

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Национальный университет кораблестроения
имени адмирала Макарова

**А. Я. КАЗАРЕЗОВ, А. Ф. ГАЛЬ,
Ю. Е. БАРАБАНОВА**

**АСПЕКТЫ ЛОГИСТИКИ
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ
ПОДВОДНЫХ РАБОТ**

Учебное пособие

Рекомендовано Ученым советом НУК



2020

УДК 005.511: 656.61(075.8)

К 14

Авторы:

А. Я. Казарезов, д-р техн. наук, проф.;

А. Ф. Галь, канд. техн. наук, проф. НУК;

Ю. Е. Барабанова, аспирантка

Рецензенты:

В. А. Некрасов, д-р техн. наук, профессор, зав. каф. теории и проектирования судов НУК;

И. А. Иртышева, д-р экон. наук, профессор, зав. каф. менеджмента НУК;

Ю. Н. Харитонов, д-р техн. наук, профессор, декан факультета морской инфраструктуры

*Рекомендовано Ученым советом НУК
в качестве учебного пособия
(протокол № 3 от 22.02.2019 г.)*

Казарезов А. Я.

К 14 Аспекты логистики аварийно-спасательных подводных работ : учебное пособие / А. Я. Казарезов, А. Ф. Галь, Ю. Е. Барабанова. – Николаев : НУК, 2020. – 240 с.

ISBN 978-966-321-387-3

Рассмотрены вопросы теории и практики проведения аварийно-спасательными службами водного транспорта работ по спасению людей под водой.

Предназначено для студентов дневной и заочной форм обучения различных направлений. Также может быть использовано специалистами по логистике и водному транспорту.

УДК 005.511:656.61(075.8)

© Казарезов А. Я., Галь А. Ф.,
Барабанова Ю. Е., 2020

© Национальный университет кораблестроения
имени адмирала Макарова, 2020

ISBN 978-966-321-387-3

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня логистические аспекты информационных систем аварийно-спасательных служб водного транспорта в виде техники и технологии можно рассматривать как часть науки об упаковке и фиксации грузов при их транспортировке и хранении, в том числе упаковке и креплении на средствах их перемещения. Морские контейнеры устанавливаются в трюмах, на палубах судна, на крышках трюмных люков. При влиянии судовой качки и других внешних воздействий существует опасность смещения и опрокидывания контейнеров, поэтому для их крепления применяются специализированные замки (bottom twist lock) различных типов. Другим примером является крепление крупно-габаритных массивных грузов в трюме судна (массивные гребные валы и другие устройства, имеющие форму низкой устойчивости и равновесия, т. е. форму наружной поверхности в виде окружности или сферы). Это может быть вал турбины, корпус батискафа или подводный аппарат.

В 60–70-е годы XX в. существовала необходимость крепления на судне космических аппаратов типа "Апполон" (США) и "ЗОНД" (СССР), а также боевых ракет при доставке их на Кубу во время Карибского кризиса. Объектами, для которых необходимо специализированное крепление к элементам транспортирующего средства, могут быть также плавучая

буровая установка, "Эсминец", морские катера "москитного" флота и другие плавучие сооружения, перевозимые морским путем по технологии "FLO-FLO". Следующим примером этого направления в логистике является решение размещения на украинском грузовом самолете "Мрія" многоразового космического аппарата "Буран", а также крупногабаритных турбин.

Интересными, с точки зрения изучения логистических решений, можно считать перевозки подводных лодок через Тихий океан в 20-м веке. Первый случай связан со строительством в Ванкуверте (США) подводных лодок фирмы "Голанд".

По заказу царского правительства Российской империи было построено 25 подводных лодок (проект ирландского инженера-изобретателя Голланда). Они получили название АГ-1...АГ-25. После постройки лодки были разобраны на части различной величины. По железной дороге из Ванкуверта они были доставлены на Тихоокеанское побережье США, а затем морским путем перевезены во Владивосток, где были перевалены на железнодорожные платформы и перевезены – 12 штук в г. Николаев и 13 штук в Санкт-Петербург. Затем лодки были собраны и спущены на воду. После проведения испытаний все лодки вступили в строй и эксплуатировались до Второй мировой войны. Все советские подводные лодки были спроектированы и построены на основе этих АГ.

Среди первых советских подводных лодок, построенных на судостроительном заводе "А. Марти" в Николаеве, были лодки, называемые "Малютка". Они были разобраны на отдельные части, определенных размеров, погружены на железнодорожные платформы и перевезены на Дальний Восток. Эти первые советские подводные лодки были спущены на воду в Комсомольске-на-Амуре. Вот такой инте-

ресный логистический прием по транспортировке крупногабаритных грузов на большие расстояния по суше и через океан.

Сегодня перемещения подобного типа крупногабаритных грузов осуществляются по технологии "FLO-FLO", однако этот прием логистики применяется в других сферах человеческой деятельности. Такой прием был использован американцами в 1969 году, когда они разъединили космический аппарат "Аполлон 19" на две самостоятельные части, одна из которых совершила посадку на Луну. Эта схема полета была заимствована американскими учеными НАССА у советского инженера Кондратюка, более известного как проектировщик советских элеваторов. Здесь по схеме Кондратюка было осуществлено разделение конструкции космического аппарата на две самостоятельно действующих части и управления их силовыми потоками в отдельные режимы. Разделение энергетических запасов на отдельные части и их последующие накопления осуществляется для достижения поставленной цели. Также принцип накопления энергетических ресурсов по частям был использован при спасении 19-ти школьников в затопленном подземелье в Тайланде в 2018 году.

Создание стандартных 20...40-футовых морских контейнеров привело к появлению технологий мультимодальных перевозок, что повысило эффективность перевозки межконтинентальных грузов различного типа и характеристик.

Некоторые специалисты считают инженерную логистику новым, зарождающимся направлением логистики, которое обеспечивает создание и разработку технологии распределения силовых и энергетических потоков в механизмах и устройствах.

Настоящее пособие может считаться первым в этой области логистики, т. к. до настоящего времени вопросам анализа

и обобщения приемов логистических аспектов подобного характера уделяли недостаточно внимания в учебной литературе и научно-исследовательских работах.

Яркие примеры существования закономерностей в логистических аспектах техники авторы пособия видят в технологии проведения аварийно-спасательных работ под водой. Специфика условий производства этих работ связана с чрезвычайной сложностью успешного их выполнения в крайне затруднительных условиях. Сегодня можно сформулировать общие принципы проведения таких операций как в историческом, так и в технических аспектах. При этом возможен анализ аналогичных решений и в других условиях деятельности человека (в космосе, на суше, под землей).

Технология проведения аварийно-спасательных работ, а также технические средства для их осуществления имеют ряд особенностей. Они основаны на общих принципах, которые могут быть применены в логистических схемах при управлении распределением ресурсов в различных областях человеческой деятельности. В учебном пособии рассмотрены примеры и выполнен анализ таких технологий.

Сегодня анализ исторических примеров имеет важное значение для выделения логистических аспектов в аварийно-спасательных службах водного транспорта. Так, например, аналогом космического скафандра может быть признан костюм водолаза. Они оба предназначены для защиты организма человека от воздействия внешней среды и герметизации тела человека, а также обеспечения подачи воздуха дыхательной газовой смеси к легким человека.

В этом плане наиболее яркие возможности, по мнению авторов, осуществляют технологии и технические средства аварийно-спасательных работ подводной техники. Так, для спасения экипажа аварийных подводных лодок, не имею-

щих возможности подняться на поверхность воды самостоятельно, традиционно используется выход членов экипажа через торпедный аппарат. В этом случае используется принцип шлюзования и последующий подъем людей в легководолазном снаряжении по канату-проводнику, закрепленному к плавающему на водной поверхности спасательному бую. Такой же спасательный канат-проводник связывает штатный аварийно-спасательный буй с корпусом подводной лодки, лежащей на морском дне. Таким образом обозначается место залегания терпящей бедствие подводной лодки и осуществляется связь по телефону с ее экипажем. Этот принцип использования каната-проводника применяется для проведения аварийно-спасательных работ. Он и сегодня используется в современной системе спасения экипажа подводных лодок США по челночной технологии. Широко использованный ранее способ спасения людей из подводной лодки с помощью автономного аварийно-спасательного аппарата типа DSRV сегодня усовершенствован. В новой схеме через корпус спасательного аппарата проходит канат-проводник, по которому он доставляется к корпусу аварийной подводной лодки (схема этого устройства и технология его использования будет рассмотрена во 2-ой части учебного пособия).

Канат-проводник и принцип перемещения ресурсов с его помощью первоначально, по мнению авторов, был использован в проекте подводной лодки, предназначенной для перемещения пассажиров и грузов через английский канал (Ла-Манш). Эта идея не была реализована в связи с техническими трудностями. Однако сегодня такое логистическое решение используется при дозаправке топлива в полете самолетами в военной авиации различных стран, при передаче грузов в открытом море с борта одного судна на борт

другого, а также при заводке швартовых во время швартовки судов в открытом море или швартовки судна к берегу. Идея также может быть использована при стыковке космических аппаратов.

Другим примером применения инженерной логистики является расчленение груза в подводной технике. Это осуществляется при сбросе аварийного груза во время аварии подводной техники. Таким примером является сброс части легкого корпуса подводного аппарата "Алюминат".

Особым примером применения стандартизации габаритных размеров перемещаемых грузов является использование технологии применения DSRV. Эта технология позволяет транспортировать уникальные и дорогостоящие аварийно-спасательные аппараты с помощью различных транспортных средств: автомобилями, железной дорогой, авиацией и водным транспортом.

История техники знает пример, когда существующая в свое время система транспортировки грузов с помощью лихтеровозов и лихтеров сегодня заменена новой технологией "FLO-FLO". Известны также проекты перевозки жидких и твердых грузов с помощью подводных лодок.

Авторами обобщен опыт и результаты логистических решений в различных областях перемещения и транспортировки ресурсов, в основном в виде материальных грузов. В пособии проанализированы и обобщены логистические аспекты аварийно-спасательных служб водного транспорта, изучены технологии и технические средства для аварийно-спасательных работ под водой, рассмотрены примеры применения и особенности логистических схем, а также логистических связей, что может позволить рационально распределить материальные и энергетические ресурсы в сложных условиях подводной среды.

Проведенная авторами работа позволит автоматизировать создание и разработку компьютерных и цифровых электронных моделей информационных систем логистических технологий.

Глава 1. ИСТОРИЯ ПОДВОДНОЙ ТЕХНИКИ

С древнейших времен человек стремился освоить не только поверхностные средства передвижения на море, но и погрузиться в его глубины.

Уже в V веке до нашей эры существовали технические устройства погружения на небольшие глубины в 10...15 м. Об этом имеется упоминание древнегреческого историка Геродота. Речь идет о так называемых водолазных колоколах, которые представляли собой деревянные емкости с открытым низом. При погружении вода входила снизу в колокол, сжимая воздух. Таким образом создавалась изолированная от воды воздушная полость со сжатым до наружного подводного давления воздухом, в которой мог некоторое время находиться человек.

Широко известно погружение в 322 году до нашей эры Александра Македонского в водолажном колоколе во время осады финикийского города Тира. Об этом ранее свидетельствовал Аристотель. Из других источников следуют некоторые подробности этого погружения: Александр Македонский наблюдал за обитателями подводного мира, колокол опускался и поднимался с помощью железных цепей.

Относительно небольшой водолазный колокол для индивидуального пользования был построен в 30-х годах XVI века Гульельмо де Лорено. Это был сосуд цилиндрической фор-

мы со стеклянным иллюминатором, который опирался на плечи человека. По описанию Франчески де Морги в книге "Военная архитектура", Лорено в этом колоколе в течение часа погружался в итальянском озере Неми для поиска затонувших праздничных судов императора Калигулы.

Водолазные колокола в 1663 году использовались для подъема пяти орудий с затонувшего шведского парусного корабля "Ваза".

Водолазные колокола нашли широкое применение и в наши дни. Сегодня это, конечно, совершенные технические комплексы. Они используются для обеспечения водолазных работ в океанотехнике.

Следует указать, что новые подводные устройства наибольшее развитие получают для военных целей. В конце XVI – начале XVII века стали появляться сначала малосовершенные, а затем и более успешные подводные лодки. Краткая история развития подводных лодок приведена в томе 2 "Истории судостроения" [10]. Эти специализированные для применения технические средства без иллюминаторов, погружающиеся на относительно небольшую глубину, не могли быть эффективно использованы для научных, исследовательских и промышленных целей освоения Мирового океана. Основные характерные черты военных подводных лодок сформировались к началу XX века, а в 30-х годах этого века начинается развитие *подводных аппаратов* гражданского назначения.

К настоящему времени подводные аппараты имеют достаточно развитую классификацию по назначению, наличию связи с судном, по приспособленности к нахождению в них людей и т. п. [11].

Но исторически первыми были аппараты обитаемые исследовательского назначения. Это объясняется сложностью

дистанционного и автоматизированного (без людей) управления исследовательской аппаратурой (фото-, кино-, приборами регистрации физических параметров водной среды и т. п.), рабочими органами и другими средствами.

Хотя обеспечение жизнедеятельности человека требует также размещения в аппаратах специальных систем, на первом этапе технического развития оказалось проще создать обитаемые подводные аппараты, чем дистанционно управляемые и автоматизированные без людей.

Этому способствовало и развитие водолазных колоколов.

Первыми подводными обитаемыми аппаратами океанотехнического направления стали батискафы, гидростаты и подводные планеры.

Стремление погрузиться как можно глубже характерно для первого этапа освоения океана. Простой по принципу метод опускания герметической сферы на стальном канате вскоре себя исчерпал (при приближении к отметке 2 км) из-за непреодолимого роста далее веса каната в общей нагрузке на него. Синтетические канаты нулевой плавучести еще не были разработаны. Поэтому потребовалось изменение принципа погружения: на смену спуску на канате приходили конструкции с поплавками по аналогии с дирижаблем в атмосфере. Для восприятия высокого давления на глубине поплавков наполняется легкой жидкостью (бензином), а погружение аппарата происходит под действием легко управляемого балласта (металлической дроби). Это позволило новым аппаратам-батискафам достигнуть предельных на Земле глубин. Но уж слишком велики, громоздки и маломаневренны были батискафы.

К 60-м годам XX столетия область использования подводных аппаратов существенно расширяется: становятся востребованы специализированные аппараты для малых (50...500 м) и средних (до 2000 м) глубин, для которых требования ма-

невренности, удобства обслуживания являются определяющими.

В эти годы появляются подводные аппараты, в которых используется принцип погружения и всплытия подводных лодок, во многих конструкциях начинает применяться новый плавучий материал – синтактик, позволивший отказаться от опасного и неудобного в эксплуатации бензина.

В результате технического прогресса подводные аппараты превратились в настоящие научно-исследовательские лаборатории, технические средства поиска и разведки придонных минеральных залежей.

1.1. Первые батисферы, гидростаты и подводные планеры

Батисфера (от греческого слова "батис" ("bathys") – глубоко и "сфера" ("sphaîra") – шар) – глубоководный аппарат в форме прочного (обычно стального) шара, опускаемый на тросе под воду с палубы базового надводного судна. Батисфера не способна двигаться самостоятельно. Внутри она оборудована системами регенерации, отопления, измерительной аппаратурой, телефоном, имеет несколько смотровых иллюминаторов для визуального наблюдения.

Первой батисферой, осуществившей спуск на глубину 75 м еще в 1865 году, была сфера Базена.

Спуск в батисфере был осуществлен в 1892 г. итальянцем Бальзамелло в Средиземном море. Тогда была достигнута глубина 165 м. Американский инженер Г. Гартман в 1911 г. опустил на глубину 458 м тоже в Средиземном море. Однако настоящее наступление на глубину началось со сферы по проекту Джона Батлера, которую осуществили Уильям Биб и Отис Бартон в 1930 году. Это был аппарат "Век прогресса" в виде пустотелого шара диаметром 1,5 м, с толщиной стенок

до 30 мм из литой стали и массой 2,5 т (рис. 1.1). Для входа в аппарат предусматривался люк диаметром 350 мм, который при погружении после входа людей внутрь закрывали крышкой с помощью болтового крепления. Для наблюдения в сфере были установлены два иллюминатора из кварцевого стекла диаметром 152 мм. Очистка воздуха от углекислоты производилась с помощью кассет с порошком хлорида кальция, через которые прогоняли воздух вентилятором. Кислород добавляли из двух 600-литровых кислородных баллонов. Опускание и подъем батисферы осуществляли на стальном канате диаметром 22 мм, с разрывным усилием 28 тс¹. Для обслуживания батисферы использовалась баржа "Реди".

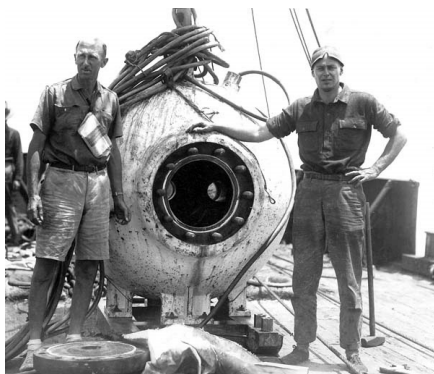


Рис. 1.1. Батисфера Бартон

Летом 1930 года в районе Бермудских островов были начаты спуски батисферы на разные глубины: на 75, 125, 245, 435, 671 и 765,5 м, сначала без экипажа, а затем с экипажем.

¹Приблизительно такой же запас прочности имеют канаты обычных пассажирских лифтов. Однако этот запас снижается при увеличении глубины погружения из-за роста веса каната.

В августе 1934 года Уильям Биб и Огюст Бартон опустились на рекордную глубину 923,5 м. Затем в 1949 году Бартон (уже без Биба) у берегов Калифорнии погрузился на глубину 1375 м, пробыв под водой 2 часа 19 минут.

С 50-х годов XX века батисферы используются для океанографических исследований (и в некоторых случаях при выполнении работ, связанных с подъемом затонувших судов). В дальнейшем взамен батисфер применяют гидростаты.

В СССР в 1936 году была спроектирована одноместная батисфера с рабочей глубиной в 6000 м, однако она не была построена.

Использование подводных аппаратов для других практических целей, кроме научных, связано с появлением гидростатов, которые представляли собой цилиндр со сферическими днищами, что позволяло более удобно разместить аппаратуру и экипаж. Кстати, упомянутое погружение Г. Гартмана было выполнено в гидростате.

Особый интерес представляет гидростат Е.Д. Даниленко с глубиной погружения 150 м, построенный в 1923 году для обследования Балаклавской бухты с целью поиска ЭПРОНОм (экспедиция подводных работ особого назначения) золотых монет с британского парусно-винтового фрегата "Черный принц", который погиб здесь еще в 1854 году во время шторма вместе с десятью другими кораблями англо-французской эскадры (рис. 1.2).

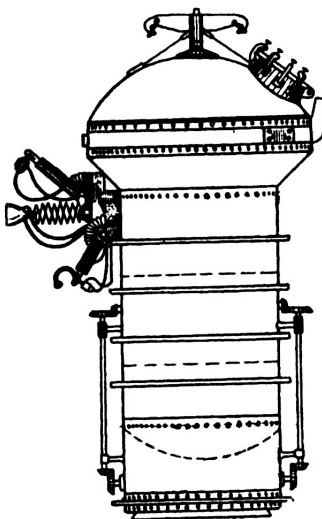


Рис. 1.2. Гидростат
Е.Д. Даниленко (1923 г.)

По преданию, фрегат помимо других грузов вез в Крым серебряные и золотые монеты в 200000 британских фунтов для уплаты жалования английским войскам. Считалось, что золото было упаковано в деревянные бочки. Вот эти бочки и предполагалось найти. Это была не первая попытка, также оказавшаяся неуспешной².

Но, тем не менее, под нее было создано новое техническое средство – гидростат. Аппарат предназначался для трех человек, воздух в него подавался по резиновому шлангу, он был оборудован прожектором, телефоном и системой ава-

рийного подъема в случае обрыва каната, а также механической рукой.

Этот аппарат успешно эксплуатировался впоследствии в Белом море, в Финском заливе, с его помощью была обнаружена затонувшая в 1893 году подводная лодка "Русалка".

В 1927 году был построен первый гидростат А.З. Каплановского (рис. 1.3). Во время войны в 1944 году, по проекту А.З. Каплановского, был построен гидростат ГКС-6 для обеспечения аварийно-спасательных работ (рис. 1.4). Он был

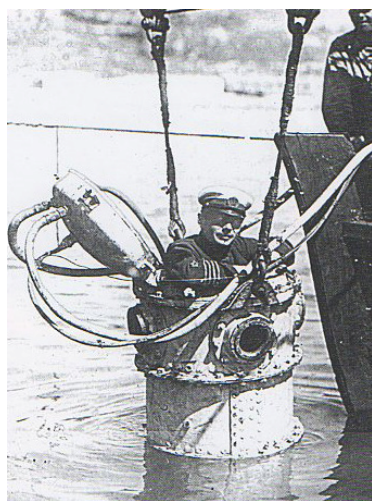


Рис. 1.3. Первый гидростат А.З. Каплановского (1927 г.)

рассчитан на глубину до 400 м, имел массу 1 т. В конструкции был предусмотрен балласт, отдача которого изнутри

² Заслуживает внимания факт участия в поисках этого золота специалистов таких стран, как Италия, Франция, Япония, Россия, но не было среди них Англии.

аппарата обеспечивала положительную плавучесть и возможность самостоятельно всплывать в случае обрыва троса. Корпус аппарата был оснащен пятью иллюминаторами, обеспечивающими круговой обзор для акванавта.

В 1953 году этот гидростат был переоборудован для исследования рыболовных тралов, рыбопоисковых эхолотов и передан Полярному институту рыбного хозяйства и океанографии. Было совершено около 200 погружений с борта научно-исследовательского судна "Персей".

Особенно активно конструкция гидростатов начала развиваться применительно к аварийно-спасательному назначению.

В конце Второй мировой войны в СССР из США была получена спасательная камера Маккенна, которая после всесторонних испытаний послужила прототипом первой отечественной спасательной камеры СК-57. В 1957 году для судов-спасателей пр. 532 был создан спасательный колокол СК-59 с глубиной погружения 250 м, а в 1961 году для судна-спасателя пр. 527 СК-527 — с глубиной погружения 200 м. В 1964 году создается спасательный колокол СК-64 с рабочей глубиной 500 м.

Все эти спасательные суда и спасательные колокола для них были спроектированы Западным бюро, г. Ленинград. Сами же суда-спасатели строились на заводе им. 61 коммунара в Николаеве. В 1964 году завод "Красное Сормово" изготовил



Рис. 1.4. Второй гидростат
А.З. Каплановского ГКС-6
(1944 г.)

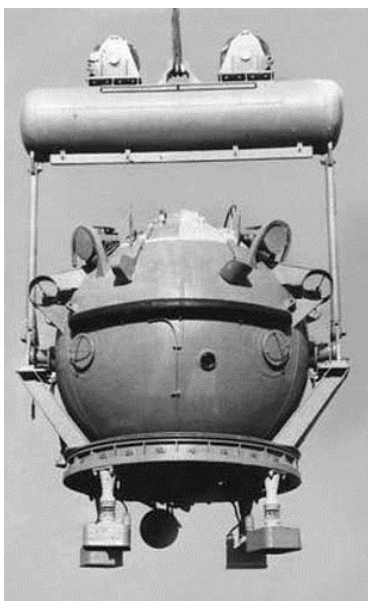


Рис. 1.5. Рабочая камера РК-680 (СССР, 1964 г.)

рабочую камеру РК-80, спроектированную ЦКБ "Лазурит" (рис. 1.5). Камера имела рабочую глубину 300 м, могла самостоятельно всплывать в случае необходимости.

Механические руки-манипуляторы располагались вне корпуса камеры, обеспечивали выполнение довольно обширного перечня операций: подсоединения троса спасательного колокола к крышке люка терпящей аварию подводной лодки; передачу через шлюзовые люки лодки инструментов, легководолазных спасательных костюмов и др.; вращение маховиков, затяжку гаек и т. п.; протягивание каната-проводника через головку штокового устройства; расчистку комингса люка затонувшей лодки и др.

Испытания подтвердили достаточно широкие возможности камеры РК-680 и после модернизации с увеличением рабочей глубины до 500 м завод "Красное Сормово" с 1966 г. выпустил серию этих камер в количестве 10 единиц.

Исследовательское направление в гидростатах в СССР продолжил научный институт рыбного хозяйства ("Гипрорыбфлот"), который спроектировал аппарат "Север-1" (рис. 1.6). В 1960 году Балтийский завод построил этот гидростат, рассчитанный на глубину погружения 600 м. Корпус был изготовлен из легированной стали. Он представлял собой два цилиндра, соединенные переходным корпусом, в котором по

окружности расположены пять иллюминаторов. Гидростат был оборудован фотоаппаратом с фотовспышкой и прожектором, а также киносъемочной камерой. Водоизмещение 2,37 т, длина наибольшая 1,25 м, ширина наибольшая 1,25 м, высота наибольшая 3,35 м, автономность – 6 часов, экипаж – 1 человек.

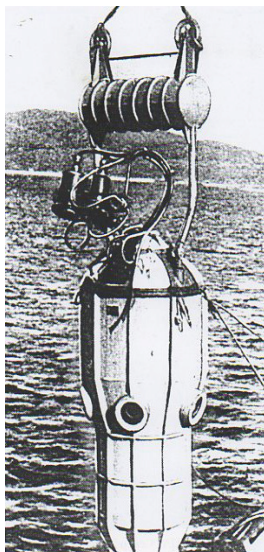
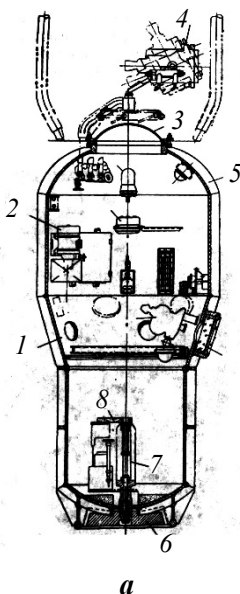


Рис. 1.6. Гидростат "Север-1" (1960 г.):

- а* – схема: 1 – иллюминаторы; 2 – электронасос системы гидравлики;
3 – входной люк; 4 – прожектор и вспышка; 5 – прочный корпус;
6 – балластная плита; 7 – устройство сброса балласта; 8 – сидение;
9 – компас; 10 – устройство для освобождения от троса;
б – спуск гидростата

В нижней части гидростата крепился чугунный балласт, который можно изнутри отсоединить, что обеспечивает аварийное всплытие гидростата. Предусмотрена была также возможность аварийного перерезания троса и кабеля.

Гидростат "Север-1" совершил свыше 600 погружений в районах Норвежского и Баренцева морей, что позволило получить сведения о поведении рыб, распределении водорослей. Ныне – это экспонат в музее Мурманска.

Гидростаты строились также за рубежом в США, Италии, Японии и других странах. Хорошо себя зарекомендовала аппараты известной итальянской фирмы "Роберто Галеацци", выпускавшей с 1957 года малые серии одноместных гидростатов для глубин 300 и 600 м, имевших массу 800 и 1600 кг.

В 1951 году японские специалисты создали трехместный гидростат "Куросио" (рис. 1.7). Отличительная особенность этого гидростата – возможность ограниченного отклонения от вертикального положения на грузовом канате за счет использования приводного четырехлопастного винта и рулей, входящих в конструкцию аппарата. Гидростат имел довольно широкий спектр исследовательской и регистрирующей аппаратуры. Рассчитан он был на глубины до 200 м.

Подвесные гидростаты, хотя и позволили человеку изучать глубины и помимо исследовательских задач решить некоторые практические проблемы, имели существенный недостаток – малую подвижность в поперечном направлении и в связи с этим чрезвычайно малый радиус обслуживания подводного пространства.

Не удивительно, что уже в начальный период развития океанотехники предпринимаются попытки как-то компенсировать этот недостаток. Это и упоминавшийся японский гидростат "Куросио" с дополнительными гребным винтами, и создание буксируемых гидростатов.

В 1963 году клайпедское отделение "Гипрорыбфлота" спроектировало буксируемый аппарат "Атлант-1" (рис. 1.8). Он предназначался для одного гидронавта, имел рабочую глубину 100 м и мог буксироваться со скоростью 5 уз. Кабель-

трос, связывающий его с судном-носителем, обеспечивал электропитание аппарата. Для погружения и всплытия подводного аппарата в конструкции предусмотрены балластные цистерны, вертикальные и горизонтальные рули позволяли управлять аппаратом по курсу и глубине. Масса аппарата составляет 1840 кг, длина 4,5 м.

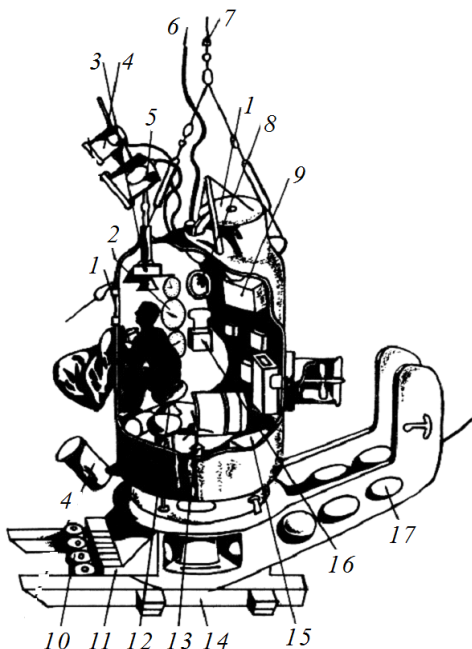


Рис. 1.7. Гидростат "Курисио" (Япония):

- 1 – иллюминаторы; 2 – контрольные приборы; 3 – телефон;
4 – вспышка; 5 – прожектор; 6 – кабель; 7 – грузовой трос; 8 – входной люк; 9 – щит электропитания; 10 – пробоотборники; 11 – аварийный балласт; 12 – место пилота; 13 – вентилятор; 14 – рама;
15 – система очистки воздуха; 16 – эхолот

Использовался буксирный аппарат "Атлант-1" для практического изучения работы трала, фиксации важных моментов

взаимодействия его с рыбными косяками с помощью фото- и киносъемки.



Рис. 1.8. Подводный аппарат "Атлант-1"
на морском дне (СССР, Калининград)

В период с 1972 по 1974 год на Адмиралтейском заводе в Ленинграде были построены шесть новых буксируемых аппаратов по проекту 1605 "Атлант-2" ("Тетис", рис. 1.9, 1.10), являвшихся дальнейшим развитием идей "Атлант-1". Технический проект выполнило СКБ "Судопроект" (ЦКБ "Лазурит", г. Горький), рабочий – ЦПБ "Волна" (ныне ЦПМБМ "Малахит").

Новый аппарат был рассчитан на два человека, т. к. одному трудно совмещать функции пилота и исследователя. Глубина погружения по сравнению с "Атлантом-1" существенно увеличена – до 300 м.

Назначение подводной буксируемой наблюдательной камеры проекта 1605 состояло в подводной буксировке и режиме гидростата с помощью судна-носителя с целью проведения наблюдений и изучения поведения рыб.

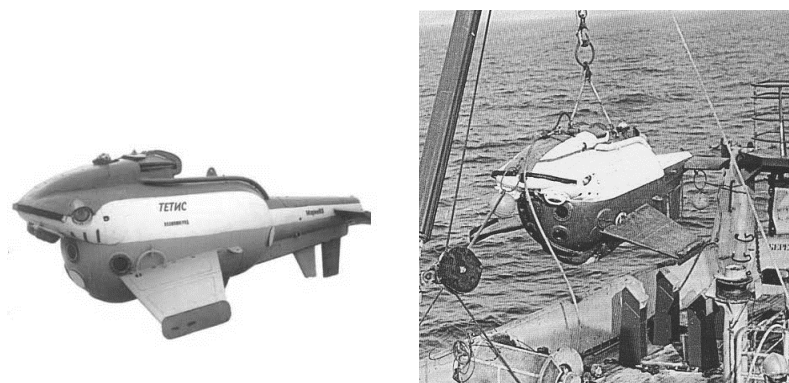


Рис. 1.9. Буксируемая наблюдаемая камера "Тетис" (1973 г.)



Рис. 1.10. Буксируемая наблюдательная камера "Тетис-Н" (1990 г.)

Размерения нового аппарата – $4,4 \times 3,2 \times 1,8$ м, масса – 3,0 т, диаметр прочного корпуса – 1,3 м. Аппарат имел положительную плавучесть и погружался за счет гидродинамических сил, создаваемых при буксировке крыльями с отрицательным углом атаки.

Судном-носителем был траулер "Атлантик", для спуска на воду и подъема из воды оборудованный стреловым устройством, а для буксировки – мощной буксирной лебедкой. "Тетис" был способен использоваться в режиме вертикально висящего гидростата.

Было проведено более 130 успешных погружений для изучения процесса траления.

Этими аппаратами практически заканчивается время гидростатов и батискафов – привязных обитаемых аппаратов первого поколения.

