого является понижение или отсутствие проходимости евстахиевых труб, вследствие чего воздух из полости рта не проходит (или поступает в недостаточном количестве) в полость среднего уха.

Барабанная перепонка, отделяющая полость среднего уха от наружного слухового прохода, очень чувствительна к изменениям давления. Повышение (понижение) давления с одной стороны бо-

лее чем на 20 мм. вод. ст. (0,002 атм) уже оказывает влияние на слышимость.

Следует помнить, что проходимость евстахиевых труб нарушается при воспалительных заболеваниях носоглотки. При этом вследствие повышения внешнего давления барабанная перепонка вдавливается (растягивается), что сопровождается резкой болью в ухе.

**Признаки баротравмы уха.** Растяжение барабанной перепонки вначале сопровождается чувством заложенности в ухе, слух понижается. При увеличении перепада давления в ухе появляется резкая, быстронарастающая, колющая боль. Если одностороннее повышение давления продолжается, то происходит разрыв барабанной перепонки: боль прекращается, а в ухе появляется ощущение тепла, вызванное кровотечением из разорванных сосудов. Надавливание на барабанные перепонки иногда бывает настолько сильным, что боль прекращается лишь через 1—2 часа, а ощущение заложенности и шум в ушах продолжается 2—3 дня.

Кроме того, сильное надавливание на барабанные перепонки может вызвать реакцию и со стороны внутреннего уха; вследствие чего возникнут: шум в ушах, головокружение, головная боль, тошнота и рвота. Такое состояние может продолжаться от нескольких часов до нескольких дней.

Водолазам необходимо помнить: первые признаки «нажима» на уши под водой появляются на глубине 1—3 м и достигают наибольшей силы на глубинах до 10—15 м.

При полипах носа, хроническом насморке, катаре верхних дыхательных путей выравнивание давления может запаздывать и в придаточных полостях носа (лобных и гайморовых пазухах, синусах решетчатой кости), вызывая в них сильные боли.

**Первая помощь.** При появлении первых признаков «надавливания» на уши водолаз должен приостановить спуск, сделать несколько глотательных или зевательных движений, а также напрячь передние мышцы шеи для того, чтобы раскрыть устья евстахиевых труб.

Если после этого чувство «заложенности» не исчезнет, нужно приподняться на 1—2 м и снова повторить вышеуказанные действия. При продолжении такого состояния следует прекратить спуск и подняться на поверхность.

Пострадавшему нужно немедленно оказать медицинскую помощь.

При кровотечении из уха необходимо заложить в ухо чистый марлевый тампон или вату, запретить сморкаться и направить пострадавшего к врачу.

Водолаз, перенесший баротравму уха, освобождается от спусков на срок, установленный врачом.

Под водой может появиться боль в области придаточных пазух носа. В этом случае нужно приостановить спуск и приподняться на 1—2 м. Если боль не прекратилась, подняться на поверхность. Как



правило, такая боль проходит через несколько часов после подъема на поверхность, но иногда продолжается даже несколько дней.

**Обжим водолаза.** При работе в вентилируемом снаряжении одним из условий нормального дыхания и устойчивого положения водолаза под водой является наличие в скафандре воздушной подушки, доходящей до нижней части грудной клетки. Если объем воздушной подушки уменьшается, то грудную клетку водолаза обжимает, что затрудняет вдох. В случае сильного обжима грудной клетки вдох становится невозможным, т. к. обжиму подвергаются участки тела, находящиеся под эластичными частями снаряжения (водолазной рубахи). В жестких частях вентилируемого снаряжения объем воздуха постоянен. Поэтому при срабатывании его головным клапаном давление в шлеме понижается, вода обжимает грудную клетку водолаза и вызывает перераспределение крови в организме: кровь приливает к голове и верхним частям грудной клетки.

Шлем становится как бы большой кровососной банкой. При этом присасывающее его действие иногда оказывается настолько сильным, что мягкие ткани головы и шеи заполняют весь шлем. Это очень опасно.

Обжим водолаза может возникнуть при:

- быстром спуске (падении) водолаза на грунт и недостаточной подаче воздуха с поверхности;
- значительном уменьшении или прекращении подачи воздуха с поверхности;
- быстром срабатывании воздуха через головной клапан вентилируемого снаряжения;
- переворачивании водолаза вверх ногами.

**Признаками обжима** являются: затрудненное дыхание, прилив крови к голове, кровотечение из носа, ушей, рта, выделение мокроты, окрашенной кровью, потеря сознания.

Непосредственной причиной гибели водолаза в случае резко выраженного обжима является быстро нарастающее удушье.

В акваланге и в комплекте № 1 обжим может произойти вследствие присасывающего действия маски на ту часть лица, которая ею закрыта. После выхода из воды под глазами могут быть синяки, появится одутловатость лица, покраснение белковых оболочек глаз.

В таких случаях для предупреждения присасывающего действия маски необходимо при погружении периодически делать короткие выдохи носом в подмасочное пространство для выравнивания давления с окружающим.

**Первая помощь.** Поднять пострадавшего на поверхность с соблюдением режима декомпрессии. В легких случаях обжима специальной медицинской помощи не требуется. При наличии носового кровотечения вставить в нос тугой ватный тампон, смоченный перекисью водорода. В тяжелых случаях обжима быстро освободить водолаза от снаряжения, предоставить ему полный покой (по-

стельный режим) и вызвать врача для оказания медицинской помощи.

Если водолаза извлекли со значительной глубины с нарушением режима декомпрессии, лечебные мероприятия нужно проводить в рекомпрессионной камере под давлением.

Для предупреждения обжима необходимо:

- строго контролировать по манометру подачу воздуха (газовой смеси) водолазу;
- соблюдать осторожность под водой, чтобы избежать падения на грунт или срыва со спускового конца;
- при прекращении подачи воздуха с поверхности не травить воздух из шлема головным клапаном;
- соблюдать установленную скорость спуска водолаза (не более 10 метров в минуту).

**Декомпрессионная (кессонная) болезнь** происходит вследствие образования в крови и тканях организма человека пузырьков индифферентного (нейтрального) газа при быстром понижении внешнего давления.

*Основной причиной возникновения декомпрессионной болезни является неправильный переход от более высокого давления к более низкому (нарушение режима декомпрессии).*

Вспомним, что азот обладает способностью растворяться в крови и тканях организма. В нормальных условиях в теле человека растворено около 1 л азота.

При дыхании сжатым воздухом, в котором парциальное давление газов увеличено, азот насыщает кровь легочных капилляров до наступления газового равновесия, т. е. до момента, пока напряжение азота в крови не станет равным парциальному давлению этого газа в легких. Равновесие это практически наступает мгновенно. Подходя к тканям, кровь, насыщенная азотом, отдает им в силу диффузии часть своего азота, пока не придет с ними в состояние газового равновесия. Повторно проходя через легочные капилляры, она вновь насыщается азотом, чтобы, подойдя к тканям, опять отдать им некоторый его избыток. Этот процесс происходит до тех пор, пока все ткани и кровь не насытятся азотом полностью и парциальное давление азота в тканях не сравняется с парциальным давлением азота в легких.

Вследствие того, что азот не усваивается тканями в процессе их жизнедеятельности, он накапливается в организме.

Скорость и степень насыщения тканей индифферентным газом обусловлены рядом причин.

Количество физически растворяющегося в тканях индифферентного газа (азот, гелий) прямо пропорционально величине парциального давления газа во вдыхаемой газовой смеси и зависит от времени пребывания водолаза под давлением (на глубине).

Интенсивность насыщения тканей зависит от характера кровообращения. Чем лучше ткань снабжается кровью, тем быстрее происходит ее насыщение.

Благодаря коллоидной структуре ткани организма человека способны удерживать в состоянии пересыщения избыточное количество индифферентного газа в течение продолжительного времени.

Степень безопасного пересыщения организма или коэффициент допустимого пересыщения (КПД) учитывается при составлении таблиц режимов декомпрессии водолазов.

Для расчетов времени декомпрессии принято, что любая ткань насыщается азотом на 50% за одну условную единицу времени. Условная единица времени — это время, необходимое для насыщения (рассыщения) тканей индифферентным газом на 50% от возможного донасыщения (100%) на конкретной глубине.

Не все ткани насыщаются с одинаковой быстротой. Условно по продолжительности полунасыщения ткани разделены на пять групп: I группа (кровь, лимфа) на 50% насыщается за 5 мин.; II группа (мозг) — за 10 мин.; III группа (мышцы) — за 20 мин.; IV группа (жировая ткань) — за 40 мин. и V группа (сухожилия, связки) — за 75 мин.

За две условные единицы времени каждая ткань насытится азотом на 75%, за три — на 87,5%, за 4 — на 93,75% и т. д.

Почти полное насыщение тканей индифферентным газом (на 98,44%) происходит за шесть условных единиц времени. При этом время полного насыщения I группы тканей будет 30 мин.; II группы — 60 мин.; III группы — 120 мин.; IV группы — 240 мин. и V группы — 450 мин.

Таким образом, почти полное насыщение организма азотом при соответствующем парциальном давлении азота произойдет не менее чем за 7 час. 30 мин., а на 99,9% (за 10 условных единиц времени) — через 12 час. 30 мин.

В период декомпрессии, а также некоторое время после него, напряжение азота в тканях больше, чем парциальное давление азота в легких. Поэтому избыток азота, растворенного в тканях, с кровью переносится в легкие, откуда с выдыхаемым воздухом выводится из организма.

Этот процесс насыщения продолжается до тех пор, пока напряжение азота в тканях и крови не сравняется с парциальным давлением его в легких.

При правильном подъеме водолаза (безопасной декомпрессии) избыточно растворенный индифферентный газ выводится из организма без образования газовых пузырьков в крови и тканях.

В случаях нарушения режима декомпрессии избыточно растворенный в тканях индифферентный газ не успевает удалиться из организма путем выведения через кровь и легкие, и тогда в крови и тканях образуются газовые пузырьки, которые закупоривают кровеносные сосуды, сдавливают ткани, вызывая декомпрессионную (кессонную) болезнь.

Важно помнить, что для образования газовых пузырьков в организме имеет значение перепад общего давления окружающей среды, а не парциального давления индифферентного газа. Так,

например, при полном насыщении азотом сжатого воздуха тканей организма на глубине 20 м быстрое всплытие на поверхность приводит к возникновению декомпрессионной болезни. Если же на этой глубине сжатый воздух заменить чистым кислородом, то парциальное давление азота упадет с 2,4 до 0,03 атм. Однако декомпрессионной болезни не будет, так как сдерживающий перепад общего давления в этом случае не изменится.

Чтобы ускорить процесс декомпрессии, можно применять для дыхания чистый кислород (на глубинах менее 20 м).

Подъем водолаза с глубины (или снижение давления в камере) по существующим таблицам режимов декомпрессии — гарантия против возникновения декомпрессионной болезни.

Заболевание это может возникнуть лишь тогда, когда условия работы водолаза на глубине и состояние его организма существенно отличаются от условий работы и состояния организма, принятых в основу расчета таблиц режимов декомпрессии.

К условиям, которые не всегда могут быть учтены и способствуют возникновению декомпрессионной болезни, относятся:

— переохлаждение водолаза в период пребывания на грунте и подъема на поверхность;

— физическая работа водолаза на грунте, требующая больших усилий (работа на течении, тяжелая работа и т. п.);

— длительное пребывание водолаза под давлением (больше времени, предусмотренного таблицами декомпрессии);

— недостаточная вентиляция скафандра, вследствие чего повышается содержание углекислого газа в дыхательной смеси;

— повышенная индивидуальная чувствительность водолаза к декомпрессионной болезни.

В холодное время года, как правило, увеличивается число случаев декомпрессионной болезни.

Возникновению ее способствуют все факторы, ухудшающие местное и общее кровообращение. К ним относятся также переутомление и алкогольное опьянение.

Из практики известно, что декомпрессионная болезнь возникает только при работе на глубинах свыше 10—12,5 м.

Интересно заметить, что при работе в кислородном снаряжении на предельной глубине (20 м) декомпрессионная болезнь даже при быстром всплытии на поверхность не возникает. Это объясняется тем, что растворенный в крови и тканях кислород легко усваивается тканями, поэтому газовые пузырьки не образуются даже при быстрой декомпрессии.

**Признаки декомпрессионной болезни.** Наиболее характерными признаками декомпрессионной болезни являются:

1. При легкой форме заболевания: кожный зуд, сыпь и изменение окраски кожи («мраморность»); слабо выраженные боли в мышцах; учащение дыхания и пульса.

2. При заболевании средней тяжести: выраженные боли в костях, суставах и мышцах; резкое учащение пульса дыхания.

3. При тяжелых формах заболевания: параличи конечностей, резкие боли в мышцах, костях, суставах; тяжелые расстройства дыхания и кровообращения; синюшность, резкая одышка; расстройство слуха, зрения; головокружение; тошнота, рвота, затемнение сознания.

Описанные признаки, как правило, появляются в ближайшие 30—60 мин после выхода водолаза на поверхность. При грубых нарушениях режима декомпрессии первые признаки заболевания могут быть уже во время снижения давления. Чем раньше появляются первые признаки заболевания, тем тяжелее оно протекает в дальнейшем.

**Первая помощь.** При появлении первых признаков декомпрессионной болезни или ухудшении самочувствия во время подъема и после выхода из воды или камеры водолаз должен доложить об этом руководителю спуска.

Радикальным способом лечения декомпрессионной болезни является лечебная рекомпрессия — помещение заболевшего в камеру с повышенным давлением (рекомпрессионную камеру).

Давление в рекомпрессионной камере повышается и снижается в соответствии со специальными таблицами лечебной рекомпрессии.

До помещения водолаза в камеру необходимо:

- предоставить заболевшему полный покой;
- уложить его на носилки таким образом, чтобы голова была несколько ниже туловища;
- дать для дыхания кислород из кислородного ингалятора или из аппаратов ИСА-М, ИДА-57;
- доставить заболевшего к рекомпрессионной камере.

При отсутствии камеры рекомпрессия может проводиться путем повторного спуска водолаза (вместе со страхующим) в воду.

Выбор режима лечебной рекомпрессии регламентируется «Едиными правилами охраны труда на водолазных работах» (1965 г.).

Режим I применяется при лечении легких форм декомпрессионной болезни, возникшей после спуска, если признаки заболевания полностью исчезают в период повышения давления в камере до 30 м (3 атм).

Режим II используется при более выраженной легкой форме заболевания, если признаки болезни полностью исчезают в период повышения давления до 50 м (5 атм).

По режиму III лечат водолазов со средней тяжестью заболевания.

Режим IV применяется при лечении тяжелых форм, а режим V — особо тяжелых форм декомпрессионной болезни.

При погружениях на глубины свыше 100 м во всех случаях заболевания рекомендуется применять: при легких формах — режим III; средней тяжести — режим IV; при тяжелых формах — режим V.

Лечебная рекомпрессия проводится под руководством врача-физиолога. Если в момент заболевания врач отсутствует, то ее на-

инает водолазный специалист. Одновременно принимаются меры по вызову врача.

В тяжелых случаях заболевания в рекомпрессионной камере вместе с пострадавшим должен находиться врач.

В течение всего времени проведения лечебной рекомпрессии у камеры дежурит обеспечивающий водолаз, который обязан поддерживать связь по телефону с находящимися в камере, вести за ними наблюдение через иллюминатор, следить по манометру за величиной давления в камере, вентилировать камеру, передавать и принимать предметы из камеры. При появлении жалоб или ухудшении состояния больного нужно немедленно доложить врачу или руководителю лечебной рекомпрессии.

После окончания лечебной рекомпрессии пострадавший должен находиться вблизи от рекомпрессионной камеры в течение 6 часов под наблюдением врача.

**Предупреждение декомпрессионной болезни.** Мы рассмотрели причину появления декомпрессионной болезни, ее признаки и способы лечения. Но важно предупредить появление заболевания. Как же это сделать?

Основой профилактики декомпрессионной болезни является правильный выбор рабочего режима декомпрессии и точное соблюдение этого режима при подъеме на поверхность.

Если условия неблагоприятные (тяжелая работа, вязкий грунт, сильное течение, холодная вода и др.) следует выбрать удлиненные режимы декомпрессии.

Строго выдерживать время подъема, указанное в рабочих таблицах режимов при подъеме с грунта до первой остановки.

При «проскакивании» одной из остановок спустить водолаза на пропущенную остановку и выдержать его там положенное время, затем продолжать декомпрессию в соответствии с режимом.

Во всех случаях скорость подъема не должна превышать 7—8 м в 1 мин.

Работая с аквалангом на сжатом воздухе, необходимо строго соблюдать сроки пребывания на глубине (см. таблицу ниже), не требующие ступенчатой декомпрессии.

Глубина погружения (м)	Сроки пребывания на глубине, не требующие ступенчатой декомпрессии (мин)
До 10	Без ограничения
» 15	60
» 20	30
» 25	25
» 30	18
» 35	16
» 40	14

Всех водолазов, поднявшихся из глубины, необходимо согреть, напоить горячим крепким чаем или кофе. Это способствует лучшему насыщению организма от азота естественным путем, через легкие и поверхность кожи.

**Баротравма легких.** При очень быстром всплытии с глубины на поверхность у водолазов, работающих в снаряжении с замкнутым циклом дыхания и реже в других типах снаряжения, возможно возникновение одного из тяжелых специфических заболеваний. — баротравмы легких — разрыва легочной ткани с массовым проникновением воздуха в разорванные кровеносные сосуды легких. Вместе с кровью пузырьки воздуха из легких попадают в систему большого круга кровообращения и могут закупорить сосуды головного мозга, сердца и других органов и создать опасность для жизни пострадавшего.

Причиной баротравмы легких является быстрое повышение давления воздуха (дыхательной смеси) в легких более чем на 80—120 мм рт. ст. Баротравма легких возможна и при резком понижении давления внутри легких по сравнению с окружающим давлением на ту же величину — 80—120 мм рт. ст. Это может произойти при резком расширении грудной клетки во время максимального вдоха из ограниченного замкнутого пространства, в котором воздуха для вдоха недостаточно.

Сила дыхательных мышц взрослого человека превышает 100 мм рт. ст. Легкие, следующие за расширяющейся грудной клеткой без выравнивания в них давления, почти не расправляются. В полости плевры создается разрежение. Если оно превысит величину эластичной тяги легких (80—120 мм рт. ст.), то происходит разрыв легочной ткани.

**Причины баротравмы легких у водолазов.** Чаще всего баротравма легких бывает у водолазов, работающих в кислородном снаряжении с замкнутым циклом дыхания (ИДА-57, ЛВИ-57 и др.). Давление в замкнутой системе «аппарат — легкие» может повыситься вследствие быстрого всплытия водолаза с глубины с закрытым травящим клапаном дыхательного мешка, например, если на глубине 10 м в замкнутой системе «аппарат — легкие» находится 10 л газовой смеси (5 л в дыхательном мешке и 5 л в легких) под давлением 2 ата, то при быстром всплытии на поверхность (1 ата) этот газ, расширяясь, будет стремиться увеличить свой объем в два раза. Вследствие этого давление в замкнутой системе «аппарат — легкие» резко повысится и произойдет разрыв легочной ткани.

Важно подчеркнуть, что баротравма легких наиболее часто происходит при быстром всплытии водолаза (выбрасывании) с малых глубин, так как в этих условиях относительный перепад давления в системе «аппарат — легкие» по отношению к окружающему давлению является наибольшим. Минимальная глубина, после всплытия с которой возможна баротравма легких, составляет 1,5—3 м.

Повышение давления в замкнутой системе «аппарат — легкие» может быть также при избыточной резкой подаче дыхательной сме-

си в дыхательный мешок аппарата, воздействии ударной волны подводного взрыва, удара или сильного надавливания на дыхательный мешок. Опасное повышение внутрилегочного давления иногда происходит при кашле или задержке дыхания во время быстрого всплытия.

Баротравма легких вследствие резкого понижения давления в легких чаще наблюдается у легководолазов, работающих в гидрокombineзонах с объемным шлемом. Заболевание может возникнуть в том случае, когда водолаз теряет сознание (например, при остром кислородном голодании), выбрасывает загубник изо рта и делает вдохи из ограниченного подшлемного пространства. По такому же механизму баротравма легких происходит при стреливании газовой смеси из дыхательного мешка кислородного аппарата, если водолаз не закроет травящий клапан во время работы в положении лежа на спине.

При работе в снаряжении с открытой схемой дыхания (выдох в воду) баротравма легких встречается гораздо реже. Причиной ее может быть чрезмерная избыточная подача в легкие сжатого воздуха при неисправности дыхательного автомата. Опасное повышение внутрилегочного давления иногда наблюдается и при быстром подъеме с глубины на поверхность при задержке дыхания или при свободном всплытии с глубины после выключения из аппарата, если по каким-либо причинам не стреливать избыток воздуха, образующийся за счет расширения сжатого воздуха.

Баротравма легких может быть связана не только с работой под водой в водолазном снаряжении. Известны случаи возникновения этого заболевания в рекомпрессионной камере, когда водолазы произвольно задерживали дыхание в период быстрого снижения давления в камере.

Таким образом, основной причиной баротравмы легких является быстрое одностороннее повышение или понижение внутрилегочного давления, приводящее к перерастяжению легких за пределы их эластичных свойств.

**Признаки баротравмы легких.** Типичными признаками баротравмы легких являются:

1. Внезапная потеря сознания тотчас после всплытия на поверхность или спустя 1—2 мин. Причина — закупорка сосудов головного мозга пузырьками воздуха, приводящая к нарушению мозгового кровообращения и острому кислородному голоданию мозга.

2. Кашель с выделением пенистой мокроты, окрашенной кровью. При разрыве ткани легкого часть крови попадает в бронхи, вызывает их раздражение и кашель. При кашле кровь, смешанная со слизью, выделяется через верхние дыхательные пути. Кровотечение из разорванных легких никогда не бывает обильным. Обычно выделяется не более 50—100 мл крови. Обнаружение крови в загубнике, клапанной коробке, трубке выдоха или в углах рта у только что всплывшего и потерявшего сознание водолаза является достоверным признаком баротравмы легких.

3. Одышка, частое и поверхностное дыхание, сопровождаемое болью в груди. Иногда может наступить остановка дыхания.

4. Частый и неустойчивый пульс. Синюшность кожных покровов лица и слизистых оболочек.

5. Подкожная эмфизема (проникновение воздуха в подкожно-жировую клетчатку) в области груди и шеи.

Реже отмечаются другие признаки: параличи конечностей, судороги, расстройство чувствительности, головная боль, тошнота, рвота, боли в сердце и др., в зависимости от места закупорки кровеносных сосудов воздухом.

**Первая помощь.** Баротравма легких, независимо от тяжести проявления ее признаков, считается тяжелым заболеванием, а заболевший — тяжело больным. Нередко бывает так, что пострадавший чувствует себя хорошо, отмечается лишь незначительная боль в груди и скудное выделение крови при кашле. Но это не должно успокаивать тех, кто оказывает помощь. В любой момент может наступить потеря сознания и резкое ухудшение общего состояния пострадавшего.

Основным способом лечения баротравмы легких является лечебная рекомпрессия, назначение которой состоит в том, чтобы ликвидировать пузырьки воздуха, которые проникли в кровеносные сосуды в момент разрыва легких и обусловили всю картину заболевания.

Извлеченного из воды пострадавшего необходимо быстро освободить от снаряжения (гидрокомбинезон разрезать), уложить на носилки лицом вниз и срочно транспортировать к ближайшей рекомпрессионной камере. Во время транспортировки следить за тем, чтобы голова пострадавшего находилась несколько ниже туловища. В таком положении попадание газовых пузырьков в сосуды головного мозга менее вероятно; током крови они будут уноситься в более высоко расположенные участки тела.

В связи с тем что при баротравме легких в той или иной степени развивается и острое кислородное голодание тканей, особенно тканей головного мозга, весьма эффективно вдыхание чистого кислорода до помещения пострадавшего в камеру. При отсутствии дыхания нужно проводить искусственное дыхание. Так как надавливание на грудную клетку недопустимо, то наиболее приемлемым и эффективным искусственным дыханием является вдувание воздуха (около 1 л) в легкие пострадавшего способом «изо рта в рот» или «изо рта в нос». При необходимости искусственное дыхание продолжается и в рекомпрессионной камере. В камере вместе с пострадавшим должен обязательно находиться в это время врач или фельдшер.

Режим лечебной рекомпрессии выбирается в процессе ее проведения. Давление в камере повышают до 7 атм с максимальной скоростью (до 4—5 атм в 1 мин. с учетом проходимости евстахиевых труб у лиц, находящихся в камере). Если в период повышения давления или во время выдержки под наибольшим давлением при-

знаки заболевания исчезнут, то снижение давления проводится по режиму III.

Если при давлении 7 атм в течение 15 мин. признаки заболевания не исчезнут, то давление необходимо поднять до 9 атм и снижать затем по IV режиму.

Если во время снижения давления по III или IV режиму признаки заболевания возобновятся, необходимо давление поднять до 10 атм и после пребывания пострадавшего под этим давлением в течение 15 мин. снижать его по V режиму.

**Предупреждение баротравмы легких.** Основным условием предупреждения баротравмы легких является точное соблюдение правил водолазных спусков. Подниматься на поверхность нужно медленно по спусковому концу, запрещается выбрасываться на поверхность. При вынужденном быстром всплытии (обрыв грузов под водой, срыв со спускового конца) нужно стараться замедлить скорость всплытия движениями рук, не задерживать дыхание и все время совершать выдох. Нельзя работать лежа на спине с открытым травящим клапаном дыхательного мешка; допускать удары по дыхательному мешку, прижимать его к каким-либо предметам. При всплытии с аквалангом нужно не задерживать дыхание; скорость всплытия не должна превышать скорость газовых пузырей, выходящих из клапана выдоха. При непрерывной подаче кислорода, газовой смеси или воздуха под давлением, что может произойти в случае порчи дыхательного автомата под водой, необходимо вынуть изо рта загубник и выходить на поверхность, не задерживая выдох.

#### ВОДОЛАЗНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ

**Наркотическое действие азота.** Азот под большим давлением обладает наркотическим действием. Опьяняющее и снотворное действие азота начинает проявляться при работе водолаза на сжатом воздухе на глубинах свыше 40 м. Возникающие при этом расстройства психики напоминают алкогольное опьянение или состояние человека после вдыхания паров эфира.

Установлено, что наркотическое действие так называемых инертных газов (азот, гелий, неон, аргон и др.) зависит от их растворимости в жирах и жироподобных веществах липоидах. Чем выше растворимость, тем резче выражено наркотическое действие.

Азот хорошо растворим в жирах. В тканях мозга в большом количестве находятся жироподобные вещества — липоиды. Поэтому центральная нервная система человека обладает наибольшей чувствительностью к наркотическому действию азота.

Наркотическое действие азота зависит от индивидуальной чувствительности человека. У наиболее чувствительных лиц первые признаки наркотического действия появляются уже при давлении

3—4 атм. Вместе с тем известны случаи отдельных погружений на сжатом воздухе на глубину 100 м и более.

Практически наиболее часто наркотическое действие азота проявляется на глубине от 40 до 60 м. Наркотическое действие азота определяется его парциальным давлением. Различают две фазы отравления.

В первой фазе (парциальное давление азота 4—6 атм) у водолаза появляется эмоциональное возбуждение, чрезмерная двигательная активность, беспричинная веселость, головокружение, ухудшение ориентировки и сообразительности. Однако, несмотря на существенные нарушения психики и координации движений, хорошо тренированный водолаз способен отдать себе отчет в происходящем, оценить ситуацию и принять меры по обеспечению своей безопасности.

Во второй фазе (парциальное давление азота 6—8 атм и более) происходит углубление наркотического действия азота. Водолаз теряет контроль над своими действиями. Появляются слуховые и зрительные галлюцинации. В таком состоянии он может обрезать воздушный шланг и сигнальный конец, выключиться из акваланга, снять маску, всплыть на поверхность без соблюдения режима декомпрессии и совершить другие немотивированные поступки. В дальнейшем происходит потеря сознания и наступает глубокий сон.

Наркотическое действие азота усиливается при повышенном содержании углекислого газа во вдыхаемом воздухе. Переутомление, недосыпание, употребление алкоголя и чрезмерное курение повышают чувствительность организма к наркотическому действию азота.

**Первая помощь и предупреждение.** При первой фазе наркотического действия азота специального лечения не требуется. При появлении первых признаков наркотического действия водолаз должен сразу же сообщить об этом на поверхность и прекратить спуск. Если в течение нескольких минут признаки не исчезнут, необходимо поднять водолаза с соблюдением режима декомпрессии. Уже во время подъема наркотическое действие азота исчезает сразу же и без каких-либо остаточных явлений.

В случае потери сознания пострадавшего необходимо поднять на поверхность с помощью страхующего водолаза (соблюдать режим декомпрессии!), освободить от снаряжения и приступить к немедленному оказанию помощи: сделать искусственное дыхание, непрямой массаж сердца, дать для дыхания кислород, ввести стимуляторы сердечной деятельности и дыхания.

Для предупреждения наркотического действия азота необходимо ограничивать спуски в вентилируемом снаряжении и в аппаратах на сжатом воздухе глубиной до 60 м.

Устойчивость водолаза к наркотическому действию азота можно повысить путем систематических тренировок под повышенным атмосферным давлением в рекомпрессионной камере. Тренировки

под давлением в 5—7 атм продолжительностью 10—15 мин. рекомендуется проводить 1—2 раза в месяц.

Лица, обладающие повышенной чувствительностью к наркотическому действию азота, к глубоководным спускам не допускаются.

Во время спусков на большие глубины необходимо хорошо вентилировать скафандр (для удаления излишка  $\text{CO}_2$ ), пропуская через него не менее 100 л сжатого воздуха в 1 мин.

Погружения на глубины, превышающие 60 м, проводятся на искусственных дыхательных смесях, в которых процентное содержание азота значительно уменьшено или он полностью заменен другим индифферентным газом (азотно-гелио-кислородные, гелио-кислородные и другие искусственные газовые смеси).

Необходимо помнить, что быстрый переход с дыхания гелио-кислородной смесью на дыхание сжатым воздухом может иногда вызвать внезапную потерю сознания, так называемый «азотный удар», причиной которого является воздействие больших парциальных давлений азота на центральную нервную систему.

**Отравление углекислым газом, влияние углекислого газа на организм человека.** Углекислый газ —  $\text{CO}_2$  — представляет собой бесцветный газ. Он в 1,52 раза тяжелее воздуха, не горит и не поддерживает горения. В атмосферном воздухе его содержится ничтожно мало — около 0,04%.

Для поддержания нормальной жизнедеятельности человек постоянно потребляет кислород и выделяет углекислый газ. Концентрация этих газов в крови и тканях находится на определенном уровне. Постоянство внутренней газовой среды регулируется работой сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, т. е. усилением или замедлением кровообращения и дыхания. Углекислый газ выделяется из организма через легкие во время выдоха. На поверхности в покое в 1 мин. человек выдыхает в среднем 250—300 см<sup>3</sup> углекислого газа. При подводных же работах у водолазов выделение углекислоты резко возрастает и достигает 1000—1600 см<sup>3</sup> в 1 мин.

Наряду с кислородом углекислый газ является физиологическим регулятором дыхания и кровообращения. При увеличении содержания  $\text{CO}_2$  в крови и тканях происходит учащение и углубление дыхания, усиление и ускорение сердечной деятельности. Таким путем организм освобождается от избытка углекислоты. Если это не удастся сделать — происходит отравление.

В атмосферных условиях в легких, а точнее в альвеолярном воздухе, концентрация  $\text{CO}_2$  постоянно поддерживается на определенном уровне (в среднем 5,5%), и организм очень чувствителен к ее изменениям. Так, при увеличении содержания  $\text{CO}_2$  на 0,2% объем легочной вентиляции\* увеличивается в два раза, а при уменьше-

\* Легочная вентиляция — это то количество воздуха (дыхательной смеси), которое проходит через легкие в единицу времени.



нии на ту же величину происходит временная естественная остановка дыхания (апноэ).

При дыхании сжатым воздухом, когда парциальное давление кислорода повышено и кровь хорошо им насыщена (недостаток кислорода не ощущается), регуляция дыхания сводится к поддержанию постоянства напряжения углекислого газа в легких. Эффективность дыхания в этих условиях оценивается по обеспечению нормального парциального давления  $\text{CO}_2$  в альвеолярном воздухе. Удаление углекислого газа из организма при дыхании сжатым воздухом или искусственными газовыми смесями под повышенным давлением в этих условиях возможно лишь при достаточном объеме легочной вентиляции. Значительное сокращение легочной вентиляции неминуемо приводит к накоплению  $\text{CO}_2$  и отравлению организма.

У водолазов отравление углекислым газом может произойти при работе в водолазном снаряжении любого типа, а также при нахождении в рекомпрессионной камере, когда содержание  $\text{CO}_2$  во вдыхаемом воздухе выше 1% (приведенному к нормальному давлению).

**Причины накопления углекислого газа.** 1. В вентилируемом снаряжении и отравление может наступить при недостаточной вентиляции скафандра или прекращении подачи воздуха с поверхности из-за неисправности водолазной помпы (компрессора), обрыва или сдавливания воздушного шланга, уменьшения его прохода вследствие промерзания.

2. В кислородных аппаратах причинами избыточного накопления углекислоты чаще всего являются: неисправность клапана вдоха, низкое качество или полная отработка химпоглотителя, отсутствие химпоглотителя в коробке. Просачивание углекислого газа через коробку поглотителя может наблюдаться и при хорошем его качестве, но при неполном заполнении им коробки. В этом случае, во-первых, становится меньше время действия поглотителя против расчетного из-за уменьшения поглотительной поверхности и, во-вторых, при наклоне коробки выдыхаемый воздух проходит по стенке коробки, минуя поглотитель.

При неисправности клапана вдоха выдыхаемая смесь только частично проходит через коробку химпоглотителя, основная же масса возвращается в дыхательный мешок через дефект клапана вдоха, и в мешке концентрация  $\text{CO}_2$  очень быстро увеличивается.

3. В снаряжении автономного типа на сжатом воздухе углекислый газ не накапливается, так как выдох осуществляется в воду. Отравление возможно лишь в том случае, если зарядка баллонов производилась воздухом с примесью углекислого газа или выхлопных газов.

4. В рекомпрессионной камере причиной отравления  $\text{CO}_2$  является нарушение режима вентиляции, который устанавливается в зависимости от объема камеры и числа лиц, находящихся в ней.

**Признаки отравления углекислым газом.** Дыхание воздухом с

примесью до 1%  $\text{CO}_2$  может осуществляться длительное время без существенных изменений самочувствия водолаза. При увеличении концентрации свыше 2—3% появляются типичные признаки отравления: одышка, усиливающаяся при малейшей физической нагрузке, головная боль, головокружение, шум и звон в ушах, тошнота, слюнотечение, потливость лица. Если во вдыхаемом воздухе содержание углекислоты достигает 5—6%, одышка и головная боль становятся нестерпимыми, быстро нарастает общая слабость. Дальнейшее увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  вызывает судороги, потерю сознания, глубокий сон. Вскоре судороги прекращаются, дыхание становится более редким и поверхностным. Затем дыхание останавливается и может наступить смерть.

В случае быстрого накопления углекислого газа, что наблюдается при работе в кислородном снаряжении, где объем замкнутого пространства ограничен 8—10 л, отравление наступает быстро, без постепенного проявления признаков. Иногда потеря сознания наступает внезапно.

Отравление углекислым газом в вентилируемом снаряжении происходит медленно, так как объем скафандра велик (60—80 л) и для накопления отравляющей концентрации  $\text{CO}_2$  требуется больше времени.

**Первая помощь.** При первых признаках отравления водолаз должен прекратить работу, доложить об этом на поверхность и потребовать увеличения подачи воздуха для лучшей вентиляции скафандра. Если эти меры не приводят к улучшению самочувствия, он должен подняться на поверхность с соблюдением режима декомпрессии. Во время подъема необходимо хорошо провентилировать скафандр, а по выходе на поверхность дышать кислородом в течение 15—20 мин.

При появлении признаков отравления во время работы в кислородном снаряжении необходимо прекратить работу, заменить дыхательную смесь в дыхательном мешке и выйти на поверхность.

В тяжелых случаях отравления с потерей сознания под водой пострадавшего извлекают на поверхность с помощью страхующего водолаза, быстро освобождают от снаряжения и приступают к оказанию помощи (дача кислорода, искусственное дыхание при отсутствии дыхания, введение стимуляторов сердечной деятельности и дыхания).

**Предупреждение отравления углекислым газом.** При работе в вентилируемом снаряжении компрессор, помпы и секции баллонов со сжатым воздухом должны находиться в исправном состоянии. Следует систематически производить рабочую проверку и испытание шлангов. Вентиляцию в скафандре поддерживать в пределах 80—100 л/мин. Контроль за качеством воздуха, подаваемого водолазу, осуществляется путем расчета, а расход воздуха определяется по манометру (при подаче воздуха от компрессора) или по числу оборотов помпы (если подача воздуха от водолазной помпы).

В зимних условиях нельзя допускать промерзания шлангов.

При работе в кислородном снаряжении перед каждым погружением необходимо проводить рабочую проверку снаряжения, обращая особое внимание на исправность клапанов вдоха и выдоха. Перед зарядкой патрона проверить качество химпоглотителя или регенеративного вещества. Первоначальная насыщенность химпоглотителя углекислым газом не должна превышать 15 л/кг, а регенеративного вещества — 20 л/кг. Нельзя допускать увеличения времени пребывания под водой выше расчетного, в течение которого действует химпоглотитель.

Во избежание ошибки при зарядке дыхательных аппаратов не допускается высыпание отработанного химпоглотителя в порожние барабаны из-под химпоглотителя.

**Кислородное голодание.** Кислород является самым необходимым для жизни элементом. Ежеминутно даже в состоянии покоя человек потребляет около 250 см<sup>3</sup> кислорода. Во время физической работы потребление кислорода возрастает до 1 л/мин и более, а в условиях водолазного труда — еще больше.

В атмосферных условиях на поверхности земли парциальное давление кислорода составляет 159 мм рт. ст. (20,90%). При уменьшении парциального давления кислорода клетки и ткани испытывают недостаток кислорода, развивается кислородное голодание. Различают две формы кислородного голодания — хроническое и острое.

Хроническое кислородное голодание встречается у жителей высокогорных районов, альпинистов, летчиков при нахождении на высоте без кислородных приборов. Длительное пребывание в условиях высокогорья дает возможность организму приспособиться к хроническому недостатку кислорода. В водолазной практике эта форма кислородного голодания не встречается.

Для водолазов и подводников очень важной является острая форма кислородного голодания. В настоящее время установлено, что начальной границей, при которой возможно наступление кислородного голодания у здорового человека, следует считать падение парциального давления кислорода ниже 141 мм рт. ст. (понижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе ниже 18,5% при нормальном давлении).

**Причины кислородного голодания.** Чаще всего острое кислородное голодание у водолазов может произойти при спусках в кислородном снаряжении. Парциальное давление кислорода в этих случаях падает при:

- неправильном включении в аппарат (без трехкратной промывки системы «аппарат — легкие»);

- несоблюдении установленных интервалов между однократными промывками системы «аппарат — легкие» во время работы под водой;

- нарушении подачи кислорода в дыхательный мешок аппарата (неисправен кислородоподающий механизм) или полном израсходовании кислорода в баллоне;

- применении технического кислорода с большой примесью азота;

- вдыхании воздуха носом из атмосферы или подшлемного пространства и выдоха его в дыхательный мешок.