На смену им приходят более совершенные подводные обитаемые аппараты. По сути, это были специализированные подводные лодки малого водоизмещения, рассчитанные на большие глубины, имеющие отличные маневренные качества, высокую оснащенность уникальной научной и регистрирующей аппаратурой.

В связи с развитием водолазного дела привязные конструкции подводных аппаратов получают развитие в водолазных колоколах.

1.2. Водолазные колокола

Отдельную группу привязных обитаемых подвесных аппаратов составляют водолазные колокола.

1.2.1. Водолазное дело

Прежде чем перейти к описанию становления этого типа конструкций, дадим несколько элементарных сведений из водолазного дела, под которым подразумевается вид деятельности, связанной с погружением человека под воду при проведении аварийно-спасательных и подводных монтажных работ.

Погружения подразделяются на глубоководные и неглубоководные. Под глубоководным подразумевают такое погружение, при котором при возвращении на поверхность водолаз должен через определенные интервалы времени делать остановки. Если безопасно можно подняться на поверхность без остановки, то такое погружение считается неглубоководным (обычно это глубина 11 м).

Необходимость остановок при подъеме с глубины объясняется следующим образом.

Нормальное давление на земной поверхности составляет 1 атмосферу (0,1 МПа, или 1 кгс/см²). Для работы на глубине водолазу необходимо подавать воздух под тем же давлением, под которым он находится в воде на глубине. Каждые 10 м глубины увеличивают давление около 0,1 МПа.

Объем газа с увеличением давления уменьшается пропорционально давлению. Это значит, что на глубине 10 м газ будет иметь объем в два раза меньше того, что был на поверхности, т. е. водолазу необходимо подавать воздух в удвоенном количестве, чтобы обеспечить тот же объем (например, легких).

При повышении давления оказывает влияние сложное строение газовой смеси, которой является воздух. При атмосферном давлении воздух представляет собой смесь газов, в которой по объему азота 79 %, кислорода 20,96 % и доли процента других газов.

Существует закон парциальных давлений, согласно которому общее давление смеси газов равно сумме давлений, которое имели бы составляющие, если бы они занимали весь объем смеси (закон Дальтона).

На глубине 49 м парциальное давление кислорода такое, какое оно было бы, если бы мы дышали чистым кислородом. Важно, что с изменением давления биологические свойства

газов кислорода и азота меняются в неблагоприятную сторону: кислород при повышенном давлении становится токсичным, а азот приобретает дурманящие свойства, становясь "веселящим газом".

Другой особенностью воздействия дыхательной смеси под давлением является ее *растворимость в крови* и тканях тела водолаза. При этом количество поглощенного газа пропорционально давлению. При резком подъеме и соответственно резком уменьшении давления газ, ранее поглощенный организмом, выделяется в кровеносную систему. Его пузырьки могут закупорить сосуды, что приводит к так называемой воздушной эмболии (кессонная болезнь), вызывающей конвульсии и далее летальный исход.

В 1910 году английский ученый Дж. Холдейн установил, что пузырьки газа выделяются из раствора при понижении давления более чем в два раза. Это открытие позволило разработать процедуру безопасного подъема из глубины, получившей название *ступенчатой декомпрессии*.

Суть этой технологии в том, что водолаз при подъеме делает остановки заданной длительности на определенных глубинах. Такой порядок подъема позволит безопасно постепенно удаляться излишкам газа в кровеносной системе водолаза. Так как количество растворенного газа зависит от глубины и длительности пребывания под водой, время, необходимое для декомпрессии с конкретной глубины, зависит и также оказывается связанным с этими величинами. Для учета сложного воздействия факторов глубины и длительности подводной работы составлены таблицы безопасного порядка декомпрессии.

Особой разновидностью погружения и всплытия является ныряние без дыхательного аппарата (например, ловцами жемчуга). В этом случае человек зависит от количества

воздуха, набранного в легкие при глубоком вдохе. Очевидно, насыщение организма ныряльщика излишками газов в данном случае не произойдет. Но этот вид погружения весьма кратковременный и не может обеспечить выполнение какой-либо систематической деятельности под водой.

Как уже указывалось, погружение на небольшие глубины и кратковременные ныряния известны с древнейших времен.

Практически же пригодное для подводной деятельности снаряжение – скафандр – был изобретен в Англии в начале XVIII века. Он представлял собой водонепроницаемую оболочку из кожи объемом $1,7 \text{ м}^3$ воздуха внутри. В 1819 году А. Зиббе предложил конструкцию, ставшую прототипом современного водолазного скафандра. Для глубоководных погружений используют **скафандр**, имеющий шлем, костюм, грузовой ремень, водолазные галоши, регулирующий клапан, шланг для подачи воздуха, обратный клапан, систему связи, спасательный леер и ручной насос подачи воздуха. Водолазный скафандр в снаряженном виде герметичен. Увеличивающуюся силу плавучести от подачи воздуха внутрь компенсирует вес водолазного ремня (36 кг), водолазных галош (18 кг) и шлема (27 кг).

В водолажном снаряжении для малых глубин используются **легководолазные комплекты**, которые были созданы во время Второй мировой войны в Англии и Италии.

В состав комплекта входит эластичный резиновый гидрокостюм, плотно облегающий все тело, кроме кистей рук, маска, дыхательная трубка и небольшие цилиндрические баллоны с дыхательной смесью. Баллоны закрепляются на спине пловца. Если надо исключить появление пузырьков на поверхности, в состав снаряжения вводится поглотитель углекислого газа. Так выглядит легководолазное снаряжение **с замкнутой системой дыхания**.

В те же годы над изобретением аппарата с открытой схемой дыхания сжатым воздухом работали француз Жак-Ив-Кусто и бельгиец Эмиль Ганьян. Им в 1943 году удалось изобрести эффективный аппарат такого назначения – *акваланг*, который в послевоенные годы завоевал широкую популярность и используется для погружений на глубину до 60 м без вредных последствий.

Сложность воздействия давления воды от глубины погружения и биологические свойства газов, входящих в состав воздуха, привели к разработке специальных дыхательных смесей (например, с заменой азота нейтральным газом – гелием и др.), а также технологии работы с "*насыщением*", когда декомпрессия проводится не при каждом подъеме из глубины. Суть второго метода, получившего название *метода длительных погружений* (ДП), состоит в том, что декомпрессия выполняется один раз после многодневного пребывания под рабочим давлением. Отдых водолазов проводится в специальных барокамерах, которыми оборудуются суда обеспечения или подводные камеры-жилища. При этом системы обеспечения таких барокамер наполнены оптимальной для данной глубины газовой смесью, сжатой до давления, соответствующего рабочей глубине. В таких условиях рабочий день водолазов увеличивается до 4...5 часов вместо 20...30 минут, допускаемых при обычных кратковременных погружениях (на глубины до 200 м)³. Длительное пребывание водолаза важно для выполнения многих работ по освоению шельфа. Исследования в этом направлении вы-

³ Современные Правила требуют при пребывании на глубине 60 м в течение 20 минут декомпрессии 1 ч 38 мин, при таком же времени пребывания, но на глубине 180 м – 28 ч 30 мин [В.Н. Илюхин "О первых акванавтах". Морская газета].

полнялись во многих странах мира, в СССР с 1949 года – отделением НИИМО⁴ в г. Ломоносове.

К 1970 году были проведены экспериментальные спуски на Черном море с длительным пребыванием под водой: на глубину 5 м с временем пребывания 29 суток, 40 м – 10 суток (с двухсуточной декомпрессией), 100 м – 30 суток (с четырехсуточной декомпрессией). Позднее эти работы были продолжены.

С 70–80-х годов прошлого столетия метод насыщенных погружений нашел практическое применение в нашей стране и за рубежом, особенно при выполнении водолазных работ на морских нефтепромыслах.

Ныне на спасательном судне пр. 21300, что строится на Ленинградском Адмиралтейском объединении, предусмотрен водолазный комплекс для глубин 450...500 м с использованием метода ДП.

Использование метода работы с насыщением предполагает возможность транспортировки водолазов к месту работы на глубине и к барокамерам на судах обеспечения, для чего нужны соответствующие совершенные герметизированные водолазные колокола (транспортировочные камеры). Такие водолазные колокола были созданы в разных странах.

1.2.2. Водолазные колокола и транспортировочные водолазные камеры

Одним из технических объектов обеспечения длительных подводных работ является водолазный колокол (ВК), который представляет собой средство перемещения водолазов в водолазном снаряжении с поверхности воды на определенную

⁴ НИИМО – Научно-исследовательский институт Министерства обороны.

глубину к месту работ и обратно с последующим их переводом в декомпрессионную камеру. Как правило, водолазными колоколами оборудуются спасательные суда и суда обеспечения подводно-технических работ. Конструктивно ВК представляет собой прочный цилиндр с нижним входным люком и стыковочным устройством для герметичной стыковки с фланцем входного люка декомпрессионных камер (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Водолазный колокол "LS 370" фирмы *Southern Oceanics* (США, 2000 г.)

Водолазный колокол позволяет быстро поднять водолаза с большой глубины и является привязным техническим средством океанотехники, так как его спуск и подъем осуществляется с помощью спускоподъемных устройств, расположенных на судне-носителе и гибкой связи в виде кабель-шланговой связи (КШС) – грузоподъемных канатов, электрических кабелей и шлангов для подачи кислородной смеси и отвода отработанных газов. Перед спуском современного ВК на глубину к нему крепится платформа, являющаяся балластом и местом размещения водолазов до захода их в ВК на глубине. Современный

водолазный колокол спускается краном или специальными спускоподъемными устройствами с борта судна-носителя.

В начале XX века к видам работ, выполняемых водолазами (на глубине до 100 метров), относились строительство доков, основ и углубление гаваней, а также проведение спасательных операций при кораблекрушениях. К 70-м годам

XX века в связи с интенсивным строительством новых и обслуживанием существующих морских буровых платформ и подводного нефтегазового оборудования перечень основных работ, выполняемых водолазами, намного расширился. Сложность этих работ под водой (в основном глубина 200...450 м) учитывается при проектировании транспортировочных водолазных камер.

Современные **транспортировочные водолазные камеры (ТВК)** обычно используются в качестве подводных лифтов для доставки водолазов с судна-носителя или любого другого надводного объекта на рабочую глубину и обратно на поверхность.

Конструкция одной из разновидностей ВК содержит сферический купол из прозрачной акриловой пластмассы, используемый для обзора, высокопрочную стальную платформу для размещения водолазов, баллоны со сжатым воздухом, аварийный и рабочий твердый балласт, а также телефонную связь с судном-носителем, электроосвещение и другое оборудование, а также системы жизнеобеспечения водолазов. Платформа стальным каркасом соединяется с куполом. Этот тип ВК называется **открытым или водолазным полуколоколом**, так как он не имеет боковых стенок (рис. 1.12). Водолазы в таком ВК оказываются частично погруженными в воду (голова находится в воздушном куполе,

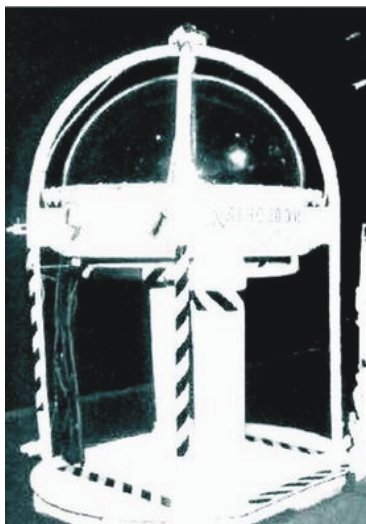


Рис. 1.12. Водолазный полуколокол для двух водолазов "LS 370" фирмы *Southern Oceanics* (США, 2000 г.)

в котором поддерживается окружающее давление) и проходят все ступени декомпрессии.

Полуколокол водолазного комплекса серии "LS 370" фирмы "Southern Oceanics" (США) рассчитан для двух водолазов и глубины работы до 70 м. Конструкция ТВК состоит из герметичного купола, обечайки и основания. Купол выполнен из прозрачной акриловой пластмассы и установлен на обечайку. Обечайка и основание снаружи связаны трубчатой рамой, которая защищает их от механических повреждений. Полуколокол содержит: манометры, глубиномер, запорную арматуру, приборы связи и два баллона с аварийным запасом воздуха. Снаружи полуколокол имеет проушины для двух грузоподъемных тросов и три светильника. Массо-габаритные характеристики полуколокола: диаметр купола и платформы 1,7 м, высота 2,98 м, масса 1,7 т.

При быстром подъеме возникает кессонная болезнь, т. е. образование пузырьков кислорода в крови, что приводит к закупорке и смерти человека. Для спуска на глубину 65 метров необходимо 3 минуты, для подъема – 2,5 часа. Таким образом, применение ВК открытого типа для глубин свыше 65 м нецелесообразно, особенно если необходимо выполнить работу оперативно. В этом случае использование ТВК позволяет проводить декомпрессию водолазов в одной среде в надводных специальных декомпрессионных камерах на судноносителе и т. п.

Современные ТВК (для перемещения одного или более водолазов) содержат герметический прочный корпус (ПК) цилиндрической или сферической формы, при этом водолаз имеет возможность покинуть водолазную камеру на любой глубине до максимальной (600 м), открыв люк в дне камеры. Для этого давление внутри камеры повышается до наружного. ТВК имеют электроосвещение, телефонную связь, баллоны

со сжатым воздухом, жидкий и твердый балласт, систему воздухоснабжения, иллюминаторы для визуального наблюдения и т. д. (рис. 1.13).

Глубоководные водолазные комплексы включают в себя в основном судовую или входящую в комплект комплекса декомпрессионную камеру, транспортировочную водолазную камеру, спускоподъемное устройство, кабель-шланговую связь (КШС), пульт управления и т. д.

В 60-е годы XX века наведение ВК на объект работы производилось с помощью специальной рамы-якоря, подвешенной к судну-носителю или ВК на двух независимых направляющих тросах. Якорь опускался на грунт в непосредственной близости от объекта подводных работ. ВК при спуске скользил специальными ловителями по тросам рамы, и таким образом наводился к месту выполнения работ. Такой "якорный" способ, несмотря на простоту схемы, имеет ряд недостатков. Использование двух направляющих тросов опасно, так как существует вероятность их запутывания. Кроме того, на палубе судна-носителя необходимо разместить дополнительные подъемные лебедки и посты управления. При протяженном объекте работ перевод ВК с одного места работы на другое связан с перекладкой якоря. Такая операция сложна и при этом возможно попадание якоря непосредственно на объект работы. ВК с "якорным" способом наведения на объект работы были разработаны и построены для эксплуатации фирмами "Dreager" и "Comex" [12].

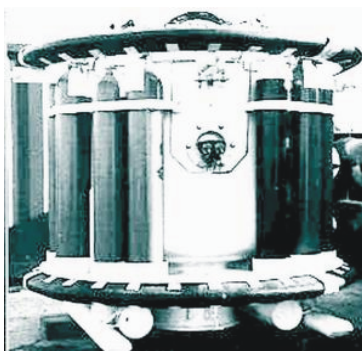


Рис. 1.13. Водолазная камера для двух водолазов "SMP" (США, 2004 г.)

С 70-х годов XX века конструкции ВК позволяют обеспечить их самостоятельное перемещение под водой в ограниченных зонах при сохранении механической связи посредством КШС и грузового троса с судном-носителем. Примером ВК такого типа служит колокол фирмы "С.Ж. Дорис" (США) с четырьмя подруливающими устройствами для перемещения его в горизонтальной плоскости и системой переменного водяного балласта для регулирования плавучести [14].

Исследования эксплуатационных возможностей самоходного ВК показали, что отклонение его от вертикали под водой составляет примерно половину глубины его погружения [2].

Прочный корпус ТВК фирмы "Оушен системс" (США) имеет сферическую форму и разработан для спусков на глубины до 460 м. В конструкцию колокола входят аварийные аккумуляторная батарея и система газоснабжения с запасом газовых смесей в баллонах, установленных снаружи его корпуса. Сегодня с поверхности по КШС внутрь колокола подается газовая смесь для повышения в нем давления и обеспечения работы водолазного снаряжения, горячая вода для обогрева водолазов, электроэнергия для внутреннего освещения, подводных светильников и для блока поглощения углекислого газа.

Фирма "Comex" (Франция) создала серию ТВК для выполнения подводных работ на нефтедобывающих промыслах (глубина до 300 м) и для исследовательских работ (500...600 м). ТВК для глубин 300 м рассчитан на трех водолазов, его прочный корпус выполнен в форме цилиндра, расположенного вертикально. Колокол снабжен пультом управления подачи газовой смеси, контрольными приборами внутреннего и внешнего давления, приборами замера парциаль-

ного давления кислорода и углекислого газа, распределителем горячей воды для обогрева колокола и водолазов в снаряжении и другим оборудованием. Аварийный запас газовой смеси (в пяти баллонах емкостью по 50 л) размещен снаружи прочного корпуса. Колокол имеет шесть наружных светильников и телевизионную камеру для наблюдения за водолазами в колоколе. Масса ТВК 7,5 т при внутреннем объеме прочного корпуса 4,7 м³.

Водолазный комплекс "DS 120" фирмы "Comex" (Франция) предназначен для двух водолазов (или наблюдателей — при атмосферном давлении) на глубины до 120 м. Прочный корпус колокола выполнен сферической формы с внутренним диаметром 1,7 м. Масса ТВК 3 т при внутреннем объеме ПК 2,45 м³. Наружная высота ТВК 2,115 м. Колокол оборудован нижним и боковым люками диаметром 600 мм, крышки которых рассчитаны на наружное и внутреннее давление. Колокол имеет семь иллюминаторов, один из которых находится в крышке нижнего люка. Колокол снабжен тремя внутренними светильниками, блоком очистки газовой среды от двуокиси углерода, двумя КШС для водолазов, запорной арматурой и другим оборудованием. Снаружи ПК колокола размещены четыре баллона (объемом 50 л каждый) с воздухом или газовой смесью и один баллон (объемом 50 л) с кислородом. Снабжение колокола и водолазов электроэнергией, связью, воздухом или газовыми смесями осуществляется по КШС. При прекращении подачи воздуха или газовой смеси в колокол по КШС автоматический клапан включает их подачу из баллонов аварийного запаса [8].

Транспортировочная водолазная камера комплекса для глубоководных погружений "SDS-450" (ВМС США) выполнена в виде сферы; сварной прочный корпус наружным диаметром 1,651 м, внутренним объемом 2,26 м³. ТВК имеет

ширину 1,78 м, высоту 3,2 м и массу 3,175 т. Колокол снабжен защитным ограждением внутри которого размещены баллоны с газами, аккумуляторная батарея, трансформатор-выпрямитель, два светильника наружного освещения, гидравлическая пассивная лебедка для аварийного подъема колокола с якорем массой 0,453 т, телекамера на кронштейне у одного из иллюминаторов. Газовая смесь (в колокол и водолазам) подается с судна-носителя комплекса по шлангам.

ТБК "*Drass Galeazzi's*" (Италия, 2004 г.) имеет прочный корпус цилиндрической формы, защитную раму, иллюминаторы из акриловой пластмассы, баллоны со сжатым воздухом. Внутренний диаметр прочного корпуса 1,9 м, высота 3,22 м, масса ТБК 0,386 т, внутренний объем 5,4 м³.

1.3. Батискафы

1.3.1. Изменение принципа погружения

После достижения с помощью батисферы отметки 1375 м в 1949 году дальнейшее продвижение в глубину потребовало изменения самого метода погружения-спуска.

Как уже отмечалось, у подвесных на канате аппаратов-батисфер с увеличением глубины все большая часть несущей способности грузового каната приходится на восприятие веса самого каната. Например, если в батисфере Бартона при диаметре каната 22 мм на глубине 1375 м нагрузка от веса стального каната равна около 2400 кгс, то на глубине 11000 м уже составила бы около 19200 кгс, что близко к разрывной нагрузке каната (22000 кгс).

Дальнейшие рассуждения целесообразно вести с использованием понятия запаса прочности в канате, который является важнейшей характеристикой в устройствах с канатами. Этот запас в разных устройствах, в частности в судовых гру-

зовых, принимается от 5 (для грузоподъемности меньше или равной 10 т) до 3,5 (для грузоподъемностей 50 и выше т). В других устройствах (якорном, буксирном и т. п.) они меньше, но обычно не менее 3.

Надо сказать, что вес самой батисферы для малых глубин может и невелик, но в любом случае для нее должна быть обеспечена отрицательная плавучесть. Для максимальных глубин реально осуществленная стальная гондола близких размеров к батисфере Бартона (также на 2 человека) имела массу 12 т при отрицательной плавучести 9000 кгс.

Если принять распределение отрицательной плавучести для сфер, рассчитанных на разную глубину, пропорциональной глубине, то из экспериментальных соображений для стальных грузовых тросов можно получить такой закон распределения запаса прочности от глубины погружения (рис. 1.14).

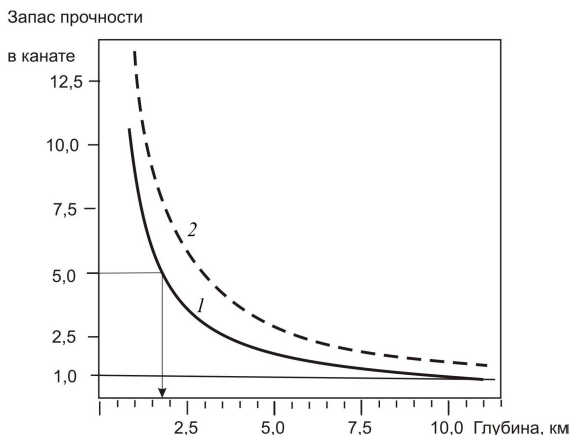


Рис. 1.14. Запас прочности в стальном канате батисферы в зависимости от глубины погружения батисферы:
1 — диаметром 22 мм; 2 — диаметром 100 мм

Как видно из графика, увеличение диаметра стального каната для больших глубин почти не сказывается на запасе прочности, который остается недопустимо малым. Если принять за норму запас $n = 5$, то практическое ограничение глубины для опускных батисфер со стальными канатами находится в районе 2 км.

Из этого небольшого анализа следует, что для глубоководных погружений в несколько километров необходимо отказаться от каната как грузоподъемного элемента.

Новый принцип был предложен после Второй мировой войны швейцарцем Огюстом Пикаром при создании *батискафов* ("бати" – глубина, "скаф" – судно), в которых отсутствует канат. Это был своего рода "подводный дирижабль", в котором гондола – прочная сфера для двух человек – прикреплена к жесткому поплавку, наполненному жидкостью легче воды – бензином. Эта жидкость является аналогом легкого газа в дирижабле и обеспечивает разгрузку от избыточного давления воды, так как полость поплавка снизу сообщается с забортным пространством. Для погружения предусмотрен балласт в виде вертикальной емкости с чугунной дробью, нижнее отверстие которой закрывается электромагнитными клапанами. По сигналу из прочного корпуса, где находится экипаж, можно дистанционно управлять клапанами. Погружение осуществляется за счет тяжести дроби. Если погружение слишком быстрое, дробь сбрасывается и движение замедляется. Если погружение слишком медленное – стравливается часть бензина, при этом плавучесть уменьшается – скорость увеличивается. Так, попеременно сбрасывая балластную дробь и стравливая бензин, производится управление батискафом на любых глубинах, вплоть до предельных на Земле.

1.3.2. Создание батискафов Огюста Пикара

Первым аппаратом, построенным на этом принципе, стал ФНРС-2. "ФНРС" – буквенное сокращение названия бельгийского Национального фонда научных исследований, который еще до войны финансировал строительство О. Пикаром аэростата, установившего в 1932 году рекорд высоты подъема 16201 м.

В 1948 году О. Пикаром строится батискаф для глубоководного погружения ФНРС-2. Основные характеристики аппарата: длина 16 м, ширина 3,1 м, высота 5,0 м, диаметр прочного корпуса 3,0 м, масса 28 т, экипаж 2 человека.

Конструкция его выглядела так: поплавков с семью алюминиевыми цистернами для 40 тысяч литров бензина и твердого балласта в виде дробы; к поплавку присоединялась прочная гондола, схожая с бартоновской батисферой (она также была собрана из двух отлитых и обработанных полусфер). Под водой двигался аппарат с помощью двух винтов с электроприводом, развивая скорость до 1 уз. На поверхности его буксировало судно обеспечения.

В качестве судна-обеспечения был использован сухогруз "Скалдис". Французские ВМФ оказали содействие в проведении испытаний. В водолазную группу обеспечения входил, ставший в последующем известным исследователем подводного мира, Жак-Ив Кусто.

В ноябре 1948 года было проведено первое погружение на 25 м с экипажем в составе профессоров Огюста Пикара и Теодора Моно. Затем было проведено погружение на 1380 м без экипажа, которое подтвердило основные идеи Огюста Пикара. Поскольку оболочка поплавок оказалась сильно смятой и выяснились другие технические недостатки, было решено создать следующий батискаф ФНРС-3 (рис. 1.15) с новым

поплавком и конструкторскими доработками на основе ФНРС-2. Так, на палубе аппарата была установлена рубка, соединенная с гондолой специальной шахтой. Это позволило покидать аппарат после всплытия на поверхность до подъема его на судно обеспечения, как это осуществлялось в ФНРС-2.

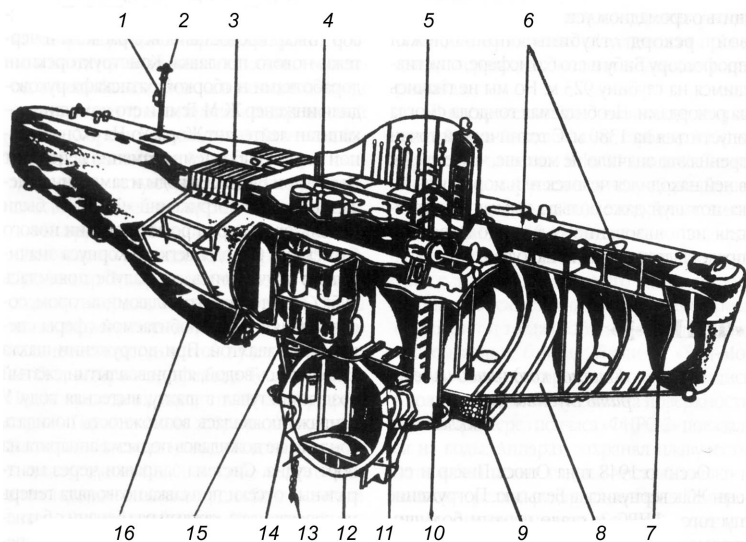


Рис. 1.15. Батискаф ФНРС-3:

1 – компас; 2 – лаг; 3 – аккумуляторные батареи; 4 – маневровый балласт; 5 – электродвигатель; 6 – балластные цистерны; 7 – балластные цистерны; 8 – бензиновый танк; 9 – балластная дробь; 10 – шахта; 11 – люк; 12 – прочный корпус; 13 – гайдроп; 14 – иллюминатор; 15 – балласт; 16 – стабилизатор

Усовершенствованная система заправки через центральные отсеки поплавка позволяла теперь не перекачивать перед подъемом бензин с батискафа на судно. Поплавок теперь делился на 13 отсеков, связанных между собой трубопроводом. По мере погружения забортная вода поступала в цент-

ральный отсек, в результате бензин все время находился под тем же давлением, что и наружная вода. Для удобства первоначального погружения в поплавке выделялись две балластные водяные цистерны – носовая и кормовая, управление процессом спуска–подъема осуществлялось также, как и в ФНРС-2, с помощью металлической балластной дробы и выпуска бензина через дистанционно управляемый клапан. Два 600-килограммовых аккумуляторных блока крепились по бокам поплавка и могли быть, как и ранее, отданы по команде из гондолы. Это существенно повышало положительную плавучесть аппарата в аварийной ситуации. Для удержания аппарата на фиксированном расстоянии от морского дна использовалось специальное устройство – гайдроп в виде якорной цепи и груза цилиндрической формы массой 150 кг.

Такой гайдроп упрощает уравнивание аппарата – при подходе к грунту аппарат автоматически остановится, когда необходимый по весу участок цепи ляжет на грунт.

Для ФНРС-3 использована гондола ФНРС-2. Перестройка нового аппарата произведена на верфи французских ВМФ.

Трудности с поиском финансирования привели к тому, что первое погружение ФНРС-3 произошло лишь в июне 1953 года. После ряда погружений Жорж Уо и Пьер Вильям достигают глубины 2100 м.

Рекорд глубины, установленный Отисом Бартоном, был побит. В феврале 1954 года в Атлантическом океане ФНРС-3 с Уо и Вильямом опустился на глубину 4050 м.

С 1954 по 1961 год ФНРС-3 совершил 94 успешных глубоководных погружения в Средиземном море, Атлантическом океане и у берегов Японии. Была получена ценная научная информация о жизни и условиях больших глубин.

Поскольку О. Пикар по ряду причин разорвал отношения с ВМФ Франции, новый батискаф он начал строить

в Триесте, городе, расположенном на берегу Адриатического моря в 145 км от Венеции. ВМФ Италии выделял буксиры и суда сопровождения. Работы по изготовлению батискафа, получившего название "Триест", начались в 1952 году. К концу года был готов поплавок на "Объединенных верфях Адриатики", а весной 1953 года была изготовлена гондола. Гондола диаметром 2 м состояла из двух половин, каждая из которых выковывалась из отдельной отливки. Полученные поковки подвергались термообработке и механической обработке.

Сборка аппарата осуществлялась на верфи в Кастелламаре-ди-Стабия на берегу Неополитанского залива, куда поступали комплектующие изделия и приборы из Германии, Швейцарии и Италии. К центральной части поплавка – вертикальному цилиндру – подвешивалась гондола. Верхняя часть этого цилиндра служила местом крепления стропов при спуске батискафа.

Для прохода экипажа в гондолу и выхода из нее от рубки, расположенной на палубе, вела шахта диаметром 650 мм к люку гондолы.

Переменный балласт – железная дробь массой 9 т – располагается в двух бункерах с электромагнитными клапанами. Поплавок общей массой в 15 т был разделен переборками на отдельные отсеки, основная часть которых предназначалась для размещения 90000 л бензина, а две балластные цистерны объемом 6 м³ располагались в носу и корме. Для повышения безопасности предусматривался сброс гайдропы, а также носового и кормового бункеров с дробью. Для движения под водой "Триест" оборудовался двумя маршевыми движителями, расположенными над палубой в носу и корме. Общие характеристики аппарата таковы: длина 4,8 м; ширина 3,5 м; высота 7,6; диаметр прочного корпуса 2,18 м;

масса 144 т; экипаж 2 чел.; скорость 0,5...1,0 уз; расчетная глубина погружения 4600 м.

В августе 1953 года начались погружения, сначала на малую, а затем 30 сентября на глубину 3150 м (пилоты Огюст Пикар и его сын Жак).

В 1953 году была проведена новая серия погружений с максимальной глубиной 3700 м.

В начале 1957 года было подписано соглашение с Управлением морских исследований США, согласно которому предполагались подводные исследования в Средиземном море и у берегов США, проводившиеся под эгидой Лаборатории акустики, биологии и электроники США.

В 1958 году "Триест", ставший собственностью США, перебазировался в Сан-Диего в Лабораторию электроники ВМФ США. Здесь принимается решение об изготовлении гондолы, рассчитанной на глубину погружения в 11 км. Она была изготовлена в Германии на заводе Круппа. Три поковки из высокопрочной стали, два шаровых сегмента и центральное кольцо были тщательно механически и термически обработаны, затем склеены эпоксидным клеем "Аралдит-103". По сравнению со старой гондолой была увеличена и толщина, в результате чего масса ее возросла на 3 т. Это потребовало добавить в поплавок 24 м³ бензина. Было установлено и новое внутреннее электрооборудование, а также приборы, изготовленные в Швейцарии. Зимой 1959 года батискаф был доставлен на остров Гуам в Тихом океане на базу ВМФ для осуществления проекта "Нектон" – погружение на предельную глубину в Марианской впадине.

23 января 1960 года было успешно осуществлено это рекордное погружение на глубину 11022 м Жаком Пикаром и Доном Уомием. Операция длилась 8 часов: 5 часов погружение и 3 часа всплытие. После этого погружения Управлением военно-морских исследований ВМФ США были

выделены средства на модернизацию "Триеста". Была установлена новая более мощная аккумуляторная батарея. Предполагалась замена поплавка, но из-за аварий американской АПЛ "Трешер" в 1963 году пришлось отложить эту замену. Четыре спуска "Триеста" позволили получить фотографии дна с фрагментами легкого корпуса лодки с глубины свыше 2500 м. Однако во время работ в штормовую погоду корпус "Триеста" получил новые повреждения.

В процессе ремонта была проведена дальнейшая реконструкция аппарата (установлена аппаратура подводной навигации, новый корпус поплавка и др.). Батискаф получает наименование "Триест-2" (рис. 1.16).

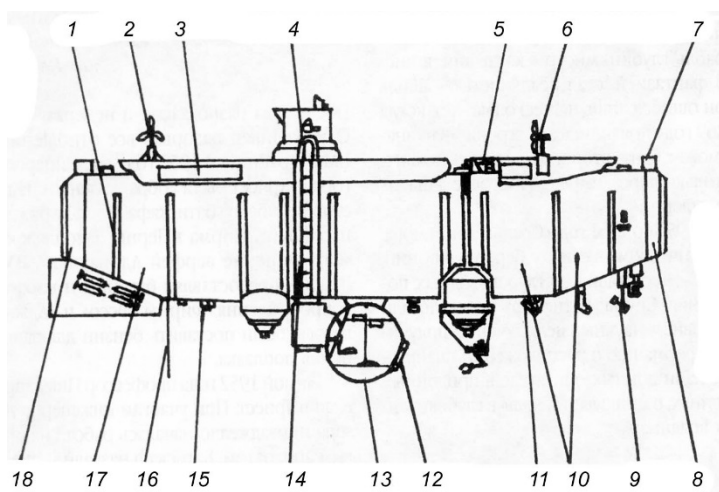


Рис. 1.16. Схема батискафа "Триест":

- 1 – переборки; 2 – лаговый движитель; 3 – аккумуляторная батарея; 4 – входной люк; 5 – клапан отдачи бункера; 6 – маршевый движитель; 7 – клапан вентиляции; 8 – носовая аккумуляторная батарея; 9 – телекамера; 10 – носовые отсеки с бензином; 11 – фотокамера; 12 – иллюминатор; 13 – прочная сфера; 14 – шахта; 15 – эхолот; 16 – гайдроп; 17 – кормовой отсек с бензином; 18 – кормовая аккумуляторная батарея

Его окончательные характеристики таковы: длина 20,4 м; ширина 4,6 м; высота 6,0 м; масса 220 т; экипаж 2 человека; диаметр прочного корпуса 2,14 м; масса гондолы 13 т; отрицательная ее плавучесть 78,5 кН.

В течение последующих лет батискаф неоднократно переоборудовался, оснащался гидролокатором бокового обзора, бортовой ЭВМ и другой аппаратурой.

В 1966 году для "Триеста-2" изготавливается гондола, разработанная для глубины погружения 6,1 тыс. м. При завершении эксплуатации батискаф "Триест-2" был разобран, а его оригинальная гондола выставлена в Военно-морском историческом центре США (г. Вашингтон).

1.3.3. Батискафы "Архимед" и "Поиск-6"

В истории подводных аппаратов было создано еще два батискафа: французский "В 11000", получивший впоследствии название "Архимед" (рис. 1.17), и советский "Поиск-6".

Проект французского аппарата был создан в 1958 году. Конструкторская разработка проекта и проведение испытаний выполнены фирмой "Арсенал де Тулон" под управлением Министерства морского вооружения Франции.

"Архимед" учитывал опыт создания и эксплуатации батискафов ФНРС-2 и ФНРС-3. Среди существенных изменений конструкции – расположение прочного корпуса в обводах легкого обтекаемого корпуса. Скорость буксировки аппарата в подводном положении увеличилась до 8 узлов. Установились новые улучшенные аккумуляторные батареи.

В середине 1960 года была изготовлена гондола, состоящая из двух полусфер, соединенных с помощью двух полуобводов, скрепленных болтами. Общая масса гондолы составила 19 т. Вместо болтового крепления снаружи крышки люка у ФНРС в "Архимеде" предусмотрено закрытие ее изнутри гондолы. Поплавок вмещал в себя свыше 100 тыс. л бензина,

которые размещались в отсеках поплавка легкого корпуса (всего 13 отсеков). Маршевый движитель с электроприводом обеспечивал увеличенную до 2 узлов подводную скорость перемещения. Предусматривались также движители вертикального перемещения и маневровые (в носу и корме). Все это существенно улучшало маневренные качества батискафа.

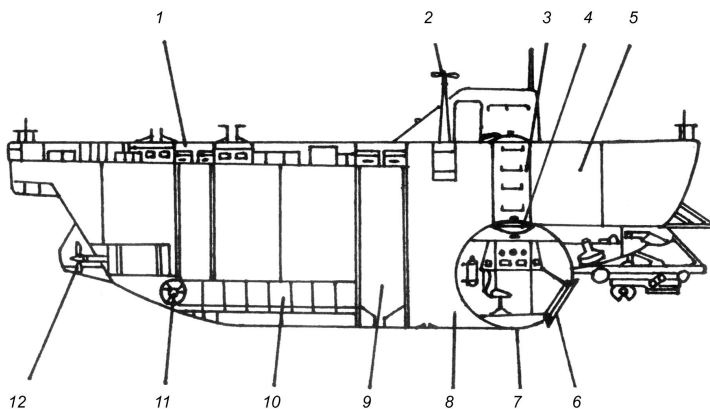


Рис. 1.17. Схема батискафа "Архимед":

1 – аппаратурный отсек; 2 – вертикальный движитель; 3 – шахта;
4 – входной люк; 5 – корпус-поплавок; 6 – иллюминатор; 7 – прочный корпус; 8 – маневровая цистерна с бензином; 9 – бункер с твердым балластом; 10 – аккумуляторная батарея; 11 – лаговый движитель;
12 – маршевый движитель

В 1961 году изготовление "Архимеда" было завершено и в конце сентября было проведено первое погружение. Характеристики батискафа таковы: длина 21,4 м; ширина 3,9 м; высота 7,8 м; диаметр прочного корпуса 2,18 м; масса 200 т; экипаж 3 человека.

Научные исследования с использованием "Архимеда" проводил Национальный центр Франции по освоению Мирового океана. Военное ведомство выделило судно обеспечения "Марсель де Биан".

После проведения серии контрольных погружений до глубины 2300 м вблизи Тулона батискаф в 1963 году был доставлен к берегам Японии, где в районе Курило-Камчатской гряды совершил погружение на глубину 4800 м. В июле 1962 года "Архимед" погрузился на глубину 9545 м. Всего было проведено 8 погружений, во время которых выполнялись научные исследования, в частности биологического и геологического профиля.

В 1964 году "Архимед" после некоторых усовершенствований был перебазирован в США для участия в франко-американской экспедиции по изучению глубоководной впадины в Атлантическом океане в районе Пуэрто-Рико. Там было совершено 12 погружений на глубины свыше 5 км.

Довольно интенсивно эксплуатировался "Архимед" и позже в научных целях в Средиземном море, Атлантике. За 1965–1966 годы состоялось 44 погружения в районе Японии, в том числе и на максимальную глубину 9260 м.

Принимал участие этот батискаф и в поисках пропавшей в Средиземном море подлодки "Минерва", обследовании затонувшей лодки "Эвридика" (было сделано 800 снимков обломков лодки), в освобождении затонувшего привязного аппарата "ныряющего блюдца" "SP 3000".

В период 1973–1974 года "Архимед" принимал участие в экспедиции "Фамоус" по изучению Срединного Атлантического хребта, совершив 19 погружений.

Эта экспедиция была последней в жизни батискафа. После возвращения в Тулон в глубоководных погружениях он больше участия не принимал.

Советский подводный аппарат "Поиск-6" (рис. 1.18) предназначался для выполнения исследований водной среды и дна океана, обнаружения подводных объектов, а также специальных подводных работ в интересах ВМФ, т. е. в объеме не меньшем, чем, например, у французского "Архимеда".

Рабочая глубина его составляла 6000 м. Выбор такой глубины объяснялся тем, что глубина Мирового океана на 98 % укладывается в этот диапазон. (Как видно из предыдущего изложения, французский "Архимед" так и не был использован на расчетной глубине погружения 11000 м, хотя интенсивно эксплуатировался в течение почти десятка лет).

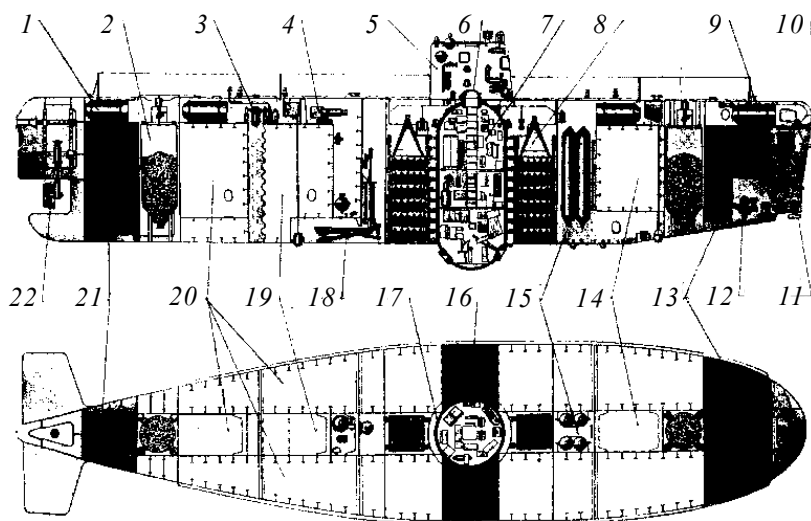


Рис. 1.18. Общее расположение

опытного глубоководного аппарата проекта 1906 "Поиск-6":

- 1 – погружной статический преобразователь; 2 – бункер с дробью;
- 3 – гидроакустический маяк-ответчик; 4 – насосный агрегат системы гидравлики; 5 – ограждение входного люка; 6 – входной люк; 7 – прочный корпус; 8 – контейнер аккумуляторной батареи; 9 – леерное ограждение; 10 – вспомогательное буксирное устройство; 11 – антенна гидролокатора бокового обзора; 12 – электропривод носовых поворотных колонок; 13 – носовая балластная цистерна; 14 – носовая цистерна быстрого погружения; 15 – баллонная выгородка; 16 – средняя балластная цистерна; 17 – прочный корпус; 18 – манипуляторное устройство; 19 – кормовая цистерна маневрового бензина; 20 – цистерна плавучести; 21 – кормовая балластная цистерна; 22 – кормовая поворотная колонка

Для глубины 6000 м удалось использовать прочный корпус в виде вертикального цилиндра с полусферическими доньями, что позволило лучше разместить оборудование и создать лучшие условия для экипажа.

Разработку аппарата "Поиск-6" (пр. 1906) ЛПМБ "Рубин" начало в 1967 году, технический проект был закончен в 1969 г., а в 1970 – рабочая документация (главный конструктор Ю. Сапожков). Это был, можно сказать, типичный батискаф (если можно говорить о "типичности" для таких уникальных технических объектов, как батискафы) с поплавком, наполняемым рафинатом (бензином – первой фракцией перегонки нефти), бункерами с дробью, устройствами регулируемого управления высыпания дроби и выпуска бензина. Новым в данном случае было выполнение легкого корпуса из стеклопластика, заполнение пространства над поверхностью бензина азотом для предотвращения возгорания и взрыва паров, что обеспечивает возможность загрузки бензина и дроби при нахождении аппарата на плаву.

Строился "Поиск-6" с 1975 по 1979 год на ленинградском Адмиралтейском заводе.

Тактико-технические данные аппарата: длина 29,0 м; ширина 6,5 м; высота 8,2 м; водоизмещение 355 т; скорость 2,65 узла (горизонтальная); 0,5 узла (вертикальная); глубина погружения рабочая 6000 м; полезная нагрузка 2300 кг; экипаж 3 человека; материал прочного корпуса АК-34 (предел текучести 120 кгс/мм²); манипулятор грузоподъемностью 30 кг; движители: горизонтальный маршевый один винт фиксированного шага, вертикальных два винта регулируемого шага.

После завершения изготовления "Поиск-6" в транспортном доке был переправлен из Ленинграда в Севастополь. Задержка с введением в строй судна обеспечения "Михаил Рудницкий", танкеров "Дон" и "Аламбай", сложность их взаимодействия с аппаратом привели к тому, что первый этап

испытаний (на глубинах до 2000 м) был завершён лишь в 1983 г. В 1983 году "Поиск-6" был перевезен в трюме балкера "Зоя Космодемьянская" в Петропавловск-Камчатский. В течение 1984–1985 годов были проведены испытания второго этапа. 20 августа 1985 года было совершено самое глубоководное погружение в отечественной практике на глубину 6015 м. В процессе контрольного выхода аппарат ударился о грунт и получил повреждения легкого корпуса. Он был восстановлен, но комиссия не приняла его в состав ВМФ, учитывая физическое и моральное старение, связанное с длительным сроком постройки, и трудности создания уникального оборудования. Тем не менее, отечественная судостроительная промышленность накопила ценный опыт, который был учтен при проектировании новых подводных аппаратов, в частности аппарата "Русь".

1.4. Мезоскафы

Первый период освоения Мирового океана с помощью подводных аппаратов характеризовался стремлением погрузиться как можно глубже, вплоть до максимальных на Земле глубин. Когда эта цель была достигнута, сразу оказалось, что существует широкий круг вопросов и задач, связанных с погружением на значительно меньшие глубины. Технически обеспечить такие погружения можно значительно проще, чем при использовании батискафной схемы спуска-подъема.

Для относительно малых глубин, или как их назвал Огюст Пикар средних (по-гречески "мезос"), возможно использование принципа погружения подводных лодок.

Как известно, в подводных лодках погружение осуществляется за счет приема водяного балласта – в специальные балластные цистерны, встроенные в корпус лодки. Продувка

цистерн сжатым воздухом приводит к освобождению цистерн, в которых вода замещается сжатым воздухом. Разница в весе водяного балласта и замещающего воздуха и создает главную часть подъемной силы. Другой частью могут быть гидродинамические подъемные силы, образующиеся на корпусе и специальных устройствах (хвостовом оперении, горизонтальных рулях) от движения лодки. Следует заметить, что свойства воздуха как легкого заместителя балластной воды снижаются с глубиной. Плотность воздуха в нормальных условиях $1,25 \text{ кг/м}^3$, а плотность морской воды 1025 кг/м^3 . Оценивая приближенно сжатие воздуха по закону Бойля–Мариотта, легко заметить, что при давлении в 800 атмосфер плотность сжатого воздуха сравняется с плотностью воды (это, конечно, оценка, точные значения можно получить с учетом уравнения Менделеева–Клапейрона). Давлению 800 атмосфер соответствует глубина 8000 м. Это значит, что на этой глубине замена водяного балласта сжатым воздухом не даст подъемной силы.

Если сжимаемость конструкций аппарата меньше, чем сжимаемость воды, а так в подводных лодках всегда и бывает до расчетных глубин даже до 1000 м погружения, то использование сжатого воздуха для продувки балластных цистерн и гидродинамических сил возможно.

Более того, можно, используя современные конструкционные материалы, создать подводный аппарат с малой положительной плавучестью, погружение которого осуществляется с помощью гидродинамических сил. При прекращении движения под действием положительной плавучести аппарат будет всплывать. Эту идею высказал Огюст Пикар. Два аппарата для средних глубин были построены сыном Огюста Пикара – Жаком. Ими стали мезоскафы "Огюст Пикар" и "Бен Франклин".

Первый из них представлял собой сорокаместный прогулочный аппарат, который использовался в Женевском озере во время Всешвейцарской выставки 1964 года. Прочный корпус в виде цилиндра имел шпангоуты, как у подводных лодок. Иллюминаторы и установленные по бортам, как в самолетах, кресла обеспечивали удачное расположение пассажиров и хороший осмотр подводной обстановки. Точная балластировка аппарата осуществлялась с помощью уравнительной системы. От батискафа сохранилась и аварийная система балласта в виде дробы в бункерах, открытие которых осуществлялось электромагнитными клапанами. Имея небольшую положительную плавучесть, мезоскаф мог заглубляться под действием упора маршевого движителя и горизонтальных рулей.

Мезоскаф "Огюст Пикар" ("РХ-8") – первый туристический подводный аппарат, был сконструирован Жаком Пикаром в 1964 году для швейцарской национальной выставки и назван в честь отца – конструктора выдающегося швейцарского ученого Огюста Пикара.

Мезоскаф, как аппарат для исследования средних глубин, способный зависать в толще воды, был предложен Огюстом Пикаром в 1953 году. Однако проблемы с финансированием не позволили ему осуществить этот проект.

Его сын Жак Пикар использовал для реализации этой идеи швейцарскую национальную выставку 1964 года и предложил в 1961 году построить туристический подводный аппарат для погружения в Женевское озеро в качестве необычного аттракциона. К 1962 году Жак Пикар разработал основную часть технической документации, что позволило осуществить постройку за короткий срок.

Корпус был изготовлен заводом "Братья Джованьола" в Монте, мостик, балластные цистерны, хвостовая часть и другие конструкции, требующие механической обработки –

механическим заводом в Веве. В феврале 1964 года собранный в Монте аппарат был по железной дороге доставлен к Женевскому озеру в Буве (в 20 км от Монте), где и был спущен на воду зимой 1964 года.

Его технические характеристики были такие: длина 14,82 м; диаметр корпуса 3,15 м; масса 165 т; полезная нагрузка 3...9 т; толщина корпуса 38 мм; мощность двигателя 75 л. с.; скорость хода 6,3 уз; запас хода 200 км (при скорости 4,0 уз); количество пассажиров 40 человек; расчетная глубина погружения 300 м (при коэффициенте безопасности 5); экипаж 1–3 человека. Балластные цистерны объемом 24 м³, аккумуляторы и электродвигатель постоянного тока располагались внутри прочного корпуса. К нижней части аппарата прикреплялся киль (массой 17 т), что обеспечивало остойчивость при любых режимах работы. Балластная железная дробь имела массу 5 т. Пилотская кабина расположена в носовой части аппарата, на поверхности управление возможно из рубки.

Во время выставки аппарат совершил 700 погружений в Женевском озере на глубину 100 м, а после закрытия ее еще 400 м. Общее количество пассажиров достигло, можно сказать, астрономической цифры – 33000! И это без единого несчастного случая.

Корпус мезоскафа имел форму цилиндра, соединенного с полусферической передней частью и вытянутым хвостом. Гребной винт был размещен в конце хвостовой части, что позволяло мезоскафу развивать довольно большую скорость при малой мощности двигателя.

Двигатель соединялся с гребным винтом через набивочную коробку (как на большинстве подводных лодок).

Пассажирские кресла были расположены вдоль левого и правого борта по 20 в ряд. При этом около каждого кресла в корпусе имелся иллюминатор. Пилотская кабина с тремя креслами располагалась в передней части. Управление на

поверхности осуществлялось с мостика с помощью вертикальных и горизонтальных рулей с гидравлическим приводом. Для защиты при входе и выходе пассажиров от попадания воды внутрь корпуса в верхней части аппарата расположена рубка (рис. 1.19, 1.20).

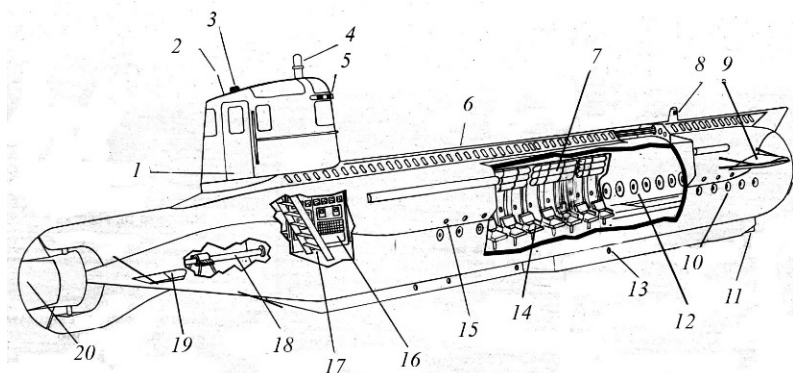


Рис. 1.19. Схема мезоскафа "Огюст Пикар" (1964 г.):

- 1 – входная дверь; 2 – радиоантенна; 3 – гидроакустическая антенна;
- 4 – телевизионная камера; 5 – измеритель скорости хода; 6 – проход на нос; 7 – кислородные баллоны; 8 – световой позиционный маяк;
- 9 – носовое подводное крыло; 10 – иллюминаторы; 11 – гидролокатор;
- 12 – телевизионные иллюминаторы; 13, 15 – забортные светильники;
- 14 – кресла для пассажиров; 16 – электроцит; 17 – трап; 18 – гребной вал; 19 – горизонтальный руль; 20 – насадка гребного винта

После выставки в 1965 году "Огюст Пикар" был продан крупной американской частной компании.

Вторым оригинальным аппаратом, предназначенным для длительного изучения течения Гольфстрим, стал мезоскаф "Бен Франклин". История создания его следующая. В 1965 году Жак Пикар выступил в Вашингтоне в Национальном научном фонде, где предложил идею изучения Гольфстрима с помощью подводного аппарата, движущегося в потоке течения. В связи с этим Жак Пикар получил предло-

жение американской фирмы "Граммэн эркрафт инжиниринг корпорейшн" о строительстве на заводе "Джованьола" в Монте подводного аппарата такого назначения.



Рис. 1.20. Фотография мезоскафа "Огюст Пикар"
на постаменте

В начале 1967 года приступили к строительству мезоскафа "РХ-15", именно так он назывался первоначально. В апреле следующего года основные части аппарата были достроены и доставлены в Антверпен, где после окончательной сборки он был погружен на судно для отправки в США. В ноябре были проведены контрольные погружения и устранены отдельные технические недочеты. Учитывая назначение мезоскафа, было решено присвоить ему имя Бена Франклина⁵, американского ученого и политического деятеля, давшего

⁵Бенджамин Франклин помимо многочисленных работ в области электричества (в частности, изобрел громоотвод; выдвинул идею электродвигателя и т. п.), является также автором многих афоризмов, таких, например, как "Время – деньги", "Вставай пораньше – и на работу: отоспишься в могиле" и т. д.

научное описание и составившего карту Гольфстрима в 70-е годы XVIII столетия.

По конструкции "Бен Франклин" (рис. 1.21) близок к "Огюсту Пикару". Его основные технические характеристики: длина 14,75 м; ширина 6,00 м; высота 6,3 м; диаметр прочного корпуса 3,15 м; масса 130 т; экипаж 6 человек; скорость 4 уз; глубина погружения 610 м; коэффициент безопасности 3.

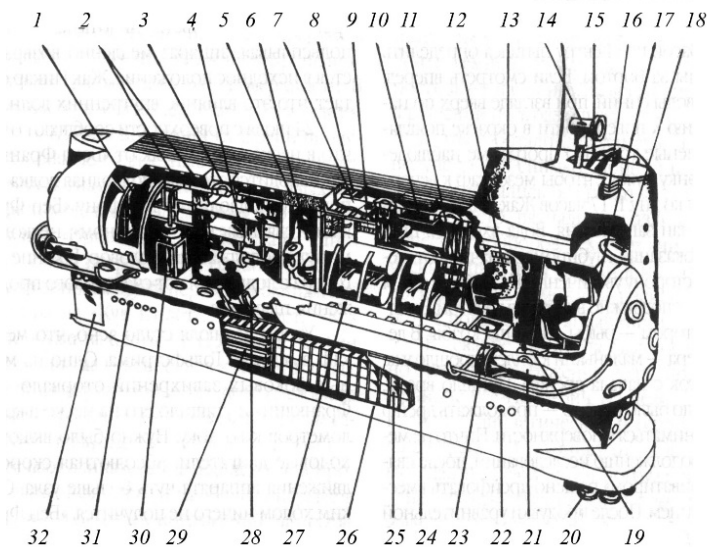


Рис. 1.21. Схема мезоскафа "РХ-15" ("Бен Франклин"):

- 1 – кормовой отсек; 2, 24, 27 – танки с питьевой водой;
 3 – иллюминатор; 4 – отсек для отдыха; 5 – балласт; 6 – санузел;
 7 – электрощиты; 8 – гидрофон; 9 – преобразователи; 10, 28 – цистерны с водой; 11 – пульт управления; 12 – рубка; 13 – камера; 14 – рубочный люк; 15 – сигнальные маяки; 16 – каюта отдыха; 17 – входной люк; 19 – генератор; 20 – научная аппаратура; 21 – маршевая мотогондола; 25 – аккумуляторные батареи; 26 – сонар; 29 – масляные резервуары; 23, 30 – воздухоочистители; 22, 31 – светильники; 32 – руль

В течение месяца аппарат дрейфовал в Гольфстриме, экипаж во главе с Жаком Пикаром проводил гидроакустические исследования и научные наблюдения, пройдя около 1600 миль под водой на глубинах от 457 до 610 м (от Флоридского⁶ пролива до мыса Гаттерас⁷) со средней скоростью 9 км/час. Было установлено: скорость Гольфстрима в некоторых местах в 3 раза выше, чем считалось ранее; малое количество фауны; существование завихрений, мощные внутренние волны и другие интересные особенности.

1.5. Подводные аппараты Ж.-И. Кусто

1.5.1. Подводные аппараты "Дениз" и "Сиана"

Легководолазное оснащение, разработанное в военные годы, позволило человеку достаточно просто заглянуть в близкий подводный мир.

В послевоенные годы это направление получает широкое распространение как в научных исследованиях, так и в отдыхе (дайвинг). Однако ограничение глубины погружения с аквалангом пятью-шестью десятками метров потребовало создания более совершенных аппаратов для малых глубин. Энтузиастом таких аппаратов стал изобретатель акваланга Жак-Ив Кусто, который в 1951 году из местного тралящика оборудовал научно-исследовательское судно "Калипсо" (рис. 1.22), водоизмещением 360 т, длиной 47 м. За несколько

⁶ Флоридский пролив – пролив, соединяющий Мексиканский залив и Атлантический океан. С Севера – полуостров Флорида, с юга – остров Куба и Багамские острова. Длина 650 км, ширина 80 км, средняя глубина 150 м.

⁷ Мыс Гаттерас – мыс на побережье штата Северная Каролина (США) в Атлантическом океане. Одно из самых опасных для судоходства место. Средняя скорость Гольфстрима возле мыса составляет около 70 км/сутки. Высота волн во время шторма достигает 30 м.

десятков лет судно совершило много экспедиций, в которых велись наблюдения, съемки фильмов, по материалам этих плаваний Кусто написал ряд научно-популярных книг.



Рис. 1.22. Научно-исследовательское судно "Калипсо"
(Франция)

В 1953 году в Марселе организуется французский центр подводных исследований, который приступает к проектированию подводных аппаратов для "Калипсо".

Первый, получивший впоследствии название "Дениз", был задуман Кусто как маневренный аппарат, способный свободно перемещаться и висеть в ограниченных условиях коралловых рифов, обеспечивая ведение визуального наблюдения, кино- и фотосъемки, сбора донных образцов. При этом аппарат должен быть малогабаритным, чтобы его можно было транспортировать небольшим судном к месту погружения. Первый вариант прочного корпуса в виде сплющенного сфероида был построен в 1957 году и испытан до глу-

бины 600 м. Обрыв каната привел к тому, что корпус ушел вниз на глубину 1000 м. Эхолотная съемка показала, что плавающий корпус установился над грузом-заглубителем на высоте 10 м как поплавок. Это означало, что герметичность корпуса и его форма не пострадала. Из этого вывода следовала возможность продолжения работ, не доставая корпус из глубины. В результате начались работы по второму аппарату, который из-за формы создатели стали называть неофициально "ныряющим блюдцем", а официально по имени жены главного конструктора Жака Моллара – "Дениз" (рис. 1.23).

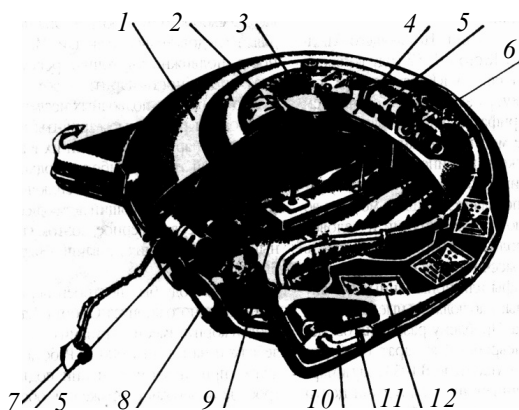


Рис. 1.23. Подводный аппарат "Дениз":

- 1 – легкий корпус; 2 – приборы; 3 – входной люк; 4 – прочный корпус;
5 – дифференциальная цистерна; 6 – водяная помпа; 7 – манипулятор;
8 – иллюминатор; 9 – бак водяного балласта; 10 – сопло водомета;
11 – поворотный механизм; 12 – аккумуляторы

В качестве движителя в аппарате использован водомет, два поворотных сопла которого были разнесены по бокам носовой части, где размещены иллюминаторы для двух акванавтов. Пилот и наблюдатель располагались в аппарате лежа на матрацах. Аккумуляторы, двигатели, система гидравлики

размещены вокруг прочного корпуса, изменение дифферента осуществлялось путем перекачки ртути между носовой и кормовой балластными баками-цистернами. В 1959 году постройка "Дениз" была завершена. Ее основные технические характеристики: глубина погружения 300 м; длина 2,9 м; ширина 2,9 м; высота 1,7 м; диаметр прочного корпуса 2,0 м; масса 3,5 т; скорость 1 уз; экипаж 2 человека.

В течение 1959 и начале 1960 года аппарат производил испытательные погружения на разные глубины, выполнялась доводка конструкции.

В феврале 1960 года в районе острова Корсика было осуществлено погружение на максимальную рабочую глубину 300 м. В последующие годы аппарат совершил погружение в Красном море, у побережья Северной Америки и других местах Мирового океана. Всего аппарат осуществил более тысячи погружений. В Красном море в 1963 году Кусто проводит эксперимент "Прекоинтinent" с двумя подводными домами (на глубине 9,5 и 26,5 м), где в течение длительного времени жили водолазы. Обслуживание эксперимента производилось с использованием аппарата "Дениз". Подводники экспериментировали с разными дыхательными смесями, исследовали экологию кораллового рифа.

"Дениз" (или SP-350) послужила прототипом для строительства в 1966–1967 годах двух двухместных подводных аппаратов SP-500. Это были улучшенные варианты SP-350, рассчитанный на глубину 500 м. Масса каждого 4 т. Они получили название "Морская блоха" (рис. 1.24).

В 1970 году был построен аппарат SP-3000, рассчитанный на глубину погружения до 3000 м. Он получил название "Сиана" и был уже трехместным. В нем экипаж располагался сидя в креслах. Его характеристики: длина 5,7 м; ширина 3,2 м; высота 2,7 м; диаметр прочного корпуса 2,0 м; масса 8,5 т;

скорость 2 уз. Манипулятор "Сиана" мог поднять и уложить в контейнер образцы массой до 20 кг.

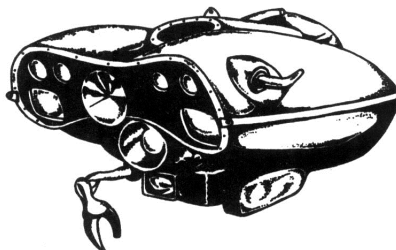


Рис. 1.24. Подводный аппарат "SP-500" ("Морская блоха")

В 1973–1974 годах этот аппарат, базирующийся на судне-носителе "Норуа", принимал участие во франко-американской экспедиции ФОМОУС совместно с батискафом "Архимед" и глубоководным аппаратом "Алвин". Были получены ценные научные результаты, относящиеся к движению литосферных плит вдоль границы между Американской и Африканской материковыми платформами.

Создание такой ответственной техники, как подводные аппараты – сложное дело. Во время эксплуатации "Сианы" с ней случались технические неполадки, что снижало эффективность работы. С ней же был неприятный случай аварийного раскачивания от качки судна-носителя, когда она готовилась к спуску на палубе "Норуа". Этот случай показал важность создания совершенных спускоподъемных устройств на судах-носителях.

1.5.2. Семейство подводных аппаратов "Дипстар"

В середине 60-х годов американская фирма "Вестингауз" привлекла Ж.-И. Кусто к созданию серии подводных аппаратов "Дипстар-2000", "Дипстар-4000", "Дипстар-12000", "Дипстар-13000" и "Дипстар-20000" (в названии цифры означают глубину в футах).

Практический опыт И. Кусто, накопленный в процессе активной эксплуатации "Дениз", его знания подводного дела способствовали разработке эффективных аппаратов для океанографических и акустических исследований. Из намеченной линейки аппаратов были осуществлены не все, а только три: на 2000 футов (600 м), 4000 (1200 м), 20000 (6000 м).

Первым был построен "Дипстар-4000" в 1965 году для "Нэвэл электроник лаборатории" для исследований по геологической, биологической и акустической программам. Конструкция его представляла собой трехместный сферический прочный корпус, заключенный в стеклопластиковый каплеобразный легкий корпус с каркасом из алюминиевых труб. Два электродвигателя мощностью 5 л.с. обеспечивали подводную скорость до 3 уз. Для изменения плавучести предусмотрен свинцовый балласт, а удифферентовка обеспечивалась ртутной дифферентной системой. Аккумуляторные батареи размещены в легком корпусе. Широкий спектр научной аппаратуры позволял выполнять сложные исследования и фотофиксацию подводной обстановки. Аппарат был оборудован манипулятором (рис. 1.25).