Интервалы между однократными промывками приведены в таблице.

Глубина (м)	Периодичность замены газа (мин)
До 5	20
» 6—10	25
» 11—15	30
» 16—20	30

**Признаки острого кислородного голодания** зависят от величины и скорости падения парциального давления кислорода во вдыхаемой газовой смеси. При относительно медленном снижении парциального давления кислорода можно проследить следующие стадии острого кислородного голодания:

I стадия наблюдается при снижении парциального давления от 141 до 125 мм рт. ст. (18,5—16,4%). Изменений самочувствия еще не отмечается. Дыхание и сердцебиение нормальны или слегка учащены. Однако движения уже становятся более быстрыми, усиливается жестикуляция. Настроение несколько приподнятое.

II стадия наступает при снижении парциального давления кислорода от 125 до 90 мм рт. ст. (16,4—12%). Появляется ощущение тяжести в голове и всем теле, головная боль, тошнота, усиленное сердцебиение, одышка. Движения замедляются, нарушается их координация. Умственная и физическая работа требуют значительных усилий.

III стадия происходит при снижении парциального давления кислорода от 90 до 74 мм рт. ст. (12—9,7%). Она обычно предшествует потере сознания. Исчезает способность к реальной оценке обстановки, появляется стремление к выполнению поставленной цели без учета реальной обстановки и опасности. Головная боль, тошнота резко усиливаются. Предобморочное состояние. Дыхание и сердцебиение резко учащены. Возможны подергивания век и мышц лица.

IV стадия развивается при снижении парциального давления кислорода от 74 до 56 мм рт. ст. (9,7—7,5%). Характеризуется потерей сознания. Возможны судороги, непроизвольное мочеиспускание и опорожнение кишечника. Дыхание неравномерное. Пульс урежается.

При дальнейшем снижении парциального давления кислорода (ниже 56 мм рт. ст.) происходит полная остановка дыхания и прекращение сердечной деятельности.

Такое деление острого кислородного голодания на стадии яв-

ляется условным, так как переход из одной стадии в другую происходит незаметно и наблюдать их почти не представляется возможным.

**При относительно быстром (в течение нескольких минут) снижении парциального давления кислорода водолаз не ощущает грозящей ему опасности и потеря сознания наступает внезапно без проявления других признаков острого кислородного голодания.**

В этом основная опасность и коварство острого кислородного голодания водолазов!

При внезапной потере сознания пострадавший крепко сжимает зубами загубник. После возвращения сознания отмечается характерный «провал» памяти — водолаз не помнит, что с ним произошло. Это типичный признак последствия острого кислородного голодания.

**Первая помощь.** Так как острое кислородное голодание развивается быстро, то первая помощь должна оказываться немедленно. Всякое промедление с оказанием помощи может привести к гибели водолаза.

Если водолаз не отвечает на повторный запрос о самочувствии, его необходимо поднять из воды. Поднимать нужно быстро, но без рывков, так как может возникнуть баротравма легких.

Если водолаз запутался и поднять его за сигнальный конец невозможно, подъем производит страхующий водолаз. Подойдя к пострадавшему, он должен проверить, включен ли тот в аппарат, определить степень наполнения дыхательного мешка пострадавшего и при необходимости добавить туда кислород.

После подъема на поверхность пострадавшего быстро освобождают от снаряжения. При потере сознания загубник часто бывает крепко зажат зубами и для его удаления нужно разжать челюсти с помощью роторасширителя. Если его нет, можно воспользоваться подручными предметами (ручкой ложки, лезвием ножа, обернутыми в марлю или платок) или открыть рот нажатием пальцами обеих рук на нижнюю челюсть за коренными зубами.

Нередко одного переключения на дыхание атмосферным воздухом бывает вполне достаточно, чтобы у пострадавшего появилось сознание и восстановилось дыхание.

При отсутствии дыхания без промедления приступают к искусственному дыханию, лучше с помощью специальных аппаратов для искусственного дыхания с введением в легкие пострадавшего чистого кислорода или способом «рот в рот» и «рот в нос».

Кроме того, принимаются меры по согреванию пострадавшего. После восстановления дыхания и сердечной деятельности пострадавшему необходимо предоставить полный покой и отдых.

**Предупреждение острого кислородного голодания.** Перед погружением под воду тщательно проверить исправность кислородоподводящего механизма, определить давление кислорода в баллоне. При давлении 90 ат погружение не разрешается.

Строго следить за правильным включением в кислородный ды-

хательный аппарат, обязательно выполнять трехкратное промывание системы «аппарат — легкие».

Во время работы под водой водолаз должен периодически по сигналам с поверхности делать однократные промывки кислородом системы «аппарат — легкие» для удаления накопившегося в дыхательном мешке азота.

Страхующий водолаз обязан внимательно наблюдать за работой водолаза, находящегося под водой, через каждые две минуты запрашивать его о самочувствии. Не получив ответа на двухкратный запрос, страхующий водолаз должен принять срочные меры для подъема водолаза из воды.

**Кислородное отравление.** На уровне моря в атмосфере воздуха парциальное давление кислорода равно 159 мм рт. ст. С подъемом на высоту оно снижается. Пребывание человека в атмосфере с повышенным содержанием кислорода в естественных условиях не встречается. И если условия жизни способствовали появлению у человека приспособляемости к пониженному парциальному давлению кислорода, то этого нельзя сказать в отношении приспособляемости к повышенному парциальному давлению кислорода.

В атмосфере чистого кислорода у человека уже через 2—3 дня, а иногда и раньше, возникают признаки раздражения верхних дыхательных путей (жжение и боль в груди при дыхании, кашель), а в дальнейшем развивается воспаление легких. Это так называемая легочная форма отравления кислородом. Так проявляется токсическое действие кислорода при нормальном давлении.

В водолазном деле применяется кислород под высоким давлением. При дыхании чистым кислородом под избыточным давлением возникают судороги с потерей сознания. Это так называемая судорожная форма отравления. Чем выше парциальное давление кислорода, тем раньше проявляется его токсическое действие. При парциальном давлении кислорода 3 ата у человека появляются судороги. Это и ограничивает предельную глубину погружения с кислородным снаряжением.

**Причины отравления кислородом.** На глубине 20 м парциальное давление кислорода в кислородном дыхательном аппарате равно 3 ата. При превышении этой глубины или допустимого времени пребывания на данной глубине у водолаза может наступить судорожная форма отравления. На глубине 20 м пребывание безопасно в течение лишь 20 мин. С уменьшением глубины парциальное давление кислорода уменьшается, соответственно увеличивается и время безопасной работы водолаза.

Наступлению кислородного отравления при работе в кислородных дыхательных аппаратах способствуют такие факторы, как тяжелая физическая работа, переохлаждение, перегревание водолаза. Необходимо учитывать и индивидуальную чувствительность организма к действию повышенных концентраций кислорода.

Особую роль в возникновении кислородного отравления играет углекислый газ. Примесь  $\text{CO}_2$  в дыхательном мешке более 1% ускоряет наступление отравления кислородом в 4—5 раз.

При работе в мягком вентилируемом снаряжении и в аппаратах на сжатом воздухе возможность возникновения судорожной формы отравления кислородом исключается, так как погружения на воздухе производятся на глубины, не превышающие 60—80 м (опасность наркотического действия азота), где парциальное давление кислорода не более 1,4—1,8 *ата*.

Кислородное отравление при дыхании гелио-кислородными смесями возможно лишь в том случае, когда по ошибке подаваемая на данную глубину гелио-кислородная смесь будет иметь повышенное содержание кислорода и его парциальное давление превысит 3 *ата*.

**Признаки острого кислородного отравления.** Отравление кислородом, как правило, развивается постепенно. Одним из первых признаков отравления является понижение чувствительности кончиков пальцев рук, ног, а также верхней губы; затруднение дыхания, быстрая утомляемость, беспокойство и чувство страха. Иногда могут быть боли за грудиной, кашель, шум в ушах, понижение зрения, извращение вкуса и обоняния, тошнота.

Если воздействие повышенного парциального давления кислорода в этот период не прекратится, то появятся непроизвольные сокращения (подергивания) отдельных мышц лица, шеи, а в дальнейшем возникает приступ общих судорог, сопровождающийся потерей сознания.

Если пострадавшего своевременно не поднять на поверхность, приступы общих судорог будут повторяться вплоть до прекращения дыхания и остановки сердца.

Как правило, водолаз, обнаружив первые признаки кислородного отравления, может принять необходимые меры по обеспечению своей безопасности. Лишь в редких случаях при очень большом содержании углекислого газа в дыхательном мешке отравление начинается с внезапного приступа судорог без проявления первоначальных признаков отравления.

**Первая помощь.** При первых признаках кислородного отравления следует прекратить работу, сделать однократную промывку кислородом системы «аппарат — легкие» (для удаления возможно избытка  $\text{CO}_2$  в дыхательном мешке) и выходить на поверхность. После выхода из воды водолаза переключают на дыхание атмосферным воздухом, освобождают от снаряжения и предоставляют ему полный покой. В легких случаях отравления специального лечения не требуется. При тяжелом же отравлении с судорогами и потерей сознания пострадавшего извлекают из воды с помощью страхующего водолаза, освобождают от снаряжения, переключают на дыхание воздухом и предоставляют полный покой. В случае повторения судорог необходимо оберегать пострадавшего от ушибов и отправить в ближайшее лечебное учреждение.

**Предупреждение кислородного отравления.** Основным мероприятием в предупреждении отравления кислородом является строгое соблюдение допустимых глубин спуска в кислородном снаряжении и времени пребывания на глубине.

При спусках в кислородном снаряжении на глубины более 10 м в поглотительную коробку необходимо заряжать свежий химпоглотитель углекислого газа.

Допустимое время пребывания водолаза в кислородном снаряжении на различных глубинах

Глубина (м)	Парциальное давление кислорода (ата)	Допустимое время пребывания на глубине (мин)
До 5	До 1,5	120
» 6—10	» 1,6—2,0	60
» 11—15	» 2,1—2,5	30
» 16—20	» 2,6—3,0	20

**Примечание.** При необходимости работы на глубинах от 20 до 25 м включаться в аппарат следует на вдохе без трехкратной промывки. При этом подача кислорода должна быть не менее 1,3 л/мин. Однократные промывки на грунте не производятся. Время пребывания на предельной глубине не должно превышать 10 мин.

## ПРОЧИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ВОДОЛАЗОВ

**Отравление окисью углерода (угарным газом).** В практике подводных погружений отравление окисью углерода в чистом виде встречается редко. В большинстве случаев бывают отравления выхлопными газами от двигателей внутреннего сгорания, в состав которых входит до 6—8% окиси углерода и другие вредные примеси (окислы азота, углекислый газ и др.). Из всех этих компонентов окись углерода представляет наибольшую опасность.

Сущность отравления окисью углерода сводится к следующему. Попадая в организм человека с вдыхаемым воздухом, угарный газ жадно соединяется с гемоглобином крови и образует с ним прочное соединение. Так как соединяемость с гемоглобином у окиси углерода в 200—300 раз сильнее, чем у кислорода, то гемоглобин крови блокируется  $\text{CO}$  и теряет способность переносить кислород из легких к тканям. Это приводит к кислородному голоданию.

**Причины отравления.** Отравление окисью углерода у водолазов может наступить при спусках в мягком вентилируемом снаряжении, в автономном и комбинированном снаряжении на сжатом воздухе в случае загрязнения воздуха выхлопными газами.

Загрязнение воздуха выхлопными газами может произойти как от самого мотокомпрессора, так и от других работающих рядом двигателей.

**Признаки отравления.** Наиболее характерными признаками отравления угарным газом являются: головная боль, ощущение тя-

жести и сдавливания головы, стук в висках, шум в ушах, головокружение, тошнота, общая слабость и быстрая утомляемость.

В тяжелых случаях отравления наблюдается резкая мышечная слабость, дрожание конечностей, рвота и общие судороги с потерей сознания.

**Первая помощь.** При появлении первых признаков отравления водолаз должен прекратить работу и выходить на поверхность. В легких случаях отравления водолаза необходимо раздеть, выключить из аппарата и оставить на свежем воздухе. Полезно дать для дыхания чистый кислород.

В более тяжелых случаях отравления водолаза по возможности помещают в рекомпрессионную камеру, включают в кислородный дыхательный аппарат и повышают давление до 1—1,5 ат (не более чем на 2 час.). При отсутствии кислорода давление в камере повышают до 2,5—3,0 ат.

**Предупреждение отравления.** Необходимо, чтобы всасывающий патрубок компрессора или помпы был расположен в зоне чистого воздуха вдали от выхлопного патрубков. Ручные водолазные помпы нужно устанавливать в местах, удаленных от работающих двигателей внутреннего сгорания и дымовых труб. Баллоны заряжать воздухом только через воздухоочистительные фильтры.

Если компрессор установлен в закрытом помещении, всасывающий патрубок от него должен быть выведен наружу в зону чистого воздуха. При систематическом пользовании одним и тем же компрессором необходимо не реже двух раз в месяц проверять качество воздуха на вредные примеси. Сжатый воздух в транспортных баллонах и аппаратах разрешается хранить не более одного месяца.

Концентрация вредных примесей в воздухе, приведенном к нормальному давлению, должна быть не более:

— окись углерода	— 0,003 мг/л,
— окислы азота	— 0,0005 мг/л,
— углеводороды в пересчете на С	— 0,03 мг/л,
— углекислый газ	— 0,03 %.

Для быстрого определения наличия окиси углерода в сжатом воздухе имеются специальные индикаторные трубки на СО. На их стенке нанесены деления, соответствующие концентрации СО в мг/л. Исследуемый воздух пропускается через индикаторную трубку, при наличии в нем примеси окиси углерода белое индикаторное вещество изменит свой цвет и приобретет желтовато-черную окраску.

**Действие взрывной волны на организм водолаза в воде.** При взрыве в воде снарядов, мин, бомб, а также при производстве взрывных работ водолаз может подвергнуться действию взрывной волны. Особенно опасно действие взрывной (ударной) волны атомного взрыва.

Более тяжелые повреждения бывают в тех случаях, когда водо-

лаз обращен лицом в сторону взрыва или плавает на животе на поверхности воды.

**Признаки травмы взрывной волной.** В легких случаях после травмы ощущается шум и звон в ушах, общая слабость и оглушение, головная боль. Кроме того, могут быть носовое кровотечение, разрыв барабанной перепонки, боль в груди.

При тяжелой травме возможны разрывы и повреждения внутренних органов. Наиболее сильно ранимы органы, содержащие газы (легкие, кишечник), большое количество крови (печень, селезенка) или имеющие полости, наполненные жидкостью (желчный пузырь и др.).

**Первая помощь.** В случаях легкой травмы взрывной волной специального лечения не требуется. Изменения в организме водолаза носят обратимый характер и проходят в течение нескольких дней.

В тяжелых случаях травмы пострадавшего необходимо извлечь из воды, провести простейшие противошоковые мероприятия (остановить кровотечение, дать обезболивающие средства, тепло укутать и согреть пострадавшего и др.) и отправить лежа на носилках в ближайшее лечебное заведение.

**Для предупреждения травмы взрывной волной** при подводных взрывных работах нужно строго соблюдать безопасные расстояния от места взрыва. Работа водолазов и купание людей не допускаются на расстоянии от места взрыва:

- при весе заряда до 50 кг — 500 м;
- при весе заряда до 100 кг — 1000 м.

**Переохлаждение водолаза.** Спуски под воду связаны с охлаждением тела водолаза, степень которого зависит от температуры воды, продолжительности пребывания под водой и типа снаряжения водолаза.

Так как вода обладает высокой теплоемкостью и теплопроводностью, отдача тепла в ней идет в основном путем теплопроводения. При температуре воды около 15°C переохлаждение развивается медленно. В холодной воде вначале включаются компенсаторные механизмы: происходит сужение кровеносных сосудов кожи и расширение сосудов жизненно важных внутренних органов; учащаются и усиливаются сокращения сердца, повышается кровяное давление, усиливается обмен веществ и увеличивается теплообразование. Вместе с тем прекращается потоотделение, понижается температура поверхности тела и др. Смысл этих реакций сводится к уменьшению теплоотдачи и увеличению теплопродукции.

В дальнейшем при продолжительном воздействии холодной воды компенсаторные возможности организма иссякают, терморегуляция нарушается и происходит переохлаждение.

При попадании в очень холодную воду (температура от 0 до 10°C) без защитной одежды может наступить смерть через несколько минут от холодового шока.

Необходимо помнить также, что переохлаждение предрасполагает к кислородному голоданию, способствует возникновению де-

компрессионной болезни, отравлению кислородом и углекислым газом.

**Признаки переохлаждения.** При медленно развивающемся переохлаждении одним из первых признаков является ощущение озноба, мелкая мышечная дрожь, синюшный оттенок кожи и слизистых оболочек, а также появление «гусиной кожи». Если пренебречь этими первыми признаками начинающегося переохлаждения и продолжать оставаться в холодной воде, то вскоре происходит угнетение всех функций организма, отмечается апатия, сонливость, ослабление волевых усилий и потеря сознания. Сердцебиение и дыхание резко урежаются, кровяное давление падает, холодовая мышечная дрожь прекращается. Происходит окоченение мышц. Если не принять срочных мер по отогреванию пострадавшего и восстановлению его жизненных функций, то в этот период может наступить смерть от остановки дыхания.

**Переохлаждению в воде способствуют:** переутомление, алкогольное опьянение, недоедание, перегревание перед погружением, обжим конечностей, кислородное голодание.

**Первая помощь.** При незначительном охлаждении (озноб, дрожь, побледнение кожи) вышедшему из воды водолазу необходимо переодеться в сухую одежду, проделать в течение нескольких минут энергичные физические упражнения и выпить горячего сладкого чая или кофе.

При сильном переохлаждении, когда поднятый из воды водолаз не в состоянии двигаться и говорить, необходимо принять срочные меры по отогреванию пострадавшего. Освобожденного от снаряжения и раздетого водолаза нужно поместить в горячую ванну или под горячий душ. Произвести энергичные растирания и массаж всего тела. В первую очередь согреть шею, затылок и грудь. Затем пострадавшего переодеть в сухое теплое белье, тепло укутать, напоить горячим сладким чаем или кофе и предоставить полный покой.

**Предупреждение переохлаждения** сводится к соблюдению допустимого времени пребывания под водой без защитного гидрокombинезона (см. таблицу).

Температура воды (°C)	Допустимое время, (мин)
20	40
17	30
14	15
13 и ниже	Спуск не разрешается

При работе в сухом гидрокombинезоне с водолазным шерстяным бельем время безопасного пребывания в воде приведено в таблице:

Температура воды, °C	1—3	4—6	7—9	10—12	13—15	16—18
Время безопасного пребывания в воде (час)	1	2	3	4	5	6

**Перегревание водолаза.** При работе в жарких районах, в горячей воде или во время длительного ожидания погружения в гидрокостюме при высокой температуре воздуха организм водолаза может перегреться, получить так называемый тепловой удар.

**Признаками перегревания являются:** общая слабость, вялость, сухость во рту, тошнота, рвота, головная боль; гиперемия (покраснение), а иногда побледнение лица; частый пульс слабого наполнения; поверхностное частое дыхание; повышение температуры тела до 38—41°, обильное потоотделение.

**Первая помощь.** При появлении первых признаков перегревания водолаза переводят в прохладное место, обливают водой и обеспечивают доступ свежего воздуха. Затем его раздевают и дают холодное питье, а при явлениях сердечной слабости — сердечные средства в обычной дозировке. Если состояние его здоровья не улучшается, вызывают врача.

Во время обморока необходимо освободить в первую очередь тело и грудь пострадавшего от стесняющей одежды, обеспечив свободное дыхание, несколько приподнять ноги, а голову, наоборот, опустить вниз, дать понюхать нашатырный спирт, обрызгать лицо и грудь холодной водой и быстро произвести искусственное дыхание.

**Профилактика.** Водолазу нельзя надевать теплое белье при погружениях в воду с температурой выше 25°C. Не рекомендуется надевать гидрокостюм задолго до спуска и на продолжительное время. Страхователю водолазу в жаркое время можно спускаться под воду без гидрокombинезона.

**Утопление. Причины утопления в водолазном снаряжении.** При спусках под воду утопление чаще всего связано с применением неисправного снаряжения или его повреждением.

В вентилируемом снаряжении может быть нарушена герметичность шлема вследствие пробоины, прожигания шлема во время электросварки под водой, выпадения или повреждения иллюминатора, неисправности головного травящего клапана, отсоединения шлема от манишки в 12-болтовом снаряжении. Также может нарушиться целостность рубахи.

В кислородном снаряжении или акваланге — при плохой герметичности соединений отдельных узлов аппарата, повреждении дыхательного мешка и трубок, патронов с химпоглотителем и регенеративным веществом, неисправности дыхательного автомата, истощении запаса воздуха или кислорода и невозможности



немедленного выхода на поверхность (водолаз запутался в сетях, потерял ориентир в затопленном корабле, гроте и т. д.).

Утопление происходит и вследствие неправильных действий водолаза в аварийных ситуациях, выбрасывании загубника и срыва маски под водой, преждевременном переключении крана клапанной коробки на «атмосферу» и др.

В случае потери сознания от кислородного голодания, отравления углекислым газом и окисью углерода, баротравмы легких и других водолазных заболеваний также может быть утопление.

**Признаки утопления:** отсутствие сознания и дыхания; наличие воды и пены в верхних дыхательных путях, легких и в желудке, а также розовой пены у рта и ноздрей; вздутые вены на поверхности кожи; отечность лица; тусклые, не реагирующие на свет зрачки; редкий пульс слабого наполнения, или его полное отсутствие.

Иногда в результате мгновенного спазма мышц гортани вода не проникает в легкие водолаза. Кислород, находящийся в легких, в течение первых минут поддерживает, хотя и на голодном кислородном пайке, внутреннее дыхание на уровне, достаточном для сохранения жизнедеятельности организма. Это состояние называется «синкопэ» и при утоплении встречается довольно редко (10—15%). Если вовремя не оказать эффективной первой помощи, пострадавший может погибнуть.

Расстройство дыхания при утоплении последовательно проходит четыре периода: а) рефлекторная остановка; б) одышка; в) конечная пауза; г) предсмертное дыхание. Каждый период длится примерно одну минуту, а весь процесс утопления в среднем равен 4 мин. Он удлиняется, если пострадавший время от времени показывается на поверхности воды и успевает сделать вдох.

В период одышки вода проникает в легкие, полностью вытесняя воздух из альвеол. Смешиваясь с воздухом и плазмой крови, поступающей в альвеолы из легочных капилляров, она образует белковую пенистую жидкость, которую тяжело удалить из легких. Эта жидкость препятствует в дальнейшем поступлению воздуха в легкие. Попадая в альвеолы вода очень быстро начинает всасываться в русло легочных капилляров и вызывает разжижение крови. Количество разбавленной циркулирующей крови увеличивается вдвое. В силу изменившихся осмотических условий плазмы крови происходит разрушение (гемолиз) эритроцитов, что ведет к нарушению снабжения тканей кислородом, т. е. к кислородному голоданию тканей (гипоксии). Очень часто в результате гипоксии сердечной мышцы развивается так называемая фибрилляция желудочков сердца.

Итак, при утоплении в пресной воде нарушается внешнее дыхание, в альвеолах образуется белковая пенистая жидкость, кровь разжижается, происходят застойные явления в малом круге кровообращения, фибрилляция сердца и т. д.

При утоплении в морской воде, содержащей до 3% солей, осмотические условия плазмы, наоборот, вызывают сгущение и умень-

шение количества циркулирующей крови. В таких условиях, как правило, фибрилляция сердца не наступает.

В результате тяжелых нарушений, возникающих в организме при утоплении, продолжительность клинической смерти резко сокращена и равна 3—4 минутам.

Первая помощь при утоплении не требует специальной аппаратуры и оборудования. Нужно произвести непрямой массаж сердца в сочетании с искусственным дыханием «изо рта в рот» или «изо рта в нос».

К оказанию помощи необходимо приступать немедленно, после извлечения утонувшего из воды. Освободив водолаза от аппарата, оказывающий помощь уже во время буксировки пострадавшего к плавсредству или к берегу применяет доступные в данных условиях приемы оживления. Резко запрокидывает голову пострадавшего, стремясь удержать на поверхности воды его лицо, и пытается отсосать жидкость из верхних дыхательных путей своим ртом, а затем периодически вдывает воздух в рот пострадавшему. При этом можно применить воздуховод или дыхательную трубку спортсмена-подводника (рис. 63, а, б).

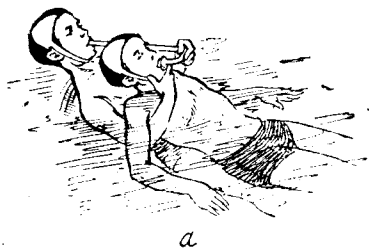
Как только пострадавшего извлекли на берег или на шлюпку (катер), необходимо освободить его от снаряжения и очистить полость рта от слизи, пены, ила, а затем удалить воду из верхних дыхательных путей и желудка и приступить к искусственному дыханию.

С целью удаления воды пострадавшего кладут передней поверхностью грудной клетки на бедро оказывающего помощь, согнутой в коленном суставе, и, поддерживая голову, надавливают между лопаток. Важно, чтобы голова утонувшего находилась ниже грудной клетки, что создает условия для естественного дренажа легких. Удалять воду удобнее двум человекам, которые соединяют свои руки, как при рукопожатии, и на них грудью укладывают пострадавшего, опрокидывая его головой вниз (рис. 64).

Не следует пытаться удалить всю воду из легких. Как только основная масса воды удалена, пострадавшего немедленно укладывают на спину и максимально запрокидывают голову. При таком положении головы язык не закрывает вход в дыхательное горло (рис. 65).

Иногда только одно максимальное запрокидывание головы восстанавливает самостоятельное дыхание. Если же дыхание отсутствует, необходимо приступить к искусственному дыханию способом «изо рта в рот» или «изо рта в нос».

Способ искусственного дыхания «изо рта в рот» простой. Он имеет ряд преимуществ перед ручными способами (Сильвестра, Шефера, Нильсена, Каллистова и др.), которые очень утомительны и не обеспечивают достаточной вентиляции легких пострадавшего. Для осуществления искусственного дыхания способом «изо рта в рот» (рис. 66) оказывающий помощь одной рукой удерживает голову пострадавшего в запрокинутом положении, а



а



Рис. 63: Искусственное дыхание способом «рот в рот»: а — при помощи воздуховода; б — при помощи дыхательной трубки

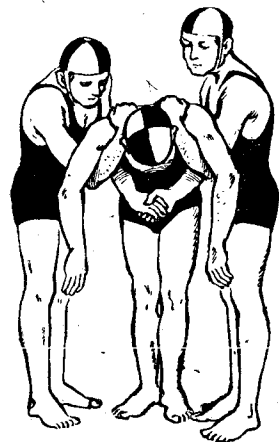


Рис. 64. Способ удаления воды из дыхательных путей и легких пострадавшего при помощи двух спасателей

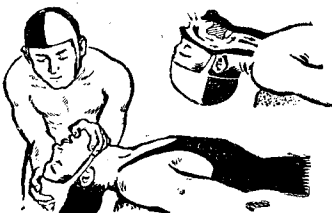


Рис. 65. Резкое запрокидывание головы и наилучшая проходимость дыхательных путей при этом — непременное условие при проведении искусственного дыхания способом «рот в рот»

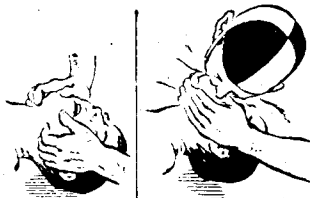


Рис. 66. Искусственное дыхание способом «рот в рот»

другой — поддерживает его рот в полуоткрытом положении. Сделав вдох и охватив своим ртом (через платок) рот пострадавшего, вдует воздух в его легкие. Как вдох, так и выдох не следует делать максимальными, так как очень скоро может наступить утомление. Во время вдвухания воздуха необходимо следить за движением

грудной клетки пострадавшего, чтобы быть уверенным в эффективности искусственного дыхания. Отверстия носа пострадавшего при вдвухании воздуха закрывают пальцами рук. Частота вдвухания — 12—14 раз в мин.

При наличии прощупывающегося пульса на сонной артерии и суженных зрачков, говорящих о сохранившейся сердечной деятельности, одного искусственного дыхания достаточно, чтобы восстановить естественное дыхание и обеспечить насыщение крови кислородом. Если же пульс не прощупывается, а зрачки резко расширены, это означает, что сердце не работает и искусственное дыхание необходимо сочетать с непрямим массажем сердца.

Непрямой массаж сердца выполняется следующим образом: Наложеными друг на друга ладонями обеих рук резкими толчками надавливают на нижнюю часть грудины пострадавшего. Грудная клетка при этом должна вдавлиаться по направлению к позвоночнику не менее чем на 3—4 см (рис. 67). Темп непрямого массажа — 50—60 надавливаний в 1 мин.

При сжатии грудной клетки полости сердца опорожняются, и кровь проталкивается по сосудам. После каждого толчка грудная клетка расправляется и полости сердца наполняются кровью. Таким образом обеспечивается искусственное кровообращение. Кровяное давление поддерживается на уровне 60—80 мм рт. ст.

Искусственное дыхание в сочетании с массажем сердца лучше выполнять вдвоем (рис. 68). Вдвухать воздух через каждые четыре сдвухивания грудной клетки. Однако при необходимости обе процедуры может выполнять один человек. В этом случае воздух вдвухают после шести сдвухиваний грудной клетки. Делать непрямой массаж сердца нужно осторожно, чтобы не повредить ребра и печень особенно у «синих» утонувших, у которых печень, как правило, переполнена кровью и выступает из-под края реберной дуги. Часто возникает вопрос: сколько времени нужно оживать утонувшего? Известны случаи, когда восстановление жизненных функций наступало через 1—2 часа после начала оказания помощи.

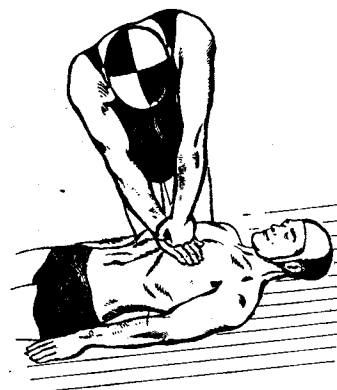


Рис. 67. Непрямой массаж сердца

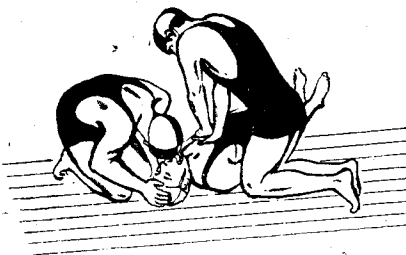


Рис. 68. Сочетание искусственного дыхания способом «рот в рот» с непрямим массажем сердца

Только при наличии явных признаков биологической смерти — трупных пятен и окоченения мышц меры оживления можно прекратить. Во всяком случае никогда не следует прежде времени выносить смертный приговор пострадавшему.

Далеко не всегда удастся восстановить жизненные функции человека теми простыми способами, которые описаны выше. Утопление имеет ряд особенностей. Борьба с нарастающим кислородным голоданием тканей и органов, с фибрилляцией сердца, разжижением крови, нарушением кровообращения, осложнениями в работе сердца, легких, почек требует применения комплексного лечения, квалифицированной медицинской помощи.

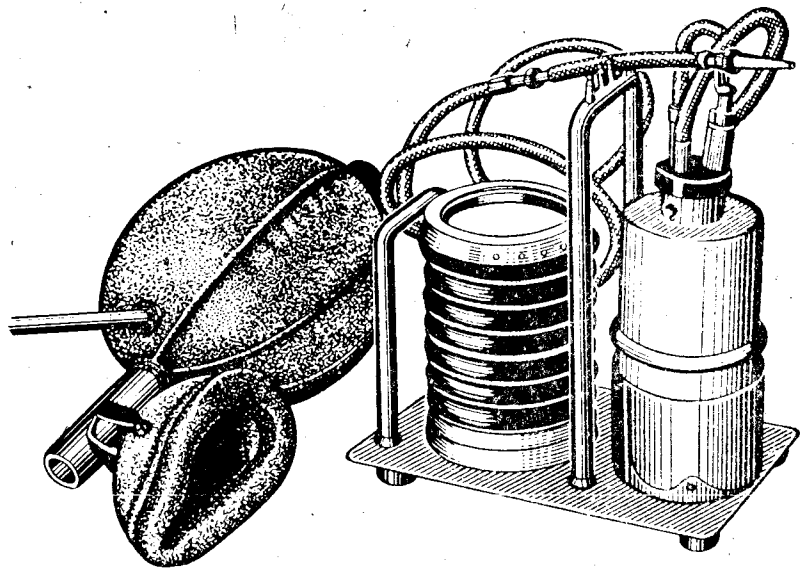


Рис. 69. Аппарат для искусственного дыхания «РДА-1» (типа «Амбу»)

Поэтому на место происшествия необходимо вызвать машину скорой помощи, а еще лучше — специализированную машину, оснащенную всеми приборами, необходимыми для реанимации (оживления) человека.

**Современная аппаратура для искусственного дыхания.** В настоящее время выпускается много аппаратов для искусственного дыхания. Наиболее удачным следует считать аппарат РДА-1 типа «Амбу» (рис. 69). Он состоит из груши, заполненной губчатой резиной, которая соединена с маской. При помощи специального клапана воздух засасывается в грушу в момент ее расправления.

Сжимая грушу, воздух выталкивается через маску в легкие пострадавшего. Для обогащения вдываемого воздуха кислородом имеется специальный отвод. Аппарат имеет прибор, позволяющий отсасывать жидкость из дыхательных путей.

Для оказания помощи утонувшим с успехом применяют и другие аппараты искусственного дыхания: ДП-2, ДП-7, «Горноспасатель-7», РДА-2 и др.

Искусственное дыхание с использованием рекопресссионной камеры является чисто водолазным способом искусственного дыхания. Пострадавшего помещают в камеру, кладут на спину, резко запрокидывают голову назад и быстро, в течение 30 сек., повышают давление до 1,5 ат, а затем также быстро снижают его до нормального. В это время производят массаж сердца. Для улучшения эффекта пострадавшему дают дышать чистым кислородом, включив его в кислородный аппарат.

# ОСНОВЫ РЕЧНОЙ ГИДРОЛОГИИ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

## ОСНОВЫ РЕЧНОЙ ГИДРОЛОГИИ

Речная гидрология — это один из разделов гидрологии, науки о водах земного шара и о процессах, происходящих в них. Речная гидрология рассматривает процессы, происходящие только в реках.

**Реки** — это водные потоки, образовавшиеся в результате соединения атмосферных осадков и грунтовых вод.

Площадь, с которой река собирает воду, называется водосборной или **бассейном реки**.

Начало реки, т. е. то место, где появляется постоянное русло, называется **истоком**. Место впадения реки в море, озеро и другую реку является ее **устьем**.

Если по линии наибольших глубин сделать продольное сечение реки или ее участка и затем выпрямить его, то получится **продольный профиль реки** (рис. 70, а). Для наглядности при построении профиля вертикальный масштаб берут гораздо крупнее горизонтального. Вследствие этого профиль дна выглядит как зубчатая линия, у которой вершины соответствуют мелким местам (перекатам), а впадины — глубоким (плесам).

При проведении поперечного сечения долины реки вертикальной плоскостью получим **поперечный профиль долины реки** (рис. 70, б), в котором можно выделить следующие элементы: а) речную долину — ложбинообразное углубление в земной ко-

ре, образованное вековой деятельностью реки; б) русло реки — наиболее пониженную часть долины, занятую речным потоком при средних и низких (меженных) уровнях воды; в) пойму реки — часть дна долины, заполняемую только при высоких уровнях воды.

**Уровень реки** в течение года не остается постоянным. Обычно он поднимается весной в связи с таянием снега, во время дождевых паводков, таяния ледников и высокогорных снегов. Наблюдают за уровнем реки в определенных пунктах — **водомерных постах** различного типа (рис. 70, в).

**Скорость течения** непостоянна во всех точках поперечного сечения реки: у дна она меньше, чем на поверхности, а посередине больше, чем у берегов. Зависит она в основном от уклона реки, глубины и так называемой шероховатости русла. В равнинных реках скорости колеблются в пределах 0,2—3 м/сек, в горных — достигают 6—8 м/сек и более.

Речные воды несут с собой твердые частицы грунта, называемые **наносами**, которые образуются в результате размыва русла реки и смыва почв с поверхности бассейна.

Часть продуктов размыва при уменьшении скорости потока в среднем течении и низовье начинает оседать на дне, образуя повышенные участки дна — **отмели и перекаты**. Отмели, примыкающие к одному из берегов, называются **прибрежными**, а находящиеся посередине реки и не соединяющиеся с берегами — **осередками**. Длинные и сравнительно узкие отмели называются **косами**.

**Перекат** — это наносное образование, обычно представляющее собой косой поперечный вал, пересекающий русло.

Устья рек, впадающих в моря и океаны, подвергаются действию приливов и отливов. Во время прилива морская вода движется вверх по реке, вследствие чего в ее устьевой части изменяются направление и скорость течения. С расстоянием приливное течение затухает. При отливе морская вода начинает двигаться в обратную сторону к устью, и скорость течения реки увеличивается. Передвижение и отклонение наносов во время прилива происходит от моря вверх по реке, а во время отлива — в обратную сторону, причем в этом случае наносы выносятся в море наиболее интенсивно.

На режим устья реки, впадающей в море, влияют также сгонно-нагонные колебания уровня и морские волны. Чем больше размеры волн в море, тем выше по реке они распространяются.

В СССР преобладающим типом рек являются реки с весенним половодьем. Для них характерны три основных периода: 1) весеннее половодье; 2) летне-осенний период, в течение которого река питается почти исключительно грунтовыми водами; 3) зимний период, разделяющийся на три фазы: замерзание, ледостав и вскрытие.

Период, когда возможно движение судов, называется **навигацией**. На большинстве рек в нашей стране навигация продолжается от 170 до 250 дней.

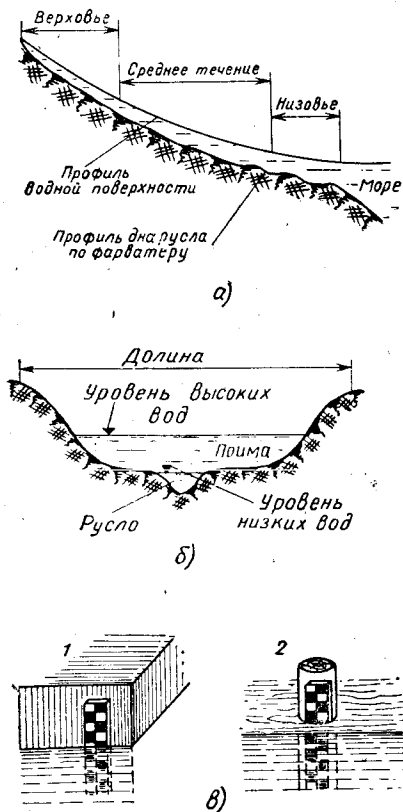


Рис. 70.