Первый спуск "Дипстар-4000" состоялся в 1966 году с судноносителя "Сергтайд" в Тихом океане на глубину 1260 м. Всего же этот аппарат совершил свыше 550 спусков у берегов Мексики, Панамы, Калифорнии, Флориды, Ньюфаундленда. Технические характеристики аппараты: длина 5,65 м; ширина 3,0 м; высота 2,1 м; диаметр прочного корпуса 1,98 м; масса 8,6 м.

В 1969 году построен второй аппарат этой серии "Дипстар-2000" (рис. 1.26). В нем в отличие от "Дипстар-4000" прочный корпус представляет собой цилиндр со сферическими крышками длиной 3 м при диаметре 1,5 м. Легкий корпус также из стеклопластика, аппарат имеет рубку, размещенную в корме.

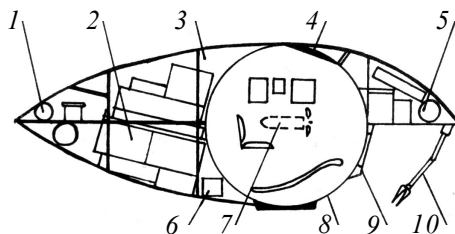


Рис. 1.25. Подводный аппарат "Дипстар-4000":

- 1 – кормовая дифференциальная цистерна; 2 – аккумуляторные батареи;
3 – легкий корпус; 4 – входной люк; 5 – носовая дифференциальная
цистерна; 6 – груз; 7 – движитель; 8 – прочный корпус;
9 – иллюминатор; 10 – манипулятор

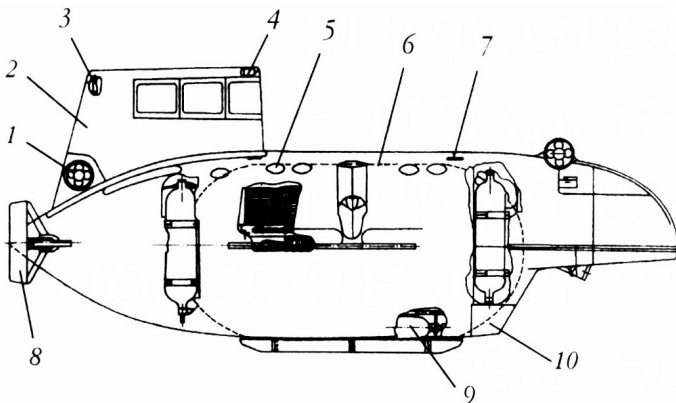


Рис. 1.26. Подводный аппарат "Дипстар-2000":

- 1 – лаговый движитель; 2 – рубка; 3 – пингер; 4 – подводный
телефон; 5 – гибкие балластные емкости; 6 – прочный
корпус; 7 – легкий корпус; 8 – маршевый движитель;
9 – баллоны воздуха высокого давления;
10 – бункер для образцов

Основные характеристики: длина 6,1 м; ширина 2,1 м;
высота 2,6 м; диаметр прочного корпуса 1,54 м; масса 5,9 т;
скорость 2 уз; экипаж 2 человека.

В этом аппарате для создания плавучести был применен новый материал *синтактик*, представляющий собой мелкие стеклянные полые сферы, залитые синтетической связующей массой. Малая сжимаемость под давлением этого материала определяется тем, что прочные сферы малого диаметра, соприкасаясь друг с другом, выдерживают большие усилия с очень малой усадкой. Этот материал легко поддается механической обработке, позволяя блокам плавучести придавать любую форму, диктуемую условиями размещения в легком корпусе подводного аппарата.

"Дипстар-2000" стал одним из первых беспоплавковых аппаратов для больших глубин. Именно в нем роль плавучести – поплавка батискафов – сыграли блоки плавучести из синтактика. Это позволило резко уменьшить габариты и массу глубоководного аппарата. Его характеристики: глубина погружения 6100 м; длина 18,5 м; ширина 2,8 м; высота 2,4 м; диаметр прочного корпуса 2,26 м; масса 38,5 т; скорость 2,0 уз; экипаж 3 человека.

"Дипстар-2000" был построен в 1971 году. Помимо двух маршевых кормовых движителей аппарат имеет вертикальный, расположенный в рубке, и носовой, что обеспечивает необходимую маневренность в подводном положении.

1.6. Подводный аппарат "Алвин"

Среди подводных обитаемых аппаратов своим долгим сроком активного использования выделяется американский подводный аппарат "Алвин". Построенный в 1964 году, подвергнутый ряду переделок и модификаций, он до настоящего времени находится в строю. Причина столь долгой жизни – техническое совершенство общей схемы конструкции, ставшей в значительной степени эталонной для обитаемых аппаратов.

Проектирование этого аппарата началось еще в 1962 году под управлением доктора Аллита Вайна из Вудсхольского океанографического института. Он возглавил группу разработчиков из Отделения прикладных наук фирмы "Литтон Индастриз" для создания нового аппарата, который по имени руководителя был назван "Алвином" (путем сокращения имени и фамилии). Первоначально "Алвин" проектировался для рабочей глубины погружения 1800 м. Его прочный корпус для трех человек представляет собой сферу диаметром 2,1 м, которая была сварена из двух стальных катаных полусфер фирмой "Хон энд Клей" в Хьюстоне. В прочном корпусе предусмотрены 5 иллюминаторов из плексигласа диаметром 125 и 50 мм: один в передней части, два по бортам, по одному внизу сферы и в крышке люка сверху. Обитаемая сфера с рубкой и носовой частью легкого корпуса, где размещены блоки плавучести из синтактика, имеет положительную плавучесть и может отделяться от легкого корпуса в аварийной ситуации (рис. 1.27).



Рис. 1.27. Подводный аппарат "Алвин"

В легком корпусе размещался кормовой маршевый движитель в виде пятилопастного винта диаметром 1219 мм в насадке, которая может отклоняться в горизонтальной плоскости на угол $\pm 50^\circ$. Два бортовых реверсивных винта диаметром 356 мм в насадке расположены в верхней части аппарата за рубкой. Эти винты являются поворотными и могут создавать упор вверх–вниз–назад–вперед, что обеспечивает высокую маневренность аппарата. Источником энергии служат три свинцово-кислотных аккумуляторных батареи в боксах. Ртутная дифференциальная система обеспечивает придание аппарату наклонного положения в продольном направлении $\pm 30^\circ$. Уравновешивание аппарата в подводном и надводном положениях обеспечивается за счет блоков плавучести, размещаемых в легком корпусе, и балластной системы. Балластная система включает в себя две подсистемы: водяного балласта, осушаемую сжатым воздухом, и масляную систему переменного объема. Балластная система переменного объема в виде шести алюминиевых сфер, заполненных маслом и связанных с резиновыми мешками-вариаторами.

Назначение этой системы – придать аппарату дополнительную отрицательную (положительную) плавучесть без изменения его веса. Идея этого способа состоит в том, что при перекачке масла из мешков-вариаторов в алюминиевые сферы объем аппарата уменьшается, а масса и вес остаются постоянными. Уменьшение объема приводит к уменьшению плавучести аппарата. При перекачивании масла в вариаторы объем аппарата возрастает и создается положительная плавучесть.

Технические характеристики "Алвина" после постройки такие: длина 7,00 м; ширина 2,6 м; высота 4,0 м; диаметр прочного корпуса 2,1 м; масса 14,5 т; подводная скорость 2 уз.

Аппарат был снабжен сменными научными приборами, позволяющими проводить широкий комплекс океанологичес-

ких исследований, навигационным оборудованием (гирокомпасом, магнитным компасом, гидролокатором с дальностью действия 500 м, глубиномером, эхолотом), фото- и телеаппаратурой, манипулятором.

Несмотря на весьма совершенное научное оборудование, первоначально у "Алвина" имелся один недостаток – малая глубина погружения, она существенно меньше средней глубины Мирового океана (3600 м). В 1973 году после аварийного затопления (обошлось, к счастью, без жертв), "Алвин" был значительно модернизирован: заменена прочная сфера на титановую, что обеспечило предел рабочих глубин до 4500 м; кормовой винт маршевого движителя с насадкой заменен тремя поворотными движителями, два из которых могут разворачиваться вниз; заменены более совершенными аккумуляторными батареями (рис. 1.28).

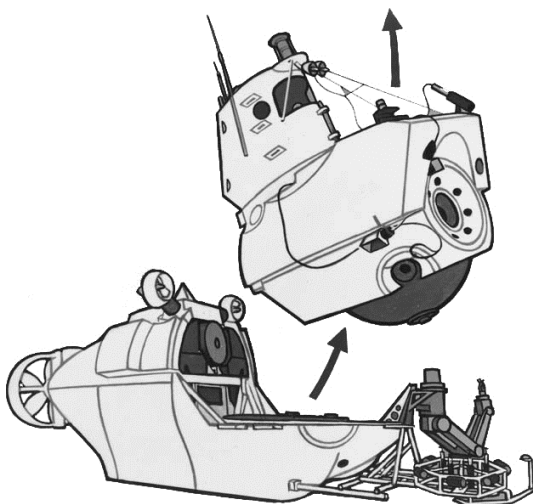


Рис. 1.28. Подводный аппарат "Алвин".
Аварийное отделение и всплытие прочного корпуса
с частью легкого корпуса в аварийной ситуации

Технические характеристики этого варианта "Алвина": глубина погружения 4500 м; длина 7,1 м; ширина 2,6 м; высота 3,7 м; диаметр прочного корпуса 2,08 м; масса 15,4 т; скорость 2 уз; экипаж 3 человека.

За все время существования "Алвин" совершил свыше 4000 погружений со средним временем одного погружения 7 часов. Для обслуживания "Алвина" использовались суданосители: для первого варианта катамаран "Лулу" (спуск осуществлялся между корпусами на платформе), для второго варианта "Атлантик" с кормовым спускоподъемным устройством в виде А-образной рамы с лебедкой для синтетического грузового каната, установленной на раме.

Помимо многочисленных чисто научных исследований "Алвин" выполнил ряд погружений, получивших большую известность. Это обнаружение 1,45-мегатонной водородной бомбы, потерянной американскими ВВС в районе Полонсареса, Испания (глубина около 910 м, 1966 г.); взятие проб из геотермальных источников, т. н. "черных курильщиков", в районе Галапагосских островов (глубина более 2000 м, 1977 г.); исследование затонувшего "Титаника" (глубина 3750 м, 1986 г.) и др.

Удачная конструкция "Алвина" была положена в основу американских обитаемых подводных аппаратов "Аутек-1" (впоследствии "Си Клифф", рис. 1.29) и "Аутек-2" (впоследствии "Тартл", рис. 1.30), которые были рассчитаны на работу на глубине до 1080 м. Эти аппараты были изготовлены американской компанией "Дженерал Дайнинг" для ВМФ США. Для них использовались два из трех корпусов, изготовленных для "Алвина", испытанные на давление, соответствующее глубине 2740 м (рис. 1.31).

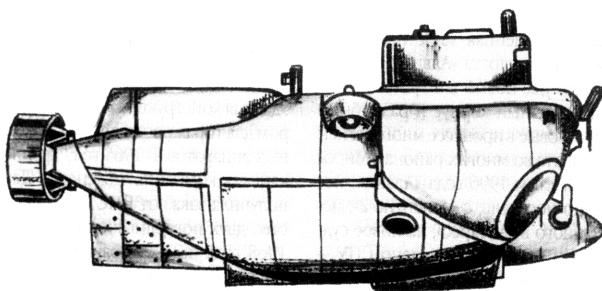


Рис. 1.29. Подводный аппарат "Аутек-1"
("Си Клифф", "Морская скала")

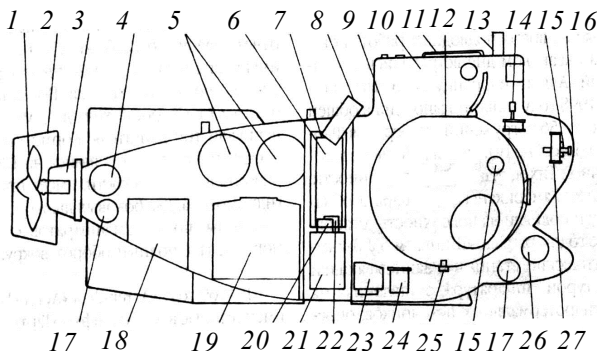


Рис. 1.30. ПА "Аутек-2" ("Тартл"):

- 1 – маршевый движитель; 2 – насадка; 3 – поворотный механизм;
4 – баллон воздуха высокого давления; 5 – цистерна переменного балласта; 6 – масляный резервуар; 7 – цистерна главного балласта;
8 – боковой (лаговый) движитель; 9 – прочный корпус; 10 – рубка;
11 – входной люк рубки; 12 – переходной люк прочного корпуса;
13 – лаг; 14 – гидролокатор; 15 – прожектор; 16 – телекамера;
17 – дифференциальная цистерна; 18 – электрооборудование; 19 – аккумуляторная батарея; 20 – электродвигатель; 21 – гидравлическая станция;
22 – коробка клапанов; 23 – дифференциальный насос; 24 – баллон;
25 – механизм отдачи; 26 – манипулятор; 27 – поворотная головка прожектора 15

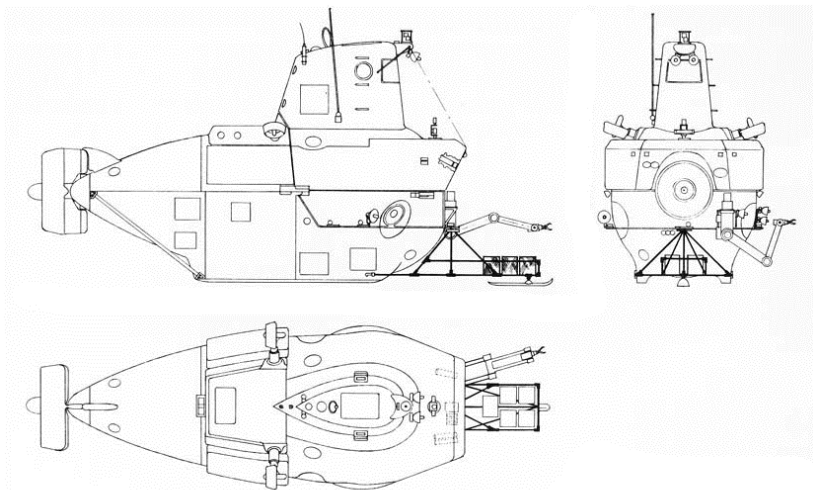


Рис. 1.31. Подводный аппарат "Алвин"
в первом варианте

После модернизации "Алвина" в 1973 году аналогичная замена стального прочного корпуса на титановый в 1981 году, позволила увеличить глубину погружения аппарата "Си Клифф" до 6000 м (рис. 1.32). Его технические характеристики: длина 8,6 м; ширина 3,6 м; высота 3,4 м; диаметр прочного корпуса 2,1 м; масса 29,0 т; скорость 2 уз; экипаж 3 человека.

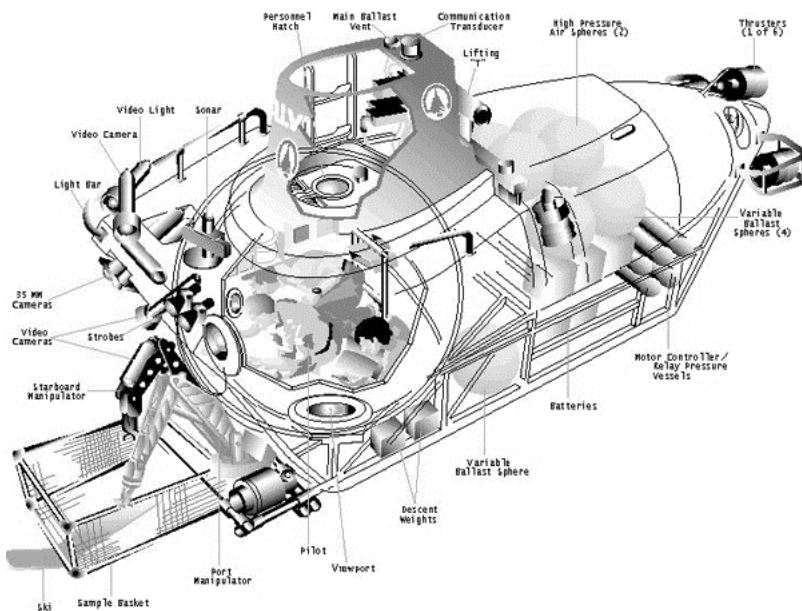


Рис. 1.32. Подводный аппарат "Алвин" после модернизации:

- 1 – лыжи; 2 – манипулятор правого борта; 3 – видеокамеры;
 4 – бур; 5 – 35-мм кинокамеры; 6 – привальный брус; 7 – видеокамера;
 8 – прожектор (светильник) для видеокамеры; 9 – сонар; 10 – люк
 входа и выхода; 11 – выходной патрубок цистерны главного балласта;
 12 – преобразователь связи; 13 – подъем; 14 – сферы с высоким да-
 влением (дополнительная плавучесть); 15 – подруливающие устройства
 (1 из 6); 16 – сферы с воздухом высокого давления; 17 – система
 управления/реле давления баллона воздуха высокого давления;
 18 – аккумуляторная батарея; 19 – сфера регулирования пла-
 вучести; 20 – аварийный балласт; 21 – иллюминатор обзора;
 22 – пилот; 23 – манипулятор левого борта;
 24 – корзина для образцов

1.7. Многоместный глубоководный аппарат "Алюминаут"

Если большинство подводных аппаратов научного назначения рассчитаны на экипаж 2–3 человека, то американский обитаемый аппарат "Алюминаут" может вместить в себя 4–6 человек. Американский ученый Эдвард Венк предложил в качестве материала для прочного корпуса увеличенного размера использовать алюминиевый сплав с пределом текучести 4500 кг/см^2 . Прочный корпус, изготовленный отделением "Электрик боут" фирмы "Дженерал дайнинг", состоял из 11 цилиндрических секций и двух торцевых полусфер, которые были стянуты болтами с предварительной проклейкой стыков. В результате прочный корпус при внутреннем диаметре 2,13 м имел общую длину 9,15 м.

В прочный корпус ведут два люка – носовой и кормовой, внутри корпуса отделение гидронавтов, приборы, пульта управления, койки для отдыха экипажа, вдоль бортов серебряно-цинковые аккумуляторы в боксах. Продольное движение аппарата обеспечивается двумя кормовыми гребными электродвигателями с винтами мощностью по 5 л. с., размещаемыми в боксах заполненных маслом. Вертикальное движение аппарата осуществлялось за счет вертикального электродвигателя с винтом, расположенным в средней части аппарата.

Балластная система состоит из балластных водных цистерн емкостью в 5 т воды, бункера переменного балласта – дробы массой 1,8 т. Киль массой 3160 кг, крепящийся к аппарату с помощью электромагнитных замков, может быть отдан в аварийной ситуации. Масса аппарата 80 т, система жизнеобеспечения рассчитана на 72 часа. В 1964 году аппарат был построен и испытан фирмой "Reynolds Metals Company", которая стремилась показать перспективность алюминиевых

сплавов в новых отраслях техники (кстати, эта фирма известна как первый производитель в 1947 году алюминиевой фольги и других продуктов из алюминия). Его характеристики: глубина погружения 4570 м; длина 15,5 м; ширина 3 м; высота 4,4 м; диаметр прочного корпуса 2,44 м; масса 81 т; скорость хода 3 уз; экипаж 6 человек (рис. 1.33).

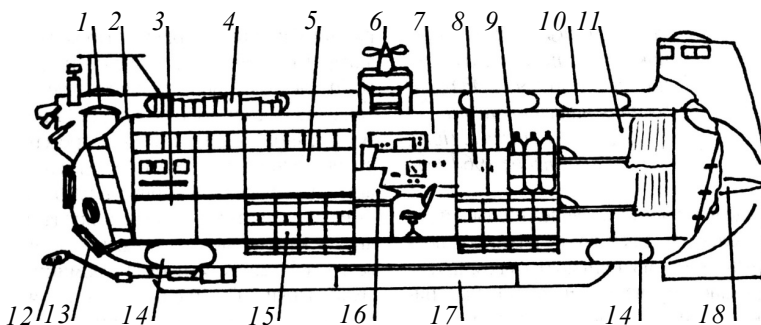


Рис. 1.33. Схема подводного аппарата "Алюминаут":
1 – входные люки; 2 – прочный корпус; 3 – первый отсек; 4 – научная аппаратура; 5 – второй отсек; 6 – вертикальный движитель; 7 – третий отсек; 8 – четвертый отсек; 9 – кислородные баллоны; 10 – баллоны воздуха высокого давления; 11 – жилой отсек; 12 – манипулятор; 13 – иллюминатор; 14 – дифференциальная цистерна; 15 – аккумуляторная батарея; 16 – центральный пост; 17 – свинцовый балласт; 18 – маршевый движитель

"Алюминаут" совершил многочисленные глубоководные погружения в интересах ВМС США, принимал участие в съемках подводного сериала Жака Кусто. Однако наибольшую известность аппарату принесло участие в поисковой операции по подъему утерянной ВВС США водородной бомбы в Паломарисе, Испания, в 1966 году. Эти поиски с использованием разнообразных средств, в том числе и подводных аппаратов "Алюминаут" и "Алвин", длились 80 суток и завершились успешным подъемом бомбы с 910-метровой глубины.

Вторым общеизвестным фактом истории "Алюминаута" стал случай подъема в 1968 году затонувшего подводного аппарата "Алвин". "Алюминауту" удалось на глубине в 1500 м завести в открытый люк "Алвина" приспособление с подъемным тросом.

В 1970 году "Алюминаут" был выведен из использования и передан "Reynolds Metals Company" ("Рейнольдс Металз Компани") музеем науки в Ричмонде, штат Виржиния.

Оценивая в целом опыт "Алюминаута", следует сказать, что он подтвердил принципиальную возможность использования современных алюминиевых сплавов в строительстве подводных аппаратов, но остался единичным случаем, не выявив существенных преимуществ для прочных корпусов по сравнению с высокопрочными сталями и титаном. Однако алюминиевые сплавы часто применяются для каркаса и других элементов.

1.8. Подводные обитаемые аппараты для малых глубин

Интенсификация хозяйственной деятельности человека на шельфе, все расширяющиеся объемы добычи нефти и газа в море, начиная с первых десятилетий после Второй мировой войны, не могли не вызвать активизации создания новых подводных обитаемых аппаратов. Хотя глубина шельфа в Мировом океане разная и может достигать тысячи метров, основная освоенная его часть залегает на глубинах до 300...400 метров. Другую, довольно широкую область спроса на подводные аппараты малых глубин, составили спортивные организации и частные лица-любители подводных погружений.

Подводные аппараты, рассчитанные на глубины до 600 метров, получили название аппаратов малых глубин. Начиная

с середины 60-х годов, в разных странах были созданы сотни таких аппаратов. Они выпускались малыми сериями, имели относительно невысокую стоимость.

Американский предприниматель Джон Г. Перри, в прошлом аквалангист, с 1962 года начал строить малогабаритные подводные аппараты. Первый из них "Перри Субмарин ПС-1202" ("Perry Submarine") – ПСЗХ был рассчитан на глубину 45 метров (рис. 1.34), другие – "Андерси Хантер", "Марк-7 Минисаб" – на глубину 100 метров.

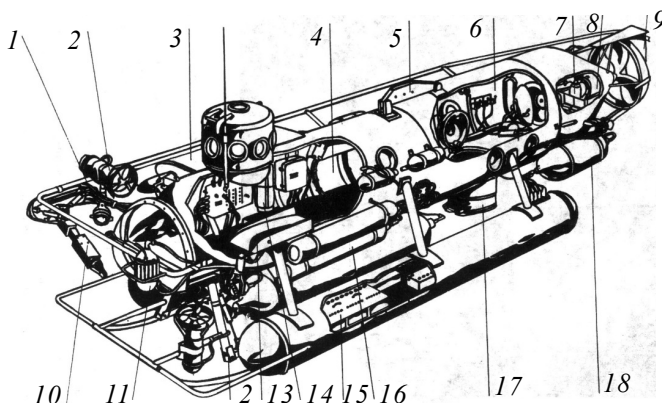


Рис. 1.34. Подводный аппарат "Перри Субмарин ПС-1202":

- 1 – прожектор; 2 – лаговый движитель; 3 – балластная цистерна;
- 4 – пилотская кабина; 5 – подъемный рым; 6 – водолазный отсек;
- 7 – машинное отделение; 8 – электродвигатель; 9 – кормовой гребной винт; 10 – манипулятор; 11 – гидролокатор; 12 – рама;
- 13 – вертикальные рули; 14 – поглотитель углекислого газа;
- 15 – аккумуляторная батарея; 16 – баллоны с кислородом;
- 17 – водолазный люк; 18 – баллон с воздухом высокого давления

Его фирма "Перри Субмарин" в 1963 году строит ПС-3Б "Техдайвер" для глубин до 180 м, в 1964 году – ПС-6 с глубиной погружения 75 м, в 1965 году – ПС-3А (90 м) и ПС-3Б (180 м).

Последний из перечисленных аппаратов принимал участие в поиске водородной бомбы у Паломариса, где он обнаружил части взорвавшихся самолетов В-52 и К-135.

В 1968 году эта фирма строит аппараты, ориентированные на применение в освоении шельфа: "Шельф Дайвер" (240 м), ПС-5С (360 м), в 1970 году – ПС-9 (400 м), в 1971 году – ПС-8Б (250 м). В 1974 году строится ПС-1201 (300 м) с водолазным отсеком. В 1975–1976 годах продолжается постройка подводных аппаратов для транспортировки водолазов: ПС-1202 (305 м), ПС-16 (910 м) с прочным корпусом из трех стальных сфер и др.

Из водолазных аппаратов известность приобрел "Дип Дайвер" (1967 г.), в котором водолазы могут выходить из специального водолазного отсека на глубину 200 м. Это позволяет доставлять водолазов близко к цели, экономя силы и дыхательную смесь, обеспечить возможность поменять баллоны и отдохнуть при необходимости, осуществлять декомпрессию во время подъема. Очевидно, такой аппарат представляет собой подвижный водолазный колокол со всеми его преимуществами.

Близкий по конструкции аппарат "Шельф Дайвер" (рис. 1.35) в 1973 году в Бискайском заливе использовался для обеспечения водолазных работ на глубине 100 м при демонтаже буровой штанги буровой платформы.

Характеристики "Дип Дайвера": глубина погружения 600 м; длина 6,7 м; ширина 1,5 м; высота 2,6 м; диаметр прочного корпуса 1,4 м; масса 8,25 т; скорость под водой 2,5 уз; экипаж 4 человека.

Всего "Перри Субмарин" построил около 40 аппаратов.

Отделение "Электрик боут дивижн" американской фирмы "Дженерал дайнемикс сабмарин тэст инд рисеч флит" (построившей свыше 20 АПЛ) в 1964 году строит "Стар-1"

и "Ашера", рассчитанные на глубину 60 и 180 м соответственно. "Стар-1" был снабжен прозрачным акриловым колпаком и сферой диаметром 1,7 м на 2 человека экипажа, имел скорость подводного хода до одного уз. "Ашера" также для двух человек предназначалась для научных исследований Пенсильванского университета (рис. 1.36). Этот аппарат использовался для поиска затонувших судов и археологических остатков древних цивилизаций в Эгейском море и у берегов Турции.

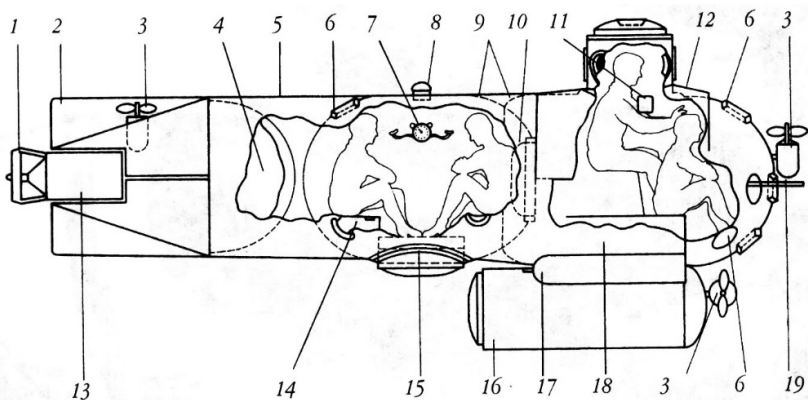


Рис. 1.35. Подводный аппарат
"Шельф Дайвер" ПЛС-4Б:

1 – гребной винт; 2 – стабилизатор; 3 – вертикальные движители;
4 – баллон с дыхательной смесью; 5 – легкий корпус; 6 – иллюминатор;
7 – прибор контроля; 8 – шлюз; 9 – прочный корпус; 10 – входной люк;
11 – приборная панель; 12 – балластная цистерна; 13 – электромотор;
14 – цистерна переменного балласта; 15 – водолазный люк; 16 – аккумуляторная батарея; 17 – баллоны с воздухом; 18 – дифференциальная цистерна; 19 – ограждение иллюминаторов

В 1966 году "Электрик боут" построил "Стар-2" для двух человек и глубины погружения 360 м. На большую глубину 600 м был следующий аппарат "Стар-3" (рис. 1.37).

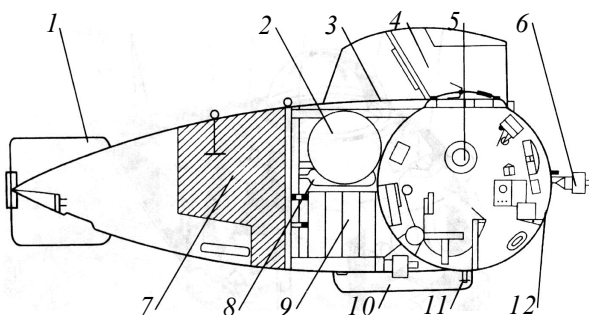


Рис. 1.36. Подводный аппарат "Ашера":

1 – стабилизатор; 2 – балластная цистерна; 3 – легкий корпус; 4 – рубка; 5 – иллюминатор; 6 – прожектор; 7 – синтактик; 8 – баллон с воздухом высокого давления; 9 – аккумуляторная батарея; 10 – съемный киль-балласт; 11 – гидроцилиндр; 12 – прочный корпус

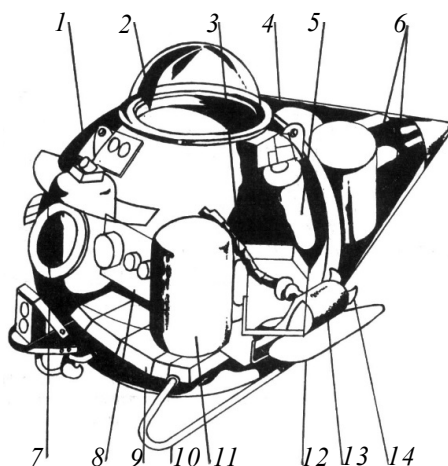


Рис. 1.37. Подводный аппарат "Стар-3":

1 – прочный корпус; 2 – стеклоколпак; 3 – поворотное устройство; 4 – легкий корпус; 5 – баллон с кислородом; 6 – баллоны с воздухом высокого давления; 7 – иллюминатор; 8 – приборная панель; 9 – балласт; 10 – рама; 11 – уравнильная цистерна; 12 – руль; 13 – электродвигатель; 14 – гребной винт

К группе водолазных относятся американские аппараты "Бивер Марк-4" и "Джонсон Си Линк", построенные в 1968 и 1970 годах. "Бивер Марк-4" построен фирмой "Норд Америкен Оушн Системз Оперейшн" и включает в себя две прочных сферы: одна для пилота и борт-инженера, а другая для трех водолазов. Два манипулятора обеспечивают возможность закрепления аппарата на объектах подводных нефтепромыслов.

В "Джонсонс Си Линке" также два прочных корпуса: акриловая сфера для пилота и бортинженеров, и цилиндрическая из алюминиевых сплавов – для трех водолазов. Подводная скорость – 3 уз, масса 11,5 т.

Для водолазных работ предназначался и американский аппарат "Вол-Л1", построенный в США в 1972 году.

Он также имел прочный корпус, шлюзовые камеры, водолазный отсек. Экипаж из 4 человек включает в себя и 2 водолазов. Водолазы через нижний люк могут выходить для выполнения работ, а также переходить в декомпрессионную камеру на судне-носителе.

Характерная особенность ряда таких аппаратов – два нижних цилиндрических контейнера, в которых размещаются аккумуляторные батареи.

Приблизительно также конструктивно выглядят аппараты "Мермайд", которые строила немецкая фирма "Бруккер Физикс". "Мермайд-3" (рис. 1.38) был построен в 1972 году и имел следующие характеристики: глубина погружения 300 м; длина 6,2 м; ширина 1,8 м; высота 2,7 м; диаметр прочного корпуса 1,25 м; масса 2,3 т; скорость 1 уз; экипаж 4 человека (в том числе 2 водолаза).

Эта фирма построила еще несколько аппаратов, предназначенных для инспекционных и водолажных работ: "Мермайд-4" (1977 г., рис. 1.39), "Мермайд-6" (для глубин до 600 м).

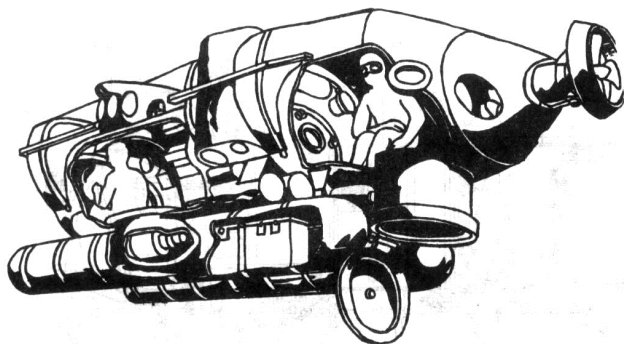


Рис. 1.38. Подводный аппарат "Мермайд-3"

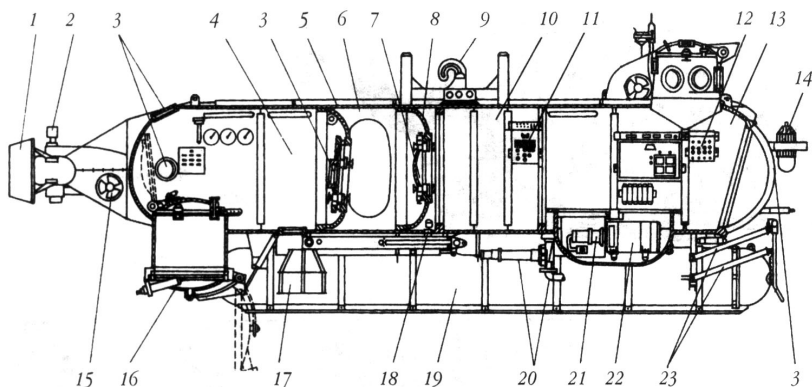


Рис. 1.39. Подводный аппарат "Мермайд-4":

- 1 – гребной винт; 2 – поворотный гидроцилиндр; 3 – иллюминаторы;
4 – водолазный отсек; 5 – прочный корпус; 6 – водолазный шлюз;
7 – переходной люк; 8 – переборка; 9 – рым; 10 – приборный отсек;
11 – водолазный пульт; 12 – электроштиты; 13 – пилотский отсек;
14 – гидролокатор; 15 – лаговый движитель; 16 – водолазный люк;
17 – наблюдательная камера; 18 – механизм сброса аварийного балласта;
19 – аккумуляторная батарея; 20 – поворотный механизм; 21 – гидрав-
лический насос; 22 – электродвигатель; 23 – гидроцилиндры

У "Мермайда-6" прочный корпус состоял из трех сфер, максимальная скорость достигала 3 узлов, масса 17 т, имеет два манипулятора.

Английская компания "OCEL" за относительно короткий период с 1978 по 1981 годы построила 20 небольших одноместных аппаратов "Мантис", рассчитанных для погружения на глубину до 600 м. Интересной особенностью этих аппаратов является возможность работы в двух режимах – привязном и автономном. В привязном режиме маневрирование осуществляется с использованием 10 двигателей с питанием по кабель-тросу. В автономном режиме – двумя двигателями от аккумулятора (в течение 1 часа).

Эта фирма построила аппараты "Дуплак" с глубиной погружения 700 м и "Хаук" с глубиной погружения 1800 м.

Был разработан и выпущен ряд аппаратов, совмещающих исследовательское и туристическое направления. В частности, германская фирма "Машиненбау Габлер" предложила серию подводных аппаратов "Тоурс" ("Турист Обзервейшн энд андерватер рисеч сабмарин"). "Тоурс-64" был построен в 1970 году, предназначался для сбора кораллов на глубинах до 200 м и рассчитан на 2 человека (рис. 1.40). В 1972 году был создан аналогичный аппарат "Тоурс-66" с глубиной погружения 300 м. Серия "Тоурс-73" содержала три модификации на глубины 100, 200 и 300 м.

В категории малых глубин подводные аппараты создавались и в других странах: Канаде ("Тарус-1", "Аквариус"), Франции (уже рассмотренный "Дениз", "Моана-1", "Моана-3", "Гриффон" и др.), Голландии, Японии, СССР и др.

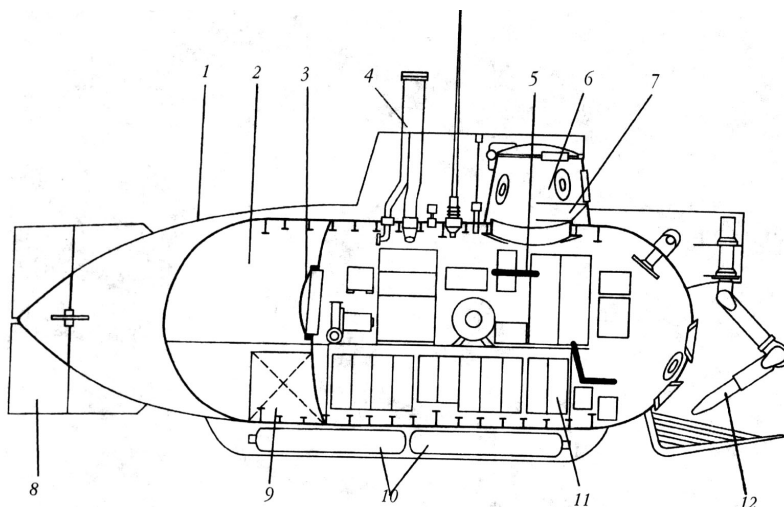


Рис. 1.40. Подводный аппарат "Тоурс-64":

- 1 – легкий корпус; 2 – водолазный люк; 3 – люк; 4 – шнорхель;
5 – сидение; 6 – рубка; 7 – приборная панель; 8 – руль;
9 – дифференциальная цистерна; 10 – баллоны воздуха высокого давления; 11 – аккумуляторная батарея; 12 – манипулятор

1.9. Обитаемые подводные аппараты Канады и Японии

1.9.1. Канадские аппараты

Удачной конструкцией отличаются канадские обитаемые подводные аппараты. Наибольшую известность получили аппараты фирмы "Интернешнл Хайдродайнемикс" (сокращенно "Хайко"), Ванкувер. За период своего существования с 1965 по 1978 год она изготовила одиннадцать аппаратов "Пайсис" ("Piscis" – созвездие рыб). Диапазон глубин, на которые были рассчитаны эти аппараты, колеблется от 750...975...1000 м ("Пайсис-9, 1, 2, 3, 8, 10") до 2000 м ("Пайсис-4, 5, 8, 10"), т. е. охватывают средние глубины погружения.

Эти аппараты имеют общий принцип конструкции, разработанный Маком Томсоном для первого "Пайсиса" (рис. 1.41, рис. 1.42): два прочных сферических корпуса (один для экипажа из трех человек, второй – балластно-приборный, диаметром 0,99 м), связанные между собой прочной рамой. Два бокса с аккумуляторами массой по 2 т расположены между корпусами в раме и могут перемещаться в продольном направлении, выполняя роль дифферентной системы. Для посадки на грунт и палубу судна обеспечения в нижней части к раме прикреплялись своеобразные "лыжи". Легкий стеклопластиковый корпус закрывал все основные части аппарата, два двигателя мощностью по 2 л. с. с винтами располагались в корпусах маслом заполненных, и установленных по бортам аппарата. Прочный корпус имеет три иллюминатора: два для наблюдения и один для кино- и фотоаппаратуры. К низу прочного корпуса крепился груз массой 136 кг, который при аварийной ситуации мог отсоединяться и оставаться на грунте. При этом аппарат приобретал положительную плавучесть и мог всплывать на поверхность. Масса "Пайсиса-1" 6,5 т. У последующих она возросла до 10...12 т. "Пайсис-1" достаточно хорошо зарекомендовал себя в исследовании работы орудий лова рыбы, изучении глубинного рассеивающего слоя, изучении флоры и фауны под Арктическими ледовыми полями, а также принимая участие в обеспечении в 1969 году подъемной операции затонувшего буксира "Эмеральд Страйт". С помощью резака, установленного на манипуляторе, "Пайсис-1" на глубине 200 м обрезал якорные цепи и освободил якорные клюзы, куда был заведен подъемный трос. 95-тонный буксир был поднят краном баржи. За время подъемных работ аппарат совершил 27 погружений при средней продолжительности каждого 5 часов. Среди достижений этого аппарата и международная экспедиция с участием советских ученых на Банке Джорджи. "Пайсис-2" и "Пайсис-3" были

построены в 1969 году с участием английской фирмы "Викерс". Погружались эти аппараты на глубину 1060 м.

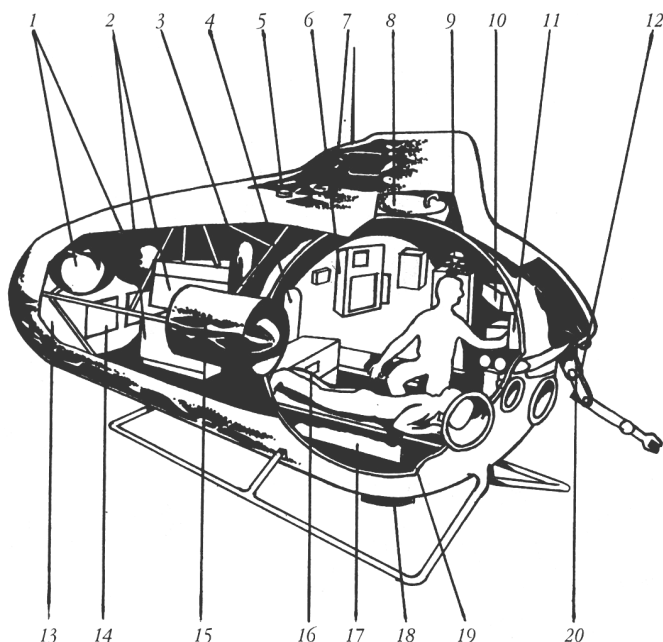


Рис. 1.41. Схема подводного аппарата "Пайсис-1":

1 – уравнильная цистерна; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – баллон воздуха высокого давления; 4 – баллон с кислородом; 5 – подводный телефон; 6 – электродит; 7 – рубка; 8 – входной люк; 9 – аварийная дыхательная маска; 10 – монитор гидролокатора; 11 – пульта управления; 12 – манипулятор; 13 – балластная цистерна; 14 – компенсаторы; 15 – мотогондола; 16 – гидролокатор; 17 – поглотитель углекислого газа; 18 – сбрасываемый аварийный груз; 19 – прочный корпус; 20 – легкий корпус

В 1971 году началось строительство "Пайсиса-4" по заказу Института океанологии им. П.Л. Ширшова Академии Наук СССР. В 1972 году строительство было завершено, но под давлением американской стороны канадские власти аннули-

ровали разрешение на продажу аппарата СССР как объекта передовой технологии. Попытка поставки в СССР аппарата "Пайсис-6" (1972 г.) через посредство швейцарской фирмы также не увенчалась успехом. Собранный в 1976 году "Пайсис-6" попал в США.

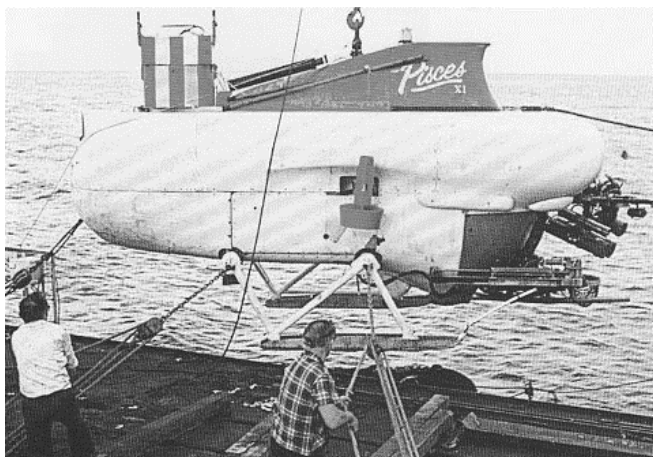


Рис. 1.42. Спуск подводного аппарата "Пайсис" на воду

Однако два аппарата "Пайсис-7" и "Пайсис-11", заказанные в 1975 и 1976 годах, были построены и поставлены в СССР в 1977 году. Расчетная глубина погружения этих аппаратов 2000 м.

Четыре прочные сферы (обитаемая диаметром 2 м, две носовые диаметром 0,8 м и кормовая диаметром 1,5 м) связаны между собой общей трубчатой рамой. К раме крепятся опорные лыжи. Трубы рамы заполнены маслом.

Малые сферы являются элементами уравнильно-дифферентной системы и заполняются водой, откачка которой производится насосом высокого давления. Водяные цистерны главного балласта, продуваемые воздухом высокого давления,

расположены под легким стеклопластиковым корпусом, свободное пространство под которым заполнено синтактиком. Два электродвигателя с винтами расположены по бортам в поворотных маслозаполненных гондолах, которые могут поворачиваться в вертикальной плоскости на 120° . Это обеспечивает использование движителей как маршевых, так и вертикальных. Питание осуществляется от свинцово-кислотных аккумуляторов в стеклопластиковых маслозаполненных корпусах. Эти корпуса и рама имеют общую системы компенсации забортного давления.

Имеется манипулятор с 7-ю степенями свободы и грабер – с тремя. Система гидравлики включает в себя насосную станцию и корбки клапанов потребителей.

Система жизнеобеспечения рассчитана на 72 часа при трех членах экипажа.

В аварийной ситуации возможен сброс аварийного груза массой 180 кг, двигателей, захвата манипулятора. Аппарат оборудован системой гидроакустического позиционирования относительно установленных на дне маяков-ответчиков, обработка сигналов выполняется с помощью бортовой ЭВМ.

Основные характеристики аппарата "Пайсис-11": длина 6,8 м, ширина 3,2 м; высота 3,7 м; диаметр прочного корпуса 2,0 м; масса 11,2 т; подводная скорость 2 уз; экипаж 3 человека.

"Пайсисы-7 и 11" активно использовались в научных целях в Черном море, в комплексных Байкальских геолого-геофизических экспедициях, на научно-исследовательских судах "Академик Курчатов", "Дмитрий Менделеев", "Академик Мстислав Келдыш" в экспедициях в Тихий океан, Красное море, рифта Таджура в Финском заливе, в Индийском океане и др.

В каждом рейсе выполнялось свыше 20 погружений при средней продолжительности каждого погружения 6 часов.

Аппараты "Пайсис-7" и "Пайсис-11" хорошо себя зарекомендовали как удобные и надежные средства проведения подводных исследований. Они находились в строю до 1991 года. В настоящее время российские "Пайсисы" завершили свою службу, один из них выставлен как экспонат в Калининградском музее.

Фирма "Интернешнл Хайдродайнемикс" помимо "Пайсисов" построила еще несколько аппаратов: двухместный "ЛЭО-1" на глубину 610 м, СДЛ-1 – водолазный аппарат на 610 м, "Аквариус-1" на 365 м и водолазный "Тарус-1" на 365 м.

Аппарат "Тарус-1" – двухкорпусный. В одном корпусе располагаются 2 члена экипажа – пилот и борт-инженер, во втором – водолазы. Водолазный корпус имеет переходной отсек, предназначенный для состыковывания с люком аварийных подводных лодок, что позволяет использовать аппарат как спасательный.

1.9.2. Японские аппараты

Японские специалисты всегда проявляли повышенный интерес к подводным исследованиям.

В 1960 году в Японии был построен обитаемый подводный аппарат "Курсио-2", представляющий собой научно-исследовательскую подводную лодку двухкорпусной конструкции с глубиной погружения 200 м.

Четыре балластные цистерны емкостью по 1500 л расположены в межкорпусном пространстве. Прочный корпус цилиндрической формы с полусферической носовой и конической кормовой оконечностями, разделен переборкой на две части: в носовом отсеке расположен экипаж (4 человека), в кормовой – электродвигатель кормового винта. Скорость движения 2 уз. Перекачка воды из носовой дифференциальной цистерны в кормовую и обратно обеспечивает необходимый

дифферент аппарата. Характерная особенность аппарата – отсутствие аккумуляторных батарей, электропитание подается по 600-метровому кабелю с обеспечивающего судна. Водоизмещение 12,5 т. "Курсио-2" предназначен для научных исследований, проводимых университетом г. Хоккайдо.

В 1964 году в Кобе на верфи компании "Мицубиси" построен подводный аппарат "Иомиури", принадлежащий токийской газете "Иомиури Шимбан". Аппарат предназначался для изучения поведения промысловых рыб и других научных целей. Его технические характеристики таковы: глубина погружения 300 м; длина 14,9 м; ширина 2,45 м; высота 3,9 м; диаметр прочного корпуса 2,0 м; водоизмещение 34,8 т; скорость подводного хода 3 уз; экипаж 5 человек.

За время эксплуатации до 1969 года аппарат выполнил ряд научных исследований: были обследованы последствия подводного землетрясения в Нингате, определены биологические ресурсы у побережья острова Кюсю, осуществлялся сбор кораллов у побережья Сикоку, исследовались условия у Большого Барьерного рифа в Австралии и т. п. В 1971 году во время тайфуна подводный аппарат "Иомиури", стоявший у борта судна обеспечения, затонул. Был поднят, но уже в подводных исследованиях участия не принимал.

В 1968 году по заказу Управления морской безопасности Японии верфь Кавасаки в Кобе построила подводный автономный аппарат "Шинкай-Дип-Си".

Расчетная глубина погружения 600 м. Аппарат предназначен для проведения топографических и геологических съемок в шельфовой зоне, поиска рыбы, акустических экспериментов и наблюдения за местами сейсмоактивности. Прочный корпус состоит из двух больших сфер диаметром по 4 м (управления и приборного), связанных между собой цилиндрическим переходом. Над верхним люком носовой сферы

установлена спасательная камера диаметром 1,75 м, куда в аварийной ситуации может перейти экипаж для подъема. Бокс с погруженной в масло свинцово-кислотной батареей размещен снаружи прочных корпусов. Аккумуляторы питают гребной маршевый двигатель и два бортовых двигателя. Винто-рулевой комплекс позволяет аппарату развивать подводную скорость 3,5 уз. Боковые винты могут поворачиваться в диапазоне 360° в вертикальной плоскости, что обеспечивает как продольное, так и вертикальное движение аппарата.

В 1978 году верфь "Мицубиси" в Кобе приступила к строительству подводного обитаемого аппарата "Шинкай-2000", рассчитанного уже на глубину 2000 м (рис. 1.43). Заказал этот аппарат японский научно-технический центр. В 1981 году аппарат спустили на воду. Стальной прочный корпус обеспечивал размещение 3 человек экипажа.

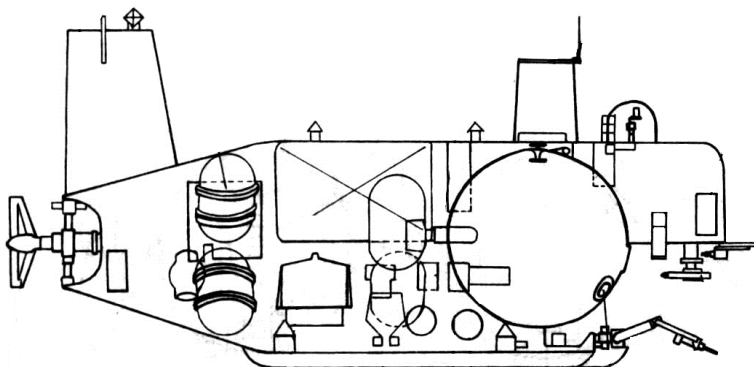


Рис. 1.43. Подводный аппарат "Шинкай-2000"

Технические характеристики этого аппарата: длина 9,3 м; ширина 3,0 м; высота 2,9 м; диаметр прочного корпуса 2,2 м; масса 24 т; скорость подводного хода 3 уз.

Первую научную экспедицию новый аппарат совершил в 1983 году, в 1986–1989 годы открыл геотермальные источники и "черные курильщики" у берегов Японии. К началу последнего десятилетия XX века "Шинкай-2000" совершил свыше 500 погружений.

Базировался аппарат на судне-носителе "Натсushima", оборудованном специальным кормовым спускоподъемным устройством в виде П-образной шарнирной рамы.

Линейку японских аппаратов в 1987 году дополнил "Шинкай-6500", построенный также по заказу Японского центра морских исследований и технологий (JAMSTEC) на верфи "Мицубиси дзюкото" в Кобе. Его характеристики: глубина погружения 6500 м; длина 9,5 м; ширина 2,7 м; высота 3,2 м; диаметр титанового прочного корпуса 2,0 м; масса 26 т; подводная скорость 2,5 уз; грузоподъемность 200 кг; два манипулятора, экипаж 3 человека (рис. 1.44). Обслуживание и транспортировка аппарата производится судном-носителем "Йокосуку".

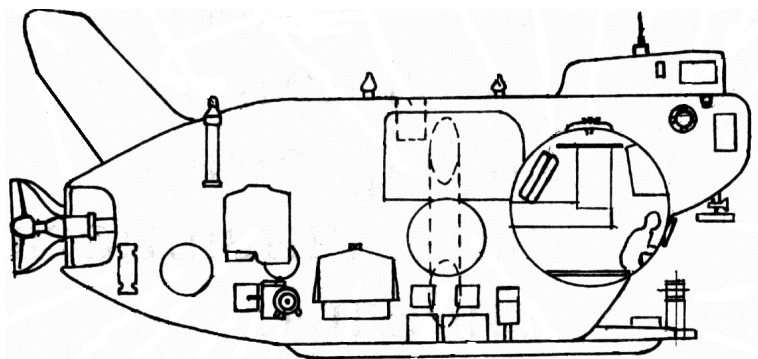


Рис. 1.44. Подводный аппарат "Шинкай-6500"

Аппарат интенсивно эксплуатируется и в марте 2007 года осуществил уже 1000-е погружение. Среди многочисленных

задач, решаемых в процессе погружений, не только научные (такие как открытие на дне в восточной части Тихого океана крупнейших в мире лавовых потоков), но и информационные в интересах телевидения и кино (познавательные программы для широкой публики).

1.10. Отечественные обитаемые подводные аппараты

Во второй половине XX столетия до девяностых годов в СССР было построено свыше двух десятков обитаемых подводных аппаратов различного назначения, не считая специальных для спасения экипажей аварийных подводных лодок. О первых из них – привязных "Север-1" и "Атлант" – уже было рассказано в п. 4.10.

Надо сказать, что, как и за рубежом, часто строительство первых отечественных подводных аппаратов выполнялось группами энтузиастов. Так, в 1967 году преподавателями и студентами Московского авиационного института (МАИ) был построен "мокрый" аппарат "МАИ-3", предназначенный как вспомогательное средство для наблюдения и измерений во время экспериментов с подводной лабораторией "Черномор"⁸ (рис. 1.45). Он рассчитан на двух человек в водолазном

⁸ "Черномор" – подводная лаборатория Института океанологии им. П.П. Шишова АН СССР для исследования возможности длительного обеспечения жизни и работы человека в море (экспедиции 1968–1973 гг., максимальная глубина погружения 30 м).

Петр Петрович Шишов (12 (26) декабря 1905 г., Екатеринослав (ныне Днепропетровск) – 17 февраля 1953 г., Москва) – советский государственный деятель, гидробиолог и полярный исследователь, профессор (1928 г.), доктор географических наук (1937 г.), академик АН СССР (1939 г.), Герой Советского Союза (1938 г.), народный комиссар, затем министр морского флота СССР (1942–1948 гг.). Первый директор Института океанологии АН СССР.

снаряжении и функционирует на глубине до 40 м. Такие "мокрые аппараты" не имеют прочного корпуса, относительно просты и дешевы.



Рис. 1.45. Подводная лаборатория "Черномор-2"

Студенческое конструкторское бюро МАИ разработало и построило другой "мокрый" аппарат – подводный "автомобиль" типа "Шельф-1" для глубин 50 м (рис. 1.46). Мощность силовой установки около 2 кВт, что позволяет двум винтовым колонкам создавать упор по 25 кгс.

Активную работу в области создания обитаемых подводных аппаратов для глубин до 600 м вело специальное Опытно-конструкторское бюро океанологической техники Института океанологии им. Ширшова Академии Наук СССР (ныне Федеральное государственное унитарное предприятие Опытно-конструкторское бюро специальных технических средств).

Среди этих аппаратов "ОСА-3" (1978 г.). Крыльчатые движители аппарата обеспечивали его перемещение в трех пло-

скостях и позволяли зависать над заданной точкой. Рассчитанный на экипаж из трех человек, аппарат имел диаметр легкого корпуса 4,5 м, высоту 5,8 м, водоизмещение 13,0 т.

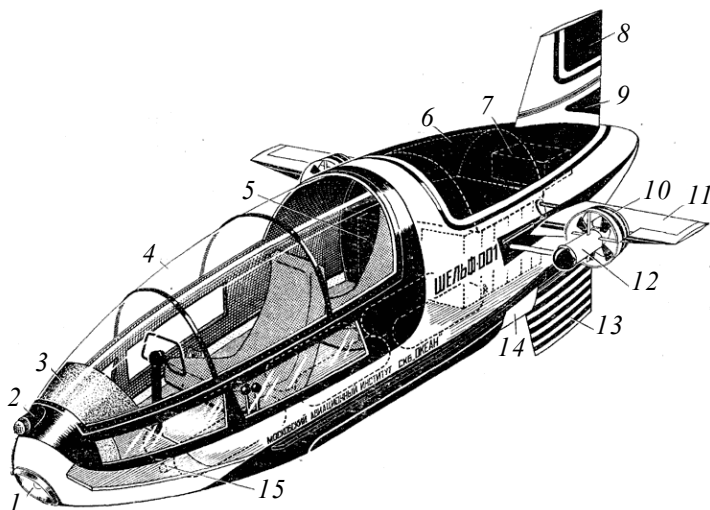


Рис. 1.46. Двухместный подводный аппарат "Шельф-001":
1 – фара; 2 – гидролокатор; 3 – приборный щиток; 4 – обтекатель;
5 – аккумуляторная батарея; 6 – балластная цистерна; 7 – распределительный блок электрической системы; 8 – руль направления; 9 – киль;
10 – гидродинамическое кольцо; 11 – элевон; 12 – ходовой электродвигатель; 13 – руль направления (нижний); 14 – сбрасываемый аварийный балласт; 15 – дифференциальная система

Для такой же глубины в 1980 году был создан аппарат "Океанолог", пополнивший технические средства Дальневосточного научного центра АН СССР.

В 1985 и 1986 годах были построены аппараты "Риф" (рис. 1.47) и "Морж", рассчитанные на глубину погружения 100 м. Основные характеристики: длина 4,2 м; ширина 1,8 м; высота 1,2 м; масса 2,8 т; подводная скорость хода 2,6 уз;

экипаж 2 человека; автономность рабочая 6 часов (аварийная 90 часов).

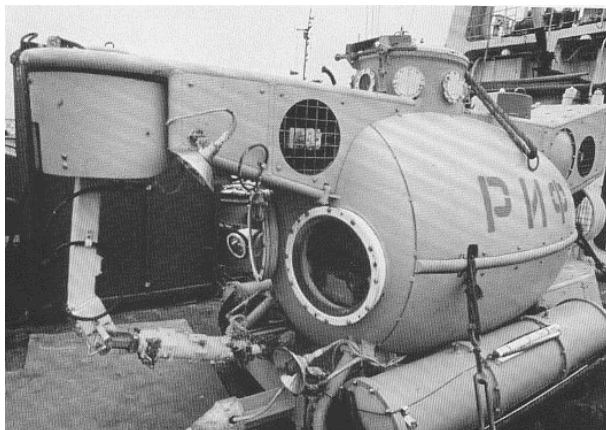


Рис. 1.47. Подводный аппарат "Риф" (1985 г.)

В 1987–1988 годах создаются подводные аппараты "Лангуст" (рис. 1.48) и "Омар" с такими характеристиками: глубина погружения 600 м; длина 5,6 м; ширина 2,6 м; высота 3,5 м; масса 9,5 т; скорость подводного хода 2,1 уз; автономность рабочая 8 часов (аварийная 72 часа).

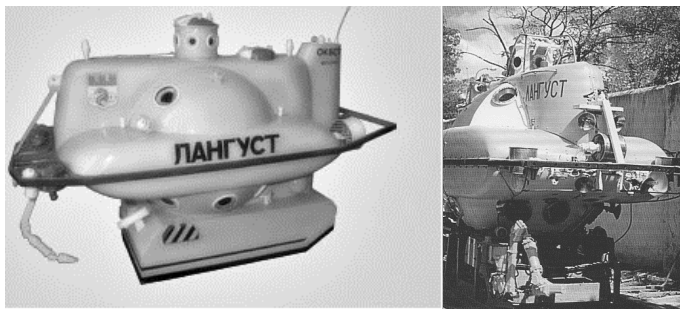


Рис. 1.48. Подводный аппарат "Лангуст" (1987 г.)

В 1989 году был построен один из лучших аппаратов для малых глубин "Катран" (рис. 1.49) с характеристиками: глубина погружения 300 м; длина 5,4 м; ширина 2,1 м; высота 5,5 м; скорость подводного хода 3 уз; автономность рабочая 8 часов (аварийная 72 часа).

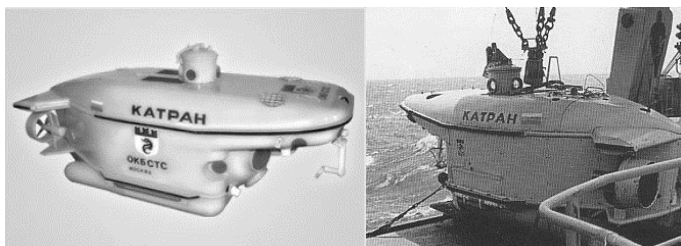


Рис. 1.49. Подводный аппарат "Катран" (1989 г.)

Некоторые из указанных аппаратов находятся в рабочем состоянии и в настоящее время. Сегодня в Украине для решения разнообразных работ эксплуатируются аппараты "Риф", "Лангуст" и "Омар".

Первым автономным отечественным аппаратом, глубина погружения которого достигла 2000 м, стал "Север-2" пр. 1825 (рис. 1.50–1,52). Он строился судостроительной промышленностью по заказу Министерства рыбного хозяйства для Полярного научно-исследовательского и проектного института рыбного хозяйства и океанографии (г. Мурманск).

Проектирование его выполняло СПМБМ "Малахит" (ЦКБ-143 или ЦПБ "Волна", главный конструктор Ю.К. Сапожков), а строительство – Новоадмиралтейский завод (1969–1970 гг.). Подводный аппарат "Север-2" предназначен для биологических наблюдений за рыбами и другими морскими организмами, имеет оборудование для океанологических

и археологических исследований. Следует отметить и комплексное решение вопросов эффективной эксплуатации этих аппаратов, под которые были спроектированы и переоборудованы БМРТ суда-носители "Одиссей" (рис. 1.53) и "Ихтиандр" с откидывающейся частью борта (Херсонский судостроительный завод; 1970, 1974 гг., ответственный сдатчик В.Л. Пацуков). В проектировании этих судов принимали участие Херсонское ЦКБ "Изумруд" (главный конструктор И.М. Багненко) и Николаевское ПКБ "Прогресс" (создание бортового специального спускоподъемного устройства в ангаре).

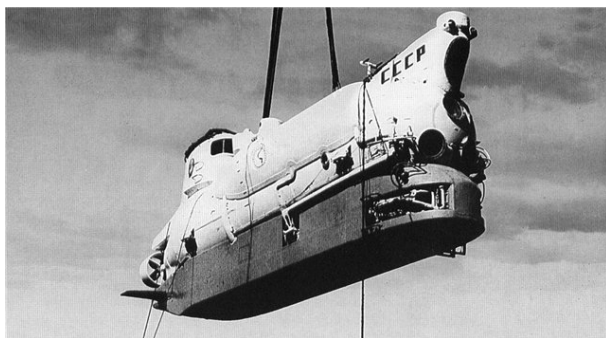


Рис. 1.50. Подводный аппарат "Север-2" (СССР, 1969 г.)

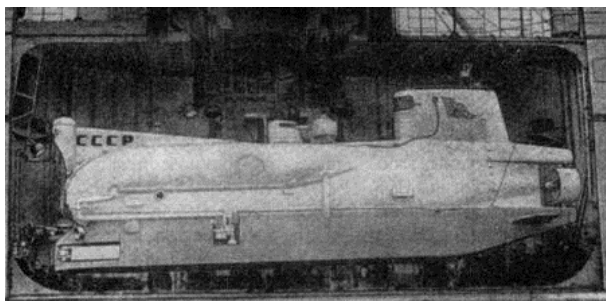


Рис. 1.51. Подводный аппарат "Север-2"
в ангаре судна-носителя "Одиссей" (СССР, 1969 г.)