а) — продольный профиль реки; б) — поперечный профиль долины реки; в) — речной водомерный пост; 1 — на стенке гидротехнического сооружения; 2 — на одиночной свае

## НЕКОТОРЫЕ ВИДЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

Внутренние водоемы имеют большое народнохозяйственное значение, они используются для получения электрической энергии на гидростанциях, для судоходства, орошения земель, водоснабжения промышленных объектов, населения и др.

В социалистических условиях широко практикуется использование одного или нескольких гидротехнических сооружений для одновременного решения ряда самостоятельных задач — получения электроэнергии, орошения, улучшения судоходства и т. д. Такое многогранное использование водоемов называется комплексным.

**Плотины.** Одним из важнейших и ответственных гидротехнических сооружений, входящих в состав напорных гидроузлов, является плотина. Гидроузел — это комплекс гидротехнических сооружений, возводимых на одном участке реки и связанных между собой назначением и работой. Например, Цимлянский гидроузел состоит из плотины, гидроэлектростанции и судоходных шлюзов.

Плотина перегораживает водосток и удерживает с одной стороны (верховой) воду на более высоком уровне, чем с другой (низовой). Эта разность уровней называется напором на сооружение и обозначается  $H$ . Часть водохранилища или реки, расположенная выше плотины, называется верхним бьефом и обозначается  $ВБ$ , а соответствующий ему уровень воды — уровнем верхнего бьефа ( $УВБ$ ). Соответственно нижним бьефом называется часть реки, расположенная ниже плотины, обозначается она  $НБ$ , а уровень воды —  $УНБ$ .

Запас воды, создаваемый плотиной в водохранилище, используется для различных народнохозяйственных целей.

Плотины приходится строить в самых разнообразных природных условиях и вследствие этого существует много различных типов их и конструкций. Эти сооружения различаются по строительным материалам, конструктивным особенностям и способу пропуска ими воды.

По строительным материалам плотины подразделяются на следующие типы:

1. Земляные плотины, которые в основном сооружаются из местных грунтов: суглинков, песков и др. Эти плотины хорошо приспособляются к деформациям оснований, не образуя опасных трещин (рис. 71, а). Тело плотины может быть однородным, если грунты, из которых оно состоит, малопроницаемы для воды. Если же грунт сильно фильтрует, например, песок, то в теле плотины создают специальные маловодопроницаемые преграды из глины, суглинка, бетона и т. п.

2. Плотины из каменной наброски, представляющие собой насыпь из камней различного веса (от 80 кг до 3 т и более). Пустоты между крупными камнями заполняются более мелкими камнями.

Для обеспечения водонепроницаемости плотины в зоне верхнего откоса помещается водонепроницаемый экран из железобетона, глины и т. п. (рис. 71, б).

3. Бетонные плотины, широко распространенные в настоящее время, сооружаются из гидротехнического бетона, нередко с добавкой крупных камней.

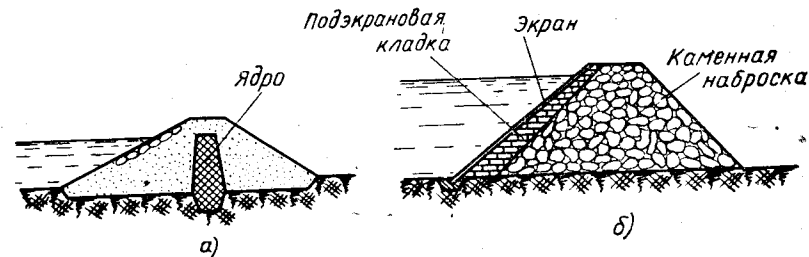


Рис. 71.

а — земляная плотина с ядром из глины; б — плотина из каменной наброски с железобетонным экраном

4. Железобетонные плотины, отличающиеся особой прочностью, дают значительную экономию бетона, однако их постройка требует большого количества металла (рис. 72, а).

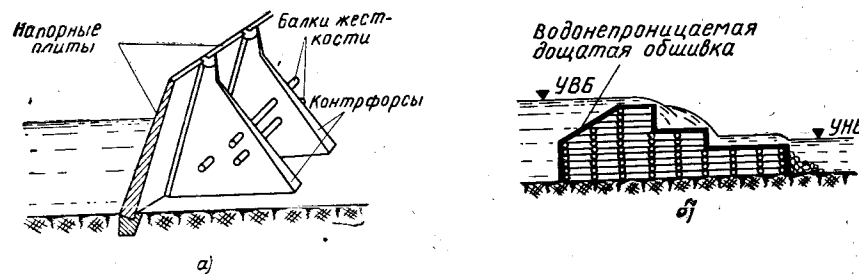


Рис. 72.

а — схема глухой контрфорсной плотины; б — ряжевая водосливная плотина

5. Деревянные плотины свайного или ряжевого типа (рис. 72, б) просты по конструкции, но не долговечны из-за подверженности дерева гниению.

В большинстве случаев плотины строят из нескольких материалов, причем один из них является основным.

По конструктивным особенностям плотины подразделяются на следующие основные виды:

1. Гравитационные, сопротивляющиеся сдвигу собственным весом. К ним относятся земляные, каменные, бетонные, иногда деревянные. Однако принято называть гравитационными лишь массивные бетонные и каменные плотины (см. рис. 71, б).

2. Арочные, напоминающие в плане свод. Строят их у прочных берегов и в узких ущельях. Всю нагрузку от напора воды эти плотины передают берегам.

3. Контрфорсные, представляющие собой ряд контрфорсов — трапециевидных стенок, расположенных на некотором расстоянии друг от друга и перекрытых плоскими плитами или сводами. Для того чтобы под давлением воды контрфорсы не прогибались в стороны, их часто связывают друг с другом горизонтальными балками жесткости. В большинстве случаев контрфорсные плотины выполняются из железобетона (см. рис. 72, а).

По способу пропуска воды плотины делятся на водосливные, при которых вода сливается поверх тела плотины и глухие, не допускающие перелива воды. В последнем случае вода из верхнего бьефа в нижний пропускается через специальные водопропускные сооружения, находящиеся вне плотины, или через отверстия в ее теле. Эти отверстия, называемые водоспусками, имеют затворы. В состав водосливной плотины входят глухие и водосливные части, называемые просто водосливами и обычно также перекрываемые затворами (рис. 73, а).

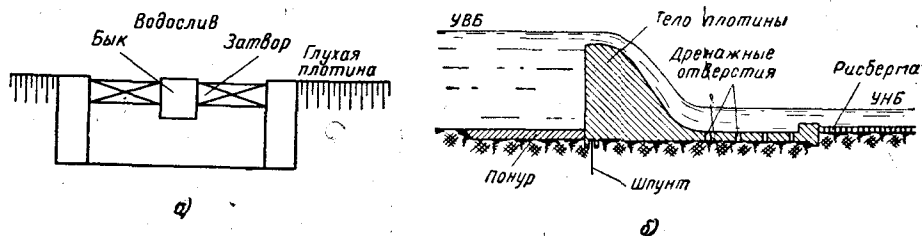


Рис. 73.

а) — схема водосливной части плотины; б) — элементы флютбета плотины

**Схема работы плотины.** Под действием напора, создаваемого плотиной, некоторое количество воды фильтруется из верхнего бьефа в нижний через грунт основания, двигаясь между частицами грунта или по трещинам, если плотина построена на имеющей трещины скале. Фильтрация вызывает давление фильтрационного потока на подошву сооружения, направленное снизу вверх, что уменьшает устойчивость плотины. Кроме того, с фильтрационным потоком могут вымываться в нижний бьеф частицы грунта из-под сооружения.

Основными силами, действующими на плотину, являются давление воды со стороны верхнего бьефа и фильтрационное давление, о котором говорилось выше, направленное снизу вверх.

Поток, переливающийся через водослив, падает в нижний бьеф с большой высоты и может вызвать размыв дна за плотиной, если не будут приняты меры по его укреплению.

Фундаментальная часть плотины, через которую проходит поток воды, называется флютбетом. На рис. 37, б показаны элементы флютбета гравитационной плотины.

Телом плотины является часть, воспринимающая напор воды.

Понур выполняется из малопроницаемых или не проницаемых для воды материалов. Он предохраняет русло перед сооружением от размыва, а также служит для удлинения пути фильтрации воды под сооружением, и, таким образом, для снижения фильтрационного давления. Этой же цели служат шпунтовые стенки в основании плотины, изготовленные из дерева или при большой длине стенки — из металла.

Водобой — массивная бетонная плита, воспринимающая удары воды, падающей через водослив.

Рисберма защищает дно от размыва потоком на участке перехода повышенных скоростей к обычным. Она менее массивна и часто сооружается из каменной наброски, ряжей, загруженных камнем, и т. п.

При скальных грунтах в основании сооружения понур, рисберма, а иногда и водобой отсутствуют, а вместо шунта устанавливают цементационную завесу. Для этого под передним краем плотины бурят скважины и в них наливают цементный раствор, который заполняет все трещины в породе и тем самым повышает водонепроницаемость плотины.

У низового конца флютбета и под водобоем, там, где фильтрующаяся в основании вода выходит в нижний бьеф, устанавливают дренажи различных конструкций. Они дают свободный выход воде, уменьшая тем самым фильтрационное давление; и в то же время препятствуют выносу грунта из-под сооружения.

Для предотвращения фильтрации через берег в обход плотины в местах ее примыкания к берегам тоже сооружают противофильтрационные конструкции — шпунтовые стенки, экраны и т. п.

Водосливная плотина обычно занимает не всю ширину русла реки, а его более глубокую часть. Участки плотины, соединяющие водосливную часть с берегами, возводятся из местного материала (песка, суглинка и т. п.). Водосливной и глухой участки соединяются друг с другом при помощи так называемых устоев. Если расстояние между устоями велико, то между ними ставят дополнительные опоры (быки) для мостов и подъемных механизмов затворов.

**Водосбросы и водоспуски при плотинах.** Как указывалось выше, глухие плотины, не имеющие отверстий в своем теле для слива воды, оборудуются водопропускными сооружениями, возводимыми в берегах или в основании плотины. Это водосбросы, служащие для сброса паводковых вод из водохранилища, и водоспуски, используемые для опорожнения водохранилищ.

Водосбросы сооружаются в берегах и чаще всего бывают открытыми. Состоят они из подводящего канала, собственно водослива с затворами или без них, сбросной части — быстротока



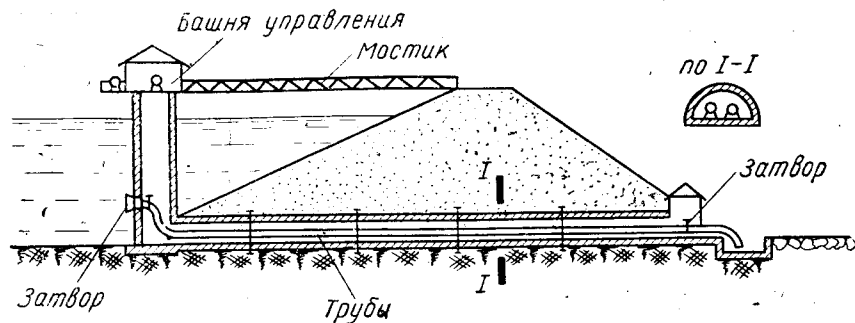


Рис. 74. Схема трубчатого водоспуска

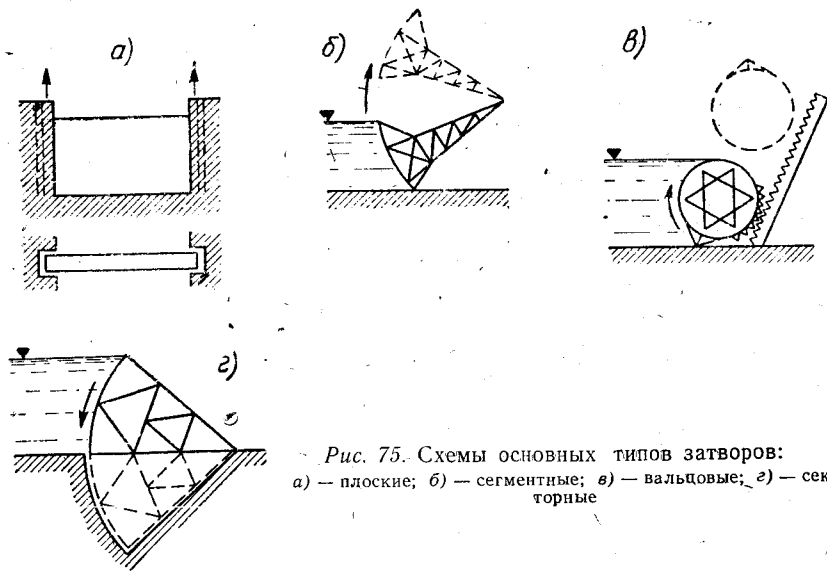


Рис. 75. Схемы основных типов затворов:  
а) — плоские; б) — сегментные; в) — вальцовые; г) — секторные

(канала с большим уклоном, облицованного бетоном) или ступенчатого перепада и отводящего канала. В конце сбросной части оборудуются различного рода гасители энергии. Иногда применяют закрытые шахтные водосбросы.

Водоспуски вне тела плотины чаще всего сооружаются при земляных и каменных плотинах (в бетонных и железобетонных их обычно размещают непосредственно в теле плотины). Водоспуски бывают трубчатые и тоннельные. Первые представляют собой металлические или железобетонные трубы, уложенные в основании плотины обычно в специальной галерее и перекрываемые затворами (рис. 74). Управляют затворами с башни при помощи специальных механизмов. В верхнем и нижнем бьефах около водоспуска устраиваются крепления русла. Тоннельные водоспуски в поперечном сечении представляют собой тоннель.

**Затворы плотин** — это подвижные громоздкие конструкции длиной до 50 м и весом до 100 т, перекрывающие отверстия плотин и служащие для пропуска воды, льда, наносов из верхнего бьефа в нижний. Затворы перекрывают как водосливные, так и донные отверстия плотин. Выполняются они обычно из металла, реже из дерева. К основным типам затворов, перекрывающих водосливные отверстия, относятся:

- плоские затворы, имеющие вид щита, перемещаемые в вертикальном направлении в пазах быков или устоев (рис. 75, а);

- сегментные затворы, вращающиеся вокруг неподвижных шарниров, укрепленных на быках или устоях (рис. 75, б). Эти затворы требуют меньшего усилия при подъеме;

- вальцовые (цилиндрические) затворы, применяющиеся при тяжелых ледовых условиях или обилии донных наносов (рис. 75, в). Этот тип затворов хорошо сопротивляется ударам плавающих тел, навалку льда и т. д.

- секторные затворы, передающие давление на флютбет и при открытии опускающиеся в специальную камеру в теле плотины. Очень удобны для пропуска льда или других плавающих тел при небольшой потере воды (рис. 75, г).

**Водоприемники (водозаборы)**, гидротехнические сооружения, через которые вода поступает в различного рода водоводы. Водоприемники предохраняют водоводы от попадания в них донных наносов, плавающих тел (в том числе льда) и т. п. Кроме того, они обеспечивают отключение водоводов. В состав водоприемника может входить плотина.

Различают открытые и глубинные водоприемники. Открытый водоприемник обычно состоит из подходной части, собственно водоприемника и сопрягающей части — участка, сопрягающего отверстие водоприемника с нормальным сечением канала. Собственно водоприемник включает в себя флютбет — фундаментную плиту и сопрягающие устои (при большой ширине водосливного отверстия возводятся еще и быки). Во входном отверстии всегда сооружается порог, возвышающийся над дном реки на 1—2 м, и предназначенный для защиты канала от проникновения наносов. Водоприемник оборудуется сороудерживающими решетками и затворами. Часто за водоприемником располагаются отстойники — специальные камеры большого поперечного сечения, где вследствие уменьшения скорости воды оседают взвешенные наносы, а затем удаляются.

Глубинный водоприемник располагается в водохранилище и представляет собой заглубленное под уровень верхнего бьефа отверстие водовода, оборудованное сороудерживающими решетками и затворами. Затворами управляют из специального помещения. Отверстия глубинных водоприемников располагаются на береговом откосе или выносятся в водохранилище. Часто водозабор совмещают с водоспуском глухой плотины.

В реках и озерах водоприемники обычно представляют собой

железобетонные, каменные или деревянные сооружения, в которые вода попадает через специальные окна с решетками. Иногда эти сооружения лишь поддерживают и защищают от повреждения трубы, забирающие воду. Неподалеку от водоприемника располагается насосная станция, которая часто совмещена с водозаборным сооружением.

**Шлюзы** — сооружения, служащие для пропуска судов из верхнего бьефа в нижний и обратно (рис. 76).

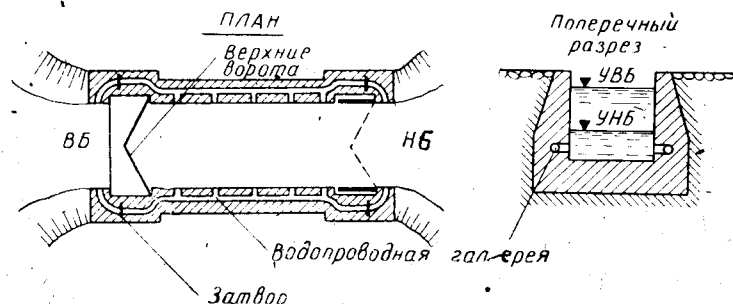


Рис. 76. Схема шлюза

Судоходный шлюз представляет собой камеру, огражденную боков стенами и отделенную от верхнего и нижнего бьефов воротами. Ворота размещаются в утолщенных стенах, называемых головами.

По специальным водопроводам, находящимся в головах, стенах, или днище, шлюз может наполняться водой до уровня верхнего бьефа или опорожняться до уровня нижнего бьефа. Схема работы шлюза, например, при проходе судна из нижнего бьефа в верхний такова: судно заходит в камеру, нижние ворота за ним закрываются, вода по трубопроводам поступает из верхнего бьефа и заполняет камеру до выравнивания уровня с уровнем верхнего бьефа, верхние ворота открываются и судно выходит в верхний бьеф.

Типы шлюзов весьма разнообразны. Они могут иметь одну или несколько последовательных камер. При интенсивном судоходстве камеры могут располагаться рядом, параллельно друг другу. Ворота шлюзов делают створчатыми или в виде обычных затворов плотин различных типов. Затворы, применяемые для водопроводных галерей, в большинстве случаев представляют собой плоские щиты. Наиболее широко распространены шлюзы из бетона и железобетона, из металлического шпунта, рязей и т. д.

**Берегоукрепление.** Русло реки в размываемых грунтах постоянно меняется: в одних местах дно и берега размываются, в других — откладываются наносы. Кроме того, сооружения, возведенные на реках и сужающие ширину потока, например устои мостов, способствуют увеличению скорости течения, косоустройности, образо-

ванию водоворотов, в результате чего близлежащие участки берега могут быть размывы. Этому также способствуют течения в каналах, у водоприемных сооружений, шлюзовых голов и т. д. Для предотвращения от размывов берега, русла и откосы в местах, подверженных размыву, укрепляют камнем, отсыпаемым по откосу или тщательно укладываемым в виде мостовой, и хворостом, связываемым в пучки (фашины). Широко используются фашиновые тюфяки, состоящие из двух сеток, между которыми уложен хворост. Тюфяки набиваются камнем. Используются также металлические сетки, а в особо ответственных местах — бетонные и железобетонные облицовки.

## МОРСКИЕ ПОРТОВЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Морской порт — это совокупность устройств и сооружений, обеспечивающих судам спокойную стоянку на акватории (водной площади), защищенной от волнения, и дающих возможность удобно и быстро производить погрузочные работы, ремонт и другие операции.

**Оградительные сооружения** защищают порт от волны. К ним относятся молы и волноломы.

Молы — это сооружения, выступающие в море и соединенные с берегом; волноломы с берегом не соединяются. Различают три типа оградительных сооружений: откосный, вертикальный и смешанный (рис. 77).

Сооружения откосного типа имеют поперечное сечение в виде трапеции, причем ее сторона, обращенная к морю, более пологая. Материалом для откосных сооружений служит рваный камень, обломки скалы, бетонные массивы различной формы. Как правило, камни для сооружений различаются по величине. Ближе к урезу воды располагают более крупные камни, т. к. в этом месте давление волн, оказываемое на сооружение, максимальное. В нижней части отсыпают более мелкие камни. При использовании бетонных массивов в качестве наброски обычно на дне сначала укладывают основание из камней — каменную постель, которая более равномерно распределяет нагрузки на грунт и предохраняет сооружение от вымывания грунта из-под него.

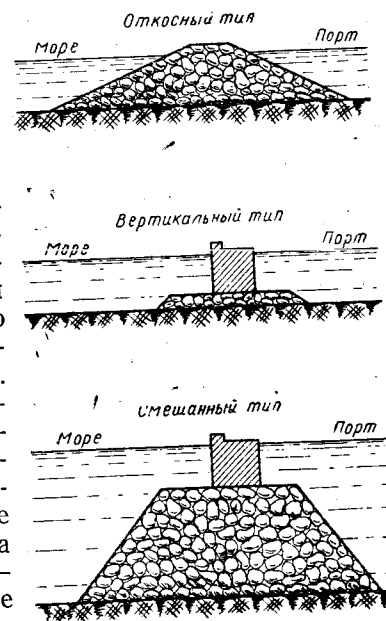


Рис. 77. Типы оградительных сооружений

В настоящее время чаще всего строятся сооружения вертикального типа, т. к. они более экономичны и, кроме того, несут меньшую волновую нагрузку (волна при подходе к вертикальной стенке не разбивается, а отражается). Оградительные сооружения вертикального типа по характеру работы подразделяются на гравитационные, сопротивляющиеся боковому давлению волн собственным весом, и свайные, сопротивляющиеся сдвигу, благодаря закреплению свай в грунте основания.

Наиболее распространены гравитационные сооружения, которые могут быть выполнены из деревянных ряжей (срубов), заполняемых камнем, из правильной кладки бетонных массивов весом до 100 т, из больших (во всю высоту мола) железобетонных ящиков, называемых массивами-гигантами. Массивы-гиганты изготавливаются на берегу, доставляются к месту установки на плаву и там затопливаются, заполняясь бетоном, камнем или песком.

Гравитационные оградительные сооружения по высоте разделяются на основание, подводную и надводную части (рис. 78, а).

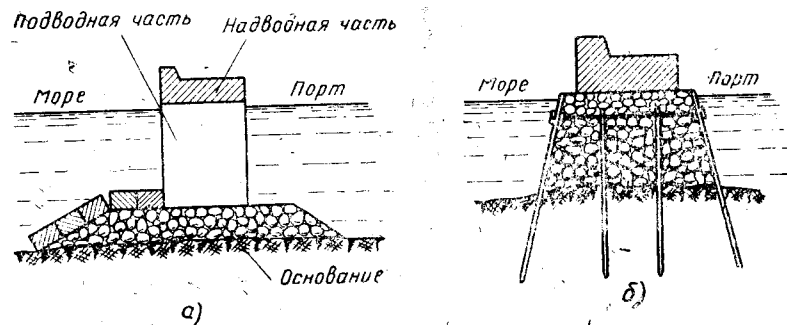


Рис. 78.

а) — схема гравитационного оградительного сооружения; б) — свайный деревянный мол с каменным ядром

Основанием обычно служит постель из каменной наброски. В тех случаях, когда грунты морского дна слабые, перед отсыпкой камня в постель производится выемка грунтов до подстилающих плотных пород. После разравнивания постели с необходимой степенью точности возводится подводная часть сооружения (сама стенка) из ряжей, массивовой кладки или массивов-гигантов. Если грунт основания недостаточно прочен, перед окончательной укладкой массивов иногда делается их предварительная укладка выше уровня воды, чтобы получить нагрузку, равную весу всего сооружения.

Надводная часть представляет собой монолитную надстройку из бетона с возвышающейся с морской стороны стенкой, называемой *парапетом*. Надстройка увеличивает вес сооружения и препятствует переливу волны через него во время шторма. На-

ружная часть постели во избежание ее размыва волной одновременно с возведением подводной части прикрывается защитными массивами. Порядок возведения гравитационных сооружений в принципе одинаков как для молов и волноломов, так и для причалов.

Сооружения свайного типа (деревянные) применяются в морях, где нет древоточцев, где грунты позволяют забивать сваи и глубины не превышают 5—6 м. Состоят такие сооружения из двух сплошных рядов свай, укрепленных продольными схватками из бревен и стянутых между собой стальными тягами, расположенными через 1—2 м. Пространство между свайными рядами заполняется камнем, наверху сооружается монолитная надстройка из бетона или бутовой кладки (рис. 78, б).

Большое распространение получили оградительные сооружения из металлического шпунта — сплошные стенки, выполненные из отдельных металлических балок специальной формы, забитых в грунт. Шпунтины соединяются друг с другом посредством специальных «замков», состоящих из выступов и впадин, охватывающих друг друга, и в то же время дающих возможность забивать сваи в плане не только по прямой, но и по кривым небольшого радиуса (рис. 79). Оградительное сооружение из металлического шпунта содержит две параллельные шпунтовые стенки, соединенные между собой тягами с песком между ними, либо представляет собой в плане замкнутые ячейки различного очертания, примыкающие друг к другу и заполненные камнем или песком.

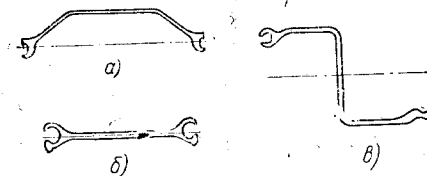


Рис. 79. Профили шпунтовой стали: а — корытная; б — плоская; в — зетовая

Оградительное сооружение смешанного типа — это вертикальная стенка, возведенная на небольшой глубине на призме из каменной наброски.

Каждый мол со стороны моря и волнолом с двух концов имеют небольшие уширения, называемые *головами*, на которых обычно устанавливают маячные огни. Головы подвергаются наиболее сильным ударам волн, поэтому их делают особенно тщательно.

**Причалные сооружения** располагаются (рис. 80) вдоль портовой территории, примыкая непосредственно к ней (набережные), или выступая в акваторию под углом в виде пирсов. Эти сооружения представляют собой либо сплошную набережную стену, подпирющую грунт, засыпанный позади нее, либо сквозную конструкцию, состоящую из свай или колонн, поддерживающих верхнюю платформу. Такая конструкция широко применяется как в пирсах, так и в набережных (над откосом).

В том случае, когда для перегрузочных операций не требуется сплошной площади вдоль всего судна (при перегрузке сыпучих

грузов по транспортерам, нефтепродуктов по трубопроводам и т. п.), причалы часто состоят из отдельных свайных или массивных опор, к которым швартуются суда. Пространство между ними перекрыто легким верхним строением. Изредка при больших изменениях уровня моря возводятся плавучие причалы, представляющие собой специальные понтоны, соединенные с берегом мостиками. Служат они в основном для посадки и высадки пассажиров.

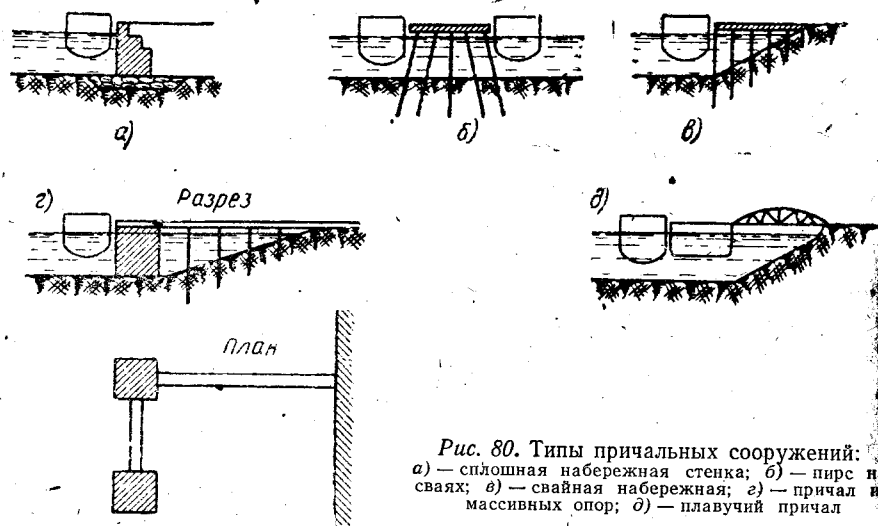


Рис. 80. Типы причальных сооружений:  
а) — сплошная набережная стенка; б) — пирс на сваях; в) — свайная набережная; г) — причал и массивных опор; д) — плавучий причал

Материал для строительства причалов применяется тот же, что и для молов.

Сплошные причальные стенки бывают обычно гравитационными или свайными. Стенки набережных гравитационного типа имеют много общего с рассмотренными выше оградительными сооружениями.

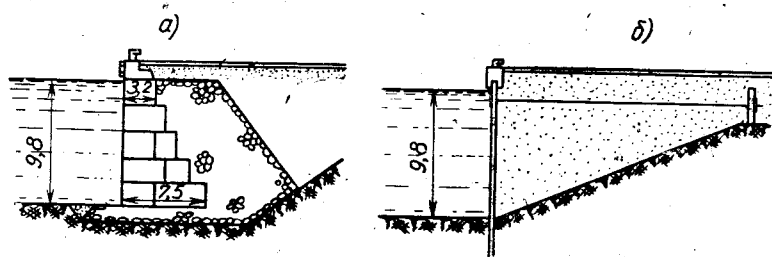


Рис. 81.  
а) — поперечный разрез набережной из кладки массивов; б) — поперечный разрез bulkhead из металлического шпунта

ниями тех же типов. Здесь также применяются ряжи с каменной загрузкой, правильная кладка массивов, массивы-гиганты, в основании их также сооружается каменная постель. Позади стенки для уменьшения бокового давления грунта обычно отсыпается камень. Поперечный разрез набережной из кладки массивов показан на рис. 81, а.

Если грунт основания слабый и не выдерживает веса тяжелых гравитационных стенок, применяются свайные конструкции. Простейшая из них — bulkhead — сплошной шпунтовый ряд деревянных, металлических или железобетонных свай. Шпунтовые сваи удерживаются металлическими анкерными тягами, закрепленными за специальные анкерные сваи или плиты. Наиболее распространены bulkheads из металлического шпунта (рис. 81, б).

Нередко набережная обычной свайной конструкции включает в себя передний сплошной ряд шпунтовых свай.

Причалные сооружения оборудуются отбойными приспособлениями в виде деревянных брусков или резиновых труб, смягчающих удар судна при подходе к причалу, и швартовными устройствами — тумбами или специальными кольцами (рымами).

#### ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ МОРСКИХ СУДОРЕМОНТНЫХ И СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Судоремонтные предприятия обычно располагаются на территории порта и включают в себя, помимо ремонтных цехов, ремонтные причалы, у которых стоят суда, ремонтируемые на плаву, а также судоподъемные устройства.

Судостроительные предприятия могут располагаться не в порту и, помимо заводских цехов, имеют устройство для спуска готовых судов на воду и достроечные причалы, у которых происходит окончательная достройка судна и оснащение его оборудованием.

Для подъема и ремонта небольших судов весом 1—2 тыс. т используются прежде всего эллинги и слипы.

Судоремонтный эллинг представляет собой ряд судоподъемных наклонных дорожек, уходящих с берега под воду, по которым с помощью лебедок, укрепленных на берегу, перемещаются по рельсам металлические тележки. На них судно поднимают на сушу и устанавливают для ремонта на специальные деревянные опоры (кильблоки). Эллинги бывают продольные — когда судно вытаскивают из воды носом (реже кормой), и поперечные — если судно поднимают бортом.

Слипы отличаются от эллингов тем, что после подъема судна из воды по наклонным дорожкам его с помощью других специальных тележек можно переместить в сторону и установить на боковых площадках, называемых стапельными местами, после чего

возможен подъем других судов. Основанием для каждой наклонной рельсовой дорожки часто служат деревянные или железобетонные сваи с уложенными по их головам поперечными балками и настилом. Иногда в качестве основания используют ряжи небольшой высоты. Все большее распространение находят железобетонные плиты большой длины, укладываемые на каменную постель. Конструкция конечной части основания под водой (порога усилена).

Более крупные морские суда ремонтируют в сухих или плавучих доках.

**Сухой док** представляет собой камеру, заглубленную ниже отметки заводской территории и ограниченную с трех сторон подпорными стенами (обычно бетонными или железобетонными). Четвертая сторона этой камеры имеет входное отверстие, соединяющее ее с акваторией, так что уровень воды в камере тот же, что и на акватории порта: После ввода судна в док входное отверстие перекрывается специальным затвором, вода из камеры выкачивается, и суд-

Вновь построенные судовые корпуса спускают на воду обычно по наклонному стапелю судостроительного эллинга. На крупных заводах часто применяют наливные камеры (рис. 82, б).

**Пикетаж.** При строительстве гидросооружений для временного закрепления линии сооружения пользуются точками на местности — пикетами, находящимися друг от друга на определенном расстоянии. Обозначаются они кольями, сваями, вехами и т. д., а на воде — бакенами, заякоренными поплавками и т. п. Начальную точку трассы обозначают как нулевой пикет. На чертежах пикеты обозначают точкой со специальным знаком и номером.

Понятием «пикет» пользуются и при обследовании гидросооружений. В этом случае сооружение разбивают на отрезки по длине 5—10 м (в зависимости от типа) и обозначения пикетов наносят на самом сооружении краской или каким-либо другим способом. Местонахождение обнаруженных дефектов привязывается к ближайшему пикету.

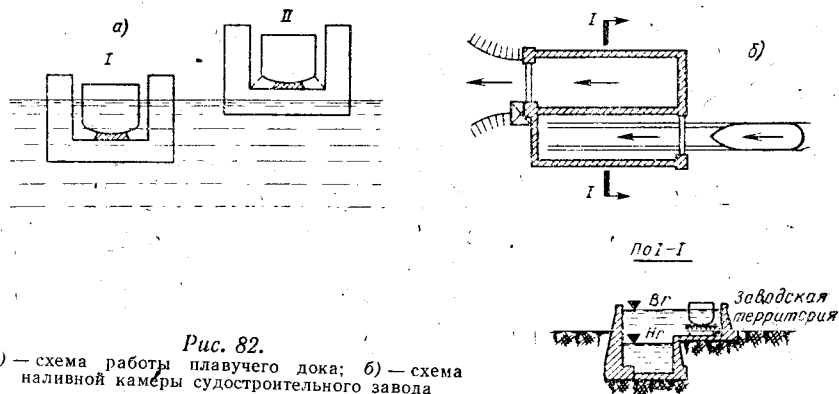


Рис. 82.

а) — схема работы плавучего дока; б) — схема наливной камеры судостроительного завода

но садится на специальные опоры, расположенные по днищу дока — кильблоки. После осушки всей камеры здесь же производится ремонт подводной части корпуса судна. По окончании ремонта выпускается вода, судно всплывает и выводится из дока.

Широко распространены также **плавучие доки** (понтон), которые благодаря специальным отсекам, заполняемым водой, могут погружаться под воду. При достижении необходимой глубины погружения судно вводится в док и закрепляется. Затем из балластных отсеков откачивают воду. Док всплывает и подводная часть корпуса судна оказывается над водой (рис. 82, а). Плавучий док удобен тем, что по мере надобности его можно буксировать из одного порта в другой. Материалом для постройки доков этого типа служат обычно металл или железобетон.

## Глава VII. ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ

### ИНСТРУМЕНТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ

При подводных работах используются различные инструменты: ручные, пневматические, электрические и взрывного действия.

**Ручной водолазный инструмент.** К ручному водолазному инструменту относятся те же инструменты, которые применяются при

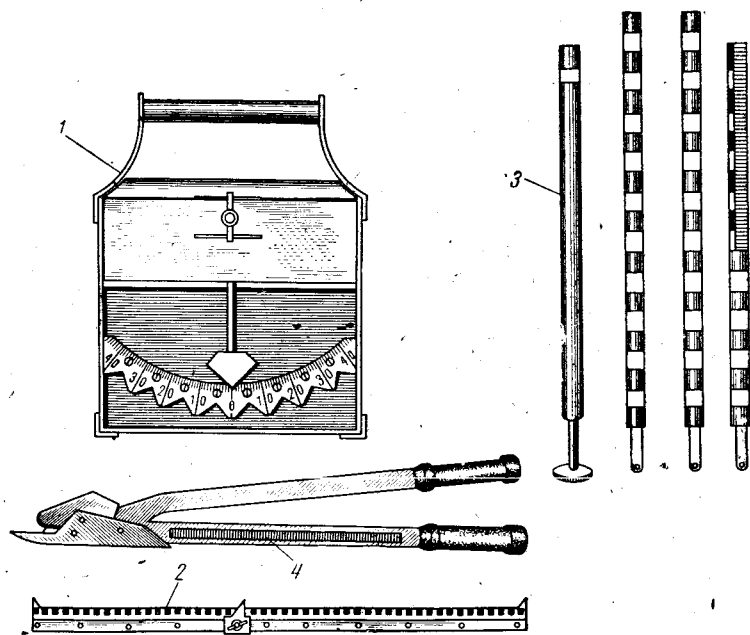


Рис. 83. Ручной водолазный инструмент

выполнении работ в надводных условиях (молотки, кувалды, пилы, сверла, слесарные ключи, зубила, отвертки и др.), а также специальные водолазные инструменты: кренометр-угломер 1, водолазная линейка 2, футшток 3, водолазные ножницы 4 (рис. 83).

Водолазный кренометр-угломер служит для измерения углов наклона различных подводных объектов и сооружений, крена и дифферента затонувших судов. При измерении углов под водой водолаз устанавливает кренометр на измеряемую на-

клонную поверхность основанием или боковой стороной, отжимает барашек, зажимающий маятник, и, когда маятник займет новое положение, вновь его зажимает и сообщает результат по телефону или подает кренометр на поверхность.

При измерении наклона неровных поверхностей кренометр устанавливают на заранее уложенную рейку или брусок.

Водолазная линейка имеет длину 150 см и применяется при определении размеров различных предметов, а также повреждений в подводной части конструкции с точностью до 1 см.

Для выполнения замеров водолаз устанавливает ноль линейки в начале измеряемого предмета, отворачивает крепежный барашек и передвигает движок до второго конца измеряемой длины так, чтобы наружная кромка движка коснулась конца измеряемого предмета и вновь заворачивает барашек. Результат отсчета передает по телефону или подает линейку на поверхность.

Разборный водолазный футшток служит для точного измерения глубины или высоты отдельных конструкций подводных сооружений. Изготавливается из четырех дюралиевых составных звеньев общей длиной 8 м.

Нижнее звено имеет башмак для упора, два средних звена — разбивку в дециметрах. Верхнее звено — с делениями в сантиметрах. Звенья соединяются между собой пружинными замками. Для замера футшток собирают из звеньев с учетом глубины, на которой будут проводиться работы; при сборке, звено, имеющее деление в сантиметрах, всегда должно быть верхним.

Водолаз устанавливает собранный футшток на место замера, а наверху по делениям верхнего звена определяет глубину или высоту подводных сооружений.

Водолазные ножницы предназначены для перерезания стального троса или отдельных его прядей диаметром до 12 мм, а также мягкой стальной проволоки диаметром до 10 мм.

**Пневматический водолазный инструмент.** К пневматическому водолазному инструменту относятся сверлильные машинки типа СМ-22Э, СМ-32Э, РС-22, РС-32, СПУ; бурильные молотки ВМ-17Э, ВМ-25, ВМ-13, рубильно-чеканные молотки РБ-54, РБ-58Э, РБ-63, ЭРК-9, молотки типа РК, пневматические гайковерты, ножницы-кусачки, пилы.

Пневматический инструмент приводится в действие сжатым воздухом, нагнетаемым компрессором и подаваемым по шлангу в инструмент. По конструкции и устройству подводный пневматический инструмент мало чем отличается от пневматического инструмента общего пользования, применяющегося для работ на поверхности. Отличие состоит лишь в том, что подводные пневматические инструменты имеют водонепроницаемый корпус, а в выхлопном патрубке — штуцер для присоединения воздухоотводного шланга длиной 1,5—2 м.

Пневматический инструмент общего пользования широко описан в технической литературе, поэтому в разделе будут рассмотре-



ны лишь специализированные инструменты, пригодные для работы под водой.

Пневматический гайковерт служит для завинчивания и отвинчивания болтов и гаек диаметром до 32 мм. Имеет форму пистолета, малый вес и габариты. Заворачивание или отвинчивание головки болта или гайки осуществляется за счет передачи крутящего момента от роторного двигателя на торцовый гаечный ключ.

Гайковерт имеет следующие данные:

рабочее давление сжатого воздуха — 5—6 ат;  
мощность пневмодвигателя — 0,6 л. с.;  
расход воздуха — 1,3 м<sup>3</sup>/час;  
вес — 6 кг.

Сверлильная пневматическая угловая машина (СПУ) применяется для сверления отверстий диаметром не более 23 мм в углах и других труднодоступных местах, а также для нарезания резьбы, раззенковки и развертки отверстий. Машинка состоит из четырех основных узлов: сверлильной головки, роторного двигателя с центробежным регулятором, планетарного одноступенчатого редуктора и пусковой рукоятки.

Машинка имеет следующие данные:

рабочее давление сжатого воздуха — 5 ат;  
мощность пневмодвигателя — 1,75 л. с.;  
расход воздуха — 1,4 м<sup>3</sup>/час;  
вес — 7 кг.

Пневматические ножницы-кусачки предназначены для резки листового металла толщиной до 3 мм. Ими можно производить наружную обрезку листа и разделку фигурных отверстий диаметром более 22 мм. Раскрываются и вырезаются листы по шаблону. Ножницы-кусачки состоят из следующих основных частей: впускного устройства, пневматического роторного двигателя, планетарного редуктора, режущей головки с ползунком, матрицы и пуансона.

Ножницы-кусачки имеют следующие данные:

рабочее давление сжатого воздуха — 5 ат;  
мощность пневмодвигателя — 0,5 л. с.;  
наибольшая скорость резания — 0,5—0,6 м/мин;  
расход воздуха — 0,8 м<sup>3</sup>/час;  
вес — 2,8 кг.

Рабочее давление сжатого воздуха описанного пневматического инструмента рассчитано для работы на глубине 10 м. С увеличением глубины свыше 10 м давление воздуха должно быть увеличено соответственно на 1 ат.

Пневматические пилы представляют собой дереворежущие механизмы. Подобно сверлильной машинке они имеют такие же воздушные двигатели, с помощью которых приводится в движение зубчатая цепь, натянутая на стальной лист.

Одновременно с пилой работают два водолаза. Во время работы

нужно соблюдать особую осторожность, так как двигатель пилы запускает один водолаз без контроля другого.

К работам с пневматическим инструментом допускаются только лица, хорошо обученные и проинструктированные.

Помните, что нельзя перегревать мотор, так как это может вызвать его порчу и выход из строя.

Пневматический инструмент должен быть отрегулирован и не иметь сильной отдачи. Подавать воздух следует только тогда, когда инструмент находится в рабочем положении.

Пневматический инструмент подается водолазу специальным концом только при его нахождении на месте работы.

При этом следует закрыть доступ сжатого воздуха в рабочий шланг и проверить, нет ли в инструменте давления?

После того как водолазу подан инструмент, освободившийся конец выбирается наверх.

Перед тем как привести в действие пневматический инструмент, водолаз должен принять устойчивое положение и подать сигнал «Включить воздух». После окончания работы он подает сигнал «Выключить воздух» и выпускает воздух из рабочего шланга.

Во время работы пневматическую пилу нельзя держать за ограничительный кожух, а только за ручки. Если пила заедает, то необходимо сначала отключить подачу воздуха и после этого вынуть режущую часть.

Для механизации различных водолазных работ широко используется **электрический подводный инструмент**.

Он приводится в действие электрической энергией, подаваемой по кабелю с поверхности, и имеет преимущество перед пневматическим инструментом. Во-первых, работает на различных глубинах, в то время как пневматический инструмент действует на глубинах, определяемых прочностью шлангов, подающих сжатый воздух.

Во-вторых, почти не создает барботажа (выход отработанного воздуха в воду), который мешает водолазу при работе с пневматическим инструментом.

К электрическому подводному инструменту относятся электросверлильная машинка и электрический дискорез, электрические илы, буровые отвертки.

Электросверлильная машинка служит для сверления отверстий диаметром до 25 мм. В качестве привода в машинке использован трехфазный электромотор на 200 гц погружного типа с герметизированной статорной обмоткой, полезной мощностью 1000 вт, напряжением 127 в. Вес машинки — 9,5 кг.

Электрический дискорез предназначен для перерезания стальных тросов диаметром до 65 мм. Дискорезом можно резать трос, намотавшийся на винт или гребной вал, а также свободно висящий трос. Трос диаметром 35 мм, дискорез перерезает за 10—15 мин., дюймовую трубку за 8 мин. при помощи режущего диска диаметром 175 мм и толщиной 2—2,5 мм, изготовляемого из абразивов. Дискорез, как и электросверлильная машинка, имеет

электродвигатель погружного типа с полезной мощностью 1800 вт, напряжением 127 в. Наибольшая глубина резания 58 мм. Дискорез весит 9 кг.

Перечисленные выше электроинструменты могут применяться на предельной глубине погружения водолазов в мягком снаряжении.

При пользовании электрическим инструментом под водой следует строго соблюдать правила по уходу за ним и техники безопасности, следить за тем, чтобы кабель не имел нарушений изоляций и обрывов.

Электроинструменты водолаз должен держать за ручки, предназначенные для этой цели. Запрещается держать электроинструменты за электрический провод.

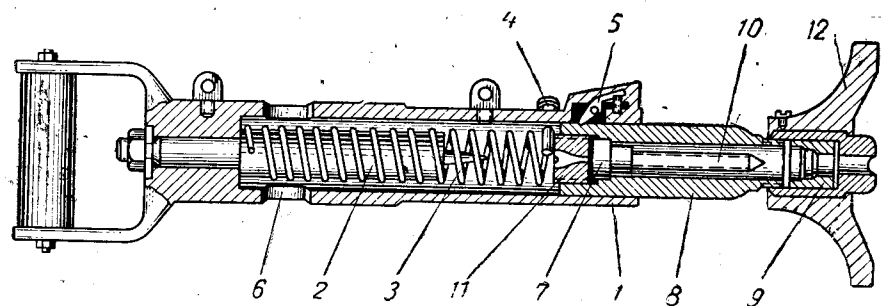


Рис. 84. Подводный дыропробивной пистолет — ПДП:  
1 — корпус; 2 — ударник; 3 — пружина ударника; 4 — предохранитель; 5 — защелка; 6 — отверстие для выхода газов; 7 — патрон; 8 — ствол; 9 — дистанционная втулка; 10 — пробойник; 11 — казенник; 12 — тренога

При работе режущего инструмента (электрических пил дискорезов, сверлильных машинок) запрещается касаться вращающейся режущей части инструмента, удалять стружки или опилки, менять сверла и т. п. до полной его остановки.

Включать пилу, дискорез разрешается в том случае, если есть полная уверенность в том, что шланг, сигнальный конец и другие части снаряжения удалены от ее режущей части на безопасное расстояние.

**Инструмент взрывного действия.** К инструменту взрывного действия относится подводный дыропробивной пистолет (рис. 84), в котором используется энергия взрыва порохового заряда, находящегося в патроне. ПДП служит для пробивания дыр и забивания шпилек в металлические листы толщиной от 9 до 25 мм. При толщине металла менее 8—9 мм забитая шпилька не будет держаться.

Пистолет представляет собой цилиндрический корпус. Вес комплекта ПДП — 150 кг, вес пистолета — 13,5 кг. На одном конце его имеется рукоятка, на другом — отверстие для вставки цилиндрического ствола. В него вкладывается патрон с зарядом и стальной шпилькой или пробойником. Внутри корпуса помещен неподвижный

ударник, который накалывает капсюль патрона, и пружина. В передней части пистолета имеется защелка с пружиной, служащая для задержки ствола от выпадения. Предохранитель удерживает ствол от перемещения внутри корпуса и предотвращает случайный выстрел.

В нижней части корпуса имеется отверстие для выхода газа. В верхней части расположены два рыма для подвешивания его на тросе. Казенник запирает ствол, препятствуя поступлению взрывных газов в корпус пистолета. Дистанционная втулка регулирует силу удара выстреливаемой шпильки или пробойника. Вставляется втулка в надульник.

Пистолет подается водолазу на конце без ствола. Отдельно подается ствол, который заряжается на поверхности.

Вставив ствол в корпус, водолаз упирает его треногой к пробиваемому месту и пальцем нажимает на предохранитель. Резким нажатием на рукоятку другой рукой корпус пистолета подается вперед. При этом пружина ударника сжимается и боек ударника накалывает капсюль патрона. В результате взрыва шпилька или пробойник вылетает из ствола и пробивает отверстие.

При работе с инструментом взрывного действия необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- не пользоваться ПДП даже с небольшими неисправностями;
- не нажимать на предохранитель пистолета до тех пор, пока он не будет подготовлен к стрельбе;
- опасно пользоваться более сильным зарядом, чем это требуется при данной толщине листа;
- во избежание рикошета при выстреле пистолет надо держать не под углом, а перпендикулярно к пробиваемому металлическому листу;
- не следует держать пистолет стволом к себе или направлять его в сторону работающего водолаза;
- запрещается заряжать и перезаряжать пистолет под водой;
- прежде чем приступить к пробиванию отверстий в корпусе судна или переборке, необходимо выяснить, нет ли за ними взрывчатых материалов или взрывоопасных газов.

#### ГРУНТОРАЗМЫВОЧНЫЕ И ГРУНТООТСАСЫВАЮЩИЕ СРЕДСТВА

Водолазам часто приходится выполнять земляные работы под водой: размывать и удалять грунт при подъеме затонувших судов, отмывать котлованы для гидротехнических сооружений, разрабатывать подводные траншеи для укладки трубопроводов, кабелей и т. д. Такие трудоемкие работы обычно производятся с помощью специальных грунторазмывочных и грунтоотсасывающих средств, которые описываются ниже.

**Гидравлический ствол** представляет собой металлическую трубу, к одному концу которой присоединяется съемная конусная насадка, создающая сильную струю воды, способную размывать плот-

ный грунт, к другому концу напорный рукав от высоконапорного насоса — гидромонитора, подающего рабочую воду под давлением 10—16 ат.

При значительных напорах создается большая реактивная сила, отталкивающая ствол назад.

Для облегчения работы водолаза, к рукаву, на расстоянии примерно 1,5 м от места соединения его со стволом привязывается любой груз и дополнительно удерживающий его трос.

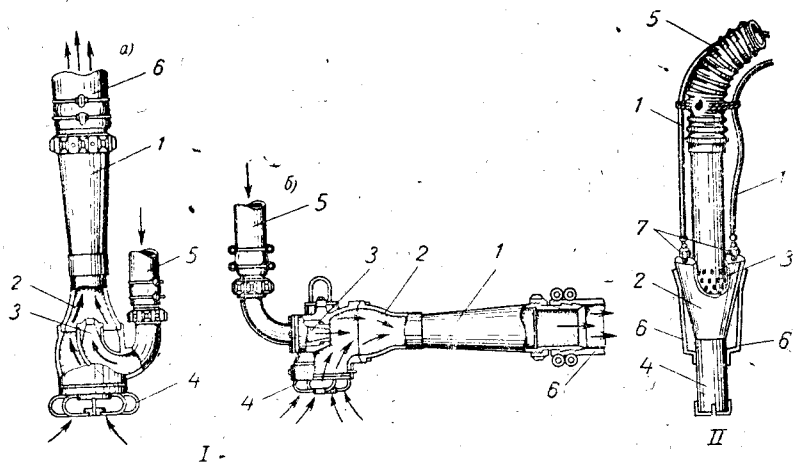


Рис. 85. I. Водоструйные эжекторы:

а) — вертикального типа; б) — горизонтального типа; 1 — труба эжектора; 2 — диффузор; 3 — сопло; 4 — приемная сетка; 5 — напорный шланг; 6 — выкидной шланг

## II. Пневматический грунтосос:

1 — воздушные шланги; 2 — корпус воздушной коробки; 3 — отверстия в трубе; 4 — труба грунтососа; 5 — выкидной шланг; 6 — скобы; 7 — накидные гайки

Значительно легче работать водолазу с безреактивным стволом с помощью обратных отверстий. Часть воды, выходящая в обратном направлении через отверстия, уравнивает реактивную силу, которая создается струей рабочей воды. Для подачи рабочей воды в гидравлический ствол используются высоконапорные мотонасосы ВНА-30 и ВНА-50. Производительность ВНА-30 — 32,5 м<sup>3</sup>/ч, общий напор — до 120 м вод. ст.

Производительность ВНА-50 — 55 м<sup>3</sup>/ч, общий напор — 180 м вод. ст.

Для удаления разрыхленного грунта и отсоса ила, песка, гравия применяются водоструйные эжекторы и пневматические грунтососы.

**Водоструйные эжекторы** (рис. 85) бывают двух типов: вертикальные и горизонтальные. Отличаются они расположением приемного отверстия. В вертикальном эжекторе приемное отверстие находится перпендикулярно к трубе и диффузору, в горизонтальном —

боку. Грунтоуборочные работы с помощью водоструйных эжекторов ведутся на глубинах до 8 м.

Принцип действия водоструйного эжектора основан на том, что рабочая вода, поступающая под давлением от мотонасоса по напорному шлангу и проходящая через сопло в диффузор, приобретает большую скорость и увлекает за собой через приемную сетку смесь воды и грунта (пульпу). Пульпа выбрасывается по выкидному шлангу в сторону. Рабочая вода подается в эжектор высоконапорными мотонасосами ВНА-30 и ВНА-50. Производительность эжекторов при расходе рабочей воды — 50—70 м<sup>3</sup>/ч, давлении 6—9 ат — 150—250 м<sup>3</sup>/ч пульпы. Содержание грунта в пульпе при этом составляет 20—25%.

**Пневматический грунтосос** служит для отсасывания грунта под водой и удаления его в сторону. Чаще всего грунтосос используется вместе с размывающей грунт струей воды от мотонасоса.

Для работы грунтососа применяется сжатый воздух, который подается сверху от компрессоров по двум или трем шлангам в воздушную коробку.

Поступая через отверстия в трубу грунтососа, воздух смешивается с водой и образует легкую пенную массу. Под давлением такая смесь перемещается вверх по трубе. При этом вода, поступающая в нижнюю часть трубы, засасывает частицы грунта.

Пневматические грунтососы, имеющие диаметр всасывающих труб 150—200 мм, начинают работать с глубин 10—12 м, диаметром 100 мм с глубины не более 5—6 м. Наибольшая производительность 100, 150 и 200 мм грунтососов — 5, 7, 10 м<sup>3</sup>/ч грунта соответственно.

**Техника безопасности при работах с грунторазмывочными и грунтоотсасывающими средствами.** Во время размывки грунта надо остерегаться, чтобы не попасть под струю воды. При отсосе грунта может засориться приемное отверстие грунтососа, в результате чего возникнет дополнительная плавучесть. Всплывая, грунтосос может потянуть наверх водолаза, а после стравливания в нем воздуха погрузиться на дно вместе с водолазом. Во избежание этого грунтосос необходимо закрепить у места производства работ. Засорившееся приемное отверстие нужно очистить, предварительно выключив грунтосос.

**Водоотливные средства.** При аварийно-спасательных, судоподъемных и подводно-технических работах широко применяются водоотливные насосы, помпы и гидротурбины. С их помощью откачивают воду из аварийного или поднятого с грунта судна, из прибрежных траншей и котлованов, а также при заливке и откачке трубопроводов большого диаметра. По принципу действия различают центробежные, поршневые и водоструйные насосы, по роду применяемого двигателя — мото- и электронасосы. Большое распространение имеют переносные насосы с мотодвигателем. Для вспомогательных работ часто используются переносные ручные насосы.

Насосы, которые подают воду к грунторазмывочным стволам, называются грунторазмывочными насосами или гидромониторами.

Ниже приведена техническая характеристика некоторых водоотливных насосов.

Мотонасос водоотливной типа ВСА-100: производительность 100 м<sup>3</sup>/ч, высота всасывания — 5 м, общий напор 20 м вод. ст., вес — 570 кг.

Насос водоструйный ВСН-50: производительность при расходе рабочей воды 35 м<sup>3</sup>/ч и давлении 6—8 кг/см<sup>2</sup> — 60 м<sup>3</sup>/ч, вес — 130 кг.

Электронасос водоотливной, погружаемый ВПЭН-100/1-П: производительность — 100 м<sup>3</sup>/ч, общий напор — 20 м вод. ст., вес — 380 кг.

Эжектор водоотливной (ВЭЖ-19): производительность при расходе рабочей воды 100 м<sup>3</sup>/ч и давлении 15 кг/см<sup>2</sup> — 250 м<sup>3</sup>/ч, вес — 160 кг.

### СУДОПОДЪЕМНЫЕ ПОНТОНЫ

Для подъема затонувших судов, различных предметов, а также для уменьшения осадки судов во время их проводки по мелководью используются понтоны. Бывают понтоны жесткие и мягкие. В настоящее время применяются жесткие стальные понтоны подъемной силой 40, 80, 200 и 400 т и мягкие понтоны (из прорезиненной ткани) подъемной силой 5 и 10 т.

**Жесткий судоподъемный понтон** представляет собой герметически закрытое плавучее сооружение, разделенное внутри на два или три отсека (рис. 86). В отсеках внизу имеются горловины для поступления и выхода воды при затоплении и продувании понтона. Для продувания отсеков понтон в верхней части имеет штуцера с вентилями, чтобы подавать и стравливать воздух.

В каждом отсеке в днище понтона устанавливаются так называемые аппендиксы, служащие для выхода излишнего воздуха и предохранения понтона от разрыва.

Горловины и аппендиксы дают возможность выравниваться внутреннему и внешнему давлению в понтоне при всплытии.

Для уменьшения веса в воде и удобства работы во время его постановки на место застропки, внутри понтона имеется воздушный ящик, в который при затоплении вода не поступает.

Через корпус понтона под углом 30° к его диаметральной плоскости проходят две ключевые трубы, служащие для пропуска судоподъемных стропов, которые крепятся на стопоре, расположенном посередине понтона, в верхней его части. Подводная и надводная устойчивость обеспечивается за счет твердого балласта, расположенного в нижней части понтона.

Для подъема и поддержания понтона в подводном положении, найтовки и буксировки на верхней части понтона привариваются обухи.

Принцип действия понтона основан на законе Архимеда, согласно которому плавающий предмет при погружении в воду вытесняет количество воды, равное весу его и приложенного к нему груза. При откачки из него воды воздухом, подаваемым по воздушным шлангам с поверхности, понтон приобретает положительную плавучесть. А так как вес понтона значительно меньше веса воды, заключенной в его объеме, то после полной продувки понтон приобретает подъемную силу, равную разности между весом вытесненной из понтона воды и весом самого понтона. Эта сила используется для поднятия судов.

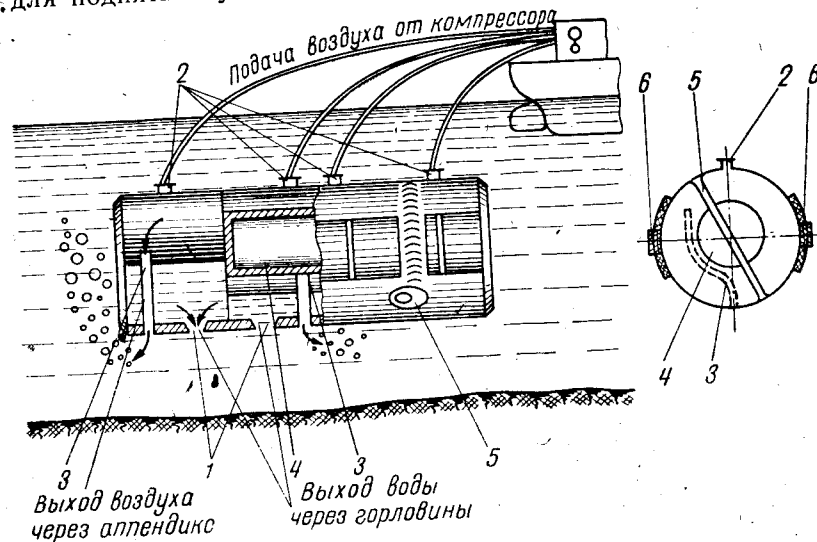


Рис. 86. Схема судоподъемного цилиндрического понтона: 1 — горловины; 2 — штуцера с вентилями; 3 — аппендиксы; 4 — воздушный ящик; 5 — клюз; 6 — деревянная обшивка

Приведем некоторые основные размеры и технические характеристики 200-тонного стального судоподъемного понтона: длина — 11,72 м, ширина — 5,70 м, высота — 5,70 м, грузоподъемность в пресной воде — 200 т, вес в подводном положении — 3,3 т, вес на воздухе с балластом — 67 т. Осадка понтона с закрытыми горловинами — 1,63 м, а с открытыми — 2,01 м.

**Мягкий понтон** подъемной силой 10 т представляет собой оболочку цилиндрической формы со сферическими оконечностями, изготовленную из двухслойной прорезиненной ткани.

В нижней части понтона имеется два патрубка (тубуса); через них во внутрь проходит шланг для продувки понтона. Патрубок одновременно является и горловиной для выхода воды при продувании и расширяющегося воздуха у продутого понтона при всплытии.

В верхней части понтона расположены два отростка, служащие

для выпуска воздуха при затоплении и острожке понтона. Они снабжены пробками, которые открываются перед продувкой.

Основные размеры мягкого понтона: длина — 3,8 м, диаметр — 2,02 м, вес — 125 кг.

### СРЕДСТВА БОРЬБЫ ЗА ЖИВУЧЕСТЬ СУДНА

Живучесть судна — способность его противостоять боевым и аварийным повреждениям, восстанавливать и поддерживать свою боеготовность.

Одним из важных элементов живучести судна является его непотопляемость, т. е. способность держаться на плаву, сохраняя свои мореходные качества, после затопления одного или нескольких отсеков.

Каждый корабль укомплектовывается аварийно-спасательным имуществом, которое размещается по отсекам. Оно включает аварийные материалы, противопожарные и водоотливные средства, различные приспособления, оборудование, устройства и инструмент. Для заделки пробоин на кораблях имеются заранее изготовленные пластыри, щиты, брусья, пробки, клинья, доски, подушки с куделью, войлок грубошерстный, брезенты, болты с откидной скобой и поворотной головкой, металлические упоры, а также цемент, сало, гвозди и т. д.

Пластыри бывают мягкие и жесткие. В свою очередь, мягкие пластыри подразделяются на парусиновые и кольчужные.

**Парусиновый пластырь** изготавливается из толстой парусины. Края его обшиваются пеньковым смоленным тросом (шкаторина) с коушами. Применяется для заделки малых пробоин и разошедшихся швов наружной обшивки.

**Кольчужный пластырь** состоит из колец стального троса диаметром 9—10 мм, обшиваемых с обоих концов двумя слоями парусины. Он обладает значительной прочностью, им можно заделывать пробоины больших размеров с установкой фальшивых шпангоутов.

**Жесткий пластырь** — самый распространенный при аварийно-спасательных работах. Он представляет собой щит из двух, трех или четырех слоев сосновых досок. Между рядами досок прокладывается парусина, пропитанная тавотом, олифой или салом. По краям щита делается подушка из смоляной пакли и парусины. Через отверстия в пластыре пропускаются крючья, которые закрепляются за края пробоины.

На большие пробоины с выступающими наружу рваными краями, а также на пробоины, расположенные в районе форштевня или ахтерштевня, ставится пластырь-ящик. Для того чтобы его изготовить, водолазы предварительно снимают с пробоины шаблон.

**Пластырь-щит** изготавливается из двух слоев досок по размерам пробоин.

**Пластырь клапанный стальной** состоит из металлического кор-

пуса — коробки с уплотняющим приспособлением по торцам в виде парусинового клапана. Пластырь обеспечивает заделку пробоин с заусенцами, направленными в его сторону.

**Пластырь металлический** с прижимным болтом (ПБ-1) служит для заделки повреждений корпуса малых кораблей. Вес его 4,56 кг.

**Пробки, клинья, брусья, доски** разных размеров изготавливаются из сухой сосны или ели. Пробки имеют форму усеченного конуса, со скосом в 3—5°. Большие пробки из-за положительной плавучести затрудняют работу водолаза при заделке пробоин. Поэтому для погашения положительной плавучести большие пробки балластируют грузом.

**Чопы** обычно подаются водолазу на тонком тросе, в пряди которого они вставляются. Положительная плавучесть их погашается подвешиванием к тросу груза.

**Деревянные пробки, клинья и чопы** служат для заделки мелких пробоин, дыр от выбитых заклепок и т. д. Клиньями заделываются разошедшиеся швы, отошедшие комингсы люков и др.

**Болты** служат для крепления жестких пластырей. **Деревянные упоры** изготавливаются из аварийных брусьев. Размеры их от 2000 до 4000 мм.

**Металлические упоры** используются для подкрепления переборки и прижатия пластыря при постановке изнутри отсека. Действуют они по принципу винтового домкрата. Длина их от 600 до 2500 мм.

**Струбцина** — винтовой зажим, состоящий из скобы и винтов, и применяемый для заделки небольших пробоин и разошедшихся швов.

Для ликвидации повреждений трубопроводов служат бугеля, заглушки, ключи трубные и рычажные.

Пробоины по размерам классифицируются следующим образом:

1. Малые пробоины, а также шпигаты, иллюминаторы, горловина — площадью до 0,05 м<sup>2</sup>.

2. Средние пробоины, а также кингстонные решетки и другие отверстия — площадью до 0,2 м<sup>2</sup>.

3. Большие пробоины, лазы, малые люки, двери, горловины и другие отверстия — площадью до 2 м<sup>2</sup>.

4. Очень большие пробоины, люки, грузовые порты и другие отверстия — площадью свыше 2 м<sup>2</sup>.

### АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ

Работы, выполняемые на судне с целью ликвидации аварии и недопущения гибели судна, называются аварийно-спасательными. Они производятся экипажем судна, а в случае, когда его сил недостаточно, — специальными спасательными судами, оснащенными средствами оказания всех видов помощи. Та часть аварийно-спасательных работ, которая выполняется штатными водолазами спаса-

тельных судов, называется аварийно-спасательными водолазными работами.

**Водолазное обследование аварийного судна.** Аварийно-спасательные работы, как правило, начинаются с водолазного обследования подводной части корпуса судна.

Для этого в месте предполагаемых повреждений заводится подкильный конец, к которому крепится ходовой трос, идущий к месту спуска водолаза. Водолаз от места спуска двигается по ходовому тросу к подкильному концу и по нему спускается от ватерлинии до киля, докладывая по телефону о всех обнаруженных повреждениях. После его возвращения к ватерлинии подкильный конец переносится в нужном направлении на расстояние 1,0—1,5 м и действия повторяются в прежнем порядке. При этом, двигаясь к килю, водолаз осматривает корпус по одну сторону от подкильного конца, а при движении вверх — по другую сторону.

По докладам водолаза составляется схема расположения повреждений корпуса судна.

При водолазном обследовании нужно соблюдать следующие правила безопасности:

1. Не разрешается спускать водолаза, если судно теряет плавучесть или кренится. Нельзя подходить водолазу к пробоине, через которую поступает вода внутрь судна.

2. Водолаз должен проявлять особую осторожность при работе около рваной пробоины с острыми выступающими краями, чтобы не повредить свое снаряжение и не получить травмы.

3. При спуске в затопленный отсек судна водолаз предварительно должен изучить по чертежам и макету расположение в нем помещений, устройств и оборудования. Для работы в труднодоступных местах отсека или в загроможденных помещениях водолазы спускаются парно для взаимной помощи в случае опасности. После водолазного обследования производится полная или частичная заделка пробоин пластырями, клиньями, чопами, постановкой цементных ящиков. Из отсеков, водонепроницаемость которых восстановлена, откачивается вода.

В случае особо тяжелых повреждений, когда частичная заделка пробоин не обеспечивает надежное удержание судна на плаву, применяется способ поддержания судна судоподъемными понтонами.

При авариях, связанных с затоплением отсеков судна, возможно опрокидывание судна при сохранении им некоторого запаса плавучести. Если в отсеках опрокинувшегося судна имеются оставшиеся в живых люди и дальнейшее погружение судна приостановлено, то в первую очередь производится спасение людей.

С этой целью водолазы спасательного судна спускаются под палубу, расчищают проходы к помещениям, в которых находятся люди, проводят ходовой трос в эти помещения и выводят людей поочередно, доставляя им изолирующие дыхательные аппараты для дыхания под водой во время выхода на поверхность. Одновре-

менно со спасением людей, как правило, принимаются меры поддержания опрокинутого судна на плаву. Самыми эффективными из первоочередных мер является подача воздуха для создания воздушных подушек в неповрежденных отсеках и цистернах опрокинувшегося судна. Воздух подается по водолазным или продувочным (понтонным) шлангам от компрессоров спасательного судна. Шланги заводятся и крепятся водолазами в открытые палубные люки, входы, тамбуры, вентиляционные стояки, в «гусак» вентиляционных труб топливных и водяных цистерн.

При наличии у спасателей подводных дыропробивных пистолетов со специальными пустотелыми шпильками воздух в аварийный отсек судна можно быстро подать через эти шпильки.

### **Съемка аварийного судна с мели, камней**

Наиболее сложными и трудоемкими являются работы по съемке аварийного судна с мели. Они зависят от разнообразных факторов, определяющих тяжесть аварийной обстановки: характера грунта в месте посадки судна, величины потери плавучести, наличия повреждений корпуса судна, размера и расположения по длине судна участков касания днища с грунтом. В некоторых случаях (при отсутствии повреждений корпуса, мягком грунте и незначительной величине потерянной плавучести) судно может быть снято с мели экипажем без посторонней помощи.

Если не удастся самостоятельно снять судно с мели, к работе привлекаются мощные спасательные буксирные суда. Спасательные работы в этих случаях начинаются с тщательного водолазного обследования судна и грунта, промера глубин с составлением «планшета глубин» и определения величины потерянной плавучести (по изменившейся осадке судна с учетом объемов затопленных отсеков). По результатам этих работ выбирается наиболее эффективный и быстрый способ снятия судна с мели. Если судно не имеет пробоин, грунт в месте посадки мягкий и величина потерянной плавучести невелика, то снятие производится тяговыми усилиями одного или нескольких спасательных судов (буксиров).

Одним из эффективных способов снятия судов с мели при больших величинах потерянной плавучести и при мягких грунтах является промывка канала винтами спасательного судна. Эта операция выполняется так: спасательное судно на безопасной глубине становится на два разнесенных якоря и подает буксирный трос на аварийное судно (рис. 87). Работая винтами на передний ход, подбирая на лебедке буксирный трос и поочередно потравливая якорную цепь, спасательное судно струей своих винтов размывает грунт и таким образом проделывает канал достаточной глубины к аварийному судну. Затем, продолжая работать винтами вблизи аварийного судна, вымывает грунт из-под него. После этого аварийное судно стягивают в промытый канал и выводят на глубокую воду. Работы по описанному способу производятся при обязательном участии водолазов, которые через каждые 5—10 м осматри-



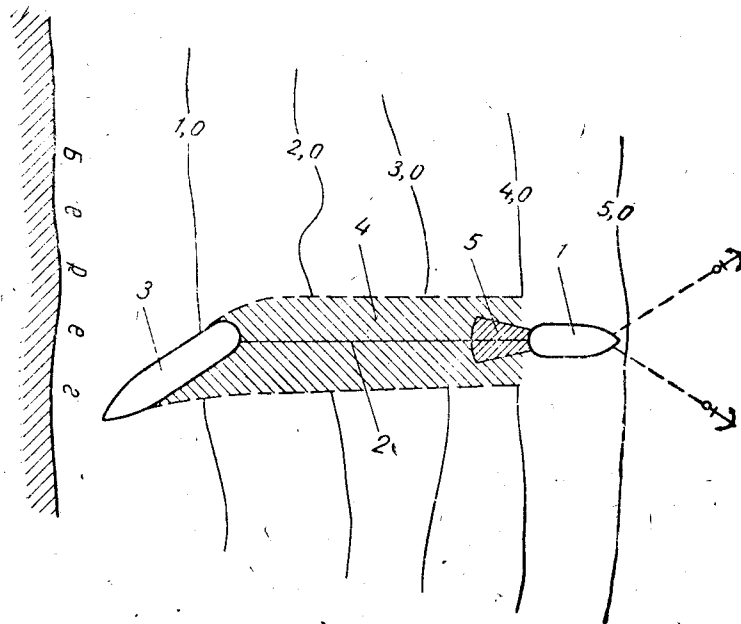


Рис. 87. Промывка канала винтами спасательного судна:  
1 — спасательное судно; 2 — буксирный трос; 3 — аварийное судно; 4 — трасса канала;  
5 — зона действия струи гребных винтов

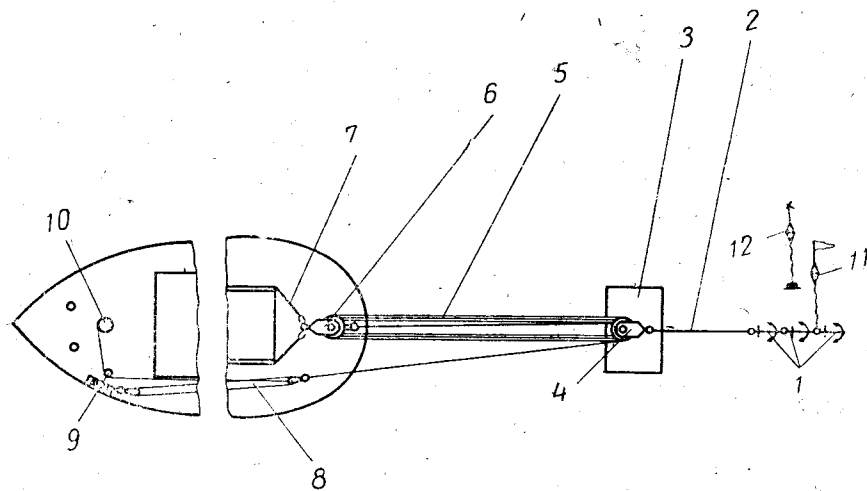


Рис. 88. Снятие судна с мели гинями:  
1 — «гусек» из 3-х якорей; 2 — якорный трос; 3 — плашкоут или плот, удерживающий неподвижный блок от закручивания; 4 — неподвижный блок; 5 — лопасть гиней; 6 — подвижный блок; 7 — брага, заведенная за комингс люка; 8 — тали (контргини); 9 — канифас-блок; 10 — якорный шпиль; 11 — боек последнего якоря; 12 — контрольный боек

вают грунт на отсутствие крупных камней по намеченной трассе канала.

При недостаточности тяговых усилий спасательных судов или невозможности их подхода на расстояния, позволяющие завести буксирный трос на аварийное судно, значительные тяговые усилия могут быть получены за счет применения гиней и якорей большой держащей силы. Якоря заводятся на расстояние 200—250 м от аварийного судна в сторону намеченного стягивания и сбрасываются или укладываются в одну линию (гуськом). К тросу, закрепленному за скобу последнего якоря, крепится неподвижный блок гиней. Второй блок крепится за прочные конструкции аварийного судна на его палубе. Выбирая ходовой конец лопаля лебедкой или таями, создают тяговое усилие в гинях, необходимое для снятия судна с мели (рис. 88). При этом способе работ водолазы привлекаются для проверки положения якорей на грунте и для заглубления их путем подмыва грунта.

### СУДОВЫЕ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ

Судовым водолазам приходится выполнять под водой самые различные работы. Они осматривают подводную часть корпуса, определяют характер и размеры подводных пробоев, заделывают их пластырями, работают в затопленных отсеках и т. п.

К периодическим работам относятся профилактический осмотр подводной части судна, очистка корпуса от водорослей и ракушек и т. д. К аварийным — очистка гребных винтов от наматывшегося троса, смена винтов, работа в затопленных отсеках и другие.

Подводную часть корпуса водолазы осматривают с подкильного конца или беседки. Лучше всего вести осмотр двумя водолазами, спущенными с противоположных бортов судна. Такие работы можно вести также с помощью подводной телевизионной установки.

Очищают подводную часть корпуса судна полосами сверху вниз скребками и металлическими щетками с подкильного конца или беседки. Засорившиеся решетки кингстонов очищают металлической свайкой или крючком, изготовленным из проволоки. В случае невозможности очистить таким образом водолаз с помощью отвертки отдает винты, снимает решетку, предварительно подвязав ее пеньковыми концами, чтобы после съёмки она не упала, и очищает кингстон. После этого устанавливает решетку на свое место.

**Очистка винтов от наматывшегося троса.** При наматывании на винты растительного троса или сетей винты освобождают с помощью ножа. Если это оказался стальной трос, то лучше всего его перерезать подводной электрорезкой. При ее отсутствии трос перерезают ножовкой или рубят зубилом два водолаза; один поддерживает зубило, а другой бьет кувалдой. При этом под тросом должна лежать какая-нибудь металлическая опора. Более удобно резать

трос специальными ножницами. Для этого отделяют свайкой одну прядь и в образовавшуюся щель вставляют неподвижный зуб ножниц. Затем, с силой сжав рукоятки ножниц, перекусывают пряди проволоки.

Обычно винт очищается от троса двумя водолазами, работающими с грунта, а на глубокой воде — с беседки.

**Исправление и замена гребных винтов под водой.** Нередко возникает необходимость на плаву отремонтировать или заменить гребной винт, либо исправить рулевое устройство. Правку загнутых кромок лопастей винтов на малых кораблях производят два водолаза с водолазной беседки. Один из них бьет кувалдой по лопасти, а другой в это время прижимает к обратной ее стороне массивную металлическую плитку, подвешенную на шкентеле. Надломленные края лопасти, заусеницы, срубают зубилом с последующей опиловкой или удаляют с помощью электрокислородной резки.

Если возникнет необходимость снять винт, то это делают с помощью съемной планки, домкратом, специальными распорными клиньями, гидравлическим и комбинированным способами, а также с помощью пороховых зарядов. Сначала с винта снимают обтекатель (гайку — обтекатель), предварительно отвернув болты, которыми он крепится к ступице, вывинчивают стопор нажимной гайки, затем ключом с удлиненной ручкой отвертывают на несколько оборотов нажимную гайку с конца гребного вала. Чтобы предохранить наружную часть гребного вала от повреждений по виткам резьбы, наматывают льня или шкимушгар.