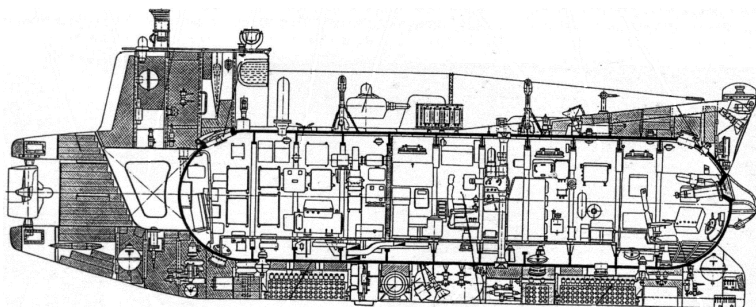


Рис. 1.52. Общее расположение
глубоководного аппарата "Север-2"(СССР, 1969 г.)



Рис. 1.53. Судно-носитель ПА "Север-2" "Одиссей"

Подводный аппарат "Север-2" имел следующие характеристики: длина 12,5 м; ширина 2,7 м; высота 3,8 м; масса 28 т; скорость хода 4 уз; экипаж 4 человека.

Первоначально испытания подводного аппарата производились в Черном море (вначале погружались на глубину 480 м, 1220 м и затем на предельную 2020 м). В дальнейшем многочисленные погружения производились в Индийском и Тихом океанах, куда он доставлялся судами-носителями "Одиссей" и "Ихтиандр". Были получены важные научные результаты

в части детального обследования подводных возвышенностей и донных рельефов, биологические сведения по обитателям глубины и другие данные океанологического назначения. За 12 лет работы совершили 575 спусков и провели под водой около 3000 часов.

Специалисты положительно оценивали эксплуатационные и исследовательские качества подводного аппарата "Север-2" и "Север-2бис".

Для океанографических целей и изучения поведения рыб в 1970 году специалистами Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) был спроектирован и оригинальный подводный аппарат "Гвидон" (рис. 1.54, 1.55). Он был построен в научно-исследовательском и конструкторском институте монтажной технологии. Аппарат был рассчитан на двух гидронавтов и рабочую глубину погружения 250 м [Данилов⁹], предназначен для исследования работы орудий лова (дрифтерных сетей, кошельковых и ставных неводов, крабовых ловушек и т. д.), исследования поведения промысловых рыб во время лова, оценки распределения их в воде, а также реакции на различные механические воздействия орудиями лова. Его особенность – вертикальный цилиндрический прочный корпус, где исследователь располагается в кресле выше командира подводного аппарата. Высота аппарата 4,5 м; ширина 2,5 м; внутренний диаметр прочного корпуса 1,22 м; высота прочного корпуса (включая комингс входного люка) 3,42 м; осадка 3,2 м; масса 3,9 т; водоизмещение: надводное – 3,9 т, подводное – 4,3 т; запас плавучести 17 %; масса аварийного балласта (свинцовая дробь или стальные шарики диамет-

⁹ Данилов И.В., Павлов О.П. Подводный аппарат "Гвидон". – Судостроение. № 11. 1972. – С. 12–13.

ром 6...8 мм) 300...320 кг; мощность электроприводов движителей: номинальная 2,8 л. с., максимальная 5,2 л. с.; автономность: по запасам электроэнергии 5 ч, по запасам регенерационных веществ 48...72 ч. Корпус опирается на три опоры, в верхней части – входной люк, кольцевая балластная цистерна – ниже. В нижней части твердый балласт в виде съемных контейнеров с погружными в забортную воду аккумуляторами и бункером для свинцовой картечи и железных шариков. Два поворотных движителя обеспечивают движения аппарата в любом направлении со скоростью подводного хода 0,7...1,0 уз. Для кругового наблюдения в корпусе предусмотрено десять иллюминаторов из оргстекла (шесть диаметром 154 мм, четыре – диаметром 66 мм).

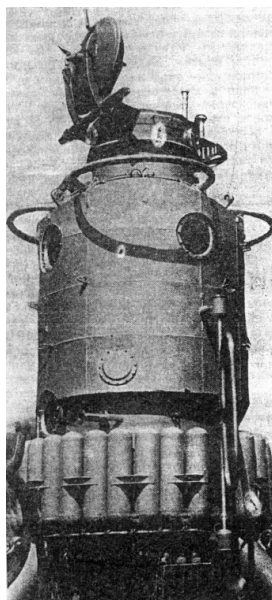
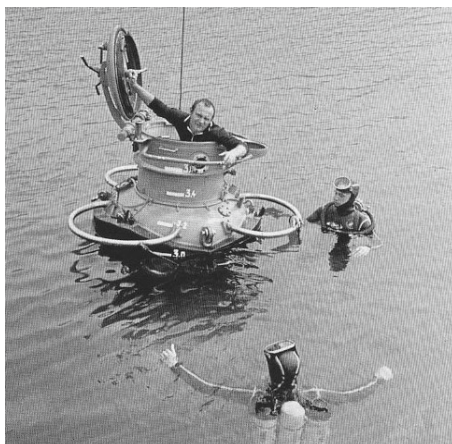


Рис. 1.54. Подводный аппарат "Гвидон" (СССР, 1970 г.)

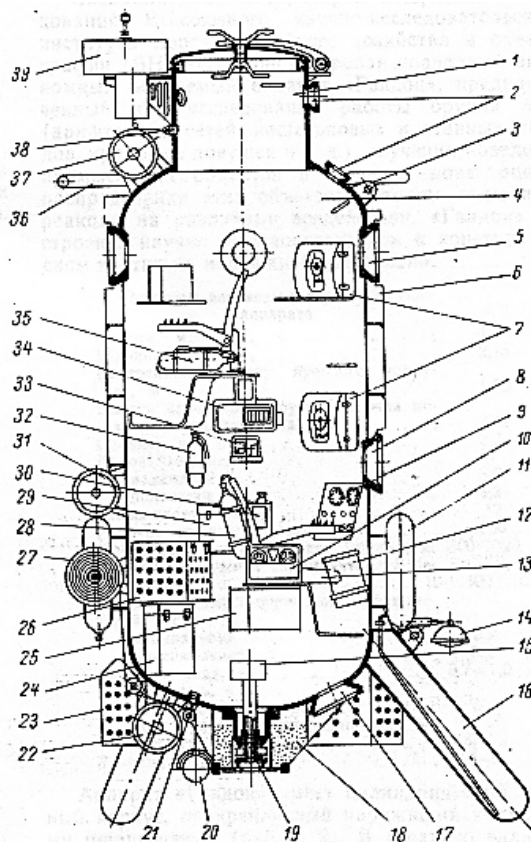


Рис. 1.55. Подводный аппарат "Гвидон".

1 – входной люк; 2 – иллюминатор; 3 – рым; 4 – прочный корпус; 5 – иллюминатор наблюдателя; 6 – балластная цистерна; 7 – эхолоты; 8 – иллюминатор пилота; 9 – пульт; 10 – диктофон; 11 – кислородные баллоны; 12 – гиropолукомпас; 13 – кресло пилота; 14 – светильник выдвижной; 15 – привод механизма поворота движителей и сброса балласта; 16 – уравнительная цистерна (опора); 17 – донный иллюминатор; 18 – аварийный балласт; 19 – механизм сброса балласта; 20 – гайдроп¹⁰;

¹⁰ Специальное устройство для удержания подводного аппарата на фиксированном расстоянии от морского дна.

21 – механизм сброса гайдропа; 22 – электрическая распределительная коробка; 23 – погружные аккумуляторы; 24, 25 – запас регенерационных веществ; 26 – регенерационная установка; 27 – лебедка гайдропа; 28 – аварийный дыхательный аппарат; 29, 30 – газоанализаторы; 31 – электрическая распределительная коробка; 32 – огнетушитель; 33 – барограф; 34 – радиопередатчик; 35 – кресло наблюдателя; 36 – предохранительная дуга; 37 – электрическая распределительная коробка; 38 – механизм отдачи аварийного буй; 39 – аварийный буй

Подводный аппарат "Гвидон" хорошо себя зарекомендовал при проведении погружений в Черном море, но, к сожалению, был утерян при испытательном спуске на предельную глубину (без людей). Из-за сложного подводного рельефа дна поднять аппарат не удалось.

В 1972–1973 годах были спроектированы и построены два буксируемых подводных аппарата "Атлант-2", которые представляли собой развитие аппаратов "Атлант-1". Основные характеристики этих аппаратов: длина 4,4 м; ширина 3,2 м; высота 1,8 м; масса 3 т; глубина погружения при буксировке до 333 м; экипаж 2 человека. Рассчитан на буксировку со скоростью 5 уз, имеет положительную плавучесть в 60 кгс. Погружение осуществлялось за счет создания крыльями на ходу отрицательной гидродинамической силы. Эти аппараты могли использоваться и в режиме гидростата. Проектирование выполнялось с участием специалистов института "Гипрорыбфлот". Изготавливались подводные аппараты "Атлант-1" (рис. 1.56) Адмиралтейским заводом в Ленинграде.

Этот же завод в 1973–1975 годах построил два подводных аппарата пр. 1602 "ТИНРО-2" (рис. 1.57), рассчитанных на глубину погружения 400 м и предназначенных для проведения исследований на континентальном шельфе в области промысловой океанографии.

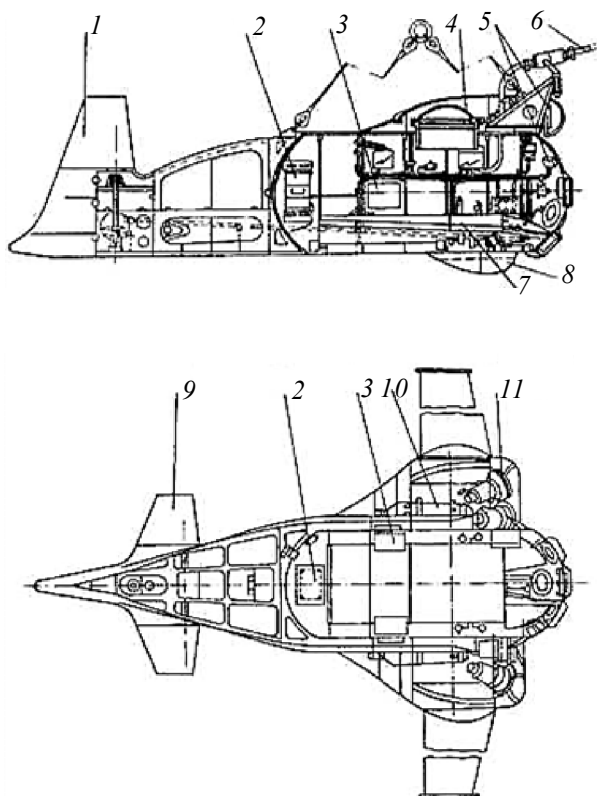


Рис. 1.56. Конструктивная схема
подводного аппарата "Атлант-1":

- 1 – горизонтальный руль; 2 – поглотитель CO_2 ; 3 – трансформатор;
4 – люк; 5 – гидролокатор; 6 – кабель-трос; 7 – скамья; 8 – балласт;
9 – руль глубины; 10 – баллоны с воздухом; 11 – прожектор

Проектированием аппарата руководил известный специалист по подводным аппаратам А.Н. Дмитриев. Технический проект был разработан горьковским СКБ "Судопроект", рабочая документация ленинградским ЦПБ "Волна".

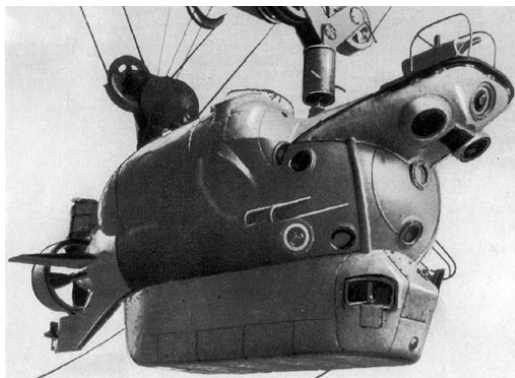


Рис. 1.57. Подводный аппарат "Тинро-2"

Название аппарат получил в честь Тихоокеанского института рыболовства и океанографии (сокращенно ТИНРО). Прочный корпус этого аппарата цилиндрической формы диаметром 1,5 м. Носовая переборка оборудована шестью иллюминаторами. Система погружения-всплытия включает в себя продуваемые сжатым воздухом бортовые балластные цистерны из стеклопластика; уравнительно-дифференциальные цистерны установлены в носу и корме.

Кормовая движительная установка состоит из гребного винта с кормовой поворотной насадкой, вертикальное движение осуществляется двумя гребными винтами в вертикальных каналах легкого корпуса в средней части подводного аппарата.

Все электродвигатели движительного комплекса располагаются в прочном корпусе, гребные валы проходят через дейдвудные уплотнения. В прочном корпусе размещена система гидравлики и насос забортной воды.

Под прочным корпусом располагаются контейнеры с аккумуляторными батареями. Один из контейнеров может быть сброшен в аварийных условиях.

В составе оборудования – подводная связь, эхолоты, гидролокатор.

Основные характеристики "ТИНРО-2": длина 7,5 м; ширина 2,4 м; высота 2,9 м; масса 10,5 м; скорость хода 3 уз; экипаж 2 человека.

Для обслуживания этих подводных аппаратов использовались суда-носители "Ихтиандр" и "Гидронавт".

Уже в первом в СССР рейсе с подводным аппаратом "ТИНРО-2" в Атлантику на судне-носителе "Ихтиандр" было проведено 48 успешных погружений у берегов Африки, Америки, в том числе и Бермудском треугольнике.

Оба аппарата успешно эксплуатировались в научных и исследовательских целях. После развала СССР оба аппарата оказались на территории Украины (один из них был продан во Вьетнам на металлолом вместе с судном-носителем, другой – также во Вьетнам для подводных работ по японской программе).

В 1976 году Адмиралтейский завод построил подводную плавучую лабораторию пр. 1603 "Бентос-300" (рис. 1.58, 1.59), спроектированную специалистами ленинградского института "Гипрорыбфлот" (главный конструктор И.Б. Михайлов) для Министерства рыбного хозяйства СССР. Всего было построено два таких аппарата (второй в 1978 г.). Их характеристики: расчетная глубина погружения 300 м; длина корпуса 4,5 м; водоизмещение 510 т; подводная скорость 1,5 уз; экипаж 10–12 человек; автономность – две недели.

По замыслу эти аппараты представляют собой подводные станции для длительных биологических исследований. В район исследований они буксируются судами обеспечения (в качестве которых использовались китобойные суда "Гордый" и "Дивный"). Здесь с помощью специального якорного устройства такой аппарат фиксируется на нужной глу-

бине и исследователи, находящиеся в условиях давления, равного забортному, осуществляют выходы в подводный мир. Декомпрессия проходится только один раз в конце эксплуатации подводной лаборатории. Именно такой алгоритм потребовал создания большого прочного корпуса (диаметр 4,5 м, длина 18,5 м), который делится на три отсека: носовой – пилотская кабина, средний – жилые помещения, кормовой – система жизнеобеспечения, ходовой электродвигатель и шлюзовая камера для выхода двух водолазов (до глубины 100 м).



Рис. 1.58. Подводная лаборатория "Бентос-300"

В аварийной ситуации весь экипаж может через носовой отсек погрузиться в спасательную камеру и всплыть. Маршевый двигатель позволяет развить подводному аппарату небольшую подводную скорость, необходимую для маневрирования при установке на грунте, транспортировка же к месту исследований, как уже отмечалось, осуществляется путем буксировки судном обеспечения.

Большие габариты аппаратов позволяли размещать весь необходимый арсенал измерительного комплекса того времени (аппаратура для определения солености, плотности, прозрачности, температуры и других параметров морской воды).

Эти подводные аппараты представляют собой интересный инженерный опыт решения научно-исследовательских

задач, не получивший, однако, дальнейшего развития. Это связано, в первую очередь, с успешным совершенствованием техники научных исследований, которую удается размещать на малых подводных аппаратах.

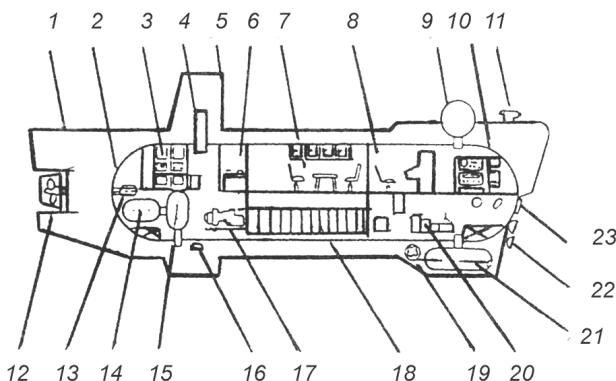


Рис. 1.59. Схема подводной лаборатории "Бентос-300":

1 – легкий корпус; 2 – прочный корпус; 3 – электроштиты; 4 – входной люк; 5 – рубка; 6 – камбуз; 7 – каюты; 8 – место пилота; 9 – всплывающая спасательная камера; 10 – научное оборудование; 11 – датчики системы сбора данных; 12 – гребной винт; 13 – электродвигатель; 14 – декомпрессионная камера; 15 – шлюзовая камера; 16 – светильник; 17 – электрогенератор; 18 – аккумуляторная батарея; 19 – лаговый движитель; 20 – привод лагового движителя; 21 – отсек для наблюдений; 22 – прожекторы; 23 – иллюминаторы

Одним из таких аппаратов в те годы стал "Аргус", созданный в Опытно-конструкторском бюро океанологической техники Института океанологии Академии Наук СССР (главный конструктор Н. Гребцов) в 1975 году. Строился он на судоремонтном заводе Речфлота в Белом городке, завершение сборки и оснащение аппаратурой производилось в Геленджике в Южном отделении института океанологии. Основные характеристики аппарата: глубина погружения 600 м; длина 6 м; ширина 2,6 м; высота 3,7 м; диаметр прочного корпуса 2,2 м;

масса 8,3 м; подводная скорость 3 уз; экипаж 3 человека (рис. 1.60–1.62).



Рис. 1.60. Подготовка подводного аппарата "Аргус" на берегу

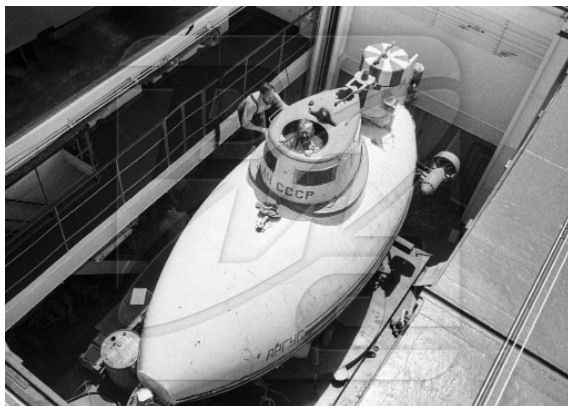


Рис. 1.61. Установка подводного аппарата "Аргус" на борту научно-исследовательского судна "Витязь"

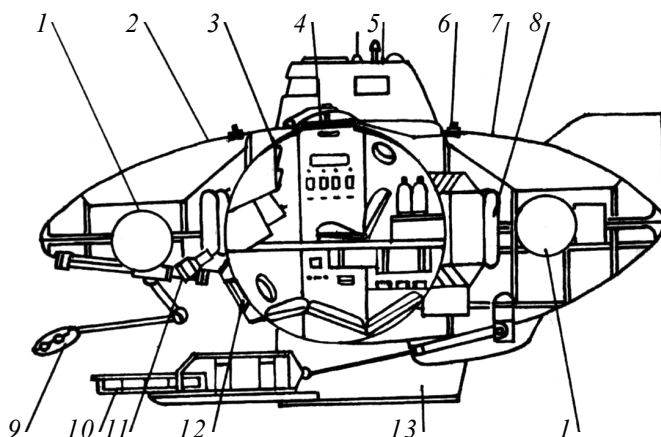


Рис. 1.62. Схема конструкции подводного аппарата "Аргус":

- 1 – уравнильно-дифференциальные цистерны; 2 – легкий корпус;
3 – прочный корпус; 4 – входной люк; 5 – рубка; 6 – клапан вентиляции;
7 – цистерны главного балласта; 8 – баллоны воздуха высокого давления;
9 – манипулятор; 10 – бункер-лоток для проб грунта и других поднимаемых объектов;
11 – светильник;
12 – иллюминаторы; 13 – аккумуляторная батарея

Среди интересных технических решений – масляная уравнильно-дифференциальная система с вариаторами: две прочные цистерны по 325 литров емкостью и пять прорезиненных емкостей. Эта система аналогична аппарату "Алвин" и позволяет реализовать принцип "постоянный вес – переменный объем": перекачка масла в прорезиненные емкости увеличивает объем аппарата и он всплывает, при обратной операции – объем уменьшается, аппарат погружается. Движителями в "Аргусе" являются две поворотные винторулевые колонки, в которых используются авиационные стартер-генераторы, заключенные в водонепроницаемые боксы.

До 1981 года "Аргус" принимал участие во многих океанологических погружениях в Черном море, а с 1982 года стал

базироваться на научно-исследовательском судне "Витязь", где для него был оборудован ангар и СПУ. Вторым судном-носителем этого подводного аппарата стал НИС "Рифт".

Аппарат принимал участие во многих экспедициях в Мировом океане, в Средиземном море, на шельфе Атлантического океана, активно использовался в спасательных операциях на затонувшем теплоходе "Адмирал Нахимов".

До настоящего времени входит в состав флота Института океанологии Российской академии наук.

Опытно-конструкторское бюро океанологической техники Института океанологии АН СССР разработало подводный аппарат "Осмотр" (рис. 1.63), который в 1985 году был также смонтирован в Геленджике в Южном отделении института. Он предназначен не только для океанологических исследований на глубинах 300 м, но и для проведения подводных работ, включая и водолазные на глубинах до 200 м. Этот аппарат – пример подводных аппаратов для обеспечения деятельности на континентальном шельфе. Характерная особенность аппарата – наличие двух отсеков: командного и водолазного, где располагаются водолазы, транспортируемые к месту работы.

Если предполагаются исследования без выхода в воду, в водолазном отсеке размещаются исследователи. Двенадцать иллюминаторов в прочном корпусе обеспечивают хороший обзор как исследователям, так и водолазам. В частности, в командном отсеке передний иллюминатор имеет размер 460 мм, а в водолазном отсеке установлен верхний смотровой колпак с иллюминаторами. В водолазном отсеке имеется выходная шахта, а сам он сообщается люком с командным отсеком.

Маршевые электродвигатели в мотогондолах расположены в корме, лаговые – на носовом и кормовом кронштейнах

прочного корпуса, а вертикальные – в носовой и кормовой шахтах легкого корпуса. Маслозаполненные аккумуляторные батареи в виде четырех боксов размещены снаружи аппарата по бортам. Имеется балласт аварийного сброса массой 200 кг. Основные характеристики этого аппарата таковы: длина 6,61 м; ширина 2,75 м; высота 3,31 м; диаметр прочных корпусов 1,4 м; масса 16,0 т; подводная скорость 3 уз; экипаж 5 человек (включая двух водолазов).



Рис. 1.63. Подводный аппарат "Осмотр" на транспортной тележке перед спуском на воду

Серьезным достижением специалистов Института океанологии Академии наук СССР стал результат совместного советско-финского сотрудничества в создании подводных

аппаратов "Мир-1" и "Мир-2". Рассчитанные на глубины погружения до 6000 м, эти аппараты в течение последних десятилетий оказались одними из самых востребованных. В концепцию аппаратов был вложен как положительный отечественный опыт создания подводных аппаратов, в том числе и опытно-конструкторского бюро Института океанологии АН СССР, так и мировой опыт эксплуатации и проектирования подводных аппаратов различного назначения. В период с 1985 по 1987 годы финская судостроительная фирма "Раума-Репола" вела строительство этих аппаратов. Научную программу от технического задания до проведения испытаний взяла на себя Академия Наук СССР.

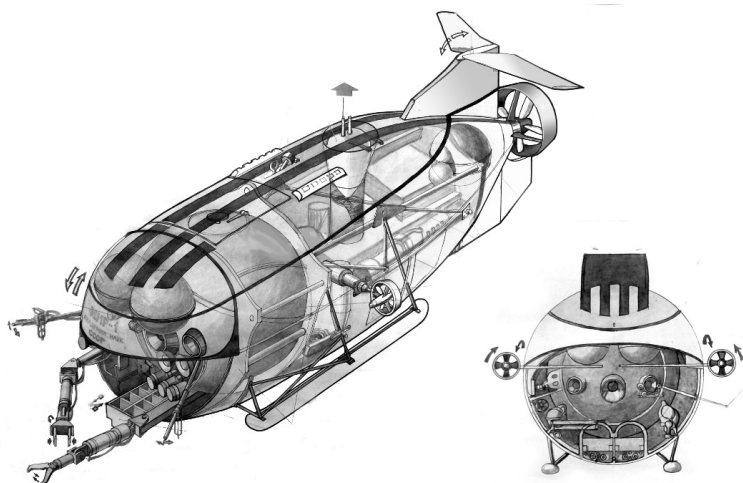
Аппараты "Мир-1" и "Мир-2" входят в число немногих аппаратов, способных сегодня погружаться на глубину 6000 м. Это, кроме двух "Миров", американский "Си Клиф" (переоборудован в 1984 г.), французский "Наутил" (1984 г.), японский "Шинкай 6500" (1987 г.), российский "Русь" (2007 г.).

Аппарат "Мир" имеет сферический прочный корпус из никелевой стали диаметром 2,1 м, что позволяет разместить экипаж из 3 человек. Три иллюминатора (центральный диаметром 200 мм, боковые – 120 мм) обеспечивают удобный визуальный контроль подводной обстановки. Рама из нержавеющей стали является основой для размещения составных элементов аппарата.

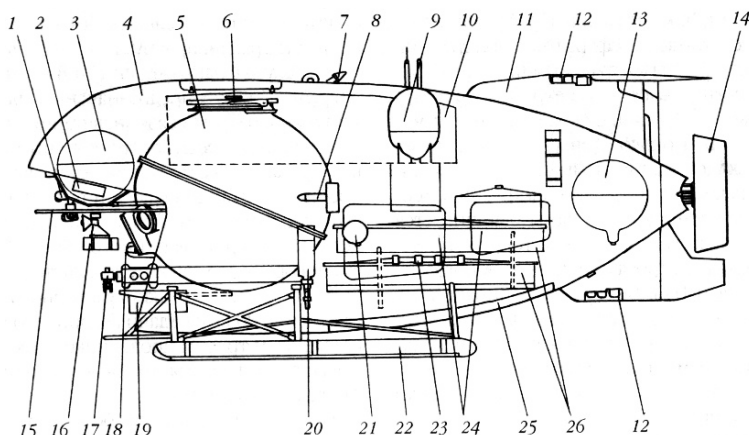
Вся конструкция закрыта легким корпусом с синтактиком и обеспечивает необходимую обтекаемость аппарата. Двигательный комплекс включает в себя три гидромотора с насадками: маршевый кормовой и два поворотных (на углы $+110 \pm 60^\circ$) бортовых. Такая компоновка благоприятствует высокой маневренности аппарата. Использование бортовых двигателей позволяет развивать скорость до 1 уз,

а маршевого до 3 уз (совместная работа всех увеличивает скорость до 5 уз). Кроме того, боковые движители, установленные на кронштейнах, повышают маневренность аппарата. Аккумуляторные железо-никелевые батареи размещены в двух маслonaполненных боксах: одна с напряжением 120 В для электромоторов, вторая 24 В для системы гидравлики, навигации и освещения. Аварийная никель-кадмиевая аккумуляторная батарея установлена в прочном корпусе и предназначена для системы гидравлики аварийного сброса боковых и кормовых движителей, нижнего аккумуляторного бокса (весом 1200 кг) и аварийного бую с кевларовым проводником. Твердый балласт в виде никелевой дроби расположен в стеклопластиковых бункерах с электромагнитными заслонками.

Общая схема аппарата показана на рис. 1.64. Основные характеристики аппарата, кроме указанных выше: длина 7,8 м; ширина 3,8 м; высота 3,01 м; масса 18,6 т.



a



б

Рис. 1.64. Подводные аппараты "Мир-1" и "Мир-2":
а – общий вид с носа; **б** – схема в аксонометрии,
 схематический продольный разрез:

- 1 – гидролокатор; 2 – фотовспышка; 3 – носовая балластная сфера (цистерна); 4 – легкий корпус; 5 – прочный корпус; 6 – люк;
- 7 – грузовой рым; 8 – боковые движители; 9 – аварийный буй;
- 10 – цистерны главного балласта; 11 – стабилизатор; 12 – гидрофоны;
- 13 – кормовая балластная цистерна; 14 – маршевый движитель;
- 15 – поворотная штанга; 16 – поворотная рама; 17 – манипулятор;
- 18 – датчики системы сбора данных; 19 – бункер для образцов;
- 20 – бункер с дробью; 21 – баллон воздуха высокого давления;
- 22 – лыжи; 23 – насос морской воды; 24 – технологические люки;
- 25 – сбрасываемая часть легкого корпуса;
- 26 – аккумуляторные боксы

Обеспечение аппаратов производится судном-носителем "Академик Мстислав Келдыш" (научно-исследовательское судно Института океанологии АН Российской Федерации). Спускоподъемным устройством судна служит специальный гидравлический кран (рис. 1.65).

В период с 1987 по 1991 годы проведено 35 экспедиций в Атлантический, Тихий и Индийский океаны. Среди

результатов интересные данные по гидротермальным источникам ("черным курильщикам"), 7 экспедиций (1989–1998 гг.) в район гибели АПЛ "Комсомолец" в Норвежском море возле острова Медвежий, обследование затонувшей АПЛ "Курск", съемки для фильма "Титаник" в 1997 году и "Экспедиция Бисмарк" в 2002 году, подледные погружения в географическом Северном полюсе в Северно-Ледовитом океане в 2007 году, в озеро Байкал в 2008–2009 годах и др.



Рис. 1.65. Спускоподъемное устройство подводных аппаратов "Мир-1" и "Мир-2" на НИС "Академик Мстислав Келдыш"

Общее количество погружений "Мир-1" и "Мир-2" более 300, в том числе и на предельные глубины 6170 и 6120 м соответственно.

Существенным результатом работы аппаратов является также освоение технологии совместного использования двух аппаратов при решении сложных задач подводных исследований, подводных киносъемок и видеозаписи.

1.11. Подводные аппараты-спасатели экипажей аварийных подводных лодок

Строго говоря, обозначенная в заголовке категория подводных обитаемых аппаратов не полностью подпадает под приведенное понятие океанотехники, так как в данном случае речь идет о технике, напрямую связанную с военно-морским флотом. Тем не менее, целесообразность рассмотрения аппаратов этого назначения определяется перспективами использования аппаратов-спасателей для подводных объектов океанотехники, которые, несомненно, получают широкое распространение в уже обозримом будущем.

Вполне можно себе представить ситуацию, когда потребуются спасательные операции для обитаемых подводных сооружений как нефтегазового направления, так и добычи и обогащения других полезных ископаемых в море (в частности, железомарганцевых конкреций).

Исходя из этих соображений затонувшая подводная лодка в аварийном состоянии может рассматриваться лишь как подводный объект спасательных операций, а не боевая единица. Это позволяет отработанные принципы и технические средства спасения экипажа подводных лодок использовать для подводных обитаемых объектов океанотехники.

Можно выделить две существенные особенности спасательных аппаратов: дополнительные объемы прочного корпуса для размещения спасаемых людей и специальное устройство стыковки с аварийным объектом под водой для перехода спасаемых в аппарат.

Из этого следует, что такие аппараты не могут быть слишком малыми, так как обычно стоит вопрос о спасении большого количества людей (например, экипаж АПЛ составляет 100 и более человек).

К аппаратам с дополнительным отсеком можно отнести водолазные, но они, как правило, рассчитаны на относительно небольшие глубины (до 200–250 м).

Одним из первых аппаратов по такой схеме можно считать "Дин Квест" (рис. 1.66), который был спроектирован и построен в 1967 году американской фирмой "Локхид миссилс энд спейс компани". Две сферы диаметром 2,14 м соединены между собой 900-миллиметровым люком и образуют прочный корпус. В нижней части второго корпуса предусмотрен люк, который открывается после установки аппарата под люком аварийной подводной лодки, герметизации и откачивания воды. Такая операция требует высокой маневренности подводного аппарата, что обеспечивается четырьмя двигателями, двух маршевых кормовых и двух вертикальных в носу и в корме.

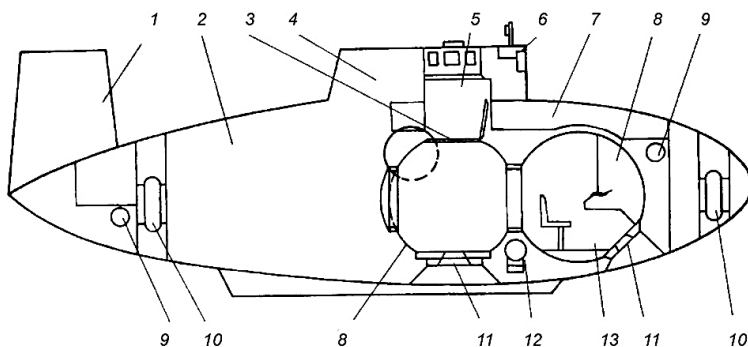


Рис. 1.66. Подводный аппарат "Дин Квест" (США, 1967 г.):

- 1 – стабилизатор; 2 – легкий корпус; 3 – люк; 4 – рубка; 5 – шахта;
 6 – телекамера; 7 – синтактик; 8 – прочный корпус; 9 – дифференциальная
 цистерна; 10 – двигатель; 11 – иллюминатор; 12 – балласт;
 13 – пилотская кабина

Основные характеристики аппарата: глубина погружения 2440 м; длина 12,6 м; ширина 5,8 м; высота 4,1 м; диаметр

прочных корпусов 3,5 м; масса 52 т; количество членов экипажа 4 человека.

Для обслуживания "Дин Квеста" используется судно-носитель "Транс Квест" с кормовым открытым доком, куда опускается платформа для спуска и приема аппарата (водоизмещение судна 450 т).

Не имеется сведений, подтверждающих использование "Дин Квеста" в спасательных целях. Однако такая идея¹¹ спасательных операций получила свое развитие в глубоководных обитаемых аппаратах DSRV, построенных той же фирмой "Локхид Миссилс энд Спейс компани".

Аббревиатура DSRV представляет собой сокращение "Deep Submergence Rescue Vehicle" (глубоководное спасательное транспортное средство). Первые построенные в 1971 и 1972 году спасательные подводные аппараты DSRV получили имена "Мистик" и "Авилон". Схема аппарата приведена на рис. 1.67.

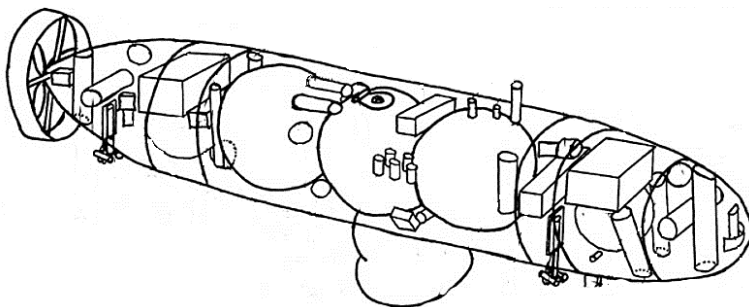


Рис. 1.67. Схема спасательного подводного аппарата DSRV (США, 1972 г.)

¹¹ Эта идея впервые была предложена в конце 1950-х гг. в СССР и впервые осуществлена постройкой автономного аппарата УПС.

Прочный корпус представляет собой конструкцию из соединенных последовательно трех сфер (диаметром 2,28 м) с входным люком в средней сфере. К средней же сфере приварена камера присоса для присоединения к комингс-площадке входного люка аварийной подводной лодки. Носовая сфера – пилотная кабина, средняя и кормовая предназначены для размещения спасаемых людей в количестве 24 человек. Экипаж – 2 человека. Система жизнеобеспечения аппарата рассчитана на 24 часа.

Основные характеристики этих аппаратов: глубина погружения до 1500 м; длина 15,2 м; ширина 3,6 м; высота 2,29 м; масса 33 т; подводная скорость 5 уз; количество людей; вмещающихся в аппарат – 26 человек.

Хотя количество аппаратов невелико (всего два), спасательная система включает в себя носители разных типов: самолеты; подводные лодки (такими подводными носителями являются 40 подводных лодок ВМС США, рис. 1.68), два надводных судна-носителя (катамараны с опускаемыми платформами для спуска под воду и подъема аппаратов).



Рис. 1.68. DSRV "Мистик" на подводной лодке-носителе (США, 1971 г.)

"Мистик"¹² и "Авилон", базируются в Сан-Диего (Южная Калифорния, США), могут быть доставлены самолетом в любой район Мирового океана. Предусмотрена унификация стыковочных узлов аппарата и аварийных комингс-площадок подводных лодок США и стран НАТО. В настоящее время решается вопрос об унификации комингсов аварийных люков и подводных лодок России.

Интересной особенностью спасательных подводных аппаратов DSRV является компенсация веса подводников, перешедших в аппарат после стыковки, удаления воды из камеры приема и открытия люков подводной лодки и подводного аппарата. Компенсация производится вытеснением из двух цистерн 2 т воды. Отстыковка аппарата и транспортировка людей к подводной лодке-носителю или надводному судну-носителю завершает первый спасательный рейс. Таких "челночных" рейсов для спасения всей команды затонувшей подводной лодки может потребоваться шесть, так как экипаж современной атомной подводной лодки составляет более 100 человек.

В 1978 году шведская фирма "Кокмус" по заказу ВМС Швеции построила спасательный аппарат УРФ, рассчитанный на глубину погружения 460 м. Два сферических корпуса, один в носу, другой в корме, соединены цилиндрическим переходом.

Носовая сфера – пилотская кабина, кормовая – водолазный отсек, цилиндрический переход – машинный и спасательный отсеки. В последнем может разместиться 25 человек экипажа аварийной лодки. Водолазный отсек рассчитан на двух водолазов и имеет два люка – верхний и нижний для шлюзования и выхода водолазов и прохода спасаемых (рис. 1.69).

¹² "Мистик" был списан в 2008 году.

Экипаж состоит из 5 человек – пилота, штурмана, двух водолазов и борт-инженера.

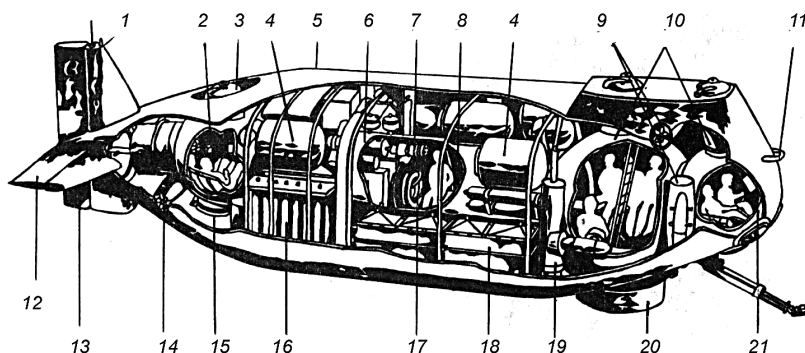


Рис. 1.69. Подводный спасательный аппарат УРФ
(1978 г., Швеция):

1 – световой маяк; 2 – водолазный отсек; 3 – люк; 4 – балластные цистерны; 5 – легкий корпус; 6 – декомпрессионная камера; 7 – шлюз; 8 – пассажирский отсек; 9 – пилотская кабина; 10 – двигатели; 11 – шахты; 12 – буксировочная скоба; 13 – вертикальный руль; 14 – горизонтальный руль; 15 – лаговый движитель; 16 – водолазный люк; 17 – баллоны с воздухом; 18 – люк; 19 – аккумуляторная батарея; 20 – балласт; 21 – стыковочная камера

Пилотская кабина также имеет верхний люк и предназначена для двух человек (пилота и штурмана). Борт-инженер располагается в машинном отсеке.

Основные характеристики аппарата: длина 13,5 м; ширина 4,3 м; высота 3,9 м; масса 49 т; подводная скорость хода 2 уз.

Транспортировка аппарата производится автомобилем (по суше), судном-буксировщиком (по морю).

Схема использования аппарата аналогична схеме DSRV, но на водолазных глубинах спасательные работы ведутся с участием водолазов аппарата. После выхода экипажа лодки непосредственно в воду вышедшие направляются к люку

кормовой сферы аппарата. В аппарате они проходят декомпрессию.

В 1977 году американская фирма "Пери Оушеннографикс Инкорпорейшен" построила три обитаемых подводных аппарата "РС-18" и "РС-1801" и "РС-1802" для погружения на глубины до 500 м. Эти аппараты, помимо инспекции и работы с подводными объектами, предназначены для проведения спасательных операций. Аппараты базируются на судне-носителе, оборудованном спускоподъемным устройством. После спуска с судна аппарат подходит к аварийной подводной лодке. Здесь происходит его посадка на комингс-площадку аварийной лодки. После герметизации и откачки воды из шлюзовой камеры подводники (до 16 человек) могут перейти в аппарат, который после отстыковки от аварийной лодки доставляет их на судно-носитель.

Прочный цилиндрический корпус имеет диаметр 1,4 м; водоизмещение аппарата 12 т. Система жизнеобеспечения рассчитана на трое суток.

По схеме, сходной с аппаратом УРФ, в 1978 году был построен японский спасательный аппарат "Тихиро", рассчитанный на глубину погружения 600 м и 12 человек спасаемых. Водоизмещение аппарата 30 т, подводная скорость 3 уз, экипаж – 6 человек. Носовая сфера диаметром 2,4 м предназначена для двух пилотов, кормовая диаметром 1,6 м – для водолазов, оборудована камерой присоса, через нее в аппарат переходят члены экипажа аварийной подводной лодки. Управление аппаратом при маневрировании у подводной лодки может осуществляться как в ручном, так и автоматическом варианте.

Транспортировка аппарата к месту аварии производится судном-носителем на воздушной подушке.

К спасательным, правда, для малого числа людей, можно отнести и немецкий подводный аппарат "Мермайд-VI" (рис. 1.70) фирмы "Bruker Meerestechnik GmbH" (Карлсруэ). В нем также три прочных сферы, средняя из которых имеет камеру присоса и предназначены для размещения спасаемых.

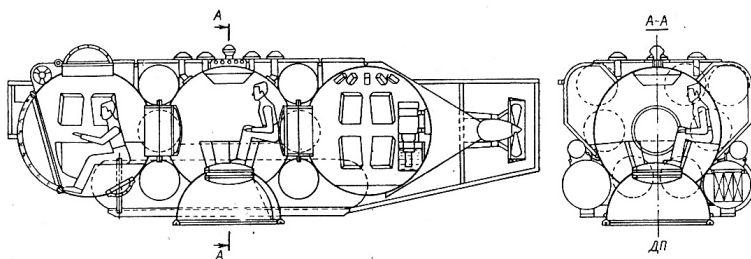


Рис. 1.70. Подводный аппарат "Мермайд-VI"
(Германия, 1980 г.)

Основные характеристики аппарата: глубина погружения 600 м; длина 7,5 м; ширина 2,8 м; высота 2,7 м; диаметр прочного корпуса 1,8 м; водоизмещение 17 т; подводная скорость хода 3 уз; экипаж 2 человека; водолазов или спасаемых 2 человека.

Работы по созданию автономных подводных аппаратов-спасателей велись в СССР, начиная с конца 50-х годов XX века. Первым аппаратом такого назначения (и первым в мире) стал УПС (управляемый подводный снаряд), разработанный Горьковским ЦКБ "Лазурит" (главный конструктор С.Н. Якимовский) и построенный заводом "Красное Сормово". В 1962 году была произведена первая в мире подводная стыковка УПС и подводной лодки пр. 666 и произведен переход из одной подводной лодки в другую "сухим" способом. Подводная лодка пр. 666 (рис. 1.71) представляла собой переоборудованную Сормовским заводом лодку пр. 613 (построенную в Николаеве).



Рис. 1.71. Подводная лодка пр. 666
с установленным на борту УПС

Опыт испытаний был использован для строительства СПС (спасательный подводный снаряд) пр. 1837, послужившего основой первого поколения отечественных подводных аппаратов. В 1972–1973 годах этот аппарат использовался на Черном море для отработки способов применения. Было построено еще четыре аппарата этого проекта. В начале 80-х годов была построена серия аппаратов второго поколения пр. 1837К (4 единицы), в которых были усовершенствованы движительно-рулевые комплексы и радиоэлектронная аппаратура, глубина погружения их составляла 500 м. Третье поколение составили четыре аппарата пр. 1855 "Приз" (рис. 1.72), построенные в 1986–1989 годах, уже имели глубину погружения до 1000 м. Представителем четвертого поколения стал аппарат "Бестер" пр. 18270 с глубиной погружения 720 м (рис. 1.73, 1.74). Характерная особенность аппарата – возможность транспортировки его по воздуху с помощью самолета АН-124 "Руслан".

Всего было создано 14 аппаратов спасательного назначения, все они проектировались Горьковским ЦКБ "Лазурит", строились Сормовским судостроительным заводом.

Основные характеристики этих аппаратов приведены в табл. 1.1.



Рис. 1.72. Подводный спасательный аппарат
"Приз"



Рис. 1.73. Подводный спасательный аппарат
"Бестер"

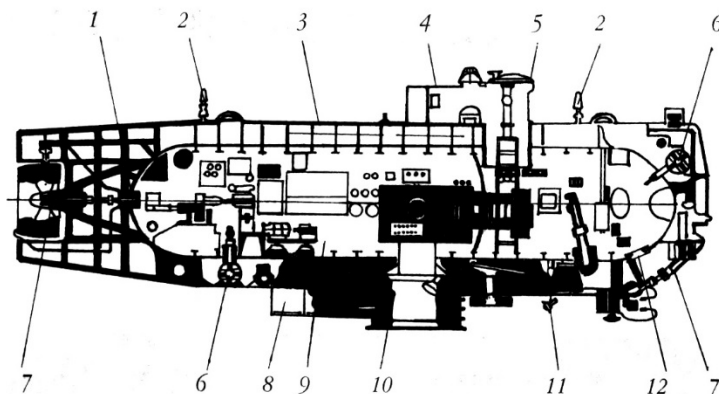


Рис. 1.74. Подводный спасательный аппарат "Бестер":
 1 – привод маршевого движителя; 2 – подъемное устройство; 3 – легкий корпус; 4 – рубка; 5 – люк; 6 – лаговые движители; 7 – маршевый движитель; 8 – аккумуляторная батарея; 9 – пассажирский отсек; 10 – шлюзовая камера; 11 – светильник; 12 – иллюминаторы

Таблица 1.1. Основные характеристики отечественных спасательных подводных аппаратов

Проект	1837, 1837К	1855, "Приз"	18270, "Бестер"
Главный конструктор	С.В. Молотов	Е.В. Крылов	В.С. Пермяков
Глубина погружения, м	550	1000	720
Длина, м	10,7	13,5	12,0
Ширина, м	3,9	3,8	3,2
Высота, м	–	5,7	5,0
Запас хода, миль	20	21	9–10
Скорость подводного хода, уз	3,9	3,7	3,2
Экипаж, человек	3	3–4	6
Количество спасаемых, человек	16	20	18
Водоизмещение, т	45	55–56 м ³	39 м ³ , 50
Буксировка			
Скорость, уз	5	–	–
Волнение моря, баллы	4		

Продолж. табл. 1.1

Проект	1837, 1837К	1855, "Приз"	18270, "Бестер"
Количество рейсов к ПЛ без подзарядки аккумуляторных батарей	2	—	—

Носителями этих аппаратов являлись надводные суда-спасатели "Эльбрус", "Алагез", "Михаил Рудницкий", подводные лодки пр. 940 "Ленок" (рис.1.75) и др.



Рис. 1.75. Подводные лодки пр. 940 "Ленок" – носители спасательных подводных аппаратов

Не очень удачные действия спасательных аппаратов во время спасательных операций с ПАЛ "Курск" и других объясняются в значительной мере общим падением уровня спасательной службы России после развала СССР. Например, еще на судах-спасателях "Эльбрус" и "Алагез", построенных в Николаеве в 1980-х годах, были водолазные комплексы с глубиной погружения 250 м (для спасательных работ с АПЛ "Курск" на глубине около 100 м пришлось приглашать норвежских водолазов).

Глава 2. ЛОГИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ВМС

2.1. Назначение и классификация аварийно-спасательных устройств и средств подводных лодок

2.1.1. Общие положения

Подводная лодка (ПЛ) может потерять способность самостоятельно всплыть из подводного положения в надводное в результате полученного боевого повреждения или возникшей аварии.

Конструктивное обеспечение живучести современных подводных лодок предусматривает установку специальных аварийно-спасательных средств, предназначенных для спасения экипажа и поддержания живучести аварийной подводной лодки силами поисково-спасательной службы (ПСС).

Под аварийно-спасательными устройствами подводных лодок принято понимать все бортовые устройства, которые могут быть использованы как ее личным составом, так и силами ПСС для обеспечения спасения экипажа, поддержания его жизнедеятельности, оказания помощи ПЛ при аварии, а также для подъема ее на поверхность.

Под аварийно-спасательными средствами понимаются такие технические средства, которые позволяют реализовать

возможности аварийно-спасательных устройств и в комплексе с ними обеспечить выполнение спасательных работ.

Как правило, экипаж аварийной ПЛ принимает все возможные меры и использует все средства для всплытия ее в надводное положение. В случае невозможности всплытия подводной лодки (при использовании своих средств) дается сигнал об аварии и ожидается помощь судов-спасателей поисково-спасательной службы. Если подводная лодка с их помощью не может всплыть, принимаются все меры для спасания экипажа из аварийной ПЛ.

2.1.2. Назначение и классификация аварийно-спасательных устройств и средств подводных лодок

Количество, размещение и конструкция спасательных средств и устройств на подводной лодке должны обеспечивать эффективное и надежное спасение подводников в кратчайший срок.

В состав комплекса аварийно-спасательных устройств и средств входят:

- устройства и средства оповещения об аварии, обозначения места аварийной подводной лодки и связи с ее экипажем;
- устройства и средства для обеспечения самостоятельного спасения экипажа аварийной ПЛ;
- устройства и средства спасения экипажа аварийной ПЛ силами ПСС;
- устройства для поддержания жизнедеятельности экипажа в отсеках ПЛ;
- устройства для подъема ПЛ на поверхность.

Схема общего расположения аварийно-спасательных устройств на подводной лодке приведена на рис. 2.1. Большинство средств спасения и аварийно-спасательных устройств сосредоточено в отсеках-убежищах или над ними в надстройке подводной лодки.

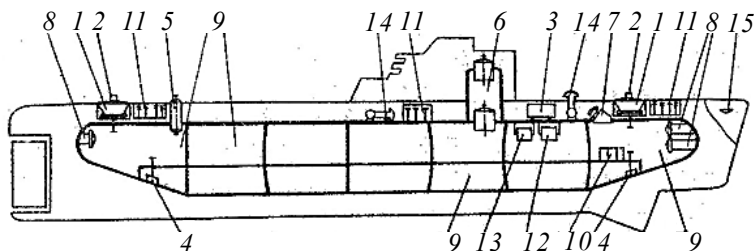


Рис. 2.1. Размещение аварийно-спасательных устройств и средств на ПЛ:

1 – аварийно-спасательный буй; 2 – радиосветосигнальное устройство; 3 – гидроакустический прибор МГС-29; 4 – привод системы затопления отсека-убежища; 5 – кормовой входной (спасательный) люк; 6 – прочная рубка; 7 – носовой спасательный (торпедо-погрузочный) люк; 8 – торпедные аппараты; 9 – отсек-убежище; 10 – средства регенерации воздуха; 11 – "эпроновская" выгородка; 12 – бачок аварийной воды; 13 – бачок аварийной пищи; 14 – штоковое устройство; 15 – судоподъемные шпигаты

Такое размещение спасательных устройств обеспечивает наиболее удобное и успешное их использование при различных авариях.

2.2. Устройства для обозначения места аварийной подводной лодки и связи ее с поверхностью

2.2.1. Общие положения

Основными устройствами и средствами, обеспечивающими оповещение об аварии, обозначение места аварийной подводной лодки и установление связи с ее экипажем являются: аварийно-сигнальные буи (АСБ), оборудованные радиосветосигнальным устройством (РССУ) и телефонной связью, гидроакустические приборы типа МГС-29, каналы звуковой подводкой связи основных гидроакустических комплексов. Кроме того, для обеспечения поиска и обнаружения аварийной

ПЛ поисковыми силами, ее экипаж может использовать устройства, через которые выпускаются сигнальные патроны, топливо, масло, воздушные пузыри, а также различные предметы.

Для непосредственной связи водолазов с экипажем подводной лодки используют специальные таблицы, с помощью которых путем перестукивания можно передать и получить необходимую информацию.

2.2.2. Аварийно-сигнальные буи

Аварийно-сигнальные буи предназначены для:

- обозначения места нахождения аварийной подводной лодки на грунте (всплывший буй обнаруживается по световым сигналам и по сигналам радиомаяка РССУ);
- обеспечения двусторонней радиотелефонной и телефонной связи экипажа со спасательными судами;
- приема электроэнергии через кабель-удлинитель со спасательного судна с целью аварийного освещения отсеков;
- выноса ходового троса спасательного колокола.

Буи размещаются в специальных выгородках в надстройке ПЛ над носовым и кормовым отсеками-убежищами. На подводных лодках устанавливаются два аварийно-сигнальных буя.

Буй представляет собой стальную сварную водонепроницаемую плавучесть, выполненную в виде усеченного конуса с выпуклыми основаниями-днищами (рис. 2.2). Корпус буя рассчитан на предельную глубину погружения подводной лодки. В центре корпуса буя вварена вертикальная прочная шахта с глухим доньшком снизу и герметичной откидной или съемной крышкой с резиновым уплотнением сверху.

Электрооборудование АСБ размещено в его шахте и внутри прочного корпуса подводной лодки.

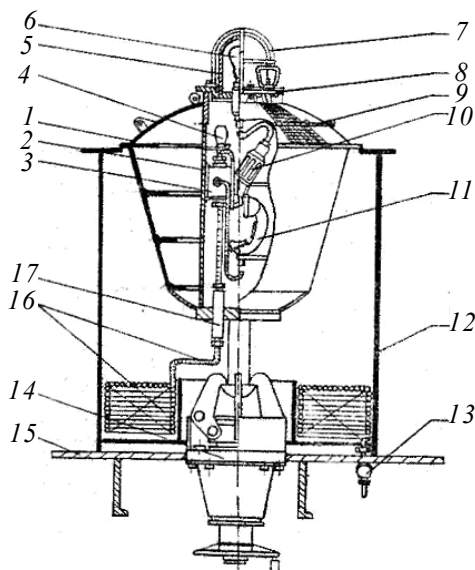


Рис. 2.2. Схема аварийно-сигнального буя с сигнальной лампой:

- 1 – корпус буя; 2 – шахта буя; 3 – распределительная коробка;
4 – кнопка вызова; 5 – прочный стеклянный колпак; 6 – сигнальная лампа; 7 – ограждение сигнальной лампы; 8 – откидная крышка шахты;
9 – леер; 10 – контактный штепсельный разъем; 11 – микротелефонная трубка ИГБ; 12 – выгородка буя в надстройке ПЛ; 13, 17 – сальники кабель-троса КГР-7-1,2; 14 – механизм крепления и отдачи буя; 15 – прочный корпус ПЛ; 16 – кабель-трос КГР-7-1,2

Электрооборудование буя состоит из распределительной коробки, герметичной штепсельной муфты, микротелефонной трубки и кнопки вызова. Во избежание замыкания, в случае попадания воды в шахту буя, штепсельная муфта, микро-телефонная трубка и кнопка вызова упакованы в резиновом мешке. На верхней крышке шахты установлена лампа световой сигнализации. Снаружи лампа защищена прочным стеклянным колпаком и предохранительной сеткой. Питание

электrolампы обеспечивается от аккумуляторной батареи ПЛ или от автономного источника питания устройства 24ПЗ-29 по трос-кабелю, который вводится в шахту через специальный сальник в днище. Второй конец трос-кабеля, также через сальник, вводится в прочный корпус подводной лодки. Длина трос-кабеля должна быть на 20...25 % больше предельной глубины погружения ПЛ, чтобы буй достиг поверхности с учетом сноса на течении. Трос-кабель обеспечивает питание сигнальной лампы, телефонную связь с личным составом ПЛ и соединение кнопки вызова с сигнальным устройством (звонок и сигнальная лампа), размещенным в отсеке убежище. Трос-кабель укладывают на дне выгородки, а сверху размещают АСБ.

Аварийно-сигнальный буй, имеющий положительную плавучесть, удерживается в выгородке специальным механизмом крепления и отдачи, привод которого размещен на подволоке отсека-убежища. На различных проектах подводных лодок можно встретить различные виды крепления буя.

Каждый буй (внутри шахты) имеет отличительную планку, на которой выгравировано условное обозначение. Верхняя строка указывает номер проекта, нижняя – заводской номер подводной лодки.

Внизу на отличительной планке под условным обозначением буя выгравировано слово "носовой" или "кормовой", соответственно его штатному месту.

Верхняя часть буя окрашивается секторами в белый и красный цвет. Пестрая окраска способствует более быстрому обнаружению буя и в светлое время суток. В темное время буй обнаруживают по вспышкам сигнальной лампы. На буях окрашивают букву "Н" – на носовом и "К" – на кормовом. Для удержания всплывшего буя у шлюпки или спаса-

тельного судна по его внешнему периметру укреплен стальной леер, а на верхней крышке – ключ или свайка для вскрытия шахты.

При отдаче АСБ он всплывает на поверхность, увлекая за собой трос-кабель. После отдачи буя на сигнальную лампу через прерыватель подается питание. Прерыватель обеспечивает вспышки лампы с частотой 65–70 вспышек в минуту. Проблесковый огонь сигнальной лампы позволяет поисковым силам в светлое время суток обнаружить буй на расстоянии 5...10 миль.

Корабль, обнаруживший буй, может установить связь с экипажем аварийной подводной лодки. Для этого необходимо вскрыть шахту буя, извлечь микротелефонную трубку и вызвать кнопкой вызова подводников на связь. Наличие штепсельного разъема в шахте буя позволяет увеличить длину кабеля, идущего с подводной лодки, специальным кабель-удлинителем, который хранится на спасательном судне, и перенести пост телефонной связи со шлюпки на спасательное судно.

Кабель-удлинитель представляет собой четырехжильный телефонный кабель длиной до 300 м. Один конец кабеля подсоединяется к специальному щиту на судне-спасателе, а второй – особой вилкой к штепсельной муфте аварийно-сигнального буя. На свободном конце кабеля-удлинителя имеется крышка-заглушка для герметичного закрытия шахты буя. Для придания кабелю-удлинителю плавучести по всей его длине укреплены пенопластовые втулки. При необходимости по кабелю-удлинителю на подводную лодку можно подавать электроэнергию.

Аварийно-сигнальный буй является вполне надежным средством двухсторонней связи с аварийной подводной лодкой.

2.2.3. Радиосветосигнальное устройство

Для более надежного и быстрого обнаружения подводной лодки используется радиосветосигнальное устройство, монтируемое на обычном аварийно-сигнальном бую. Это устройство состоит из светосигнальной лампы, радиопередатчика и радиомаяка. Лампа и антенна радиомаяка располагаются на бую. Питание осуществляется от автономного источника МГС-29 и аккумуляторной батареи ПЛ.

Принять сигналы работающего радиомаяка могут поисковые корабли, самолеты и вертолеты, имеющие соответствующие приемники. Дальность обнаружения работающего радиомаяка составляет несколько десятков миль. Естественно, что такой активный способ обозначения своего места способствует более быстрому обнаружению аварийной подводной лодки.

После обнаружения аварийной подводной лодки корабли, вертолеты и самолеты поисковой группы могут с помощью устройства РССУ установить с ней радиотелефонную связь на расстоянии до нескольких миль. Устройство позволяет поддерживать и телефонную связь описанным выше способом.

2.2.4. Гидроакустический прибор МГС-29

Для обозначения места нахождения аварийной подводной лодки, находящейся на грунте, служит гидроакустический прибор МГС-29. Он автоматически излучает широкополосный гидроакустический сигнал.

Излучение может производиться в двух режимах:

- первый "Программа" – длительность излучения две минуты, длительность паузы девять минут;
- второй "Непрерывно" – когда сигнал излучается без пауз.

На рис. 2.3 представлена блок-схема гидроакустического сигнализатора МГС-29.

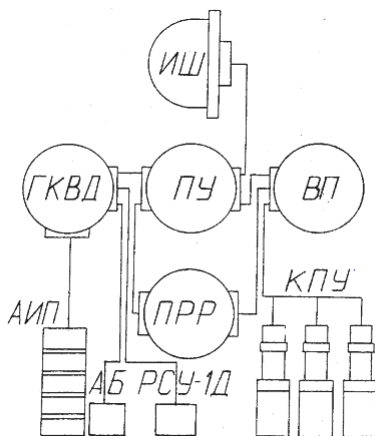


Рис. 2.3. Блок-схема гидроакустического сигнализатора МГС-29:

ИШ – излучатель шума; ГКВД – герметичная коробка высокого давления; ПУ – программное устройство; ВП – выпрямительное устройство; ПРР – переключатель режима работы; АИП – автономный источник питания; КПУ – комбинированное пусковое устройство;

АБ – аккумуляторная батарея подводной лодки;

РСЧ-1Д – радиосветосигнальное устройство
аварийно-сигнального буя

В состав МГС-29 входят:

- излучатель шума, установленный в надстройке легкого корпуса подводной лодки;
- программное устройство, смонтированное в прочном корпусе ПЛ;
- переключатель режима работы, расположенный в центральном посту;
- комбинированное пусковое устройство, размещаемое в каждом отсеке-убежище;

– автономный источник питания, устанавливаемый в надстройке легкого корпуса или в прочном корпусе подводной лодки;

– герметичная коробка высокого давления, находящаяся в центральном посту.

Подготовленный прибор МГС-29 может быть включен в работу нажатием пусковой кнопки вручную или автоматически (срабатывает от повышенного давления в отсеке до 0,1...1,5 МПа) от любого из трех комбинированных пусковых устройств.

Дублированная подача электроэнергии на аппаратуру приборов МГС-29 от аккумуляторной батареи осуществляется через герметичную коробку высокого давления.

2.2.5. Аварийные радиобуи и радиостанции

Аварийно-сигнальные радиобуи, предназначены для подачи кодированных сигналов бедствия с аварийной подводной лодки на специальные записывающие устройства береговых дежурных радиостанций. Аварийно-сигнальные радиобуи выпускается двух модификаций:

– автономный радиобуй, неуправляемый, связанный с аварийной подводной лодкой тросом. Обеспечивает подачу кодированных сигналов бедствия и пеленга, а также подачу светового сигнала;

– неавтономный радиобуй, управляемый, связанный с аварийной подводной лодкой трос-кабелем. Выполняет те же функции, что и автономный радиобуй, а также обеспечивает двухстороннюю радиосвязь. Буи устанавливаются в специальных нишах надстройки подводной лодки и отдаются личным составом из отсека.

На отдельных проектах подводных лодок, на всплывающей рубке, штоке, контейнере устанавливаются специальные

аварийные радиостанции УКВ или КБ, которые предназначены для тех же целей, что и радиобуи.

2.2.6. Устройство "выбрасыватель патронов имитации и сигнализации"

Выбрасыватель патронов имитации и сигнализации (ВПИС) предназначен для выстреливания за борт имитационных или комбинированных сигнальных патронов на всех глубинах погружения подводной лодки. Комбинированные сигнальные патроны используются для обозначения места затонувшей подводной лодки.

После выстреливания патрона за борт он всплывает на поверхность и горит ярким оранжевым пламенем. Пламя и густой дым горящего патрона можно обнаружить с надводных кораблей, самолетов и вертолетов. Запас комбинированных сигнальных патронов на ПЛ 8–12 комплектов.

Устройство ВПИС представляет собой специальный аппарат, расположенный вертикально в диаметральной плоскости или горизонтально под углом 90° к прочному корпусу. Так, например, на подводных лодках проекта 633 устройство ВПИС находится в третьем отсеке на правом борту, а на подводной лодке проекта 641 – на подволоке в седьмом отсеке в диаметральной плоскости. Принципиальная схема устройства ВПИС представлена на рис. 2.4.

Сварной корпус аппарата своим фланцем крепится с помощью шпилек к специальному наварышу прочного корпуса. Аппарат с обоих концов запирается крышками, имеющими ручной привод для открывания-закрывания.

Внутри корпуса аппарата вставляется латунная гильза, поджимаемая резиновым буфером на задней крышке. Выталкивание патрона за борт осуществляется движением поршня по направлению к наружной крышке. В передней части гильзы

имеются отверстия для уравнивания давления внутри гильзы с давлением в полости между ней и корпусом.

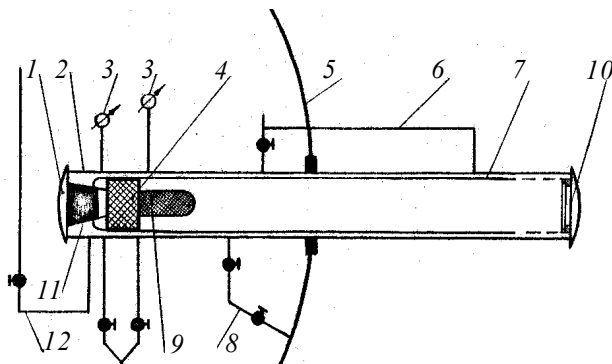


Рис. 2.4. Принципиальная схема устройства ВИПС:

- 1 – крышка аппарата; 2 – корпус; 3 – манометр; 4 – поршень;
5 – прочный корпус ПЛ; 6 – трубопровод вентиляции; 7 – гильза;
8 – трубопровод затопления аппарата из-за борта; 9 – комбинированный сигнальный патрон; 10 – трубопровод осушения;
11 – резиновый буфер; 12 – трубопровод воздуха среднего давления

Устройство ВИПС обслуживается следующими трубопроводами:

- трубопроводом затопления аппарата из-за борта;
- трубопроводом осушения аппарата в отсеке;
- трубопроводом подачи в аппарат воздуха среднего давления;
- трубопроводом вентиляции аппарата в отсеке.