При съёмке винта съемной планкой шпильки ее вворачивают в нарезные отверстия ступицы (рис. 89 а, б). При завинчивании гаек планка упирается в торец гребного вала и тянет винт на себя. Если ступица не имеет нарезных отверстий, пользуются планкой с крючьями, которыми зацепляют лопасти винта. В том случае, когда усилий съемной планки недостаточно, между планкой и торцом винта устанавливают домкрат или ступицей винта и дейдвудом забивают клинья кувалдой или металлической штангой, опускаемой с верхней палубы по направляющей трубе.

Для того чтобы создать равномерный распор, водолаз устанавливает два клина с двух сторон по диаметру вала (рис. 89, б).

При съёмке винт следует поддерживать сверху стропами, взятыми за лопасти. Для подъема его на борт используются стрелы, краны, лебедки и т. п. Новый или отремонтированный винт опускают на шкентеле. Действуя оттяжками, водолазы заводят винт в раму ахтерштевня и насаживают его на конус вала так, чтобы шпонки вала вошли в пазы ступицы. После этого ставят на место нажимную гайку и обтекатель.

Существенную помощь могут оказать судовые водолазы при ремонте рулевого устройства. Погнутые рули на небольших судах водолазы правят так же, как и лопасти винтов. Если же перо руля имеет трещину или пробойну, то с помощью подводной электро-сварки трещину можно заварить, а на пробойну приварить заплату.

**Заделка повреждений и устранение течи.** Для заделки небольших повреждений пользуются сухими сосновыми пробками или клиньями, которые обматываются паклей, промазанной салом (чтобы предотвратить выпадение, клин или пробка должны войти в пробойну на  $\frac{2}{3}$  своей длины).

Узкие щели и трещины заделывают просаленной или протавоченной паклей. Кромки металла, мешающие заделке, срезают электрорезкой, ножовкой или зубилом.

Значительное по площади сквозное повреждение в корпусе закрывают жестким пластырем, который изготавливают по размерам, снятым водолазом с пробойны. Перед опусканием в воду пластырь необходимо забалластировать до небольшой отрицательной плавучести. Опускают пластырь на подкильных концах, заведенных в места пробойны. Под наблюдением водолазов пластырь наводят на место установки. Если пластырь закрывает всю пробойну и плотно прилегает к корпусу, подкильные концы выбирают втугую и закрепляют.

В том случае, когда пластырь предполагается крепить болтами, то предварительно водолазы намечают на пластыре места для болтов и подают его наверх для высверливания отверстий и постановки в них притяжных болтов с гайками (рис. 90, а).

На пробойны с выступающими наружу кромками ставят коробчатый пластырь, а при больших размерах пробойны — кессоноподобный пластырь.

После установки и уплотнения пластырей производят пробную откачку воды из затопленного отсека, во время которой водолазы проверяют плотность прилегания пластырей к корпусу, и где нужно подбивают паклю под его борта деревянным клином. Затем начинают полностью откачивать воду.

**Меры безопасности при работе водолаза у борта и под корпусом судна.** В том месте, где работает водолаз, нельзя откачивать воду из затопленных отсеков, продувать кингстоны, вести погрузку или разгрузку грузов и выбрасывать мусор. Во время переноса подкильного троса водолаза необходимо поднять из воды.

Водолазные работы под корпусом корабля с грунта можно ве

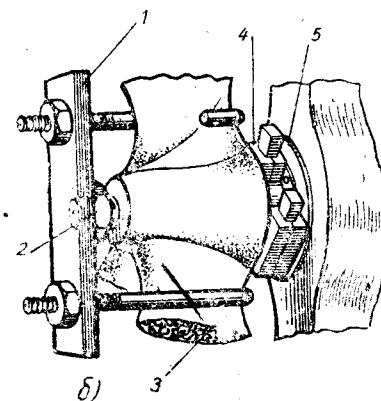
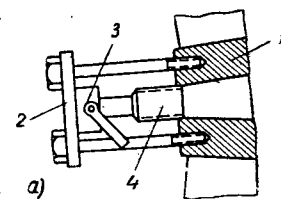


Рис. 89. Съёмка гребного винта: а) — 1 — ступица; 2 — съемная планка со шпильками; 3 — домкрат; 4 — гребной вал; б) — 1 — съемная планка с крючьями; 2 — нажимная гайка; 3 — лопасть; 4 — металлический клин; 5 — дейдвудная втулка.

сти в тех случаях, если расстояние между килем и грунтом будет не менее 1 м с учетом качки судна.

Водолаз при подходе к пробойне должен быть осторожен, чтобы потоком воды его не присосало к пробойне или не втянуло туда. Осматривать пробойну можно только после того, как поступление воды внутрь судна прекратится. Работая у поврежденного места, водолаз должен внимательно следить за тем, чтобы не повредить снаряжение об острые кромки пробойны.

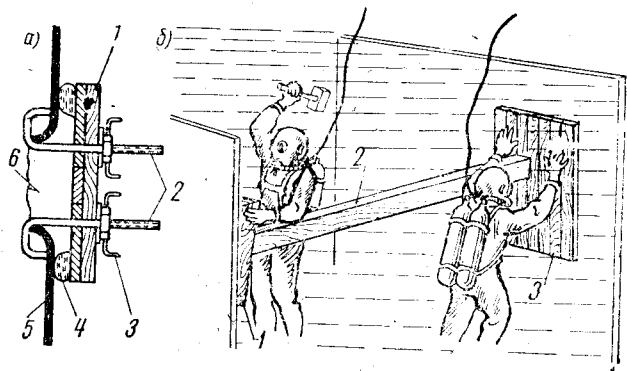


Рис. 90.

а) — крепление жесткого пластыря к пробойне: 1 — жесткий пластырь; 2 — крючковые болты; 3 — барашек; 4 — подушка; 5 — корпус судна; 6 — пробойна; б) — подкрепление переборки: 1 — деревянный клин; 2 — брус; 3 — щит

**Работа в затопленном отсеке.** Перечень таких работ большой. Это заделка и подкрепление переборок, закрытие поврежденных люков, горловин и других отверстий, перекрытие клапанов, исправление трубопроводов и т. п. Наиболее часты герметизация и подкрепление переборок с помощью упоров и подпорок, которые выполняют одновременно не менее двух водолазов.

Предварительно водолазы должны расчистить проход к месту работ, убрать все, что может им помешать. Затем они приставляют к переборке поданный им деревянный щит и прижимают его деревянным брусом или раздвигающимся металлическим упором (рис. 90, б). Второй конец бруса (упора) упирается в прочную конструкцию или пиллерс. В некоторых случаях щит удобнее прижимать струбцинами, прикрепленными к шпангоутам, бимсам и т. п.

Сквозные повреждения в переборках заделывают пластырями на прижимных болтах, пробойны небольшого размера — пробками, клиньями, досками и т. д.

Пробками заглушают также концы перебитого трубопровода. Повреждения парового трубопровода заделывают паранитовыми прокладками, водяного — резиновыми прокладками с твердыми накладками. Прокладку и накладку прижимают к трубе бугелями или проволоочными бензелями.

**Работы в задымленных помещениях судна и в условиях заражения воздуха и воды отравляющими веществами.** Исправное водолазное снаряжение, особенно автономное, может хорошо изолировать человека во время работы в задымленных помещениях, в условиях заражения воздуха и воды отравляющими и радиоактивными веществами.

Работая в автономном снаряжении в задымленных помещениях и в обстановке пожара, вместо гидрокombинезона нужно надевать асбестовый комбинезон или парусиновое платье.

При этом необходимо следить за герметичностью снаряжения, целостью сигнального конца, а также за баллонами, чтобы они не нагревались.

Во время этих работ, независимо от времени года, применяются зимние рубахи или гидрокombинезоны с приклеенными рукавицами.

Перед спусками водолазов в необрезиненных рубахах, их поверхность смачивают незараженной водой.

Если используется вентилируемое снаряжение или снаряжение с выдохом в воду, воздух, подаваемый водолазу, необходимо пропускать через фильтр-поглотитель.

Для безопасности одевать водолаза надо до входа водолазной станции в зараженный район. При одевании водолаза в зараженном районе необходимо соблюдать особый порядок.

При спуске в регенеративном водолазном снаряжении водолаз, находясь в противогазе, снимает защитную одежду и поверх импрегнированного белья надевает водолазное белье и гидрокombинезон до пояса. Затем к штуцеру присоединяют аппарат с открытым вентилем баллона и заполняют дыхательный мешок аппарата кислородом. Далее водолаз делает глубокий вдох, закрывает глаза и с него снимают противогаз и надевают гидрокombинезон. Взяв в рот загубник, водолаз делает выдох в подшлемное пространство, открывает глаза и начинает дышать в аппарат. Затем сжатым воздухом или кислородом из малолитражного кислородного баллона продувают гидрокombинезон через аппендикс, после чего гидрокombинезон зажгутовывается. Далее водолаз обжимает гидрокombинезон и производит трехкратную промывку кислородом системы «аппарат — легкие». Подготовка к спуску водолаза заканчивается надеванием грузов, ножа и сигнального конца.

При спусках в вентилируемом снаряжении сначала снимают защитную одежду и поверх импрегнированного белья надевают водолазное белье, рубаху и манишку, пропуская через нее коробку противогаза. Затем через манишку в рубаху пропускают водолазный шланг и воздухом продувают рубаху и белье. После этого надевают сигнальный конец (не затягивая его), в шлем подают воздух и заdraивают иллюминатор. Далее водолаз делает глубокий вдох, закрывает глаза и задерживает дыхание, в этот момент с него быстро снимают шлем противогаза, вынимают шланг из рубахи, надевают водолазный шлем и заворачивают гайки (не до конца) на

манишке, чтобы воздух, подаваемый водолазу, продолжал выходить из скафандра. В заключение заворачивают до конца гайки на манишке, регулируют подачу воздуха и обтягивают на талии водолаза сигнальный конец. Дальнейшее одевание водолаза и спуск его производятся в обычном порядке.

Во время спусков при радиоактивном заражении воды контроль за облучением водолаза осуществляют дозиметры индивидуально-го контроля; один из них помещается под рубаху на уровне груди, а другой — в штанину рубахи.

После выхода водолаза наверх производят его санобработку, медосмотр и делают дезактивацию снаряжения.

**Работа в помещениях, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.** Спуски водолазов в воду, загрязненную нефтепродуктами, и даже непосредственно в нефть вполне возможны. Однако при этом необходимо принимать особые меры предосторожности.

Такие спуски необходимо совершать в вентилируемом снаряжении и только при крайней необходимости для ликвидации причин аварий. Спуски в бензин, керосин и в другие летучие и ядовитые вещества запрещаются.

Перед спуском в нефть или воду, загрязненную нефтепродуктами, необходимо смачивать водолазную рубаху пресной водой и жидким мылом. Это предохраняет рубаху от разрушающего действия нефтепродуктов. Не допускаются повторные спуски в одной и той же рубахе после 2—3-часовой работы в нефти или в нефтепродуктах.

Перед подъемом водолаза наверх место его выхода следует очищать струей воздуха или чистой воды.

**Поиск и подъем затонувших предметов.** При водолазном поиске предметов или утонувшего человека нужно учитывать возможный снос течением, илистое дно и др.

Существует несколько способов поиска затонувших предметов: концентрическими кругами, обследованием полос тралением, а также осмотр дна водолазом, буксируемым шлюпкой или подводным электробуксировщиком.

При поиске концентрическими кругами водолаз пользуется ходовым концом с узлами, определяющими радиусы круга движения. Ходовой конец прикрепляется к балластине спускового конца.

Сначала водолаз с частично свернутым на руке ходовым концом делает полный круг вокруг балластины, осматривая и ощупывая дно. Затем, сбросив с руки несколько шлагов, совершает второй круг, но уже в обратную сторону и т. д.

Если разыскиваемый предмет не будет обнаружен, водолазный бот переставляют для обследования нового участка дна.

При поиске способом обследования полос участок, подлежащий обследованию, обвеховывают и с помощью направляющих концов разбивают на полосы, ширина которых зависит от видимости под водой и может быть 5—10 м и более.

После обследования полосы один из направляющих концов переносится в сторону, образуя новую полосу и т. д., пока весь участок не будет проверен.

Обследование небольших участков дна в случае плохой видимости производится тралением пеньковым тросом длиной 40—50 м. Работа выполняется двумя передвигающимися по дну водолазами. В случае зацепления троса за какой-нибудь предмет, один из водолазов оставляет конец, подходит к месту зацепления и после осмотра сообщает по телефону обстановку на водолазный бот. В случае необходимости водолазы продолжают траление.

Поиск на большом пространстве можно выполнить медленной буксировкой водолаза на беседке, подвешенной к шлюпке на 1,5—2 м над грунтом. При таком способе вода не взмучивается и водолаз сравнительно мало устает. В настоящее время для обследования и поисковых работ применяются специальные буксируемые и самоходные устройства, которые буксируют за собой водолаза со скоростью 3—5 узлов. У некоторых буксировщиков в носовой части установлены светильники и кинокамеры.

К плаванию на буксируемом носителе допускаются только хорошо натренированные водолазы, изучившие его устройство; правила эксплуатации и технику безопасности.

## СУДОПОДЪЕМНЫЕ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ

Все работы, выполняемые при подъеме затонувшего судна, называются судоподъемными.

В большинстве случаев они начинаются задолго до подъема судна в период его поиска и первичного водолазного обследования. Затонувшее судно ищут суда, оборудованные средствами гидролокации, подводными телевизионными камерами и специальными приборами.

В местах обнаружения подводных препятствий выставляют буи или вехи, затем эти участки последовательно осматривают. Первой важной задачей водолазов после нахождения судна на грунте является надежное обозначение его бум, буйреп которого крепится за одну из прочных конструкций затонувшего судна.

Для облегчения последующих работ следует сразу же обозначать бумами нос и корму судна, подлежащего подъему.

## Обследование затонувшего судна

Определить возможность и способ подъема затонувшего судна можно путем его подробного водолазного обследования.

Устанавливаются характер повреждений корпуса и их расположение, заглубление судна в грунт, крен и дифферент, наличие и состояние груза в трюмах, характеристика грунта в месте затопления.

В период подготовительных работ по подъему судна положение его на грунте может измениться, увеличиться занос. Поэтому не-

посредственно перед подъемом необходимо вновь произвести водолазное обследование: уточнить размеры судна, глубину вокруг него, положение судна на грунте, состояние и характер повреждения корпуса.

**Основные размеры затонувшего судна** можно определить при отсутствии чертежей, формуляров и прочих документов.

Водолажным обследованием устанавливают: тип судна; длину по главной палубе; ширину главной палубы в средней части (миделе); высоту борта; расположение, число поперечных и продольных переборок; размеры грузовых трюмов и комингсов люков; размещение грузов; их характер и количество.

Длину судна водолаз определяет с помощью стального тросика диаметром 1—2 мм или растительного тросика (мерного линя).

Один конец тросика водолаз закрепляет на форштевень затонувшего судна и, разматывая катушку (или вьюшку), относит его по борту до кормы главной палубы.

Чтобы тросик (линь) не провисал, водолаз при разматывании подвязывает его к кнехтам, стойкам и другим деталям палубы. Одновременно с этим определяет размещение люков и размеры надстроек. Для этой цели идет к носу судна и, двигаясь вновь к корме, вяжет на тросике марки, сообщая по телефону наверх, чему они соответствуют. Например: «Первая марка — носовая мачта».

Наверху эти сообщения записываются. Дойдя до кормы, водолаз вяжет последнюю марку на месте крепления тросика, затем отвязывает ее, наматывает вновь на катушку (вьюшку) и поднимает наверх.

По данным конечных и промежуточных марок определяют необходимые размеры конструктивных деталей затонувшего судна и дополнительные сведения.

Ширину судна водолаз устанавливает в трех точках на расстоянии  $\frac{1}{3}$  длины судна от носовой и кормовой оконечностей и в средней части (у миделя) также с применением мерного тросика (линя).

**Определение положения судна на грунте.** Водолажным обследованием определяется глубина погружения судна, рельеф дна вокруг него, крен и дифферент, заносы палубы и трюмов.

Глубина погружения судна в грунт — разность высоты борта в данной точке и возвышения борта над грунтом, определяемая в нескольких точках с каждого борта.

Промеряют глубину до палубы у борта судна и в этой же точке определяют глубину до грунта.

Если обозначить в данной точке промеров:

$H$  — высота борта судна;

$H_1$  — глубина до борта судна;

$H_2$  — глубина до грунта у борта;

$H_3$  — глубина погружения судна в грунт;

то  $H_3$  определится по формуле (рис. 91, а):

$$H_3 = H_1 + H - H_2.$$

Точками 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 показаны места промеров глубин. Глубина погружения судна в грунт определяется в тех же точках, которые используются для промеров глубины до грунта при составлении планшета глубин, что дает возможность не только судить о погружении судна в грунт, но одновременно определить рельеф дна, а следовательно, дифферент и крен судна (рис. 91, б).

При этом водолаз с палубы затонувшего судна в определенных точках, намеченных руководителем работ, проверяет правильность опускания лота до грунта или палубы судна и сообщает о своем местонахождении и характерных точках судна.

Результаты измерения в определенной масштабе наносят на эскизы судна и полученные точки на каждом борту соединяют между собой, показывая уровень грунта у бортов судна (рис. 91, в).

Погружение судна в грунт определяют в тот же период, когда выясняют длину судна при помощи тросика (линя). Водолаз, двигаясь по судну, вяжет марки на стальном тросике у определенных конструктивных элементов судна, сообщая эти данные наверх.

В этих же точках с участием водолаза лотом определяется расстояние от палубы до грунта и от поверхности воды до палубы судна.

Крен затонувшего судна можно установить водолажным маятниковым кренометром или путем промеров расстояния от поверхности воды до палубы вблизи бортов. В первом случае после предварительной очистки места от посторонних предметов в средней неповрежденной части палубы водолаз ставит кренометр.

Порядок проведения отсчета описан в устройстве кренометра. Определяется угол крена в двух-трех местах, на палубе.

Имея несколько измерений угла крена, выводят среднюю величину крена.

Для большой точности вычисления углов крена, помимо установки кренометра, измеряют глубину до палубы затонувшего судна у его бортов в средней части (у миделя) или в другом сечении с помощью футштока или лота. Замеры делают со шлюпки. Футшток или лот устанавливают на палубе поочередно с одного или другого

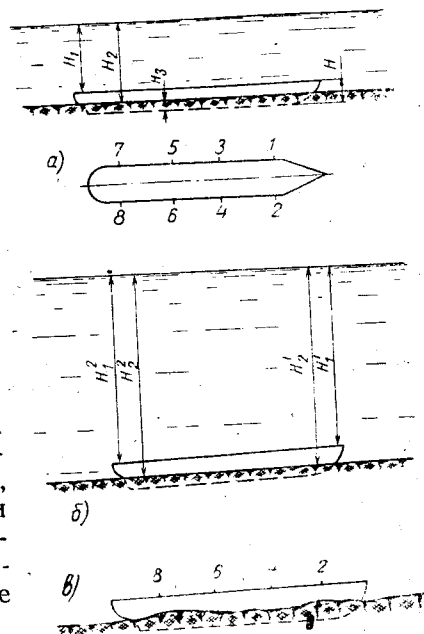


Рис. 91. Определение судна на грунте

борта судна. Зная разность глубины погружения палубы у дв. бортов в одной плоскости сечения и ширину палубы, определяют угол крена:  $h = H_2 - H_1$ ,  $\sin \theta = \frac{h}{B}$ ,

где:  $B$  — ширина судна;

$h$  — разность глубины;

$H_2, H_1$  — глубины до палубы у бортов судна.

Дифферент затонувшего судна определяют (рис. 92) как разность глубины до оконечностей судна.

Дифферент обозначается  $\Delta T$ :

$$\Delta T = H_2 - H_1.$$

где:  $H_1$  — глубина до носовой оконечности;

$H_2$  — глубина до кормовой оконечности.

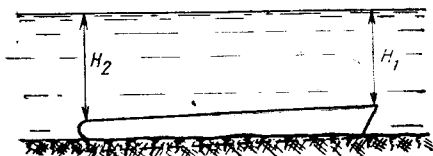


Рис. 92. Определение дифферента затонувшего судна

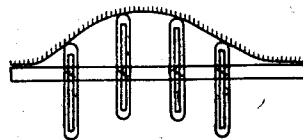


Рис. 93. Шаблон

**Определение повреждения корпуса судна.** Водолазным обследованием устанавливают характер повреждения затонувшего (аварийного) судна, места и размеры пробоин, переломы в корпусе судна.

Размеры пробоин измеряют линейками или линиями, путем установки на них марок.

Форму пробоины определяют шаблоном, снятым с его кромок или очерчиванием контура пробоины на листе фанеры (доски).

Простейший шаблон показан на рис. 93. Он состоит из деревянного бруска с выдвигаемыми планками, которые закрепляются барашковыми зажимами. Шаблон устанавливается водолазом так, чтобы планки своими концами прилегали к кромке пробоин.

Результаты водолазного обследования записывают в специальном акте.

### Подъем затонувших судов

В зависимости от глубины затопления, размеров судна и его состояния выбирают способ подъема судна и составляют рабочий проект подъема.

Для подъема судов, затонувших на малых глубинах, когда верхняя палуба целиком или частично находится выше поверхности воды, наиболее часто применяется способ откачки воды, который предусматривает предварительную заделку пробоин и гермети-

зацию штатных отверстий (иллюминаторов, люков, дверей и т. д.) в бортах и на погруженной в воду части палубы и надстроек. Через люки или специально вырезанные отверстия в палубе, расположенной выше уровня воды, производится откачка воды из отсеков судна и полное или частичное восстановление его плавучести.

Если же палуба судна полностью находится под водой на глубине до 1—1,5 м, откачка воды из отсеков после их заделки производится через специально изготовленные металлические или деревянные шахты. Устанавливаются они на комингсы люков или вырезы в палубе под контролем водолаза. Уплотнение места прилегания шахты паклей, клиньями также производится водолазом.

При подъеме с малых глубин судов, лежащих вверх килем, и стоящих на ровном киле с большими, поддающимися заделке разрушениями в днищевой части, с успехом может быть применен способ отжатия воды из отсеков воздухом. Сжатый воздух подается в предварительно загерметизированные отсеки по продувочным шлангам, введенным водолазами в пробоины или штатные отверстия, наиболее удаленные от поверхности воды.

Небольшие суда могут быть подняты плавучими кранами соответствующей грузоподъемности. При этом способе водолазы производят остропку судна под водой. Малые суда, затонувшие вблизи берега, при пологом уклоне грунта и отсутствии на грунте крупных камней или других препятствий, нередко вытягиваются на берег тягачами с применением гиней, закрепленных за специально изготовленные и врытые в землю упоры (мертвяки). В этом случае водолазы закрепляют на затонувшем судне брагу и присоединяют к ней буксирный трос.

Наиболее трудоемким и сложным является подъем судна жесткими судоподъемными понтонами. Все основные работы при этом способе выполняются водолазами. Кроме ранее упомянутого обследования судна, на водолазов возлагается отмывка котлованов около бортов судна для укладки понтонов, промывка туннелей в грунте под днищем судна, заводка в туннели тросовых проводников и обеспечение протаскивания в туннели судоподъемных стропов, остропка и обеспечение равнения понтонов.

Количество и тип понтонов, необходимых для подъема судна, а также их расположение по длине судна определяют расчетами при разработке проекта подъема. Места понтонов наносят на чертежи и по ним определяют расстояния от клюзов каждого понтона до характерных точек или конструкций судна (штевни, кнехты, клюзы и т. п.). Эти расстояния отмеряют и обозначают на разметочном лине узлами или марками. Разметочный лить подается водолазу, находящемуся на затонувшем судне, с поверхности. Водолаз крепит мерный лить за ранее намеченную конструкцию судна и протягивает его по палубе вдоль борта. В местах, совпадающих с марками или узлами на разметочном лине, закрепляют за леер, стойки, кнехты или другие детали отрезки троса с балластом на конце (отвесы). Балласт в месте касания с грунтом укажет начало



туннеля. Такая же работа выполняется и с другого борта судна. Отвесы не убирают до окончания промывки туннеля. Промывку туннеля начинают с отмывки начального котлована (рис. 94, а). Для его отмывки в мягких грунтах достаточно применить пневматический грунтосос. Плотный грунт (глина, глина с песком и ракушкой) перед приемным отверстием грунтососа размывают струей

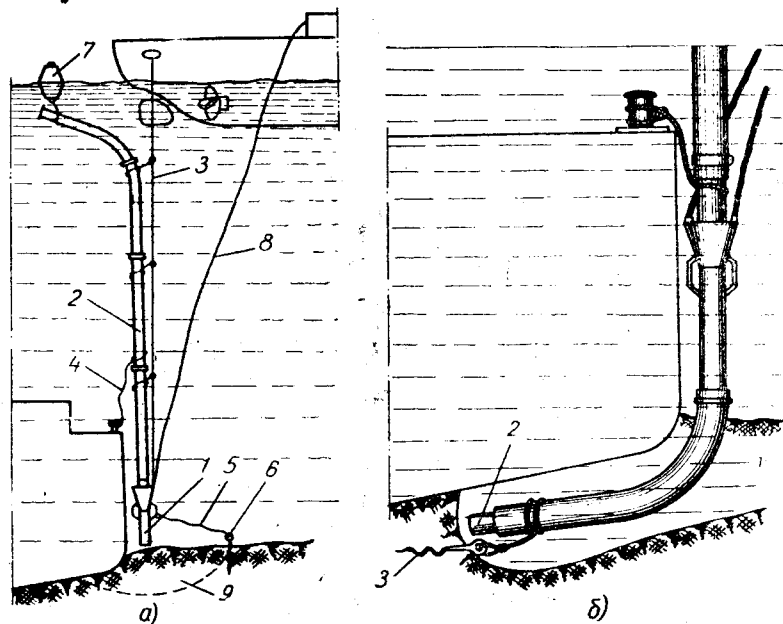


Рис. 94. Схема промывки котлована:

а) — оснастка грунтососа для отмывки начального котлована: 1 — грунтосос; 2 — отводящий шланг; 3 — разгрузочный трос; 4 — крепление отводящего шланга к палубе судна; 5 — пеньковый трос; 6 — штопор; 7 — буй, удерживающий конец отводящего шланга; 8 — шланг воздушный; 9 — контур начального котлована; б) — оснастка грунтососа для промывки туннеля: 1 — приемный шланг; 2 — приемная сетка; 3 — штопор Панфилова

из гидромониторного ствола. Глубина начального котлована должна быть на 1,0—1,2 м ниже скулы судна, а откос (уклон) его стенок должен предотвращать сползание (осыпание) грунта.

Снаряженный грунтосос спускают к месту работы по направляющему тросу, предварительно закрепленному водолазом. На время спуска водолаз должен быть отведен на безопасное расстояние или поднят на поверхность. До начала работы грунтососа водолаз закрепляет его отводный шланг прочным тросом за ближайшую судовую конструкцию со слабиной, необходимой для последнего углубления грунтососа на заданную величину. К скобе грунтососа крепят отрезок пенькового троса, свободный конец которого надежно завязывает за обух тяжелой балластной или ввинченного в грунт штопора. Длина этого троса должна допускать

свободное перемещение грунтососа по всей площади отмываемого котлована. Только после этого в грунтосос подается рабочий воздух и водолаз, перемещая грунтосос в пределах заданной площади, сплошно отмывает грунт до намеченной глубины.

При засорении приемного отверстия, грунтосос начинает всплывать в пределах слабины закрепляющих тросов. В этом случае водолаз должен отойти на безопасное расстояние и дать команду о прекращении подачи воздуха в грунтосос. Если всплывший грунтосос поднял за собой водолаза, то он спускается на грунт по тросу, идущему к балластине или штопору, отходит от котлована и затем дает команду о прекращении подачи воздуха в грунтосос. После этого прочищают приемное отверстие грунтососа и работа продолжается. Очистка засорившегося грунтососа без прекращения подачи воздуха может привести к подсосыванию и разрыву рукавицы водолазной рубахи, высасыванию воздуха из-под рубахи и обжигу водолаза.

Перед продолжением работ по промывке туннеля из отмытого котлована производится переоснастка грунтососа. Она заключается в том, что на приемную трубу натягивают и бугелями зажимают одно-два колена приемного шланга с крупноячеистой приемной сеткой на конце. Такая оснастка позволяет постоянно сохранять в вертикальном (рабочем) положении пневматическую часть грунтососа и облегчает труд водолаза в туннеле, так как отпадает необходимость затаскивать в туннель тяжелую пневматическую часть (рис. 94, б).

Промывка туннеля ведется с обязательным использованием гидромониторного ствола с безреактивной насадкой. Правильность направления промывки определяется водолазом по заклепочным или сварным швам днищевой обшивки судна; поперечные швы должны располагаться вдоль туннеля. Для удобства контроля за направлением промывки используется штопор Панфилова, который ввинчивается в торцовую стенку туннеля и довинчивается по мере отмыва грунта вокруг него.

Туннели небольшой длины (до 4—5 м) отмывают с одного борта на всю длину, а длинные туннели — одновременно с двух бортов навстречу друг другу. Небольшую перемычку между двумя встречными ветвями туннеля, как правило, не промывают, а прокалывают водолазной пневматической иглой. Воздух, выходя из переднего конца иглы, облегчает продвижение ее в грунте и одновременно обозначает место, в котором она проткнула перемычку.

Водолаз, обнаруживший конец иглы, заводит в «ушко» тонкий стальной трос и закрепляет его надежным узлом. Затем вытаскивает иглу в обратном направлении. За ней выходит трос.

После выноса на поверхность конец троса наращивают тросом большого диаметра и вводят в туннель под наблюдением водолаза. Это действие повторяют для заводки проводника диаметром 21—29 мм, при помощи которого в туннель протаскивают подъемный строп. Во время протягивания проводника и введения стропа

водолаз должен находиться рядом с туннелем и контролировать движение тросов. При заедании (зацепе троса) водолаз после снятия натяжения с троса освобождает зацеп и направляет трос в нужную сторону. Браться рукой за трос, поправлять его во время протягивания запрещается.

Подъемный строп, заведенный в туннель, водолазы закрепляют к палубным конструкциям судна, а огонь его заваливают на палубу.

При промывке туннелей под корпусом судна от водолаза требуется постоянное соблюдение правил безопасности. Продвигаясь вперед по туннелю, он должен периодически проверять просвет туннеля за собой. В случае намыва грунта или его сползания развернуть ствол гидромонитора в обратном направлении и расчистить себе выход. При необходимости на помощь спускается второй водолаз.

### ВОДОЛАЗНЫЕ ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работы, связанные с обследованием, строительством и ремонтом подводных частей различных гидротехнических сооружений, называются подводно-техническими. Некоторые работы выполняются без водолаза, другие — с частичным его использованием, их называют комплексными подводно-техническими работами.

Техника выполнения подводно-технических работ за последние годы значительно усовершенствовалась, в связи с развитием водолазного дела.

К основным подводно-техническим работам относятся:

- равнение постелей из каменной наброски при строительстве гидротехнических сооружений;
- установка под водой бетонных массивов, блоков, ряжей и т. д.;
- подводные земляные работы (траншеи, котлованы);
- прокладка подводных трубопроводов и кабелей;
- устройство подводных частей водозаборных сооружений и т. д.

Для выполнения подводно-технических работ может быть использовано водолазное снаряжение всех видов. Однако опыт показывает, что при сложных работах предпочтение следует отдать вентилируемому водолазному снаряжению.

Перед водолазными работами необходимо хорошо подготовить инструмент, механизмы и приспособления.

Подготовительная часть подводно-технических работ включает водолазные обследования дна акватории и гидротехнических сооружений. Обследование дна акватории проводится приемами, которые описаны в разделе данной книги о поисках затонувших предметов.

Водолазное обследование подводных сооружений производится для определения их технического состояния и качества выполнения отдельных элементов сооружения, а также для установления ха-

рактера повреждений аварийных сооружений. Такие обследования обычно поручаются более опытным водолазам, знакомым с устройством гидротехнических сооружений. При обследовании сооружений необходимо иметь их чертежи. Уложенные на реках и водоемах трубопроводы, кабели, водозаборные и другие сооружения в процессе их эксплуатации требуют систематического водолазного осмотра и наблюдения.

На реках и водоемах часто происходит переформирование дна и прибреговых участков. В некоторых участках дно русла реки размывается, а в других, наоборот, происходит отложение грунта. Под действием течения оголенные и провисшие трубопроводы получают колебательные движения, которые могут привести их к излому.

**Обследование подводных трубопроводов.** Водолазным обследованием уложенного под водой трубопровода определяются: соответствие отметки верха засыпки трубопровода проекту и исполнительным чертежам, наличие и размеры оголенных участков места размыва реки на участке трубопровода и величину провисания трубопровода, наличие посторонних предметов в створе трубопровода, состояние подводных участков берегоукрепления.

На основании данных водолазного обследования составляется проект ремонтных работ.

Водолазная станция перед началом обследования подводного трубопровода получает программу обследования, утвержденную организацией, кому принадлежит трубопровод.

Приведем пример программы водолазного обследования двух ниток перехода магистрального нефтепровода диаметром 600 мм через реку. Нитки уложены на расстоянии 30 м друг от друга в самостоятельные подводные траншеи и засыпаны. В прибрежных участках выполнены берегоукрепительные работы в виде наброски камней на гравийно-песчаное основание. В задании указывается следующее:

1. Произвести водолазное обследование участка реки шириной 60 м от правого до левого берега;
2. Определить отметки верха засыпки трубопроводов и их соответствие проектным или исполнительным чертежам;
3. Определить заложение верха трубопровода, или, как ее называют, верхней шельги. Для этой цели через 50 м гидромонитором размыть поперечники до обнаружения верхней шельги трубопроводов глубиной до 1 м. Длина каждого поперечника должна быть 10 м;
4. Если при размыве поперечников глубиной в 1 м трубопровод не будет обнаружен, дальнейший размыв прекратить;
5. При обнаружении участка оголенного трубопровода через 5 м определить отметки дна реки и верхней шельги трубопровода в этой же точке;
6. Определить длину и состояние участка оголенного трубопровода;

7. Определив состояние прибрежных участков трубопроводов и берегоукрепления;

8. Отметки на продолжении засыпки и верхней шельги трубопровода на водопропускной станции, получив задание на обследование подводного трубопровода, должна быть знакома: со створом перехода, т. е. линией перехода трубопровода через реку; проектно-исполнительными чертежами перехода трубопровода через реку; знанием отметки горизонта воды в створе перехода, для чего устанавливается водомерный пост.

Створ перехода обычно обозначается специальными столбами, установленными на обоих берегах, на которых имеются специальные дневные и ночные створные знаки.

Через реку в створе перехода прокладывается мерный стальной трос диаметром 4—10 мм, на котором вяжутся марки через каждые 5 м.

Трос закрепляется на берегах в точках, которые по проекту определены как урез воды.

Водолаз, двигаясь с правого берега к левому вдоль промерного троса, останавливается у определенной марки; с водопропускного бота определяется глубина воды от ее горизонта до дна реки. Дно реки является в данном случае и верхом засыпки уложенного трубопровода. Зная абсолютную отметку горизонта воды и глубину в данном месте, определяют отметку дна реки. Например, отметка горизонта воды 120 м, а глубина реки в 50 м от уреза воды — 10 м. Тогда отметка дна реки в этой точке будет  $120 - 10 = 110$  м.

После определения отметки дна реки, которые в данном случае являются отметками верха засыпки уложенного трубопровода, и в случае обнаружения оголенного трубопровода водопропускной операции к размыву поперечников.

Эта операция выполняется гидромонитором через каждые 50 м для обнаружения верхнего шельги уложенных трубопроводов. Поперечники делают в виде траншеи шириной 1 м с откосами 1:2,5 для мелко-зернистого песка и 1:2 для крупно-зернистого песка.

Поперечники размывают на расстоянии по 5 м вверх и вниз по течению от уложенного промерного троса, пока не обнаружат трубопровод. Если при размыве поперечника глубиной 1 м трубопровод не будет найден, дальнейший размыв на данном участке прекращается.

Если обнаружен оголенный участок трубопровода, производят измерения промеры для определения его положения и дна на данном участке через каждые 5 м и в характерных точках. При этом водопропускной станции выясняется состояние изоляции трубопровода, нет ли его вибрации, как закреплены балластные грузы (при переходе газовых водных преград), уточняет, нет ли сползания грунтов вдоль трубопровода от вибрации, нет ли посторонних предметов (рис. 95).

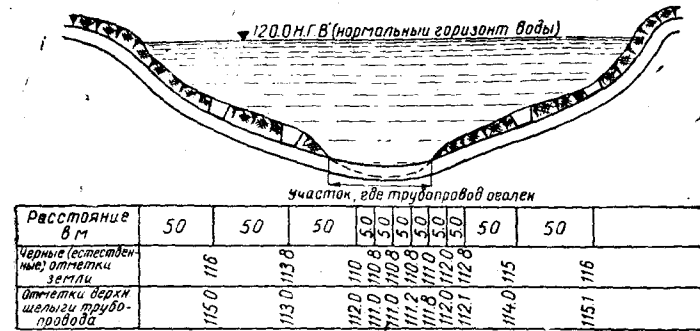


Рис. 95. Продольный профиль трубопровода

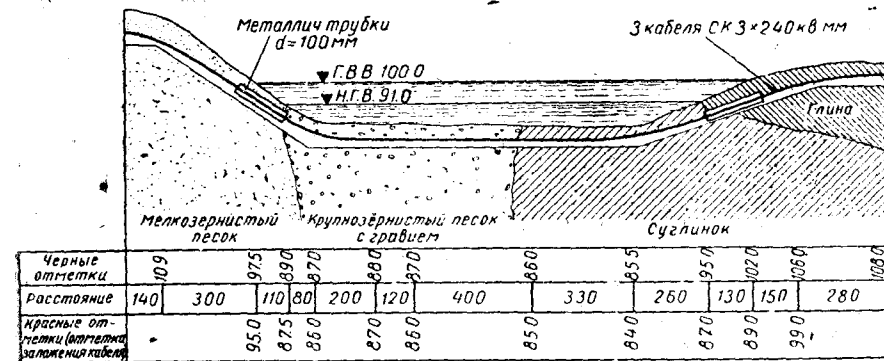


Рис. 96. Прокладка электросилового кабеля через реку

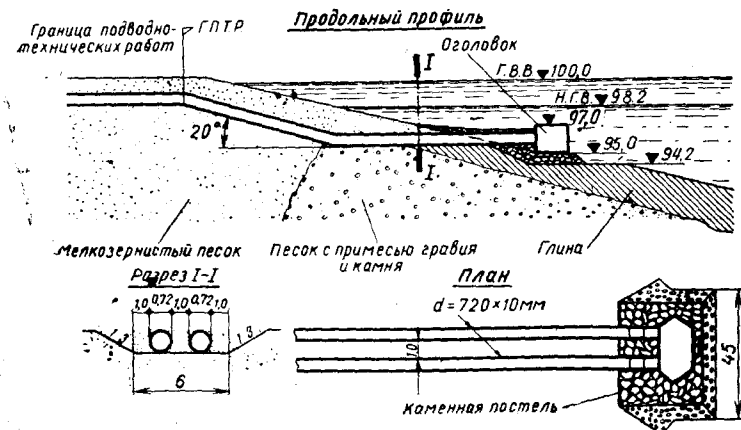


Рис. 97. Водозаборное сооружение

При строительстве переходов трубопроводов через большие водохранилища и другие крупные водные преграды трубопроводы в средней и глубокой части обычно не заглубляются. Поэтому при водолазном обследовании этих мест основное внимание уделяется определению участков, где они провисают.

Знакомясь с состоянием берегоукреплений, водолазы тщательно осматривают прибреговые участки и проверяют сохранность каменных призм, каменной наброски, нет ли промоин в береговых участках, сползания каменной наброски или бетонных плит?

Все эти данные с необходимыми промерами наносятся на чертежи и указываются в актах обследования уложенного трубопровода.

**Обследование уложенных кабелей через реки и водоемы.** При строительстве кабельных магистралей через реки, озера, водохранилища прокладываются кабели связи и электросиловые кабели (рис. 96).

Кабельные переходы обследуются по программе, утвержденной организацией, в ведении которой находится кабельная магистраль. При их обследовании определяют: нет ли затопленных предметов в створе прокладки кабелей; отметки заложения кабелей; отметки верха засыпки уложенных кабелей; наличие оголенных участков подводных кабелей; состояние берегоукрепления.

Определяют отметки верха засыпки и заложения кабелей также, как при обследовании подводных трубопроводов.

**Обследование водозаборных сооружений.** Водозаборное сооружение (рис. 97) обычно состоит из оголовка, трубопровода (самотечного или сифонного) и насосной станции. Оголовок и трубопровод относятся к подводным частям сооружения.

Водолазное обследование состояния подводных частей водозаборного сооружения производится обычно после прохождения паводковых вод. В этот период может происходить интенсивное заиление или размыв дна реки (водоема) в районе оголовка. Заиление оголовка иногда затрудняет подачу воды в насосную станцию. Размыв дна в районе оголовка может вызвать смещение оголовка.

При водолазном обследовании оголовка выясняют: отметки дна реки и водоема, отметки верха, состояние оголовка, положение каменной постели под оголовком и вокруг него, глубину слоя заиления вокруг оголовка, отметки верха засыпки подводного участка самотечных (сифонных) трубопроводов, состояние берегоукрепления на участке водозаборного сооружения.

Все данные водолазного обследования вносятся в проектно-исполнительные чертежи и в акт водолазного обследования.

**Обследование сооружений из массивов** часто встречается в водолазном деле. Цель их — определить техническое состояние пирсов, молов, набережных и т. п. Особое внимание обращается на состояние откоса каменной постели и нижнего ряда кладки (разрушения, сдвиги и т. п.). При обследовании водолаз передвигается по вертикали по ходовому концу или по горизонтали на беседке. В по-

следнее время такие работы с большим успехом выполняют аквалангисты, применяя подводное фотографирование. Обследование объекта можно совершить также с помощью телевизионной установки КРАБ-1, АРТ-2П и ПТУ-5. Нулевая плавучесть приемной камеры позволяет водолазу легко и свободно передвигаться под водой.

Если обнаружится сдвиг массивов или наклон причальных стенок, водолаз с помощью линейки и отвеса производит их замеры.

К числу работ по осмотру сооружений из массивов относятся обследование каменной постели при укладке массивов, контроль за укладкой массивов, обнаружение трещин и др. Обращается внимание на места с обнаженной арматурой, на наличие каверн и проломов.

**Обследование ряжевой и свайной конструкций.** Обследуя ряжевые конструкции, водолаз должен тщательно осмотреть углы, стыки поперечных стен и других креплений. Обнаружив повреждение, он замеряет их с помощью линейки или футштока.

Проверяя свайные конструкции, водолаз с помощью кренометра или отвеса устанавливает, отклонились ли сваи от вертикальной оси или нет. Обнаружив дефекты (вмятины, расщепление древесины), он с помощью лота определяет расстояние от поверхности воды до места повреждения, делая при этом вертикальные отметки на стенке сооружения.

При обследовании ряжевых и свайных конструкций следует обращать внимание на повреждение древесины древоточцем, разрушение бетона и ржавчину на металлических конструкциях.

**Работы при строительстве и восстановлении сооружений из массивов.** При строительстве сооружений из массивов водолазы ведут подготовку основания под сооружение и наблюдают за укладкой массивов.

В подготовку основания входят: удаление мягкого грунта, возведение каменной постели и замеры подготовленного каменного основания. Если грунт убирается землечерпальными снарядами или грейферами, то водолаз с помощью гидромонитора размывает неровности грунта. Мягкий грунт с небольших площадей он убирает с помощью грунторазмывочных средств и грунтососа.

Наброску камней и засыпку вымоин производят с паромов, шаланд с открывающимся дном, а зимой со льда, применяя закрытые деревянные желоба. Установку конца желоба и перестановку его с места на место осуществляют водолазы.

Следующий этап работы — равнение постелей (рис. 98). Различают три вида равнения постелей — грубое, тщательное и весьма тщательное, применяемое при правильной укладке обыкновенных массивов.

При грубом равнении водолаз распределяет камни по впадинам.

Тщательное равнение выполняется с помощью направляющих и контрольных реек из узкоколейных рельсов, с проверкой их уста-

новки футштоком. При весьма тщательном равнении водолаз заполняет щебнем впадины и промежутки между крупными камнями или, наоборот, удаляет лишний камень.

На подготовленную постель плавучим краном укладываются массивы под наблюдением водолаза. В таких случаях спуск водо-

лаза производится после того, как опускаемый массив окажется на грунте или будет находиться на весу на расстоянии не более 20—25 см от грунта. В светлой воде водолазу разрешается производить осмотр перемещаемой конструкции. В таких случаях он должен находиться сверху нее или с той стороны, которая не будет соприкасаться с соседней конструкцией. При этом особое внима-

Рис. 98. Равнение постели:  
1 — граница постели; 2 — направляющая рейка; 3 — контрольная рейка

ние обращается на шланг и сигнальный конец, с тем, чтобы их не придавило опускаемой конструкцией (рис. 99).

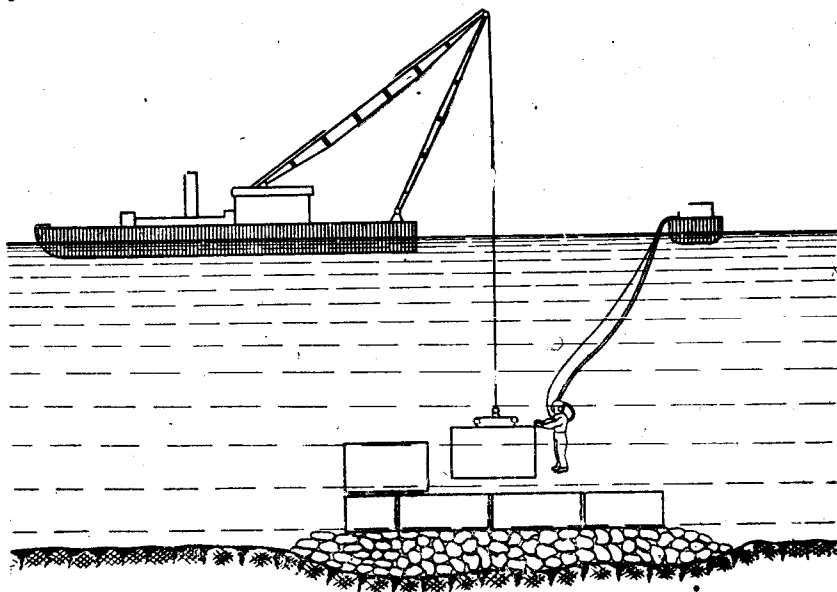


Рис. 99. Положение водолаза при опускании массива

Подвешенный массив водолаз разворачивает в нужном направлении и, когда он окажется точно над заданным местом укладки, дает по телефону указание опускать массив. После опускания массива на заданное место и проверки правильной его установки, водолаз должен освободить ключи для подъема и опускания мас-

сива или отдать стропы. Установку следующего массива производят так же.

При восстановлении сооружений массивовой кладки водолазы насыпают вымоины, расчищают обвалы и т. д. Вымоины в каменной наброске предварительно очищают от ила и мягкого грунта с помощью гидромонитора. Когда массивы изменяют положение или перемещаются, их приходится перекладывать. В таких случаях работа водолазов заключается в остропке массивов ключами или подъемными стропами и после их перемещения краном в правильной их укладке. При опускании массивов водолаз направляет их на место вручную или с помощью оттяжек. Образовавшиеся при укладке массивов межмассивовые швы водолазы заделывают камнем или бетоном.

**Водолазные работы при строительстве и восстановлении сооружений ряжевой и свайной конструкций.** При строительстве сооружений ряжевого типа водолазы подготавливают основание для ряжевых конструкций и наблюдают за перемещением и установкой сооружения, заранее изготовленного в надводном положении. Подготовка основания для ряжевой конструкции и установки их на каменную постель ведется так же, как и при массивовой кладке. Для опускания ряжа на место, отсеки его равномерно загружаются камнем, с таким расчетом, чтобы ряж имел плавучесть, близкую к нулевой. Перед тем, как полностью загрузить ряж балластом, водолаз тщательно проверяет правильность его положения на каменной постели, после чего выходит наверх.

Зимой ряжи изготавливают на льду над местом их установки, опуская их в вырубленную майну.

Восстанавливая разрушенные ряжевые конструкции, водолаз очищает поврежденные участки от камней и древесины. В тех случаях, когда участок восстанавливается с помощью массивов, он срезает поврежденные венцы ряжа и расчищает место для укладки массивов.

Сооружая свайные конструкции, водолазы расчищают грунт и ведут контрольный осмотр свай, обращая внимание на их отклонения от проектного положения, а также замеряют расстояния между сваями.

При восстановлении разрушенных сооружений свайной конструкции водолазы разбирают сооружения и расчищают места для забивки свай. На железобетонных сваях иногда образуются каверны, в связи с чем оголяется и ржавеет арматура. Ремонт повреждений заключается в предварительном удалении отбойным молотком разрушенного бетона и ржавчины металлической щеткой, с последующим промыванием каверны напорной струей воды. Затем на поврежденное место устанавливается опалубка и водолаз заделывает каверну бетоном жирного состава.

Ремонт повреждений в металлических свайных конструкциях заключается в том, что водолаз заменяет отдельные части конструкций или заделывает в них щели и пробойны, предварительно

очистив с поверхности металла водоросли, ракушки, ржавчину и т. п.

**Нарращивание свай.** Поврежденные сваи спиливаются и наращиваются новыми, посредством стыкования с помощью металлических муфт (отрезков стальных труб), закрепляемых двумя болтами. Муфты заготавливают заранее по размерам диаметра коренной сваи, снятой водолазом после ее спиливания (рис. 100, а).

Муфту насаживают на наращиваемый конец, закрепляют болтом и подают водолазу в вертикальном положении. Водолаз направляет ее на конец коренной сваи. Если муфта не садится, то ударяя ручной бабой, постепенно устанавливают ее на место. Затем через отверстие в нижней части муфты водолаз просверливает

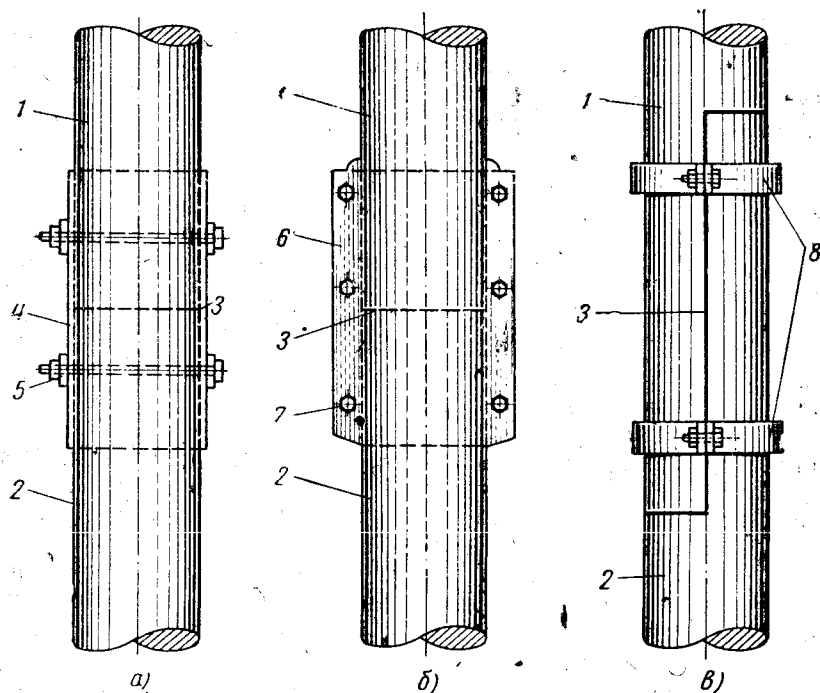


Рис. 100. Нарращивание свай:

а) — при помощи муфты; б) — при помощи хомута; в) — при помощи бугелей: 1 — наращиваемая часть свай; 2 — коренная часть свай; 3 — линия стыка среза; 4 — муфта; 5, 7 — болты; 6 — хомут; 8 — бугели

дыру в коренной свае, пропуская через нее болт, заворачивает гайку длинным ключом и дожимает ее сверху при помощи шкентеля. Отверстия в муфте должны быть несколько большего диаметра, чтобы выходящий конец болта мог пройти через них. В зависимости от глубины водолаз может работать с грунта или на беседке.

Широко применяется способ наращивания свай стыкованием с помощью хомута, изготовленного из трубы (рис. 100, б).

Поданный сверху на шкентеле частями хомут водолаз закрепляет на коренной свае сначала двумя болтами. Затем направляет в центр хомута спущенную часть сваи и, соединив обе части хомута, скрепляет их остальными четырьмя болтами.

При наращивании свай способом вполдерева, водолаз делает по заданным размерам вырезку на коренной свае в полдерева. После этого подготовленный на поверхности наращиваемый конец сваи подается водолазу в вертикальном положении. Совместив срезы, он ставит на болтах металлические бугели (рис. 101, в). Указанный способ наращивания свай не дает необходимой прочности стыка.

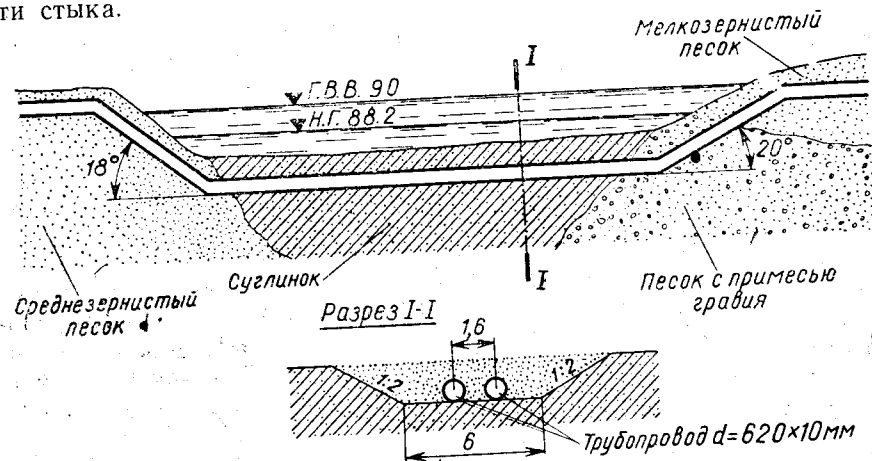


Рис. 101. Прокладка газового дюкера через реку

**Заделка щелей в деревянной шпунтовой стенке.** При заделке щелей в деревянной шпунтовой стенке водолаз должен предварительно произвести обмер щели, по которой наверху изготавливаются деревянные вкладыши. Отбалансированные вкладыши подаются водолазу, и он кувалдой загоняет их в щели и закрепляет строительными скобами.

**Ремонт металлической свайной конструкции** сводится к замене отдельных ее частей. Предварительно водолазы очищают, ремонтируемую поверхность от ржавчины, растительных и органических образований, затем с помощью электрокислородной резки удаляют отдельные части свайной конструкции и подают их наверх, а вместо них устанавливают новые части, пользуясь электросваркой.

**Прокладка трубопроводов и кабельных магистралей** (рис. 101). Этим ответственным работам предшествует предварительная подготовка на берегу: сварка труб в секции и испытание их на давление, изоляция труб и спуск секции на воду. Водолазы участвуют в предварительном обследовании дна, в подготовке траншей. Знакомясь с дном, водолаз определяет его рельеф, характер грунта,



выявляет препятствия: валуны, затонувшие предметы, впадины и т. д. При хорошей видимости обследование производится с буксируемой беседки. В некоторых случаях, например, при осмотре основания для траншеи, водолаз обходит участок по заранее проложенному направляющему тросу.

Обычно траншеи разрабатываются специальными механизмами: землесосами, землечерпательными снарядами, экскаваторами, скреперными установками и др. Иногда такие работы выполняют водолазы, используя для этого гидромониторы большой и малой мощности и грунтососы. В первом случае водолаз контролирует работу гидромонитора, шланг и ствол которого монтируются на раме, перемещаемой сверху. Во втором случае он производит размыв грунта, удерживая рукав со стволом в нужном положении. При размыве траншеи водолаз через каждые 5—10 м проверяет ее ширину и сообщает данные по телефону. Глубина размыва траншеи контролируется футштоком или лотом.

При разработке траншей в мягком грунте применяются водоструйные грунтососы вертикального и горизонтального типа и пневматические грунтососы.

Разработку подводных траншей на скальных и твердых породах целесообразно проводить взрывным способом. Такие работы должны вестись опытными водолазами-взрывниками при строгом соблюдении техники безопасности взрывных работ. Иногда на скалистом основании по дну траншеи необходимо проложить постель. В таких случаях песок с мелким гравием подается сверху по трубе и водолаз разравнивает его с помощью гидромонитора.

После окончания подготовительных работ укладывают трубопроводы в одну-две и три-четыре нитки с заглублением в траншею. Водолазы участвуют в опускании секций на грунт, соединении их под водой и засыпке уложенного трубопровода. Отдельные секции трубопроводов большого диаметра, водоводы и водосбросы соединяют между собой под водой фланцами. Трубы малого диаметра, как правило, укладываются цельносварными. В последние годы получили развитие новые способы укладки трубопроводов. При этом секции трубопроводов большого диаметра также свариваются наверху, освобождая водолаза от тяжелой работы.

Существуют несколько способов укладки трубопровода, но мы сначала расскажем о соединении секций трубопроводов большого диаметра под водой с помощью фланцев. Трубы большого диаметра, опущенные на грунт прямолинейными секциями, водолаз соединяет фланцами. Одна сторона секции имеет глухой фланец, другая — поворотный, удерживаемый упорным кольцом. Фланцы устанавливаются на прокладках из резины, паронита, фибры и т. п. Сближаются фланцы с помощью стяжных болтов. В том случае если стяжные болты не удастся поставить, тогда конец секции поднимают или опускают с плавсредств или со льда. После того как фланцы будут сближены, водолаз ставит соединительные болты и поджимает гайки по две в противоположных концах трубы.

**Укладка трубопроводов в траншеи.** Существуют несколько способов укладки трубопроводов:

- опускание с опор (стационарных и плавучих);
- укладка способом свободного погружения с заливом воды в трубопровод;
- укладка с плавучих средств с последовательным наращиванием звеньев (секций) труб;
- укладка с буксировкой секций (плетей) и сваркой межсекционных стыков на плаву;
- протаскивание по спусковому пути и дну водной преграды.

Последний способ получил самое широкое распространение, так как удобен и экономически выгоден.

Протаскивание трубопровода, иногда пригруженного балластом для создания отрицательной плавучести, производится тракторами, лебедками, буксирными пароходами. При этом особенно важно, чтобы точно по створу перехода был уложен тяговый трос. Правильность его укладки контролирует водолаз. При обрыве троса водолаз производит поиск и остропку его концов для подачи наверх.

Иногда перед укладкой тягового троса водолазы предварительно прокладывают тонкий стальной трос, к концу которого прикрепляется тяговый трос. Если трубопровод большой длины, то отдельные его секции водолазы соединяют между собой, или концы их поднимаются для соединения наверху.

При укладке трубопровода со льда траншеи могут разрабатываться пневматическими грунтососами, скреперными установками водолазами с помощью струи воды от гидромонитора.

При укладке трубопровода необходимо устраивать сквозные проруби по трассе перехода. В настоящее время такие работы выполняются с помощью ледорезных машин.

Водолазы осматривают траншеи, вырытые механизмами, убирают посторонние предметы в них, а также проверяют уложенный трубопровод.

Исправный и опрессованный трубопровод засыпают грунтом с баржи или водолаз замыкает траншею струей воды от гидромонитора.

Для уменьшения веса трубопровода при его укладке на дно часто применяются разгружающие жесткие понтоны, закрепляемые на трубопроводе растительным или стальным тросом. После укладки трубопровода в проектное положение понтоны отстрапливаются механическим путем или с помощью водолазов. Для отстропки понтона, закрепленного растительным тросом, водолаз разрезает трос обыкновенной ножовкой по дереву. Для отстропки понтонов, закрепленных стальным тросом, водолаз после снятия нагрузки на понтон отдает такелажные скобы. В целях безопасности водолаза во время работы отстрапливать понтон надо не в процессе погружения трубопровода, а только при достижении дна водоема, заполняя при этом понтон водой.

При укладке газопровода, во избежание его всплытия, на него навешивают чугунный или железобетонный груз.

Постановка и закрепление балластных грузов под водой (полу-муфт) производится так. Водолаз отмывает с помощью гидромонитора приямок под трубопроводом и устанавливает опущенную краном нижнюю половину груза в приямок под трубопроводом. Затем устанавливает верхнюю половину груза на трубопроводе. После этого поднимают краном нижнюю половину груза и после совмещения отверстий под болты, водолаз вставляет в них болты, наворачивает и дожимает гайки.

При установке шарнирных чугунных и железобетонных грузов водолаз ведет контроль за постановкой груза на трубопроводе и затягивает гайку, которая заранее установлена. В связи с тем, что нижняя часть полумуфт укорочена, приямок не отмывается, так как они хорошо садятся на трубопровод. При этом отмывка производится только до уровня низа трубопровода.

**Осмотр уложенных трубопроводов.** Целью водолазного осмотра трубопровода, уложенного на дно траншеи, является обнаружение и устранение возможных дефектов: повреждения изоляции, пустот под трубопроводом, отклонений от проектной отметки и т. д.

Водолаз проходит вдоль трубопровода, тщательно проверяет его состояние и в местах обнаруженных дефектов устанавливает буйки.

**Ремонт трубопроводов.** Встречаются самые различные повреждения трубопроводов под водой. В зависимости от их характера (разрыв стыков, трещины, сквозные коррозии, пробойны, вмятины и др.) существует много способов их устранения. Например, установка опор из массивов или ряжевых ящиков; ремонт электросваркой или с помощью муфт и хомутов; замена поврежденных секций; ремонт поврежденной изоляции и др.

Образовавшиеся пустоты под трубопроводом водолаз заполняет грунтом с помощью гидромонитора или щебнем, подаваемым сверху по деревянным лоткам. В местах провисания трубопровода он устанавливает свайные опоры или ряжевые ящики, заполненные камнем. При большом размыве трубопровода (длиной более 25 м) и скорости течения воды более 0,5 м/сек применяются бетонные массивы весом до 5 т. Устанавливаются они с двух сторон размытого участка трубопровода. К массивам трубопровод прикрепляется уголками и швеллерами, после чего обсыпается камнем.

Мелкие трещины в напорных трубопроводах заделывают подводной сваркой. Отдельные пробойны закрывают с помощью постановки муфт или заплат из кусков трубы большего диаметра с последующей обваркой их по контуру и прижатием бугелями. Перед привариванием заплату поверхность трубопровода необходимо тщательно очистить от изоляции.

Для прекращения течи у фланцевого соединения или по фланцу напорного трубопровода применяются муфты, изготовленные из двух половин трубы большего диаметра. Ставятся они на рези-

новой прокладке и закрепляются болтами. Зазор между муфтой и трубой заполняется цементным раствором, подаваемым сверху под давлением.

Поврежденные места подводных трубопроводов, работающих под давлением до 50 атм, заменяют вставками, соединяемыми с трубопроводом посредством компенсаторных муфт. Опушенную сверху муфту водолаз надвигает на вставку и затягивает болтами или приваривает. В других случаях вместо муфты применяют специальные бугели, обвариваемые по контуру.

Безнапорный трубопровод ремонтируется постановкой плотного деревянного ящика с заливкой в него бетона, беспрерывно подаваемого по шлангу или трубе. Щели между трубопроводом и стенками ящика заделывают паклей.

При замене поврежденной части трубопровода водолаз размывает траншею на заданную длину или освобождает трубопровод от огрузки; устанавливает и застрапливает небольшие понтоны на трубе и крепит тросы подъемных механизмов (кранов); вырезает выпускное отверстие для выхода вытесняемой из трубы воды; разрезает электрокислородной резкой трубы на две части перед поднятием их на поверхность. После того, как трубопровод на поверхности уже отремонтирован, его опускают на дно. Водолазы осматривают уложенный в траншею трубопровод и замывают его.

Если нарушена изоляция трубопровода, поврежденный участок ремонтируют так: на тщательно очищенную скребками и металлическими щетками и протертую мешковиной поверхность наносят слой грунтовки, состоящей из 70% петролатума и 30% веретенного масла, затем два водолаза накладывают спиралью с нахлестом 3—5 см бинт из стеклоткани с нанесенной на него антикоррозионной пастой, состоящей из 30% петролатума, 20% веретенного масла и 50% хромового шлама (рис. 102). Бинт подается сверху на гонкой веревке. Один из водолазов, притянув рулон и освободив его от спускового конца, подает начало бинта второму водолазу, который обеими руками прижимает его к поверхности трубы. Первый водолаз раскатывает рулон по образующей трубы до нижней шельги и под трубой передает рулон второму водолазу для обкатки второй части образующей трубы. При этом водолазы тщательно

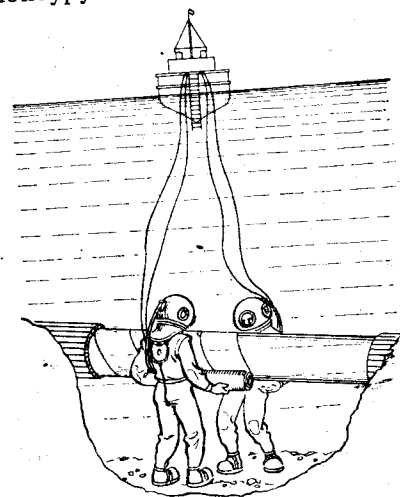


Рис. 102. Наложение изоляционного бинта на трубопровод под водой

обжимают бинт руками, вытесняя из-под него воду. Второй слой накладывают из изоляционного бинта с нахлестом 50% ширины, перекрывая при этом стыки старой изоляции на 20—25 см. Этот бинт изготавливается из штапельной стеклоткани, пропитанной составом из 70% петролатума, 28% веретенного масла и 2% нефтената меди. По окончании обмотки бинт закрепляется шпагатом, пропитанным дегтем, и покрывается с нахлестом 50% лентой бризола или перхлорвиниловой лентой. Бризол прикрепляется к трубопроводу шпагатом, пропитанным в дегте.

Обмотанный участок изоляции футеруется реечным матом, который затягивается под трубопровод концами сверху. Футеровочный мат связывается дегтевым шпагатом и после плотной обкладки трубопровода прикрепляется катанкой диаметром 5—6 мм.

После окончания работ водолазы производят подбивку грунта под трубопровод и замыв вырытых траншей гидромонитором.

**Прокладка кабельных магистралей** совершается с помощью гидравлических кабелеукладчиков, которые помогают одновременно размывать грунт и укладывать в траншею кабель. Водолаз контролирует работу кабелеукладчика и при необходимости удаляет встречающиеся на пути топки, камни и другие предметы, а также следит за глубиной траншей и заложением кабеля.

При прокладке кабелей с плавучих средств вытравливание их производится по специальному устройству во время движения плавсредства. Задача водолаза — уложить кабель в заранее подготовленную траншею. Если укладка производится пучками, т. е. в одну траншею располагают несколько кабелей, то водолаз следит за тем, чтобы расстояние между ними было согласно техническим условиям. После укладки кабеля траншею засыпают грунтом. При протаскивании кабеля через защитные трубы берегового колодца водолаз должен быть особенно внимательным, чтобы рука его вместе с кабелем не была втянута в трубу. Водолазные работы по ремонту кабеля включают: розыск и отмывку кабеля с помощью гидромонитора; застропку кабеля для его подъема на палубу плавсредства; обратную укладку в траншею после его ремонта; и, наконец, проверку положения кабеля и замывку его грунтом. Кабель под водой не ремонтируют.

#### **МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ**

В «Единых правилах охраны труда на водолазных работах» уделяется большое внимание технике безопасности при выполнении подводно-технических работ.

Водолазы, участвующие в подводных работах на гидротехнических сооружениях, должны хорошо знать их устройство и предварительно проходить инструктаж по технике безопасности.

Выполняя земляные работы, водолаз должен сначала выяснить, нет ли на участке электрических кабелей или трубопроводов. Если

они имеются, то электрокабели обесточивают и заземляют, а в трубопроводах понижают давление до 1—2 ат.

При равнении каменной наброски нельзя производить дополнительную подсыпку камня, не предупредив об этом водолаза. Если камень подсыпается без лотков или труб, то водолаз должен выходить наверх.

При установке массивов, ряжей и т. п. водолаз может осматривать их только после того, как прекратится опускание конструкций. Причем конструкция должна быть на грунте или на весу на расстоянии 20—25 см от грунта. В случае ее перемещения водолаз должен находиться на верхней ее части или в стороне от конструкции.

При подъеме тяжелых громоздких предметов нужно выйти из воды, но не вместе с грузом и тем более не под ним.

Обычно мелкие камни с грунта поднимают в корзинах и бадьях, причем водолазу не обязательно выходить на поверхность, а нужно находиться в стороне от поднимаемого груза: он может сорваться.

Не разрешается забивать сваи, перемещать плавсредства, если водолаз находится в районе спуска радиусом менее 15 м.

Нельзя водолазам осматривать траншеи и котлованы во время работ скреперов, гидромониторов и других мощных грунтоуборочных средств.

Размывая траншеи и котлованы, их стенки необходимо делать пологими, иначе могут быть обвалы.

При размывании грунта высоконапорными насосами, одновременно несколькими водолазами, они должны находиться на расстоянии не менее 10 м друг от друга. Водолазы не должны выпускать ствол шланга из рук до остановки гидромонитора.

Водолазный осмотр дюкеров и труб большого диаметра допускается только после их укладки и ослабления тросов. Водолаз не должен находиться впереди укладываемой трубы или кабеля. Он обследует кабели только после их обесточивания и заземления.

При розыске электросиловых кабелей не следует пользоваться металлическим шупом, а применять только деревянный шуп.

Водолазные работы у водонапорных сооружений ведутся по согласованному с администрацией часовому графику. Перед началом работ частично останавливают или закрывают агрегаты или затворы. Помимо этого, закрывают спусковые устройства регулирования турбин, а механизмы пуска агрегатов, открытия ворот и т. п. выключают.

Нельзя спускать и поднимать водолаза на захватных приспособлениях и застропленных частях сооружений при острожке шандров, щитов и т. п.

Место фильтрации воды через водонапорное сооружение определяют протаскиванием на тросах забалластированного мешка с паклей, а незначительную фильтрацию — с помощью шеста с резиновой пластиной и легким балластом.

Осмотр водолазом больших сквозных отверстий в сооружении производится только под защитой деревянного щита.

На водозаборных и гидротехнических сооружениях водолазы могут работать только при наличии допуска и наряда на право совершения подводных спусков на данном сооружении, выдаваемых диспетчерской службой.

### ПРОЧИЕ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ

**Работы по восстановлению разрушенных или поврежденных мостов** начинаются с обследования подводной части моста. Водолазы определяют характер и степень разрушения, замеряя величину его линейкой и футштоком, обращают внимание на состояние каменной кладки, свайных оснований и т. п. Подсчитывают, сколько имеется разрушенных свай, и определяют, каким способом их можно удалить. Осматривая отдельные части разрушенного моста, узнают степень заглубления и их положение на грунте.

Следующий этап работы — расчистка русла реки от разрушенных конструкций моста. Производится это электрокислородной резкой металла под водой, взрывным способом и острожкой отдельных конструкций или массивов.

Для подъема металлической фермы водолаз заводит вокруг нее подъемные стропы, подкладывая деревянные подушки под ее острые углы. При разборке каменной кладки в камнях проделывает буром отверстия и вставляет в них специальные ключи с подъемными стропами. Крупные части фермы разделяют на части и растаскивают в сторону лебедками или тракторами.

**При постановке судов в доки и на слипы** водолазы до затопления дока должны ознакомиться с расположением кильблоков и с местами повреждений корпуса судна.

В период постановки судна в док нужно проверить правильность посадки его на кильблоки и клетки, определить расположение поврежденных мест корпуса судна.

Осматривая клетки и кильблоки, нельзя переходить док под килем судна. Если судно ставят на слип, нужно спускаться только с водолазного бота и лишь после того, как судно коснется кильблоков (тележки) своей носовой или кормовой частью. Находясь на безопасном расстоянии от носа или кормы, водолаз дает указание, как перемещать тележку — потравить ее или подобрать.

При осушении дока могут засориться решетки осушительной системы. В таких случаях нужно приостановить водоотлив, спустить водолаза и очистить решетки от посторонних предметов.

При выводе судна из дока водолазы осматривают его корпус и в случае обнаружения застрявших на нем брусьев удаляют их.

**Ремонт спусковых дорожек и отдача спусковых устройств.** Для того чтобы спусковые дорожки слипов были в исправном состоянии, их систематически осматривают водолазы. При этом проверяют прочность крепления рельсов, стыкование их и замеряют шаблон расстояния между ними. Поврежденные рельсы водолаз отдает от основания, стропит их и подает наверх. При укладке новых

рельсов водолаз временно укрепляет их гвоздями и просверливает отверстия под болты, которые устанавливаются двумя водолазами. Водолазы выполняют также подводные работы по очистке слипов от наносов и посторонних предметов, насаливают спусковые дорожки и др.

После спуска судна на воду и ошвартовки его отдается спусковое устройство. Чтобы освободить от него корпус судна, водолаз электрорезкой разрезает металлические связи спускового устройства. Затем удавкой отстрапливает части спускового устройства для подъема их из воды.

**Водолазные работы у водонапорных сооружений** обычно включают осмотр донных отверстий и затворов (щитов, шандоров и др.) и устранение обнаруженных дефектов. Водолазы также ведут периодический осмотр подводной части всего гидросооружения, обращая внимание на различные повреждения, подмыв сооружения, фильтрацию воды в сооружении и в затворах, состояние водобойных плит, засорения водоперепускных отверстий мусором, битым льдом и т. п. При необходимости они производят острожку затворов, сороудерживающих решеток и т. п. При фильтрации воды через затворы устраняют дефекты проконопачиванием мест сопряжения щитов с их опорными поверхностями. Если обнаружат в пазах затворов посторонние предметы, то перед закрытием затворов удаляют их. Очищая шандоры, сороудерживающие решетки собирают мусор и битый лед в корзину, которую затем подают наверх. При обследовании гидротехнических сооружений необходимо строго соблюдать меры предосторожности, так как при наличии сквозных повреждений возможно затягивание в них шланга, сигнального конца и даже прижатие к месту повреждения или затягивание в отверстие самого водолаза.

**Работы водолазов при обслуживании судоходных каналов** включают обследование дна акватории подводной части, очистку водотливных и приемных книгстонов, укладку якорей навигационных знаков и т. д.

Водолаз обследует дно, придерживаясь за стальной трос, заранее протянутый поперек канала и опущенный на дно. По мере осмотра грунта трос переносится по стенке. При обследовании порога шлюза нужно спуститься с внешней стороны ворот. При заклинивании их различными предметами, например камнями, он удаляет предметы на внешнюю сторону шлюза. Для безопасности водолаза во время спуска шлюзование прекращается.

**Работы при подъеме автомашин, тракторов и другой техники** производятся с использованием плавучих кранов, тягловой силы с берега, а зимой со льда. Сначала водолазы разыскивают затонувшие объекты и, обнаружив их, обозначают буйками, затем тщательно обследуют их, определяя характер техники, положение на грунте, наличие повреждений, места для крепления стропов, а также характер и профиль дна.

Независимо от способов подъема или вытаскивания затонувшей

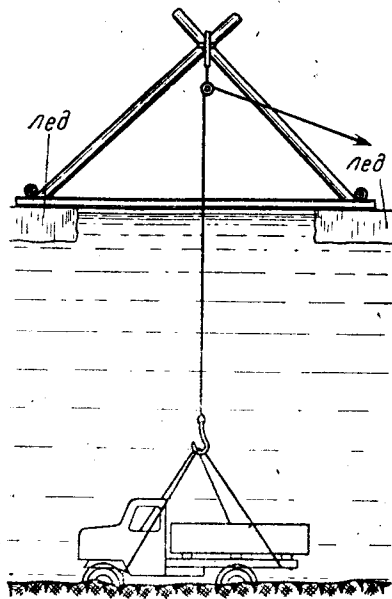


Рис. 103. Подъем автомашины при помощи козел

верхность танк поднимают. Таким же способом вытаскивают затонувшие самолеты.

### Водолазные работы на рыбных промыслах

Труд водолазов на рыбных промыслах получил широкое распространение. Здесь они осматривают и ремонтируют сельдяные запоры, очищают сети и тралы, выполняют работы на подводной части траулеров.

Чаще всего они ведут осмотр нижней кромки сетей, чтобы она плотно прилегала к грунту. Подергивая под водой тот или иной буйреп, удерживающий сеть на весу, водолаз указывает, что его необходимо потравить. Кромку сети, попавшую на камни, сбрасывает в сторону по течению.

Порвавшуюся сеть сшивают капроновой нитью или накладывают на поврежденное место заплату, которую в виде рулона подают водолазу сверху. Зацепившиеся сети или трал за неровности грунта водолаз освобождает.

При установке ставного невода водолазы, работая на глубине 10—15 м, разносят якоря, проверяют правильность установки входного отверстия невода, а также плотность прилегания к грунту нижней подборки сети.

В последние годы водолазы занимаются добычей морепродуктов. Работая на небольших глубинах вручную, с помощью багорка

техники водолаз надежно острапливает ее и закрепляет один конец буксира к корпусу или гаку этой техники, а другой — к тягачу или лебедке.

Иногда для облегчения тяглого усилия водолазам приходится размывать грунт гидромонитором. При подъеме техники из-под льда удобно пользоваться козлами. Водолаз заводит два стропы, как показано на рисунке 103. Затем огоны стропов выводит на верх машины и, скрепив их, набрасывает на гак подъемного троса.

При подъеме танка водолаз сначала размывает спереди и сзади танка котлованы. Затем двумя поданными сверху стропами острапливает танк под гусеницы или за буксирные гаки и огоны стропов соединяет с подъемным тросом скобой или гаком. И только после выхода его на по-

они собирают трепангов, морских гребешков и другие морепродукты в специальные сети (питомзы) и подают их наверх.

При повреждении бортовых килей на рыболовческих судах, цепляющих и рвущих сети, водолазы обрезают их электрокислородной резкой или приваривают.

Намотанные тросы или поводки (буйрепы) дрейфтерных сетей на гребные винты траулеров водолазы очищают, как уже было сказано выше.

Водолазные работы на рыбных промыслах более продуктивно выполняются в легководолазном снаряжении с использованием аквалангов.

### РАБОТЫ ПО ПОДЪЕМУ ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРЕДМЕТОВ

К взрывоопасным предметам, кроме авиабомб, снарядов, мин, торпед и т. д., относятся баллоны и специальная тара, наполненная жидкостью или газом.

Работы по подъему взрывоопасных предметов должны проводиться хорошо проинструктированными водолазами, в присутствии опытных специалистов. Поиск производится непосредственным осмотром грунта с подвесных беседок, тралением пенковым тралом, обследованием грунта шулом, изготовленным из немагнитного металла, а также с помощью неконтактного металлоискателя.

При обнаружении взрывоопасного предмета водолаз, не прикасаясь к нему, устанавливает в этом месте буюк с пенковым тросом. После соответствующего инструктажа он приступает к поднятию опасного груза. Остропку ракет, бомб и снарядов выполняют пенковым тросом — удавкой с одним шлагом. Небольшие предметы поднимают в корзинах или в специальных футлярах.

Если обнаружена торпеда, водолаз должен подойти к ней сбоку против течения, наложить стопор на гребные винты и только после этого приступить к ее остропке. Для этого пенковый конец или гибкая цепочка вяжется перед хвостовым оперением выбленочным узлом.

### ПОДВОДНОЕ БЕТОНИРОВАНИЕ

Подводное бетонирование производится при заделке пробоин в корпусе судов, а также при постройке, ремонте и восстановлении гидротехнических сооружений.

Для изготовления бетона применяются глиноземистые цементы и портландцементы марок 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500. Составными частями бетона является цемент, а заполнителями — песок, гравий и щебень. Для заделки пробоин лучше всего применять бетон в пропорции 1:2:1 или 1:2:2. Смесь цемента с песком и водой называется цементным раствором, а цементного раствора с заполнителями — бетонной смесью. Ускорителями твердения бетона служат хлористый кальций, соляная кислота и жидкое стекло.

Вода для приготовления бетонной смеси не должна содержать

жиров, растительных масел, нефти, кислот и т. д. Морская вода уменьшает прочность бетона.

Приготавливается бетон бетономешалками или ручным способом. В последнем случае в твирило\* засыпают гравий или щебень, поверх него песок, затем снова гравий и сверху укладывают цемент. Тщательно перемешивая совковыми лопатами все эти компоненты, на смесь льют из лейки с сеткой воду. Перемешивание производится до тех пор, пока бетон не будет иметь консистенцию густого теста.

**Способы подводного бетонирования.** Подается и укладывается бетон различными способами в мешках и бадьях; по вертикально-перемещающимся трубам (способ ВПТ); способом «восходящего раствора»; бетонными насосами и способом вибрирования. Водолаз должен хорошо подготовить место укладки бетона, тщательно очистить поверхность от ржавчины, нефти и т. п. Бетонированный участок ограждают деревянной опалубкой. При заделке малых пробоин водолаз перекрывает ее металлической арматурой из проволоки или круглого железа. На большие днищевые пробоины укладывают рельсы или швеллеры.

**Отсыпка бетона из ящиков, укладка в мешках.** При заделке пробоины бетон подается сверху в мешках и бадьях с малыми интервалами, чтобы он не успевал затвердевать. Выдергивая задвижку в дне бадьи, водолаз высыпает бетонную массу на поврежденную часть в опалубку, слегка выравнивая ее руками и утрамбовывая.

Подается бетон только по команде работающего водолаза, который при спуске груза должен отходить в сторону. Мешки с бетоном водолаз рядами плотно укладывает на арматуру. Уложив два слоя мешков, пробивает их острым стальным прутком, третий слой пробивает по второму и т. д.

**Подводное бетонирование способом ВПТ** применяется при восстановительных подводно-технических работах (рис. 104, а) с использованием вливающих труб диаметром не менее 20 см и подъемных механизмов для передвижения трубы по вертикали. В верхней части труба имеет воронку.

Водолазы обследуют и подготавливают котлован, выравнивают его дно, устанавливают опалубку, заделывают щели между опалубкой и дном котлована, а также между стенками опалубки. Бетонная смесь непрерывно подается по трубе, установленной в центре бетонированной конструкции. По мере повышения уровня бетона труба постепенно извлекается, но так, чтобы конец ее все время находился ниже поверхности бетонной смеси. Водолаз должен следить за поступлением бетона на место укладки и наблюдать за концом трубы, чтобы она была погружена в бетон. Подъем трубы производится по его указанию.

\* Твирило — деревянный щит или ящик с низкими бортами.

Подводное бетонирование способом «Восходящего раствора» применяется при возведении массивных сооружений, пирсов, молов, фундаментов гидротехнических сооружений и др. Через вливающие трубы в каменную наброску вводят песчано-цементный раствор. Поднимаясь вверх, он заполняет бутую кладку и создает прочный монолит (рис. 104, б). Трубы диаметром до 20 см устанавливают в ограждающие решетчатые шахты или помещают в крупный заполнитель. В процессе работы трубу постепенно поднимают, но с таким расчетом, чтобы устье ее было погружено в укладываемый раствор на глубину не менее 0,8 м.

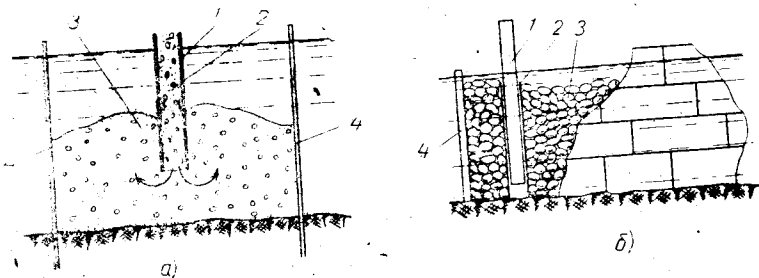


Рис. 104. Подводное бетонирование:  
а) — способом вертикально перемещающихся труб ВПТ; 1 — вливающая труба; 2 — бетонная масса; 3 — уложенный бетон; 4 — ограждение котлована; б) — методом «восходящего раствора»; 1 — вливающая труба; 2 — шахта; 3 — бутая кладка; 4 — опалубка

При этом способе бетонирования водолазы выполняют такие же работы, как и при бетонировании способом ВПТ. Наблюдения за распространением раствора можно вести через специальные отверстия, сделанные в опалубке.

**Подводное бетонирование бетонными насосами.** Бетонный насос — это машина для транспортировки непрерывного и равномерного потока бетона по трубам. Устье трубы насоса, по которому подается бетонная масса, должно находиться ниже поверхности бетона. По мере заполнения бетона труба поднимается.

При гидровибрационном способе подводного бетонирования с применением высокочастотных вибраторов с большим числом колебаний возводятся набивные сваи, опоры для мостовых быков, фундаменты под маяки и т. д.

При изготовлении набивных свай забивают в грунт железные обсадные трубы, из которых сначала вынимают грунт, а затем закладывают заполнитель, устанавливают вибратор и подают цементное молоко. Под влиянием вибрирования происходит уплотнение рыхлой массы. По мере вибрирования обсадные трубы поднимают, и снова загружаются заполнителем.

При подводном бетонировании различными способами водолаз должен следить за правильным положением подводной арматуры, целостностью опалубки и равномерным поступлением бетона. После



затвердения бетона убирают опалубку, или шпунтовое ограждение и определяют плотность бетона. При обнаружении в нем пустот фиксируют и устанавливают с помощью водолазов простейшие сооружения для дополнительного нагнетания бетона.

При контрольном водолазном обследовании составляется подробный акт обследования.

### ОСОБЫЕ РАБОТЫ ВОДОЛАЗОВ

Важное значение при выполнении различных водолазных работ имеют подводная электросварка и резка металла, а также взрывные работы. Ниже кратко излагаются способы их выполнения и меры безопасности.

Подводную электросварку и резку металлов могут совершать водолазы, имеющие специальность «водолаз-сварщик» и «водолаз-резчик». Для указанных работ используются специальные электродержатели и электроды.

Ток для сварки подается по хорошо изолированному кабелю. Включается и выключается он на поверхности только по команде водолаза-сварщика. Чаще всего применяется электрокислородная резка, при которой сжатый кислород подается через трубчатый электрод.

Приступая к работе, водолаз-сварщик должен обследовать и очистить место сварки или резки от ржавчины, краски и грязи. Работы выполняются только в исправном снаряжении — в водолазной рубашке или гидрокombineзоне с приклеенными рукавицами. При попадании воды в это снаряжение во избежание поражения током водолаз-сварщик должен дать команду о выключении тока, после чего выходить на поверхность.

Для защиты глаз от вредного действия электрической дуги применяются цветные стекла (светофильтры).

Чтобы предохранить металлические части водолазного снаряжения от действия электролиза, на водолазный шлем и манишку необходимо нанести изоляционное покрытие, например любой лак или клей БФ-2. Особенно опасно во время работы прикосновение электрода к шлему или манишке. Поэтому водолаз-сварщик должен держать электродержатель электродом от себя. Во время смены электродов под водой ток должен быть выключен.

При резке металла бензокислородным способом водолаз-сварщик во избежание ожогов тела и прожогов снаряжения должен держать резак горелкой вниз, а при передвижении на другое место — пламенем от себя. Нельзя резать или сваривать трубопроводы, находящиеся под давлением.

**Водолазные взрывные работы** производятся водолазами-взрывниками. Заряды под водой взрывают электрическим способом (электродетонаторами) или с помощью детонирующего шнура. Взрывчатыми веществами служат тротил, аммоналы, аммониты и др.

Подводные взрывные работы выполняются с плавсредств, с берега и со льда. Водолаз-взрывник выбирает и подготавливает места для размещения зарядов, переносит и закрепляет заряды. Заранее подготовленные заряды находятся не на водолазном боте, с которого производится спуск водолаза-взрывника, а на шлюпке, буксируемой плавсредством.

Получив заряд со шлюпки, водолаз-взрывник погружается с ним по спусковому концу или по путеводной нити (если погружение с берега). Запрещается подавать заряды по сигнальному или другому концу, нельзя также опускать их на проводах или детонирующем шнуре.

Водолазу-взрывнику подается только один заряд, в некоторых случаях разрешается подача нескольких мелких зарядов, уложенных в специальную корзину с гнездами.

Спускаться под воду нужно осторожно, не допуская ударов зарядов или задевания проводами предметов. При укладке и закреплении зарядов следить за тем, чтобы провода не зацепились за снаряжение.

После подъема на поверхность водолаза-взрывника внимательно осматривают, чтобы он случайно не вынес на снаряжении заряд. Спуск водолаза-взрывника для осмотра невзорвавшихся зарядов разрешается не менее чем через пять минут после отключения проводов от источников тока при использовании электродетонаторов мгновенного и коротко-замедленного действия и через 15 мин., если применяется электродетонатор замедленного действия.

Поднимать заряды на конце или проводах запрещается. Невзорвавшиеся заряды могут быть ликвидированы взрывом других зарядов, уложенных вблизи отказавших, если по условиям объекта разрешается взрывать большое количество взрывчатых веществ.

Если отказавший заряд по каким-либо причинам взорвать сразу нельзя, водолаз-взрывник обязан предупредить руководителя работ об этом и вблизи заряда выставить буй (веху) или по разрешению руководителя самостоятельно поднять заряды наверх.

## ПОДВОДНОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ

Подводная съемка как метод работ и исследований под водой в последнее десятилетие применяется широко.

Принципиального отличия подводное фотографирование от надводного не имеет, однако съемка под водой требует решения некоторых частных теоретических и практических задач.

Вода, даже оптически чистая, примерно в 1000 раз сильнее воздуха ослабляет видимый свет. На практике приходится встречаться с растворами солей в воде и загрязнением ее органическими и неорганическими примесями.

При фотографировании в воде изображения получают мало-контрастными: при цветной подводной фотосъемке очень трудно добиться правильной цветопередачи.

Ослабление света в воде вызвано его рассеянием и поглощением. Поглощение водой светового монохроматического потока находится в прямой зависимости от толщины слоя воды.

Наименьшее поглощение света в воде наблюдается при длине волны света, равной 490 мкм, что соответствует синему цвету. На этом участке спектра вода очень незначительно поглощает световой поток. Потери составляют 1,5% при прохождении светом пути длиной в 1 м. На участке спектра красного цвета с длиной волны около 720 мкм показатель поглощения достигает наибольшего значения. Потери в этом случае доходят до 60% при пути света в 1 м.

Поглощение света в природной воде в области видимого спектра с достаточной степенью точности можно принять как сумму двух поглощений: поглощения света взвешенными в воде частицами и оптически чистой водой.

Наибольшие затруднения при подводном фотографировании вызывает не поглощение света, а его рассеяние. Оно вызвано содержанием в воде планктона, органических и неорганических частиц, поднятых течением со дна или принесенных из рек, а также воздушных пузырей. Наиболее сильно рассеивают свет пресные проточные воды озер, прибрежные воды морей и океанов.

Для нормального подводного фотографирования очень важно соотношение количеств рассеянного и направленного света. Рассеянный свет не может участвовать в образовании изображения и тем не менее, попадая через фотографический объектив на пленку, он засвечивает светочувствительный слой негативного фотоматериала. В некоторых условиях рассеянный свет создает такие почер-

нения негатива, что обработка и изготовление фотоотпечатка становятся невозможными.

Для снятия дымки и получения более четких снимков при черно-белой подводной фотографии и для правильной цветопередачи при цветной подводной фотографии необходимо пользоваться корректирующими светофильтрами.

При подводных съемках на черно-белую пленку для корректирования светового потока следует пользоваться оранжевыми и желтыми светофильтрами ОС-12, ЖС-12, ЖС-18.

Надежным помощником при фотографировании под водой является искусственное освещение. Подводная фотосъемка требует мощных источников света, при этом желательно автономное питание их электроэнергией.

Электронные импульсные лампы и лампы-вспышки одно-разового действия повышают качество снимков. Источники освещения, получающие постоянное питание с поверхности, могут быть использованы для подводных киносъемок, телевидения или фотосъемок в затопленных шахтах, на затонувших кораблях, в пещерах и т. д. Кабель для их питания в этом случае комплектуется совместно с воздушным шлангом и телефонным кабелем водолаза.

Конструктивное оформление и схемы импульсных ламп «Молния», «ЭВ-1», «Луч-59» и «ФИЛ» оказываются наиболее пригодными для применения их в подводной фотосъемке. Импульсные лампы дают очень короткую (от 1/2000 до 1/500 сек.) и мощную вспышку. Световой поток этой вспышки очень близок по своему спектральному составу к солнечному. Свет электронной импульсной лампы позволяет снимать на цветную пленку, применяемую для дневного освещения. Это очень важно, так как при выборе корректирующих светофильтров можно пользоваться теми же номерами светофильтров, что и при съемках с естественным освещением.

При выборе оптимального расположения источника освещения нужно стараться уменьшить путь луча света в воде и избежать прямого освещения среды между объектом и фотокамерой.

Путь света в воде уменьшают, вынося лампу вперед к снимаемому объекту. Для устранения плоского освещения объекта и прямого засвечивания среды перед объективом лампу выносят в сторону от камеры. Таким образом, ясно, что источники освещения необходимо располагать впереди аппарата и по сторонам (рис. 105).

Экспозицию при съемке под водой с импульсной лампой опре-

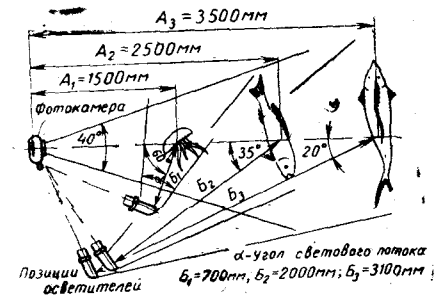


Рис. 105. Позиция осветителя по отношению к снимаемому объекту

деляют следующие факторы: мощность энергии вспышки, расстояние между источником света и объектом, расстояние между объектом и фотокамерой, свето- и цветочувствительность используемого негативного материала, плотность применяемых корректирующих светофильтров, прозрачность воды в районе фотосъемок.

Совокупность всех этих факторов определяет величину относительного отверстия объектива. Современные конструкции боксов — кожухов для фотокамер позволяют под водой регулировать размер диафрагмы, изменяя тем самым количество света, используемого на экспозицию негатива.

Перед фотосъемкой необходимо подсчитать для данной прозрачности воды и применяемой светочувствительности фотоматериалов примеры экспозиций для нескольких контрольных расстояний.

### ПОДВОДНАЯ ФОТОСЪЕМОЧНАЯ АППАРАТУРА

Для фотографирования под водой в отечественной практике обычную фотосъемную аппаратуру заключают в герметизирующие боксы.

Однако в настоящее время уже известно несколько конструкций фотоаппаратов, специально изготовленных для подводной съемки.

Корпус такого фотоаппарата представляет собой прочную коробку, изолирующую внутреннюю конструкцию аппарата от воды. Все приводы управления уплотнены сальниковыми устройствами. Оптика объектива защищена плоским стеклом и во время съемки не соприкасается с водой.

Фотокамера, используемая для съемок под водой, оснащается светосильным и короткофокусным объективом и должна иметь минимальное количество надежно работающих приводов управления.

Находясь под водой, фотограф должен по возможности реже отвлекать внимание на наладку и регулировку подводной фотокамеры, поскольку запас воздуха для дыхания ограничен и человек находится в необычных для него условиях.

Фотокамеру следует оснащать надежным и удобным видоискателем. Как показал опыт, большинство ошибок при фотосъемке получается из-за несовершенной конструкции видоискателей.

Современные фотокамеры по типам видоискателей делятся на две группы: с оптическим видоискателем и дальномером и с зеркальным видоискателем, являющимся одновременно и дальномером.

Для фотокамер первой группы обычно применяются рамочные видоискатели, смонтированные на верхней крышке фотобокса.

Рамочный видоискатель имеет значительный параллакс, определяемый смещением оптической оси объектива относительно оптической оси видоискателя. Это несовпадение осей и вызывает систематические ошибки при фотографировании близко расположенных друг к другу объектов.

Особенностью фотокамер второй группы, делающей их наибо-

лее пригодными для подводной фотосъемки, является оптическое устройство зеркального видоискателя. У этих камер полностью отсутствует параллакс, а фокусировка и результаты диафрагмирования объектива находятся под полным контролем фотографа.

К фотоаппаратам 1-й группы, пригодным для съемок под водой, можно отнести «Ленинград», «Зоркий» и «ФЭД».

Лучшими аппаратами 2-й группы можно считать фотоаппараты «Старт», «Зенит» и «Кристалл».

Отечественная промышленность выпускает фотобоксы УКП для аппаратов 1-й группы и КПФ для аппарата «Старт» (рис. 106).

Фотобокс «Гидро-Старт», спроектированный и изготовленный спортсменами-легководолазами МВТУ им. Баумана, представляет собой модернизированную конструкцию, которую успешно используют гидротехники-легководолазы Союзморниипроекта.

Этот фотобокс отличается от перечисленных выше боксов тем, что его конструкция позволяет наводить на резкость и кадрировать через зеркальный видоискатель.

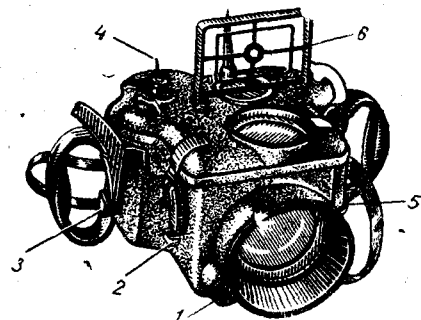


Рис. 106. Бокс КПФ для зеркального фотоаппарата «Старт»: 1 — рукоятка установки метража по шкале; 2 — гнездо для подключения лампы-вспышки; 3 — рычаг спуска; 4 — рукоятка привода на курковую взвод аппарата; 5 — рукоятка установки диафрагмы; 6 — рамка видоискателя

### ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОБЪЕКТИВАМ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ФОТОГРАФИРОВАНИЯ

Фотографическая оптика — фотообъективы — является одним из ведущих узлов, дающих качественное изображение снимаемого под водой объекта.

В подавляющем большинстве случаев для подводного фотографирования используются короткофокусные объективы, имеющие достаточно большие углы изображения. Совершенно очевидно, что чем ближе к снимаемому объекту приблизится подводный фотограф, тем меньше между фотокамерой и объектом будет слой воды и тем отчетливее получится изображение. Короткофокусные, широкоугольные объективы удобны для подводного фотографирования еще и потому, что они обладают большой глубиной резко изображаемого пространства, даже при полностью открытой диафрагме. Подводный фотограф при хорошей четкости изображения может снимать предметы, находящиеся в значительном удалении от установленной на объективе дистанции. Учитывая то, что под водой часто приходится снимать в неустойчивом положении, а также сложность определения расстояний до снимаемых предметов, при-

менение объективов с большой глубиной резкости намного упрощает подводную съемку.

Из существующих конструкций широкоугольных объективов, выпускаемых нашей промышленностью, для подводных съемок применяются следующие объективы:

1. «Орион-15» — широкоугольный объектив, имеющий угол изображения  $75^\circ$ , фокусное расстояние 28 мм и светосилу — 1:6. Объектив позволяет получать изображения с большой резкостью в центре поля, но с заметным снижением резкости по краям;

2. «Руссар МР-2» — сверхширокоугольный объектив с углом изображения  $95^\circ$ . Фокусное расстояние — 19,5 мм, светосила — 1:5,6. Он не является универсальным объективом. Изображение, полученное объективом, имеет преувеличенную перспективу со значительными искажениями по краям. Большая глубина резкости объектива дает возможность производить фотосъемки и получать резкие изображения при удалении предмета практически от 1 м до бесконечности. «Руссар МР-2» предназначен для незеркальных камер типа «Зоркий» и выпускается с резьбовым креплением;

3. «Мир-1» — короткофокусный объектив, предназначенный специально для камер зеркального типа «Зенит», «Кристалл», «Старт». Относительное отверстие объектива 1:2,8, фокусное расстояние — 37 мм.

Объектив «Мир-1» имеет угол изображения  $60^\circ$ . Изображение резкое и почти лишено искажений. Оправа объектива имеет кольцо для предварительной установки диафрагмы. Объектив выпускается с резьбовым креплением для фотокамер «Зенит» и «Кристалл». Для аппарата «Старт» изготовлено переходное кольцо, позволяющее крепить объектив в байонетном замке.

Для подводных фотосъемок оптические системы (объективы фотокамер) дополняются стеклянными иллюминаторами, вставленными в изолирующий бокс. Стеклянные пластины, выдерживающие статическую нагрузку воды, герметически уплотняются в корпусах бокса.

Угол изображения объектива при прохождении лучей света через границу вода — стекло — воздух уменьшается приблизительно в  $n_2$  раз, т. е. в 1,337 (рис. 107) так же, как и угол зрения глаза человека, смотрящего в воде через плоское стекло.

Углы изображения объективов на воздухе и в воде и другие технические характеристики оптики даны в сводной таблице (приложение № 3).

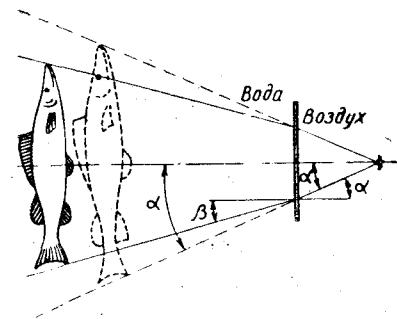


Рис. 107. Изменение углового поля зрения под водой при использовании плоскопараллельного иллюминатора:  
 $\alpha$  — угол поля зрения на воздухе;  
 $\beta$  — угол поля зрения в воде

Для объектива, находящегося за плоским иллюминатором, когда имеется граница вода — стекло — воздух, кажущееся сокращение расстояния до объекта ведет к увеличению в  $n_2$  раза фокусного расстояния. У объектива с фокусным расстоянием, равным 37 мм, при подводных съемках оно будет равно 50 мм.

Самым существенным недостатком обычных объективов, работающих через плоскопараллельное стекло при подводном фотографировании, является уменьшение угла изображения.

## ПОДВОДНАЯ КИНОСЪЕМОЧНАЯ АППАРАТУРА

Кинокамеры, применяемые для подводных съемок, могут иметь различные по размеру кадры. Так, кинокамеры «КС-50Б» и «Конвас-Автомат» рассчитаны на 35-мм киноплёнку, а «Киев-16С-2» и «Киев-16С-3» — на 16-мм киноплёнку. Они могут быть использованы для технических киносъемок.

Кинокамеры «Спорт», «Кристалл», «Нева» и другие двухдорожные камеры рассчитаны на плёнку шириной  $2 \times 8 = 16$  мм.

Отечественная промышленность выпускает кинокорпусы для камер третьей группы, бокс ПКБ-2 и другие. Однако существуют конструкции кинокорпусов и для камер первой и второй групп: кинокорпус «Дельфин» для «Конвас-Автомата» и кинокорпус для камеры «Киев-16С-2» и «Киев-16С-3».

Наиболее удобны для киносъемок под водой камеры, имеющие электропривод к лентопротяжному механизму. Отсутствие операции взвода лентопротяжной пружины под водой намного упрощает эксплуатацию камер этой группы.

Съемка может вестись в условиях мутной воды, при недостаточном освещении, либо на больших глубинах. Во всех этих случаях необходимо применять специальную аппаратуру.

Подводное фотографирование в воде с низкой прозрачностью может быть использовано для обследования гидросооружений, подводных частей судов, кабелей и трубопроводов, проложенных на дне водоемов, а также при подводных спасательных работах.

Одним из надежных способов улучшения видимости под водой является применение насадок и контейнеров с прозрачным наполнителем, помещаемых между снимаемым объектом и подводной фотокамерой.

Существуют конструкции насадок, выполненных из монолитных кусков органического стекла.

Фотографирование с контейнером, наполненным водой, надежно в работе и просто в эксплуатации; контейнер легко герметизируется. Однородность внешней и внутренней среды создает благоприятные условия для работы.

Близкие по значению одинаковые оптические свойства внешней и внутренней среды создают условия для надежной работы осветителей, установленных в контейнере.

Однако этой конструкции присущи и недостатки:

— высота контейнера, наполненного водой, из-за уменьшения угла изображения объектива в воде несколько больше при одинаковой площади съемки, чем высота воздушного контейнера;

— присутствие в чистой водопроводной воде органических и минеральных примесей вызывает помутнение стекол иллюминаторов на вторые-третьи сутки работы с контейнером.

Воздушный контейнер имеет меньшую, чем жидкостный, высоту при одинаковых с ним размерах иллюминаторов и применяемых объективах (рис. 108). В этом случае имеет преимущества незагрязняемость воздушной среды примесями, присущими водной среде, однако эксплуатация такого контейнера усложняется необходимостью надежной герметизации соединений.

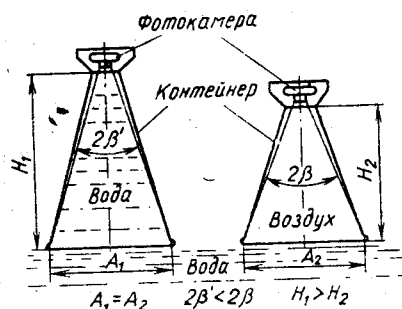


Рис. 108. Схематическое изображение контейнеров с воздушным и жидкостным наполнением

которое определяется высотой контейнера. При определении размеров снимаемых элементов на плоскости объекта (трещин, выколов и т. д.) следует разместить у снимаемого места масштабную линейку. При изучении снимка размеры разрушения могут быть определены в этом случае без труда.

Если размер снимаемого плоского предмета в несколько раз больше, чем иллюминатор контейнера, и за одну съемку получить всего изображения нельзя, то выполняют многоразовую панорамную съемку всей поверхности объекта с перекрытием каждым последующим снимком предыдущего. Нужно заранее измерить площадь снимаемого объекта и подсчитать количество требуемых для перекрытия всей площади снимков. Самым надежным в этом случае приемом будет разбивка всей зоны съемки на градусную сетку. Заранее приготовленную металлическую или веревочную сетку накладывают на снимаемый объект. Съемка производится по горизонталям или вертикалям с учетом номеров горизонтального и вертикального ряда.

Фотосъемка объемных предметов с применением контейнеров, в условиях пониженной прозрачности воды также может дать положительные результаты. В этом случае наводить на резкость нуж-

но непосредственно по объекту, выбирая наиболее выгодную позицию съемки и размеры контейнера.

Все работы при съемках с контейнерами следует выполнять группой водолазов в два-три человека. Один из них следит за кадрированием и производит съемку, другой перемещает контейнер и увязывает его положение с программой съемки. Желательно, чтобы у работающих под водой была прямая телефонная связь друг с другом.

## ГЛУБОКОВОДНОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ

К специальным видам подводных съемок можно отнести глубоководную фотосъемку аппаратами-автоматами, работающими синхронно с импульсными осветителями, и съемку с экранов глубоководных телевизионных камер.

В первом случае под воду погружают прибор, оборудованный устройством для автоматической перемотки пленки и взводом затвора фотоаппарата. Затвор работает синхронно с электронными лампами-вспышками. При движении судна, с которого опущена фотоустановка, прибор планирует под водой вслед за ним и через определенные промежутки времени производит фотосъемку окружающей среды.

Каждый кадр, снятый на пленку, имеет отметку глубины, на которой произведена съемка, и времени съемки для установления места съемки. Однако такая съемка, выполненная фактически вслепую, не всегда дает положительные результаты.

Более надежна и точна фотосъемка с экрана глубоководного телевизора, когда дежурный оператор фиксирует именно тот кадр, который является наиболее ценным.

Передающая телекамера, заключенная в герметичный бокс, производит подводные картины, освещаемые мощными, в несколько тысяч ватт лампами накаливания. Телекамера может быть оснащена устройством, обеспечивающим ее принудительное, по заданию оператора, перемещение.

Одной из разновидностей глубоководного подводного фотографирования является фотосъемка дна океанов и морей. В этом случае фотоустановка оснащена устройством, которое включает синхронно затвор аппарата и осветителя в момент приближения камеры к поверхности дна. Дистанционный выключатель срабатывает лишь в том случае, когда специально опущенный с фотокамерой груз коснется грунта.

Стереосъемка дна, проводимая советскими исследователями с экспедиционного судна «Витязь» и с других судов, открыла тайны таких глубоководных впадин, как Филиппинская с глубинами в 9—10 тыс. м.

**Методика проведения кино- и фотосъемок.** Основные правила пользования съемочной аппаратурой и методические советы:

1. При подводной фотосъемке всегда не хватает контраста. По-

этому необходимо, не полагаясь на субъективное восприятие, выбирать наиболее контрастное сочетание между снимаемым объектом и фоном. Если объект съемки темный, хотя глаз человека хорошо видит его на темном фоне грунта, необходимо снимать такой объект на светлом фоне поверхности воды снизу вверх. Светлый объект лучше фотографировать на темном фоне грунта или на фоне уходящей в глубь воды — сверху вниз.

2. Вследствие искажений цветопередачи под водой не рекомендуется проводить цветную фотосъемку на глубинах более 4 м при естественном освещении, лучше пользоваться искусственным освещением.

3. Панорамные планы следует фотографировать совместно с напарником. Человек оживляет подводный ландшафт и часто служит масштабом на подводном снимке. Водолаза или пловца в темном гидрокостюме лучше снимать на фоне светлого песчаного дна или светлой поверхности воды. Для подводных съемок светлый костюм водолаза или пловца более эффектен, снимки могут быть хорошими при верхней и нижней позициях фотографа.

4. Животных под водой желательно снимать в естественной обстановке. Подводные обитатели в присутствии человека отлично маскируются, это иногда заставляет фотографировать их в искусственно созданных условиях.

5. Подводная съемка для получения крупномасштабных изображений мелких предметов с насадочными кольцами дает отличные результаты как при цветном, так и при черно-белом фотографировании. Применение зеркальных фотокамер наиболее желательно. В этом случае следует пользоваться масштабными рейками, точно определяющими расстояние снимаемого объекта от фотокамеры (0,5 м, 0,6 м, 0,7 м, 0,8 м, 0,9 м, 1 м).

6. Для подводных фотосъемок, как правило, применяются короткофокусные, широкоугольные объективы. Следует помнить, что изображения, снятые с близкого расстояния (0,5—0,8 м от фотокамеры при размере объекта в длину не менее 1,5 м), получаются непривычными для человеческого глаза. Пропорции изображения кажутся искаженными, чрезмерно увеличенные размеры предметов переднего плана и значительно уменьшенные заднего нарушают привычную для глаз перспективу.

Вопросы методики фотосъемок под водой очень тесно переплетаются с законами подводной освещенности, прозрачности воды, распространением в воде лучей света и с правилами эксплуатации оборудования для съемок.

Работая с фото- и кинокотами, следует помнить, что наиболее слабым звеном этих приборов являются иллюминаторы, которые необходимо оберегать от ударов как в надводном, так и в подводном положении. Незначительный удар по иллюминатору вызовет немедленно его разрушение.

При съемках необходимо строго соблюдать следующие правила эксплуатации бокса:

1. Перед проведением подводных работ с аппаратами, заключенными в герметизирующие боксы, проверить прочность элементов боксов, погружая их без камер на предполагаемые глубины.

2. При работе с подводным фотоаппаратом следует очень точно определить кадр рамочным видоискателем, учитывая параллакс объектива и видоискателя, наиболее ощутимый на ближних дистанциях съемки.

3. Плавный взвод и спуск затвора намного повысят надежность работы камеры и четкость изображения. Сравнительно большие экспозиции (1/30 и 1/50 сек.) при съемках с рук могут вызвать «смазывание» изображения при спуске затвора.

4. При съемках с забоксированным импульсным осветителем следует особенно тщательно следить за надежностью герметизации кабелей и не допускать электрического разряда конденсаторов в воду. Разряд конденсаторов, имеющих большую емкость — порядка 2500 мф, может быть опасным для подводного фотографа.

#### ПОДГОТОВКА ФОТО- И КИНОАППАРАТУРЫ К ПОДВОДНЫМ СЪЕМКАМ

Рассмотрим, например, подготовку к съемке фотоаппарата «Ленинград».

1. Кассету аппарата заряжают негативной пленкой и вставляют в аппарат, счетчик кадров устанавливают на положение «0».

2. Аппарат оснащают широкоугольным объективом «Юпитер-12».

3. На объектив аппарата, согласно инструкции, приложенной к боксу «УПК», монтируют приводы для управления диафрагмой и шкалой дистанции.

4. На рукоятку взвода пружины устанавливают полумуфту для включения в ответную часть привода на крышке бокса.

5. Взводят пружину на несколько оборотов для проверки надежности установки муфты.

6. Устанавливают наиболее вероятную (1/100, 1/60 или 1/25) экспозицию затвора.

7. Аппарат крепят к кронштейну винтом 3/8.

8. Вставляют аппарат в бокс и проверяют надежность соединений всех приводов бокса с рычагами управления.

9. Проверяют спуск затвора, причем пружина должна тянуть затвор и пленку без заедания.

10. Устанавливают крышку бокса. Полумуфты пружины взвода затвора на аппарате и привод на крышке бокса должны войти в зацепление друг с другом.

11. Запирают ручки крышки контрящими устройствами.

12. Пружину затвора взводят до отказа.

13. Проверяют спуск пружины нажатием на рычаг спуска затвора.

14. Шкалу дистанции объектива и шкалу диафрагмы устанавливают на значения, выбранные для данной съемки.



## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТАХ

### ТРОСЫ

Для выполнения такелажных работ применяются тросы, изготовляемые из различных материалов органического происхождения (пенька, лен, джут, хлопок и др.), синтетических продуктов (вискозный шелк, нитрошелк, капрон и др.) и металлов (сталь, медь, алюминий и др.).

Широко применяются стальные, растительные, капроновые и композитные (пенько-стальные) тросы для изготовления судоподъемных стропов; стоячего и бегучего такелажа, на швартовы, буксиры; для заводки и крепления пластырей, водолазных спусковых и сигнальных концов и т. д.

**Стальные тросы** изготовляют на специальных машинах. Различают тросы жесткие, отличающиеся особой прочностью, полужесткие и гибкие. Толщину стального троса по существующим стандартам определяют по его диаметру. В морской практике трос измеряют обычно по окружности.

При одинаковом разрывном усилии стальной трос легче растительного в 2,5 и тоньше в 3 раза, а при одинаковой толщине крепче растительного в 8—10 раз. Стальные тросы долговечнее, не подвергаются воздействию масел, жары и сырости.

Однако они портятся от крутых изгибов, легко образуют колышки, с ними трудно работать под водой.

**Растительные тросы** бывают длиной 250 м, а тросы кабельной работы — 100 м.

Из растительных тросов изготовляют сигнальные и спусковые концы, ходовые проводники, брасы для водолазных грузов. Они широко распространены при выполнении различных водолажных работ.

Тросы требуют тщательного ухода, загрязненный растительный или стальной трос после работы промывают пресной водой и просушивают.

Стальной трос необходимо также смазать маслом или жиром.

### МОРСКИЕ УЗЛЫ, МАРКИ, ОГОНЫ, СПЛЕСНИ

Каждый водолаз должен отлично знать морские узлы, правильно их вязать и уметь остропить различные предметы под водой в условиях плохой видимости.

При водолажных работах чаще всего применяются следующие узлы (рис. 109):

На шкале дистанции устанавливают расстояние до снимаемого предмета с учетом коэффициента преломления воды  $n_2$ .

Пример: расстояние  $L$  до снимаемого предмета в воде равно 1 м. На шкале дистанции объектива следует установить значение:

$$\frac{L}{n_2} = \frac{1}{1,337} = 0,75 \text{ м}$$

Во время съемок нужно подзаводить пружину, так как фотоаппарат «Ленинград» протягивает за один завод только 10—12 кадров пленки.

Съемку выполняют, нажимая плавно большим пальцем правой руки на рычаг спуска затвора.

Во время кадрирования следует помнить о параллаксе видоискателя и объектива, совмещая с центром рамки (при расстоянии 1 м) верхнюю часть визира. В этом случае аппарат с боксом приближают вплотную к маске.

Для объектива «Юпитер-12» используется большая рамка видоискателя.

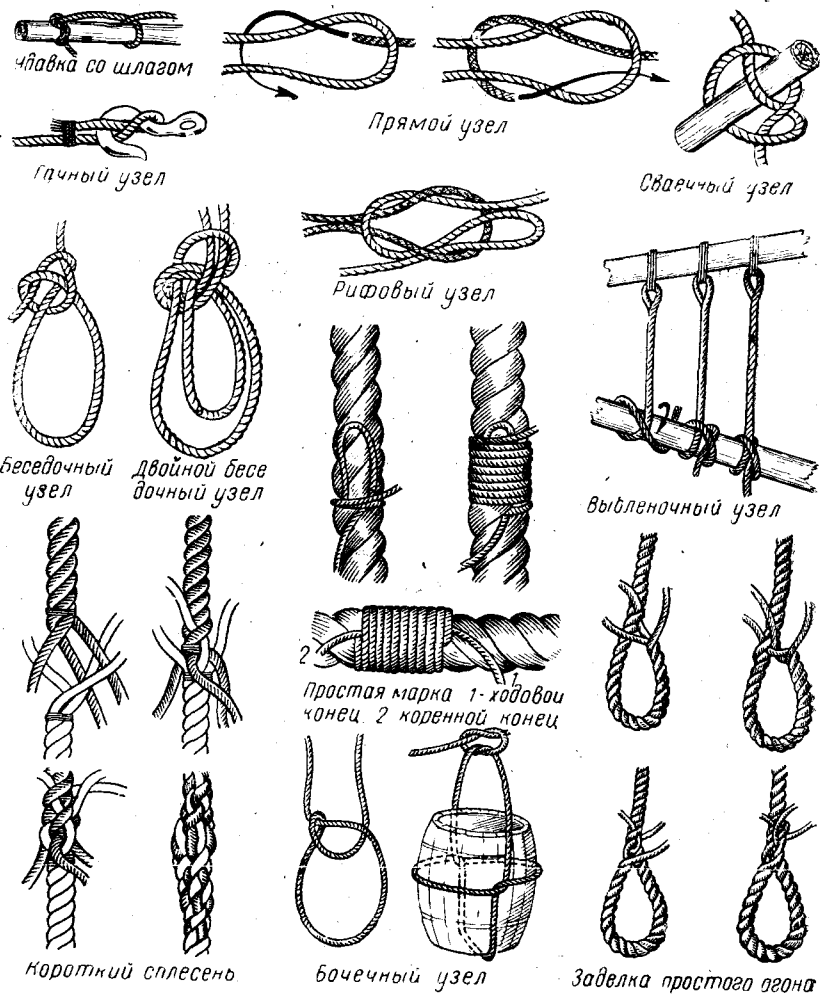


Рис. 109. Морские узлы, марки, огоны, сплесни

**Удавка.** Вяжут в тех случаях, когда нужно быстро закрепить трос вокруг бревна, трубы, рельса при их буксировке или подъеме на борт судна. Для надежности удавку вяжут со шлагом.

**Гачный узел** применяют при закреплении на гаке толстых тросов. Обнесенный вокруг спинки гака конец троса закладывают в гак и накрывают сверху коренной частью троса, после чего ходовой конец закрепляют тонким линем или шкимушгаром. Гачный узел может быть завязан в любой части троса.

**Прямой узел** используется при связывании двух тросов пример-

но одинаковой толщины. При сильном затягивании в середину узла вставляется кусок дерева (клевант).

**Рифовый узел** вяжут так же, как и прямой во всех случаях, когда требуется надежный, но быстро развязывающийся узел. Один из его ходовых концов вводят в соответствующую петлю сложенным вдвое.

**Сваечный узел** служит для подачи работающему под водой водолазу различных инструментов, концов. На тросе в том месте, где предполагается завязать узел, делают небольших размеров колышку, в которую вводят сложенный вдвое трос.

**Беседочный узел** используют при креплении предохранительного троса вокруг пояса человека, если работы ведутся за бортом корабля. На тросе делают колышку небольших размеров. Конец троса проходит в колышку, огибая свою коренную часть, и снова входит в колышку, но в обратном направлении.

**Выбленочный узел** применяют при завязывании троса за предметы, имеющие гладкую, ровную поверхность, при остропке дерева, торпеды. Это надежный, сильно затягивающийся узел. Ходовой конец троса обносят вокруг предмета, перекрещивают наложенный шлаг, вновь обносят вокруг предмета в том же направлении и проводят под перекрещивающийся шлаг.

**Бочечный узел** используют при остропке бочек, бидонов, бутылей и т. д. В средней части короткого (6—7 м) троса завязывают полупрямой узел. Полупетли этого узла несколько разводят в стороны и в таком виде узел надевают на нижнюю часть предмета. При этом свободная нижняя часть узла должна проходить под основанием предмета, а полупетли узла — охватывать его с боков.

**Простая марка** делается на концах тросов, предохраняя их от распускания, на концах прядей при сплескивании тросов, изготовлении огонов, кнопов, мусингов и т. д. В водолазном деле применяется для крепления водолазных шлангов, а также штуцеров к гофрированным трубкам легководолазных снаряжений.

**Простой огон** изготовляют на швартовых тросах, бросательных концах, сигнальных водолазных концах и т. д.

На некотором расстоянии от конца троса на него накладывают временную марку, после чего трос распускают на пряди, концы которых также маркируют. Затем трос укладывают в виде петли (огона) нужных размеров, и каждая из свободных прядей пробивается под соответствующую прядь неразвитой части троса. Пробивки прядей выполняют по правилу «через одну под одну» в направлении, обратном спуску троса.

**Короткий сплесень.** На некотором расстоянии от концов тросов, предназначенных к сращиванию, накладывают временные марки, после чего тросы распускают на пряди, концы которых также маркируют. Замаркированные концы сплесневаемых тросов сдвигают вплотную друг к другу так, чтобы каждая прядь одного троса располагалась между двумя смежными прядями другого троса. С помощью свайки производят пробивку, то есть пропускают ходовые

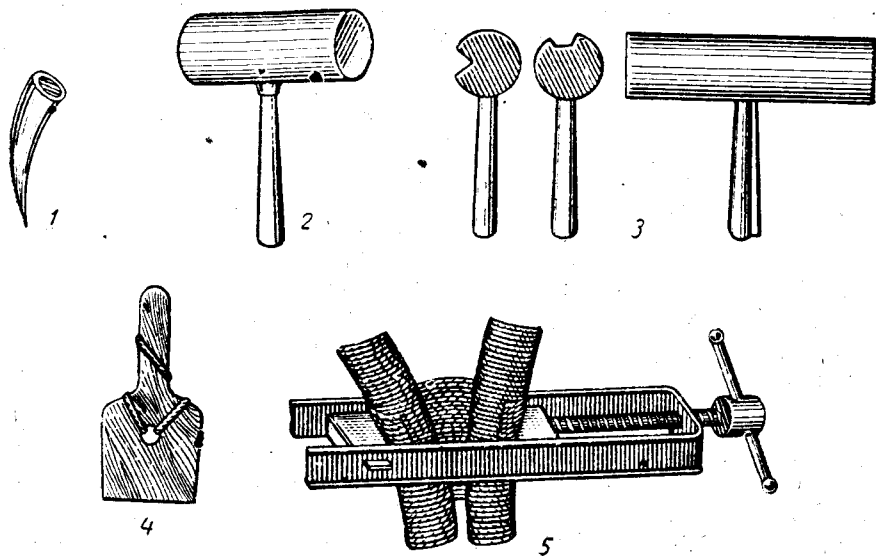


Рис. 110. Такелажный инструмент:

1 — свайка; 2 — мушкель; 3 — полумушкель; 4 — такелажная допатка; 5 — машинка для сгибания тросов

пряди одного троса под коренные пряди другого троса по правилу «через одну под одну».

### ТАКЕЛАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

**Свайка** служит для пробивки прядей при сплесневании тросов и изготовлении огонов. Свайку изготовляют из дерева или металла различных размеров и форм (рис. 110).

**Мушкель** представляет собой цилиндрическую болванку из дуба, клена или бука, насаженную на деревянную рукоятку. Применяется для выравнивания прядей тросов, деформировавшихся при пробивках, что бывает при сплесневании тросов, изготовлении огонов и т. д.

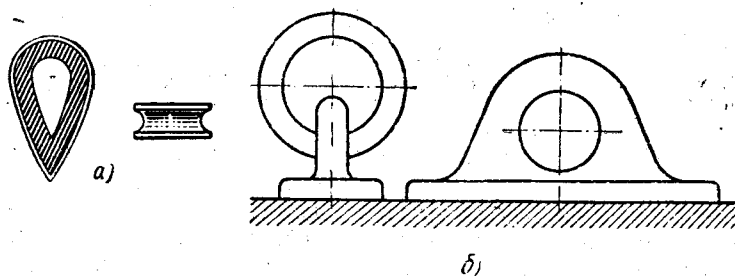


Рис. 111.

а — коуш; б — рым и обух

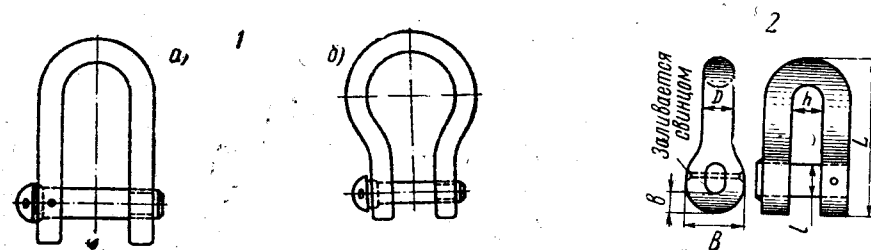


Рис. 112. Скобы:

1 — такелажные скобы; а — прямая; б — круглая; 2 — якорная скоба

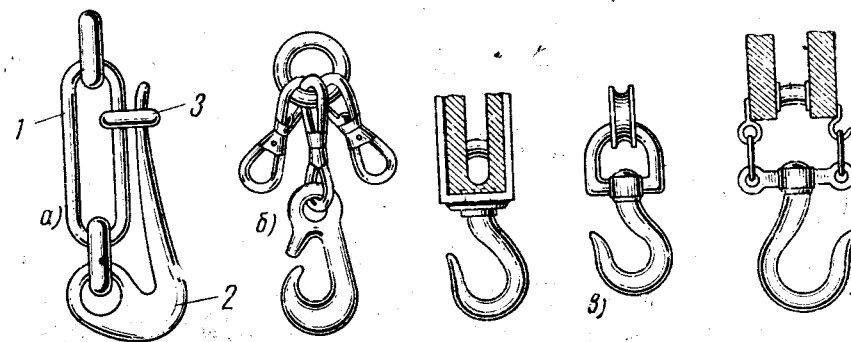


Рис. 113. Гаки:

а — глазоль-гак; 1 — увеличенное звено; 2 — откидной гак; 3 — стопорное звено; б — грузовой гак; в — вертлюжные гаки

**Полумушкель** состоит из деревянной болванки полукруглого сечения и рукоятки. На болванке имеется продольный полукруглый кил, которым полумушкель накладывается на трос. Шкимушгар или лить, употребляемый при выполнении бензеля или клетневания троса, накладывается на полумушкель несколькими шлагами, а затем два-три раза обводится вокруг его рукоятки.

**Такелажная лопатка** применяется в тех же случаях, что и полумушкель, т. е. при наложении бензелей и клетневании тросов.

**Машинка для сгибания тросов** служит для сгибания жестких стальных тросов при изготовлении огонов и наложении бензелей.

### ТАКЕЛАЖНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИСПОЛЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

**Коуш** — металлическое кольцо с желобком по обводу (рис. 111, а). Он заделывается в огон для предохранения троса от крутого изгиба. Коуши бывают продолговатой, круглой и треугольной формы.

**Обух и рым** (рис. 111, б). Обухом называется неподвижное ме-

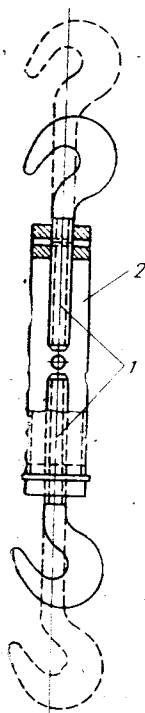


Рис. 114. Винтовой талреп:  
1 — корпус; 2 — гек со стержнем

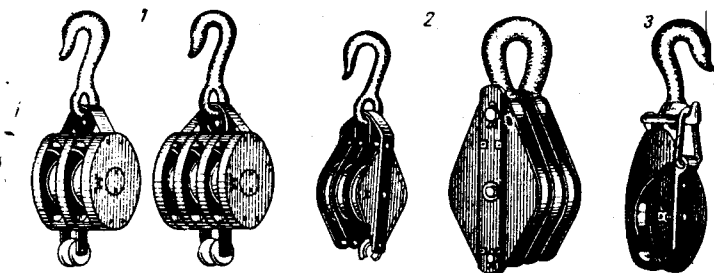


Рис. 115. Блоки:  
1 — деревянные блоки с внутренней оковкой; 2 — металлические блоки; 3 — канифас-блок

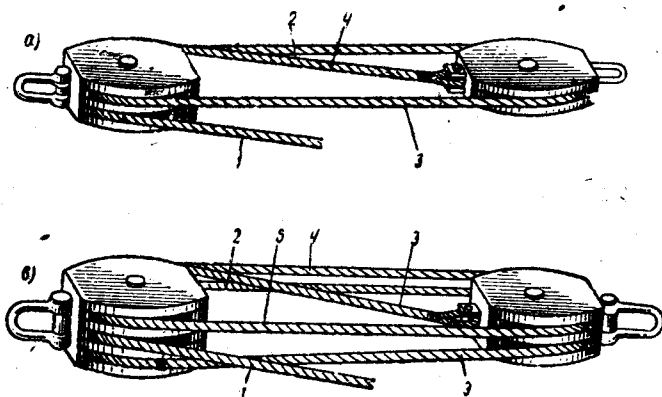


Рис. 116. Основывание гиней (цифрами показан порядок заведения лопаря):  
а — трехшкивные; б — пятишкивные тали

**Талрепы** применяются при обтяжке фальшивых шпангоутов на пробойне, шкотов пластырей, поперечных найтовов понтонов и в других операциях (рис. 114).

**Блоки** (рис. 115) служат для основы талей, а также для изменения направления тяги. Блоки могут быть одношкивные, двухшкивные, трехшкивные и многошкивные; по материалу изготовления — деревянные и металлические. Деревянные применяются для основы пеньковых тросов, а металлические — для стальных тросов.

**Гордень** представляет собой снасть, проходящую через неподвижный одношкивный блок. Применяется там, где нужно изменить направление тяги. В водолазном деле используется при подъеме грузов из трюма затопленного корабля.

**Тали**, основанные между двумя одношкивными блоками, применяются там, где не требуется большого выигрыша в силе.

Тали, основанные между двухшкивным и одношкивным блоками, служат для обтягивания стропов и подкильных концов пластырей. В судовой практике их часто называют хват-талями.

**Гини** представляют собой блоки больших размеров с большим числом шкивов. Применяются при подъеме больших тяжестей. На аварийно-спасательных работах служат для стаскивания кораблей с мелей, вытаскивания их на берег, поворачивания затопленных кораблей на ровный киль. Тяговая сила гиней достигает 40—60 т. Большие плавучие краны имеют гини подъемной силы в 100, 150 и 200 т (рис. 116).

металлическое кольцо, служащее для закладывания в него блоков талей, канифас-блоков, соединительных скоб и др.

**Рым** — подвижное кольцо, служащее для тех же целей.

**Скобы** бывают такелажные, якорные и судоподъемные.

Такелажные скобы разделяются на прямые и круглые. Прямые скобы предназначены для стального троса, а круглые для пенькового троса (рис. 112).

Якорные скобы служат для соединения якорной цепи. В аварийно-спасательных работах применяются в тех случаях, когда нужно одной скобой соединить два или три стропа.

Судоподъемные скобы применяются при судоподъемных работах. Они бывают полотняные и понтоновые, рассчитанные на предельную допустимую нагрузку 20, 40, 70, 100, 175 и 200 т.

**Гаки** — стальные кованые крюки, используемые для крепления тросов и цепей при подаче предметов, разделяются они на глухие, вертлюжные, складные (храпцы), глаголь-гаки и грузовые (рис. 113).

# ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКОНОМИКИ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ



В нашей стране строятся мощные гидростанции, водопроводные сооружения, магистральные трубопроводы для передачи на большие расстояния нефти, газа, воды и других продуктов.

Все подводные работы выполняются экспедиционными группами, состоящими из водолазных станций, укомплектованных механизмами и агрегатами, и необходимым количеством специалистов.

Экспедиционные группы, работающие на одном или нескольких объектах, входят в состав экспедиционных отрядов по подводно-техническим работам.

В свою очередь, экспедиционные отряды по подводно-техническим работам входят в состав Управления по подводно-техническим работам, строительно-монтажных трестов, пароходств или других организаций.

Ничто в природе непостоянно. На реках и водоемах в результате паводка, ледохода размываются берега, меняется русло реки или заносятся водозаборные сооружения. Поэтому подводные сооружения требуют систематического осмотра и своевременного профилактического ремонта.

Эту работу выполняют водолазные станции экспедиционных отрядов подводно-технических работ или эксплуатационных управлений: гидростанций, шлюзов, каналов, портов и промышленных комбинатов.

Чтобы планировать подводные работы и знать, какие будут затраты водолазного труда и приданных им механизмов и плавсредств, необходимо пользоваться производственными нормами. Водолазные производственные нормы разработаны на основании наблюдений за работой водолазов и приданных им плавсредств и механизмов при выполнении разнообразных работ в различных гидрометеорологических и геологических условиях.

Все эти нормы опубликованы в отдельных сборниках и служат основным документом при выдаче нарядов-заданий водолазным станциям для выполнения подводных работ.

Чтобы пользоваться производственными нормами, необходимо знать норму времени и норму выработки.

**Нормой выработки** определяется объем работ, который должно выполнить звено, состоящее из водолазной станции с приданными ей механизмами, плавсредствами и подсобными рабочими за еди-

ницу времени при хорошем качестве работы в нормальных условиях.

Единицей времени принимается один час или смена, т. е. рабочий день водолазной станции. Рабочий день водолазов составляет 6 часов.

**Нормами времени** определяется, какое количество времени должно затратить звено, состоящее из водолазной станции и имеющее механизмы, плавсредства и подсобных рабочих для выработки единицы продукции при нормальных условиях.

В нормах указывается также состав звена, необходимый для выполнения определенной работы.

**Пример.** Разработка грунта грунтососами (пневматическим или водоструйным) в крупно-зернистых песках.

А. Состав звена	
Водолазная станция	1
Водолазный бот	1
Гидромонитор или компрессор	1
Понтон или баржа	1
Рабочие третьего разряда	1
Грунтосос (эжектор)	1

Б. Норма выработки за одну смену звена, включая водолазную станцию, составит 35 м³.

В. Норма времени на разработку 1 м³ песчаного грунта (по обмеру траншеи) составит 0,17 часа.

Состав звена для каждого вида работы определяется по условиям технологии работы и обеспечения техники безопасности.

В нашем случае для разработки подводной траншеи грунтосом водолазы будут работать с водолазного бота, а агрегат (гидромонитор или компрессор) установят на плавсредстве (понтоне или барже).

Обычно предусматривается выполнение подводно-технических работ на реках, водохранилищах, озерах и морях при следующих нормальных условиях:

1. Скорость течения воды до 0,75 м/сек.
2. Волнение моря (водохранилища) до двух баллов (высота волны от гребня до основания до 0,5 м).
3. Глубина от 2,5 до 13 м.
4. Радиус видимости не менее 4 м.
5. Свободное передвижение водолазов на грунте.
6. Температура воды не ниже 12°C (работа водолазов в летней рубашке).

Если условия работ отличаются от нормальных, то в нормы времени вводятся поправочные коэффициенты.

Условия работы	Поправочные коэффициенты
1. Глубина от 13 до 20 м	1,1
2. Глубина от 25 до 30 м	2,3
3. Глубина от 30 до 35 м	3,2
4. Течение от 0,75 до 1,5 м/сек	1,05

5. Течение от 1,5 до 2,0 м/сек	1,4
6. Волнение от 2 до 4 баллов (если условия позволяют выполнять работы)	1,4
7. Температура воды ниже 12° (работа в зимней рубашке)	1,25
8. Захламленное дно, вязкий грунт, работа под ледом или на беседке	1,15
9. Стесненные условия (колодцы, туннели и трубо- проводы внутренними размерами менее 2 м, расстояние между сваями менее 1,5 м)	1,4
10. Радиус видимости под водой:	
— от 4 до 1 м	1,10
— менее 1 м	1,20
— отсутствие видимости (работа водолаза на ощупь)	1,40

Поправочные коэффициенты к нормам учитывают, что при более сложных условиях производительность звена будет ниже.

Возьмем предыдущий пример разработки подводных траншей грунтонасосом в песчаных грунтах, но в более сложных условиях: глубина воды — 15 м и скорость течения 1 м/сек.

В нашем случае необходимо применить к нормам времени поправочные коэффициенты для глубины до 15 м — 1,1, а при скорости течения 1 м/сек — 1,05.

При вышеуказанных усложненных условиях норма времени звена для разработки 1 м³ подводных траншей грунтонасосом в песчаных грунтах составит

$$0,17 \times 1,1 \times 1,05 = 0,2 \text{ часа}$$

вместо 0,17 часа в нормальных условиях, а норма выработки в данных условиях за одну смену будет

$$\frac{35}{1,1 \times 1,05} = 30,4 \text{ м}^3$$

вместо 35 м³ в нормальных условиях.

Среди разнообразных подводных работ особенно трудоемкими являются подводные земляные работы, объемы которых неизменно растут в связи с большим размахом строительства в нашей стране.

В таких работах необходимо разрабатывать и засыпать подводные траншеи при прокладке нефтепроводов, газопроводов, золотопроводов, водопроводов через реки и водоемы, а подводные котлованы — при строительстве водозаборов и причальных сооружений. Поэтому подводные земляные работы механизмируются в первую очередь.

Созданы плавучие гидромониторные и землесосные агрегаты, способные разрабатывать подводные траншеи на глубине до 25 м.

Применение плавучих агрегатов и механизмов для разработки подводных траншей не только облегчает труд водолазов, но и уде-

шевляет стоимость работ, повышает производительность труда и ускоряет сроки строительства подводного сооружения.

При использовании этих механизмов водолазы ведут только контроль за правильностью работы подводных частей агрегатов, прямолинейностью подводных траншей, за соблюдением необходимой ширины траншеи снизу.

Так, например, производительность плавучего гидроэжекторного агрегата УПГЭУ при разработке подводных траншей в песчаных грунтах составляет 400 м³ грунта в смену, а производительность водолазной станции при разработке подводных траншей гидромонитором в тех же условиях — 16,6 м³.

При этом надо учесть, что водолаз только контролирует работу агрегата УПГЭУ, а при работе гидромонитора непосредственно участвует в процессе работы по разработке подводной траншеи.

Однако водолазные работы по разработке подводного грунта гидромонитором или грунтососом еще выполняются. Есть целый ряд работ, особенно подводно-ремонтных, когда к объекту нельзя подвести мощные плавучие агрегаты по причине отсутствия судовых путей или в зимний период.

#### ПЛАНИРОВАНИЕ ПОДВОДНЫХ РАБОТ. СМЕТЫ, ДОГОВОРЫ

Социалистическое планирование обеспечивает планомерное и быстрое развитие всех отраслей народного хозяйства. Имеется оно и в водолажном деле.

Работы экспедиционных отрядов по сооружению переходов газонефтепроводов, кабельных магистралей силовых (или связи) через водные преграды и другие подводные работы планируются Госпланом СССР или Госпланом союзных республик через министерства и ведомства.

В планах экспедиционных отрядов дается перечень и стоимость подводных сооружений, которые необходимо выполнить в текущем году или в течение другого отрезка времени.

Стоимость работ и характер каждого подводного сооружения: дюкера, кабельного перехода, водозаборного сооружения, его размеры, методы работ определяются проектом и сметой, составленными проектной организацией.

Проект и смета утверждаются руководителем предприятия (организации), для которого строятся сооружения, или министерством, если сооружения крупные.

Утвержденная смета поступает в банк для финансирования, т. е. для оплаты работ.

Экспедиционный отряд, получив утвержденный проект, смету и план на данный год по указанному объекту, заключает договор с заводом, фабрикой, строительным трестом или другими организациями на производство подводно-технических работ по строительству подводной части сооружения (дюкера, водозабора, водосброса, кабельного перехода).



В договоре указываются: сроки выполнения работ, их стоимость, ведомость механизмов и материалов, которые необходимы для данной работы, и другие обязательства.

Сторона, принявшая на себя работу, называется «Подрядчик» или «Отряд», а сторона, для которой строится объект, «Заказчик».

В процессе выполнения работ составляются промежуточные технические акты на скрытые работы, подписанные представителями «Отряда» и «Заказчика».

В актах последовательно подтверждают (фиксируют) все этапы строительства подводного сооружения и соответствие их действующим техническим условиям и проекту.

Скрытыми эти работы называются потому, что состояние отдельных конструкций нельзя определить после окончания всех работ.

Например, после прокладки трубопровода по дну реки и засыпки подводной траншеи нельзя судить о качестве сварки и изоляции трубопровода, правильности укладки трубопровода в подводную траншею.

По каждому виду подводных сооружений составляют определенные технические акты.

Например, при прокладке дюкера, т. е. перехода трубопровода через водную преграду, составляют следующие акты:

- на приемку трассы перехода;
- на промеры черных (т. е. естественных) отметок реки в створе перехода;
- на готовность разработанной подводной траншеи с промерами глубины;
- на сварку трубопровода;
- на изоляцию трубопровода;
- на гидравлическую опрессовку трубопровода перед укладкой;
- на укладку трубопровода в подводную траншею;
- на гидравлическую опрессовку трубопровода;
- на засыпку подводных трубопроводов;
- на производство берегоукрепительных работ;
- приемо-сдаточный акт об окончании всех работ по строительству перехода трубопровода через водную преграду.

Все эти акты с указанием оценки работы и составленные по ним исполнительные чертежи являются основными документами, которые предъявляются государственной комиссии по приемке сооружений в эксплуатацию.

Но, помимо подводно-технических работ, выполняемых по проектам и сметам, есть целый ряд водолазных работ, аварийно-ремонтного или профилактического характера.

Они выполняются звеном водолазной станции с механизмами по заказам-нарядам, заявкам электростанций, заводов, насосных станций или других организаций, в ведении которых находятся подводные сооружения.

После окончания этих работ составляется двусторонний акт, подписанный представителем предприятия и старшиной водолазной станции или начальником группы, в котором указывается, какие выполнены подводные работы и сколько затрачено на это времени и механизмов. В акте указывают объем и условия сделанной работы.

Например, для очистки водозабора завода при глубине воды 10 м, температуре +10° и скорости течения 1 м/сек гидромонитором размыто 350 м³ песчаного грунта. Вынуто бадьями 10 м³ камня и щебня. На этих работах использовано:

- самоходных водолазных ботов — 20 машино-смен;
- гидромониторных стропов — 20 машино-смен;
- понтонов — 20 машино-смен;
- водолазных станций — 20 станций-смен;
- машинистов 4-го разряда — 40 человеко-дней.

На основании акта составляют исполнительную смету по действующим расценкам и предъявляют счет заказчику для оплаты. Такой акт является основанием для составления наряда на выполнение работы при сдельной оплате труда водолазной станции с механизмами.

Оплата за выполненные работы как по договору, так и по заказу-наряду производится по безналичному расчету через банк.

Основными документами для расчетов с водолазными станциями или звеньями по наряд-заданиям при сдельной оплате труда на подводных работах являются:

1. Сборники ведомственных норм на подводно-технические (водолазные) работы аварийно-спасательной службы военно-морских сил (издание 1953 г.).
2. Ведомственные нормы и расценки на подводно-технические работы — В-45 Министерства речного флота (издание 1965 г.).
3. Ведомственные нормы на подводно-технические работы других министерств.

При определении сметной стоимости строительства применяются сметные нормы, в которых учитывается стоимость рабочей силы, материалов и эксплуатации машин на единицу работы.

В сметных нормах за основу принимается единичная расценка сокращенно — ЕР, т. е. стоимость единицы работы.

Все виды работ, в том числе подводно-технические, разделены на отдельные элементы, на которые составлены единичные расценки.

Стоимость единицы работы неодинакова в разных районах страны. Так, например, в Сибири она дороже, чем в Москве, а на Дальнем Востоке больше, чем в Сибири. Поэтому в сборниках единичных расценок вся страна разделена на 19 районов, и для каждого района установлена своя стоимость единицы работы.

Расчеты за выполненные работы производятся с заказчиком по актам, составляемым один раз в месяц, квартал или после окончания работ.

## ТАБЛИЦА УСЛОВНЫХ ВОДОЛАЗНЫХ СИГНАЛОВ

№ п/п	Сигналы	Значение сигналов при спусках в различных типах водолазного снаряжения		
		вентилируемое снаряжение	кислородное снаряжение	автономное снаряжение с выдохом в воду
1	2	3	4	5

### Сигналы к водолазу

1	Дернуть один раз	Как себя чувствуешь?	Повтори!	Выбирай сигнальный конец к себе
2	Дернуть два раза	Провентилируй скафандр	Сделай замену газовой смеси	Проверь запас воздуха
3	Дернуть три раза	Выходи наверх		Начинаем подъем

(Повторение сигнала обязывает водолаза немедленно выходить наверх)

4	Потрясти один раз	Стой! Не ходи дальше. Стоп. Прекрати спуск (подъем).		
5	Потрясти два раза	Продолжай спуск (движение). Иди прямо.		
6	Потрясти три раза	Стой на месте! Спускаем второго водолаза.		
7	Дернуть один раз и потрясти		Иди вправо	
8	Дернуть два раза и потрясти		Иди влево	
9	Дернуть, потрясти, снова дернуть		Запасной сигнал	

### Сигналы от водолаза

1	Дернуть один раз	Я на грунте. Чувствую себя хорошо. Выбери слабинку. Повтори.		
2	Дернуть два раза	Больше воздуха	Делаю замену газовой смеси	Проверил запас воздуха

Акты, подписанные представителями подрядчика (отряда) и заказчика, являются основным денежным документом государственной отчетности, который поступает в банк для оплаты.

По ним определяют не только стоимость выполненных работ, но и производительность труда и выработку на одного работающего.

В Советском Союзе все виды строительных и монтажных работ, в том числе и подводные работы, выполняются в соответствии со сметными нормами и правилами производства работ, сокращенно СНИП, утвержденными Госстроем СССР.

В них приведены правила проектирования и производства работ, техники безопасности, дается перечень механизмов, оборудования и материалов, которые необходимы для выполнения различных работ. Все сметные нормы и единичные расценки также составлены на основании этих правил.

Наше производство непрерывно изменяется, совершенствуется. Поэтому правила производства работ периодически пересматриваются и также меняются.

По этим же правилам ведется строительство подводных сооружений.

1	2	3	4	5
3	Дернуть три раза	Поднимай наверх. Выхожу наверх		
4	Дернуть четыре раза	Меньше воздуха		
5	Частые подергивания более четырех раз	Тревога. Мне плохо. Поднимай наверх		
6	Потрясти один раз	Стоп! Останови спуск (подъем)		
7	Потрясти два раза	Продолжай спуск. Потрави шланг-сигнал		
8	Потрясти три раза	Запутался, не могу выйти без помощи другого водолаза		
9	Дернуть один раз и потянуть	Поддай инструмент		
10	Дернуть два раза и потянуть	Поддай конец		
11	Дернуть, потрясти, снова дернуть	Запасной сигнал		

**Примечание.** При невозможности передачи сигнала водолазу по сигнальному концу и отсутствии телефонной связи должна быть применена подводная звуковая сигнализация. Звуковые сигналы подаются водолазу в соответствии с данной таблицей, причем одиночный удар соответствует команде «дернуть», двойной удар — «потрясти».

Звуковые сигналы подаются ударом металлического предмета о металл, погруженный в воду.

ТАБЛИЦА  
РЕЖИМОВ ЛЕЧЕБНОЙ РЕКОМПРЕССИИ ПРИ ДЕКОМПРЕССИОННОЙ

Режим	Наибольшее да- вление в камере, м. вод. ст.	Время пребы- вания под наиболь- шим давлени- ем, мин.	Время сниже- ния давлени- я до перерыва, мин	Глубины															
				78	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	
				Время выдержек на															
I	50	15	3															1	2
II	50	30	5															3	3
III	70	30	5															5	10
IV	90	20	10				3	3	3	3	3	3	3	5	8	8	10	15	20
V	100	15	10	3	3	8	3	3	3	3	3	5	8	8	10	15	20	25	25

## (КЕССОННОЙ) БОЛЕЗНИ И БАРОТРАВМЕ ЛЕГКИХ (КЕССОННОПОДОБНОЙ БОЛЕЗНИ)

остановок, м														Общее время	
33	30	27	24	21	18	16	14	12	10	8	6	4	2	часы	минуты
остановках, мин.															
2	3	5	8	10	10	15	20	30	40	60	110	180	270	12	49
5	8	15	15	30	40	50	70	160	190	210	220	240	270	25	34
15	20	25	40	60	70	110	160	180	190	210	220	240	270	30	47
25	30	50	70	120	120	160	170	180	190	210	220	240	270	35	49
30	40	60	90	145	160	160	170	180	190	210	220	240	270	38	10

Приложение 3

ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ ОБЪЕКТИВОВ,  
ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОДВОДНОЙ СЪЕМКИ

Тип объектива	Фокусное расстояние, мм	Угол изображения на воздухе, 2°, в градусах	Угол изображения в воде 2°, в градусах	Величина относительного отверстия
«Мир-1»	37	60	45	1:2,8
«Юпитер-12»	35,7	63	47	1:2,8
«Мир-3»	66	65	49	1:3,5
«Орион-15»	28	75	56	1:6
«Руссар МР-2»	19,5	95	70	1:5,6
«Гидроруссар-1»	40,8		62	1:10
«Гидроруссар-2»	47,0		81,5	1:10
«Гидроруссар-3»	19,5		70	1:5
«Гидроруссар-4»	95,6		68	1:10
«Гидроруссар-5»	19,5		70	1:4

- Бобрицкий Т. И.** Такелажные работы аварийно-спасательной службы. Военное изд-во Мин. обороны СССР, Москва, 1956.
- Буленков С. Е.** Водолазные работы. Воениздат, Москва, 1949.
- Буленков С. Е., Гриневич В. А., Смолин В. В., Александров И. А.** Водолаз-глубоководник. Военное изд-во Мин. обороны СССР, Москва, 1962.
- Барабанов К. И.** Водолазные заболевания. Севастополь, 1961.
- Гинко С. С.** Основы гидротехники. Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1958.
- Грацианский М. Н., Александровский Ю. В.** Гидрология и гидротехнические сооружения. Изд-во «Высшая школа», Москва, 1961.
- Зальцман Г. П.** Физиологические основы пребывания человека в условиях повышенного давления газовой среды. Медгиз, Москва, 1961.
- Кузнецов И. И.** Водолазное снаряжение и оборудование. Изд-во «Речной транспорт», Москва, 1962.
- Коллектив авторов.** Учебник водолаза инженерных войск. Военное изд-во Мин. обороны СССР, Москва, 1960.
- Левин С. Н.** Проектирование и строительство подводных трубопроводов. Гостехиздат, 1960.
- Массарский Р. С.** Подводное фотографирование. 1964.
- Единые правила охраны труда на водолазных работах. Изд-во «Транспорт», Москва, 1965.
- Мадатов Н. М.** Подводный ремонт кораблей и судов. Военное изд-во Мин. обороны СССР, Москва, 1962.
- Меренов И. В.** Легководолазное дело. Военное изд-во Мин. обороны СССР, Москва, 1965.
- Печати А. А., Суровикин В. Д., Фадеев В. Г.** Человек под водой. Изд-во ДОСААФ, Москва, 1967.
- Справочник специалиста аварийно-спасательной службы ВМФ, часть 3-я. Военное изд-во Мин. обороны СССР, Москва, 1960.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
От ныряльщика — до водолаза-глубоководника	5
<b>Глава I. ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЛАЗНОГО ТРУДА</b>	10
Физические основы водолазных спусков	11
Краткая характеристика искусственных газовых смесей, применяемых в водолазном деле	13
Регенеративные вещества, применяющиеся при водолазных спусках	14
Обмен газовых смесей в водолазном скафандре	14
Понятие о частичном (парциальном) давлении каждого газа в составе атмосферного воздуха	15
Основные свойства воды	17
Плавучесть и устойчивость водолаза	18
Распространение света и звука в воде	21
Краткие сведения по анатомии и физиологии человека	23
Физиологические особенности водолазного труда (механическое воздействие)	34
<b>Глава II. ВОДОЛАЗНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ</b>	36
Определения, классификация и сравнительные характеристики водолазного снаряжения	36
Вентилируемое снаряжение	40
Инжекторно-регенеративное снаряжение	46
Регенеративное водолазное снаряжение с кислородным аппаратом ИДА-57	51
Водолазное снаряжение с воздушнобаллонным аппаратом АВМ-1М	60
Акваланг «Украина-2»	64
Шланговый аппарат ШАП-40	65
Гидрокостюмы	70
Снаряжение водолазное универсальное (СВУ)	72
Содержание и периодические проверки водолазного снаряжения	82
Дезинфекция водолазного снаряжения	91
Ремонт и хранение водолазного снаряжения	92
<b>Глава III. ОБОРУДОВАНИЕ И ИМУЩЕСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ</b>	94
Водолазные компрессоры	94
Контрольно-измерительные приборы	112
Средства подводного освещения	116
Водолазная телефонная аппаратура	117
Декомпрессионные (рекомпрессионные) камеры	122
Водолазные приспособления	125
Содержание, проверка и хранение водолазного оборудования	126
<b>Глава IV. ВОДОЛАЗНЫЕ СПУСКИ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТАХ</b>	132
Организация водолазных спусков	132
Спуск водолаза в трехболтовом вентилируемом снаряжении	136
Спуск водолаза в воздушно-кислородном снаряжении ВКС-57	140
Спуск водолаза в регенеративном водолазном снаряжении с аппаратом ИДА-57	142
Спуск водолаза в снаряжении с воздушнобаллонным аппаратом АВМ-1М	146
Спуск водолаза в аппарате ШАП-40	149
Спуск водолаза в усложненных условиях	151

<b>Глава V. ВОДОЛАЗНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ</b>	156
Заболевания, происходящие в результате значительных перепадов давления	156
Водолазные заболевания, вызванные изменением парциального давления газов	167
Прочие заболевания водолазов	177
<b>Глава VI. ОСНОВЫ РЕЧНОЙ ГИДРОЛОГИИ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ</b>	188
Основы речной гидрологии	188
Некоторые виды гидротехнических сооружений внутренних водоемов	190
Морские портовые гидротехнические сооружения	197
Гидротехнические сооружения морских судоремонтных и судостроительных предприятий	201
<b>Глава VII. ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ</b>	204
Инструменты и технические средства для производства водолазных работ	204
Грунторазмывочные и грунтоотсасывающие средства	209
Судоподъемные понтоны	212
Средства борьбы за живучесть судна	214
Аварийно-спасательные водолазные работы	215
Судовые водолазные работы	219
Судоподъемные водолазные работы	225
Водолазные подводно-технические работы	232
Меры безопасности при выполнении подводно-технических работ	246
Прочие водолазные работы	248
Работы по подъему взрывоопасных предметов	251
Подводное бетонирование	251
Особые работы водолазов	254
<b>Глава VIII. ПОДВОДНОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ</b>	256
Подводная фотосъемочная аппаратура	258
Требования, предъявляемые к объективам для подводного фотографирования	259
Подводная киносъемочная аппаратура	261
Глубоководное фотографирование	263
Подготовка фото- и киноаппаратуры к подводным съемкам	265
<b>Глава IX. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТАХ</b>	267
Тросы	267
Морские узлы, марки, огоны, сплесни	270
Такелажный инструмент	270
Такелажные принадлежности и приспособления, используемые при выполнении такелажных работ	271
<b>Глава X. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКОНОМИКИ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ</b>	274
Планирование подводных работ. Сметы, договоры	277
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	281
<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	285

Василий Павлович Максименко  
Александр Семенович Нехорошев

Владислав Дмитриевич Суровикин

## ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО

Редактор Г. М. Некрасов  
Художественный редактор Г. Л. Ушаков  
Технический редактор М. А. Медведева  
Корректор В. П. Крылова

Г-73138. Сдано в набор 27/IV-1970 г. Подписано к печати 9/XI-1970 г. Изд. № 1/4450.

Тираж 30.000 экз. Цена 82 коп. Объем: Усл. п. л. 18,0. Уч.-изд. л. 19,06.

Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 3. Зак. 11142.

Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26.

Тип. изд-ва «Коммунар», Тула, ул. Ф. Энгельса, 150.