Для выстреливания патрона за борт используется сжатый воздух от системы воздуха среднего давления (СВСД). Давление воздуха должно быть на 0,2...0,3 МПа больше забортного, что обеспечивается автоматическим редукционным клапаном, на любой глубине погружения ПЛ. На некоторых проектах подводных лодок выталкивание патрона за борт

осуществляется водой под давлением, на 0,2...0,5 МПа превышающем забортное. В этом случае давление воды создается в специальном резервуаре подачи в него воздуха среднего давления. Допустимое давление в аппарате 5,5 МПа.

Контроль за выстреливанием патрона за борт производится по контрольным манометрам, один из которых показывает давление в гильзе перед поршнем, а второй – за поршнем в полости аппарата, то есть забортное давление. До прихода поршня в крайнее правое положение давление перед ним будет на 0,2...0,3 МПа больше, чем с обратной стороны поршня. В крайнем правом положении поршень находится за отверстиями, в передней части гильзы, в результате чего давление во всем объеме аппарата уравнивается, что отмечают по одинаковым показаниям обоих манометров. После выстрела закрывают переднюю крышку аппарата, стравливают давление в отсек и спускают воду.

Помимо рассмотренных устройств подводная лодка имеет возможность обозначить свое место и другими средствами. Для этой цели можно использовать выпуск на поверхность из судовых систем воздушных пузырей, масла, топлива; выстреливание или выпуск через торпедные аппараты, шахты входных люков, гальюны, устройство дистанционного удаления контейнеров (ДУК) и т. д. всплывающих предметов.

Для связи с экипажем находящейся на грунте аварийной подводной лодки, помимо телефона, аварийно-сигнального буя и устройства РССУ, используют штатную гидроакустическую станцию обнаружения и связи, типа "Кама", станцию звукоподводной связи ПЛ.

В исключительных случаях, при невозможности обеспечить связь с аварийной подводной лодки другими средствами связь устанавливается перестукиванием при помощи водлазов.

2.3. Аварийно-спасательные устройства и средства для выхода экипажа из отсеков аварийной подводной лодки

2.3.1. Общие положения

Все подводные лодки оборудуются специальными устройствами и обеспечиваются соответствующими средствами для спасения экипажа. Спасение экипажа производится либо самостоятельно, либо с использованием сил и средств ПСС. В данном случае под спасением экипажа подразумевается выход его тем или иным способом из отсеков находящейся на грунте аварийной подводной лодки и подъем на поверхность. Для успешного спасения экипажа на подводной лодке должны быть предусмотрены следующие спасательные устройства и средства:

- устройства, с помощью которых осуществляется выход из ПЛ;
- буй-вьюшка с буйрепом, по которому производится самостоятельный подъем экипажа на поверхность с соблюдением режима декомпрессии;
- устройства для выхода и спасения экипажа с использованием коллективных средств спасения ПСС;
- изолирующее снаряжение подводника, обеспечивающее нормальное дыхание в процессе выхода из подводной лодки и подъема на поверхность и защищающее человека от переохлаждения в воде.

Одной из наиболее сложных операций по спасению экипажа аварийной ПЛ является выход его из отсеков через спасательные устройства для последующего подъема на поверхность.

В настоящее время имеются следующие устройства и средства, которые могут быть использованы для выхода экипажа:

- система затопления отсека-убежища;

- спасательные и входные люки;
- прочная рубка;
- торпедные аппараты;
- спасательная буй-вьюшка;
- устройство для выноса ходового троса спасательного колокола;
- всплывающие спасательные устройства (ВСУ);
- изолирующее снаряжение подводника (ИСП);
- спасательное снаряжение подводника (ССП).

Спасательные устройства распределяются по отсекам ПЛ следующим образом: в концевых отсеках-убежищах – входные люки с тубусами или спасательные люки и торпедные аппараты, над средним отсеком-убежищем – прочная рубка.

Спасение экипажа из аварийной подводной лодки, находящейся на грунте, осуществляется:

- в изолирующем снаряжении подводника путем шлюзования аварийно-спасательных устройств выхода или затоплением отсека-убежища, а также в ССП при наличии специального оборудования на ПЛ;
- с помощью спасательного подводного снаряда или спасательного колокола через спасательный или входной люк, имеющие комингс-площадки;
- с помощью всплывающей спасательной камеры на ПЛ оборудованных ВСУ.

Принципиально выход экипажа из аварийной подводной лодки возможен двумя способами: способом затопления отсека и способом шлюзования спасательного устройства.

Сущность способа затопления отсека заключается в том, что подъем давления и выравнивание его с забортным осуществляется в отсеке ПЛ, а при выходе способом шлюзования спасательного устройства – только в спасательном устройстве.

Чаще всего оборудование отсеков-убежищ позволяет осуществить выход экипажа из аварийной подводной лодки и способом затопления отсека, и способом шлюзования спасательного устройства. Исключениями являются отсеки-убежища, оборудованные только входными люками. Из таких отсековвозможен выход экипажа лишь способом затопления отсека.

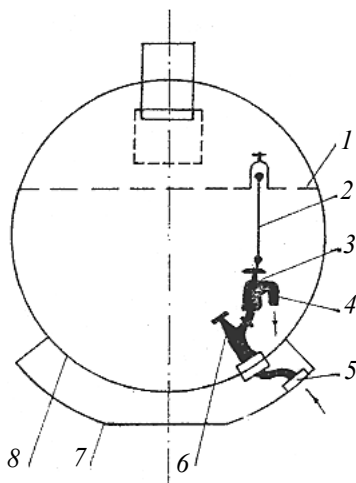
2.3.2. Система затопления отсека-убежища

Для затопления отсека-убежища можно использовать любую магистраль подводной лодки, имеющую сообщение с забортным пространством (система осушения, балластно-трюмная система (БТС) и др.). Однако в этих случаях скорость затопления оказывается низкой и не поддающейся регулированию.

В связи с этим современные ПЛ оборудуются специальными системами затопления отсеков-убежищ, обеспечивающими минимальное время пребывания людей под повышенным давлением. Время затопления отсека и выравнивания давления в нем должно быть не более 10 минут на глубине 100 м. Исходя из этого условия, рассчитывают проходное сечение трубопровода системы затопления. Тем не менее, скорость затопления отсека оказывается в несколько раз ниже скорости затопления спасательных устройств. А это приводит к увеличению времени нахождения личного состава под повышенным давлением и увеличению продолжительности режима декомпрессии. В силу указанного обстоятельства, выход из отсека способом затопления производится лишь в случаях, исключающих применение шлюзовых устройств. Схема системы затопления отсека-убежища приведена на рис. 2.5. Затопление отсеков-убежищ производится через кингстоны самотеком.

Рис. 2.5. Схема затопления отсека-убежища:

- 1 – палубный настил; 2 – привод открытия клинкет; 3 – клинкет;
4 – отводной патрубок; 5 – забортный трубопровод; 6 – кингстон;
7 – легкий корпус ПЛ; 8 – прочный корпус ПЛ



Кингстон, клинкет и отводной патрубок рассчитываются на забортное давление. Клинкет управляется механическим приводом с маховиком, размещенным выше палубного настила, что позволяет экипажу свободно управлять системой в условиях полузатопленного отсека. Повышение давления и выравнивание его с забортным давлением осуществляется подачей в отсек воздуха высокого давления (ВВД) из магистрали ПЛ. Если запасы ВВД малы или отсутствуют, давление в отсеке можно сравнять с забортным давлением, продолжая затопление отсека.

2.3.3. Спасательные и входные люки с камингс-площадкой

Спасательные и входные люки с камингс-площадкой устанавливаются над концевыми отсеками-убежищами и предназначены для спасения экипажа аварийной подводной лодки, находящейся на грунте.

Спасательный люк (рис. 2.6) обеспечивает спасение экипажа в ИСП методом свободного всплытия и по буйрепу

путем шлюзования люка или затопления отсека-убежища, а также прием аварийно-спасательного имущества, пищи и медикаментов, подаваемых водолазом. Люк допускает шлюзование одного подводника в ИСП.

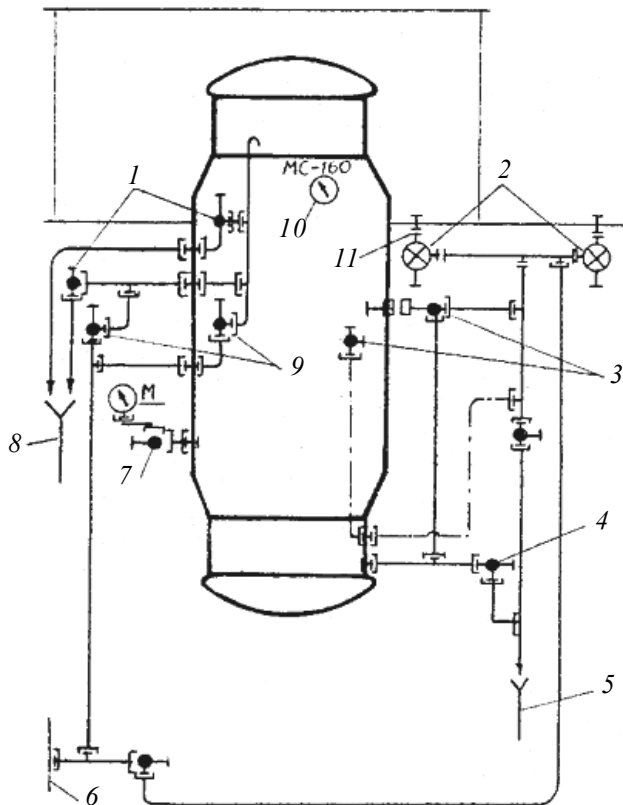


Рис. 2.6. Система шлюзования спасательного люка и осушения комингс-площадки:

1 – клапаны вентиляции; 2 – клапаны затопления комингс-площадки; 3 – клапаны затопления шахты люка; 4 – клапан осушения; 5 – воронки; 6 – система воздуха среднего давления (ВСД); 7 – клапан к манометру; 8 – манометр; 9 – клапан подачи ВСД; 10 – манометр МС-160; 11 – сварыш

Спасательный люк представляет собой вертикальную шахту диаметром 800 мм, высотой 1700...1800 мм, сваренную в прочный корпус. В верхней и нижней частях шахты комингсы люка сужаются до размеров обычного входного люка и герметично закрываются крышками.

Верхняя крышка спасательного люка закрывается с помощью пневматической машинки из отсека ПЛ.

К оборудованию люка относятся: комингс-площадка; трубопроводы спуска воды из выгородки комингс-площадки, затопления и вентиляции шахты люка с клапанами, имеющими привод из отсека и шахты (для самошлюзования); трубопровод спуска воды из шахты люка с клапаном в отсеке; привод закрытия вершей крышки люка из отсека; привод закрытия нижней крышки люка из шахты; трубопровод подачи сжатого воздуха в шахту; манометр МС-150; иллюминатор в нижней части шахты для наблюдения за выходящим подводником.

Комингс-площадка расположена на верхней палубе подводной лодки вокруг входного люка. Комингс-площадка представляет собой круглую непроницаемую выгородку с опорным фланцем. Комингс-площадка устанавливается на шахту спасательного или входного люка. На опорный фланец комингс-площадки приварено кольцо из нержавеющей стали шириной 200 мм с внутренним диаметром 1260 мм.

Настил комингс-площадки имеет гнезда для Т-образных талрепов крепления спасательного колокола и спасательного подводного снаряда, а также гнездо для крепления спасательной буй-выюшки, установленное у внутренней кромки опорного кольца со стороны трапа.

Для защиты опорной поверхности от повреждения при нахождении ПЛ в базе на комингс-площадку устанавливается

кожух. Поверхность кожуха, соприкасающаяся с зеркалом комингс-площадки, облицована резиной.

Комингс-площадка оборудуется трубопроводом, обеспечивающим осушение/затопление ее выгородки после установки спасательного колокола или снаряда при нахождении ПЛ на грунте. Через этот же трубопровод в надводном положении ПЛ осуществляется спуск воды из комингс-площадки.

Для крепления ходового троса спасательного колокола и центровки его относительно опорной поверхности комингс-площадки на крышке люка ПЛ устанавливается откидной или стационарный обух.

Малый объем спасательного люка позволяет осуществить шлюзование за очень небольшое время. Весь цикл шлюзования на глубине 100 м занимает менее двух минут, что дает возможность использовать метод свободного всплытия для подъема экипажа на поверхность.

Если в результате повреждений, неисправностей или недостатка воздуха шлюзование окажется невозможным, то выход экипажа из подводной лодки производится через спасательный люк способом затопления отсека. Удлиненный нижний комингс люка играет роль тубуса. В повседневной деятельности спасательный люк используется как входной.

Входной люк (рис. 2.7) представляет собой прочную шахту, вваренную в прочный корпус подводной лодки и проходящую через надстройку. Шахта люка с обеих сторон герметично закрыта крышками, открывающимися наружу. Крышки запираются кремальерными затворами, внутри шахты люка установлен скоб-трап.

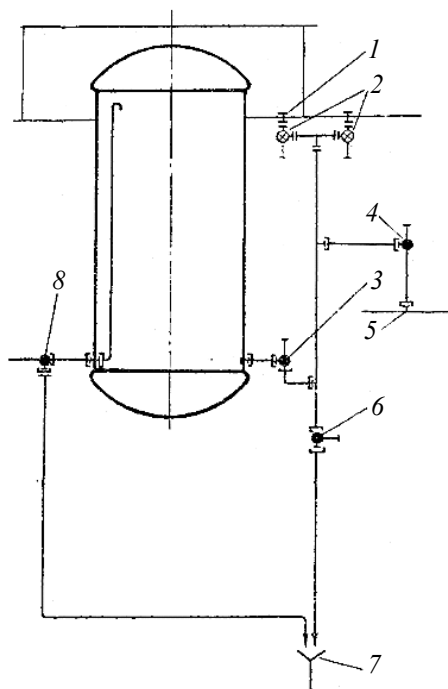


Рис. 2.7. Система шлюзования входного люка:

1 – сварыш; 2 – клапаны затопления комингс-площадки; 3, 6 – клапаны осушения; 4 – клапан подачи ВСД; 5 – система воздуха среднего давления (ВСД); 7 – воронка; 8 – клапан вентиляции

Входной люк снабжен тубусом (рис. 2.8). Назначение тубуса состоит в том, чтобы обеспечить в отсеке сохранение достаточной воздушной подушки в процессе повышения давления и выхода экипажа. Он представляет собой вертикальный цилиндр, изготовленный из нескольких слоев прорезиненной водо- и воздухонепроницаемой ткани. Верхняя кромка тубуса специальным креплением присоединена к нижнему комингсу входного люка. Диаметр тубуса 900 мм. По высоте

тубуса установлены ребра жесткости в виде горизонтально расположенных стальных колец. Заканчивается тубус металлическим распорным кольцом. В положении "по походному" тубус подтягивается и крепится к фланцу, приваренному к нижней части люка. В рабочем положении тубус опускается и раскрепляется оттяжками, один конец которых крепится на распорном кольце, а второй к палубному настилу.

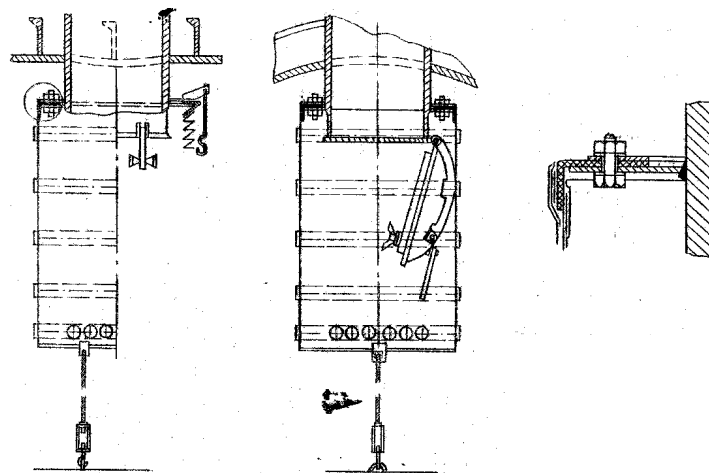


Рис. 2.8. Тубус и его крепление

Тубус по высоте устанавливается так, чтобы нижняя кромка его в рабочем положении была от настила палубы на расстоянии 900...1100 мм.

Входной люк может использоваться для выхода подводников из аварийной подводной лодки в снаряжении ИСП после затопления отсека и для ввода в отсек средств спасения и поддержания жизнедеятельности. С этой целью входные люки имеют специальные трубопроводы и арматуру. К ним относятся: трубопровод вентиляции, трубопроводы

затопления шахты люка и спуска воды в трюм, трубопровод подачи воздуха среднего давления, трубопровод спуска воды из выгородки комингс-площадки.

2.3.4. Прочная рубка с системой иллюзования

При аварии подводной лодки ее прочная рубка может быть использована для самостоятельного индивидуального и группового спасения экипажа из среднего отсека убежища, а также для приема аварийно-спасательного имущества, провизии и медикаментов, подаваемых водолазом.

Прочная рубка (рис. 2.9) имеет следующее оборудование для выхода подводников в изолирующем снаряжении:

- нижний и верхний рубочные люки;
- тубусы, закрепленные на концах шахт люков, выходящих с мостика в рубку и из рубки в центральный пост (ЦП);
- кингстон с трубопроводом затопления рубки забортовой водой;
- трубопровод осушения рубки с клапаном осушения;
- трубопровод вентиляции с клапанами в ЦП и рубке;
- трубопровод подачи в рубку воздуха среднего давления с клапанами в ПЛ и в рубке, привод закрывания крышки верхнего рубочного люка из центрального поста;
- глубиномер;
- специальный манометр МС-150 в рубке и водолазный манометр в центральном посту.

Входные люки из центрального поста в рубку и из рубки на мостик закрываются крышками, причем верхняя крышка рубочного люка имеет пневматическую машинку для закрывания ее из ПЛ.

Вблизи шахты верхнего рубочного люка устанавливают обух для закрепления буйрепа спасательной буй-выюшки.

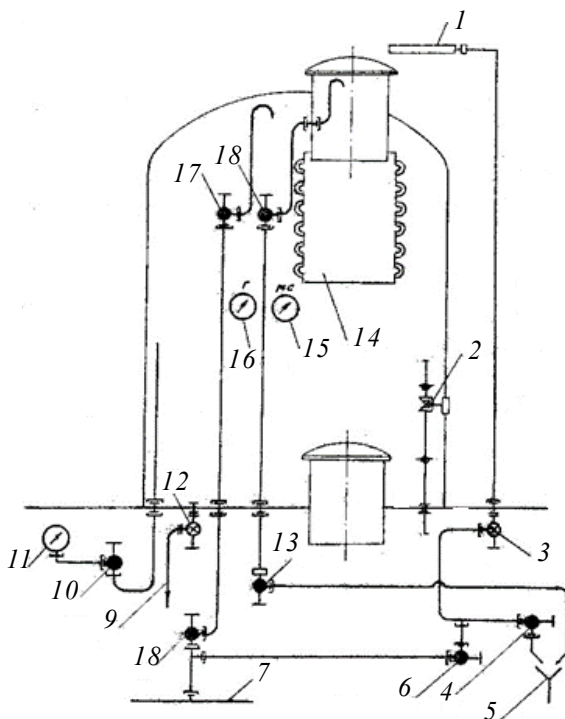


Рис. 2.9. Система шлюзования прочной рубки подводной лодки:

1 – пневматическая машинка; 2 – клапан затопления рубки; 3, 6 – клапаны подачи ВСД к пневматическим машинкам; 4 – клапан стравливания воздуха из пневматической машинки; 5 – сливная воронка; 7 – трубопровод системы ВСД; 8, 17 – клапаны подачи ВСД в рубку; 9 – трубопровод слива воды; 10 – клапан к манометру; 11, 15 – манометры; 12 – клапан слива воды; 13, 18 – клапаны вентиляции рубки; 14 – тубус; 16 – глубиномер

2.3.5. Торпедные аппараты

Торпедные аппараты расположены, как правило, в концевых отсеках-убежищах и в аварийной обстановке могут быть использованы для выхода личного состава в изолиру-

ющем снаряжении как способом шлюзования, так и способом затопления отсека. Кроме того, торпедные аппараты могут быть использованы для подачи в аварийную подводную лодку необходимых предметов и средств обеспечения жизнедеятельности подводников.

Для обеспечения шлюзования торпедных аппаратов используют следующее штатное и специальное оборудование (рис. 2.10, 2.11):

- трубопровод затопления аппарата из цистерны кольцевого задора;
- трубопровод выравнивания давления в аппарате с забортным давлением;
- трубопровод вентиляции торпедного аппарата в отсек;
- трубопровод подачи воздуха среднего давления в аппарат;
- манометр;
- привод открывания крышек аппарата.

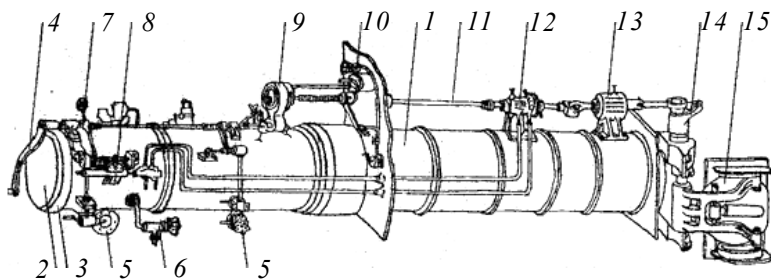


Рис. 2.10. Труба торпедного аппарата с приводом открывания и закрывания передней крышки:
1 – труба торпедного аппарата; 2 – задняя крышка; 3 – нажимное кольцо; 4 – "размах"; 5 – клапаны осушения торпедного аппарата; 6 – клапан подачи сжатого воздуха в торпедный аппарат; 7 – водолазный манометр; 8 – переключатель; 9 – редуктор; 10 – переключательное устройство; 11 – промежуточная тяга; 12 – гидроцилиндр; 13 – направляющий цилиндр; 14 – приводной рычаг; 15 – передняя крышка

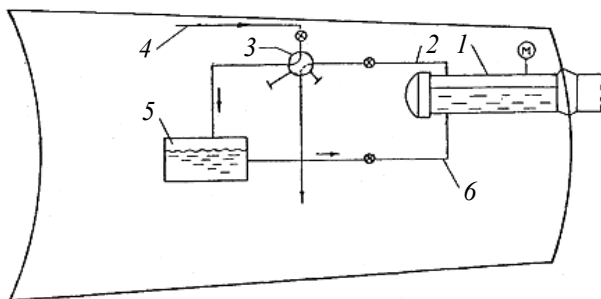


Рис. 2.11. Система трубопроводов обеспечения водолазов торпедного аппарата:

1 – торпедный аппарат; 2 – трубопровод вентиляции; 3 – кран переключения; 4 – трубопровод ВСД; 5 – цистерна кольцевого зазора; 6 – трубопровод затопления торпедного аппарата

Управление шлюзованием осуществляется только из отсека, что делает невозможным выход этим способом последней группы подводников самошлюзованием.

Выход последней группы через торпедный аппарат производится способом затопления отсека. В этом случае необходимо предварительно разобрать механизм блокировки крышек торпедного аппарата и открыть заднюю крышку. Затопление отсека производится обычным порядком через систему затопления с таким расчетом, чтобы уровень воды был на 200...300 мм выше верхней кромки аппарата. После выравнивания давления в отсеке с забортным давлением открывается передняя крышка торпедного аппарата и экипаж покидает отсек.

Над обтекателями передних крышек торпедных аппаратов установлены обухи для крепления буйрепа спасательной буй-вьюшки.

Подача на подводную лодку различных средств спасения и продления жизнедеятельности экипажа производится

через торпедные аппараты водолазом АСС способом шлюзования.

2.3.6. Спасательная буй-выюшка

Спасательная буй-выюшка используется для подъема экипажа на поверхность при обеспечении выбранного режима декомпрессии. Она состоит из буя-выюшки и буйрепа (рис. 2.12).

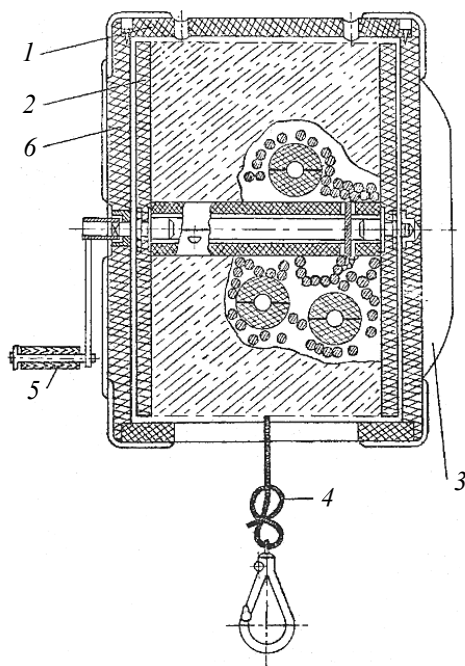


Рис. 2.12. Спасательная буй-выюшка:
1 – буй; 2 – выюшка; 3 – ремень; 4 – буйреп;
5 – рукоятка; 6 – бандаж

Буй выполнен в виде пустотелого барабана из пенополистирола ПС-1, окрашенного в красный цвет. Небольшой

удельный вес буя обеспечивает ему положительную плавучесть 180 Н (18 кг). Внутри корпуса буя расположена вьюшка, стальная ось которой свободно вращается во втулках в доньшках буя. Ось с одной стороны выходит наружу и заканчивается квадратом, на который одевается съемная рукоятка. По одной из образующих корпуса буя сделан разрез для прохода буйрепа.

Буйреп представляет собой манильский трос диаметром 30 мм и длиной 125 м. По всей длине буйрепа закреплены пенопластовые мусинги в соответствии с режимом декомпрессии при выходе подводников.

Мусинги на буйрепе позволяют поднимающемуся подводнику определить глубину, на которой он находится и сделать выдержку, если она предусмотрена, режимом декомпрессии. При движении подводника по буйрепу карабин, соединяющий его с буйрепом, не позволит пропустить глубину остановки, так как мусинг не проходит через малое отверстие карабина. Таким образом, выходящий подводник, остановившись на мусинге, определит глубину погружения и в зависимости от выбранного режима декомпрессии сделает выдержку, и пропустив мусинг через большее отверстие карабина, продолжит подъем на поверхность.

На глубине 12 м стоит отличительный тройной мусинг. Отличительные мусинги, облегчая ориентировку на буйрепе, одновременно показывают:

- двойной мусинг – глубину 25 м;
- тройной мусинг – глубину 12 м, на которой, в случае штормовой погоды, необходимо сделать выдержку, равную по времени сумме последующих остановок, после чего отсоединиться от буйрепа и всплыть на поверхность без остановок.

Мусинги снизу вверх расположены в следующей последовательности:

- первый мусинг на глубине 35 м;
- второй мусинг – на глубине 30 м;
- третий (двойной) – на глубине 25 м;
- четвертый – на глубине 22 м и далее через каждые 2 метра.

Кроме мусингов в нижний конец буйрепа вплетаются флажки через каждые 5 м и кожаные марки через 10 м, которые облегчают выбор необходимой для данного случая длины буйрепа.

Спасательные буй-выюшки размещаются в отсеках-убежищах подводной лодки и хранятся в парусиновых чехлах таким образом, чтобы при затоплении отсека они могли всплыть.

2.3.7. Устройства для выноса ходового троса спасательного колокола

Ходовой трос спасательного колокола присоединяется к обуху на крышке люка для наведения колокола на люк ПЛ. Операцию по присоединению троса выполняют водолазы спасательных судов.

В связи с увеличением глубины погружения подводных лодок с целью исключения применения водолазного труда подводные лодки оборудуются буюми, выносящими на поверхность уже присоединенный к обуху люка ходовой трос. Применяются два типа указанных устройств. В одном используется аварийно-сигнальный буй, в другом специальный буй.

В случае использования аварийно-сигнального бую (АСБ) ходовой трос для спасательного колокола укладывается в выгородке под трос-кабелем бую. Один конец троса закреплен на обухе крышки входного люка (рис. 2.13), а второй соединен

специальным зажимом с трос-кабелем. Сальник, обеспечивающий герметичность ввода трос-кабеля АСБ в прочный корпус ПЛ, сочетает в себе и резак для перерезания кабеля.

Во втором случае используется специальный всплывающий буй (рис. 2.14), располагаемый в отдельной выгородке. С помощью механизма отдачи этот буй освобождается от крепления и всплывает, выводя на поверхность ходовой трос для спасательного колокола, уложенный в выгородке и присоединенный коренным концом к обуху люка.

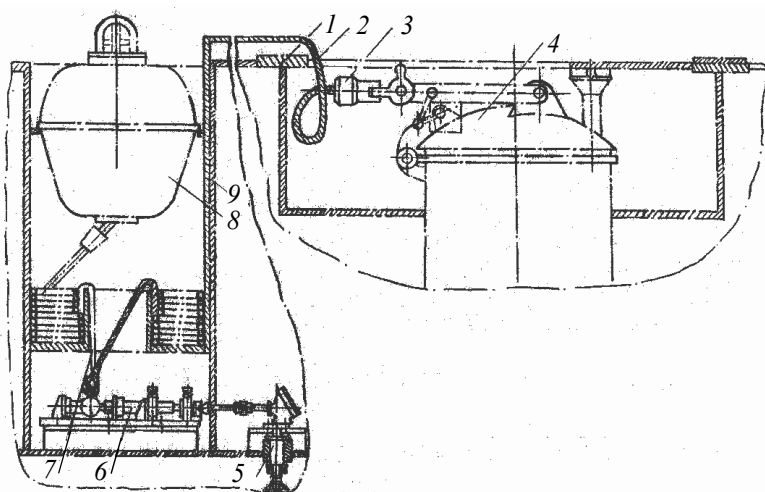


Рис. 2.13. Устройство для выноса ходового троса с помощью аварийно-спасательного буя, расположенного в легком корпусе ПЛ (продольный разрез):
 1 – комингс-площадка; 2 – ходовой трос; 3 – вертлюг; 4 – верхняя крышка спасательного люка; 5 – привод отсекающего кабель-троса;
 6 – отсекающий кабель-троса; 7 – кабель-трос; 8 – аварийно-спасательный буй; 9 – выгородка АСБ

После принятия решения о спасении экипажа аварийной подводной лодки, находящейся на грунте, с использованием спасательного колокола на ПЛ подается команда перерезать трос-кабель. Затем аварийно-сигнальный буй поднимают на верхнюю палубу спасательного судна и выбирают трос-кабель до выхода на поверхность ходового троса, который заводится на лебедку спасательного колокола вместо штатного троса.

Во втором случае используется специальный буй, который, всплывая, выносит ходовой трос.

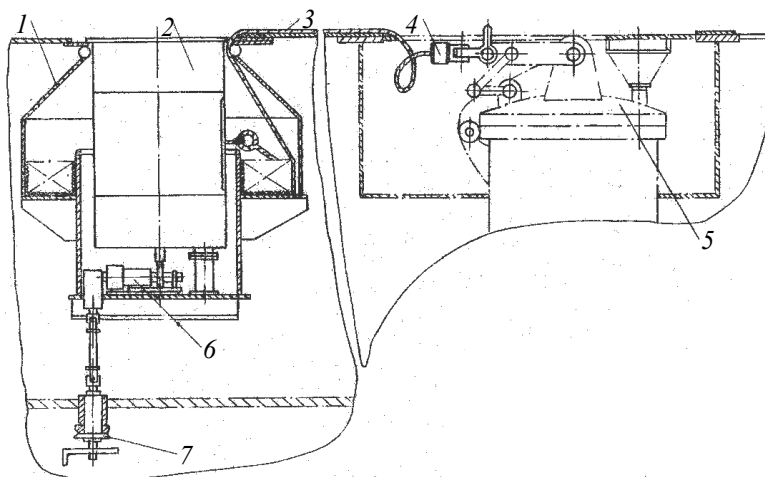


Рис. 2.14. Устройство для выноса ходового троса спасательной камеры с помощью буй-выюшки, расположенной в легком корпусе подводной лодки:
1 – выгородка; 2 – буй-выюшка; 3 – ходовой трос; 4 – вертлюг;
5 – спасательный люк; 6 – пневматическая машинка для отдачи буй-выюшки; 7 – ручной привод отдачи буй-выюшки

2.3.8. Всплывающие спасательные устройства

В практике спасения экипажа аварийных подводных лодок, находящихся на грунте, используются различные жесткие устройств, входящие в конструкцию подводной лодки. Эти устройства могут быть многократного и однократного использования.

К средствам многократного использования относятся всплывающие спасательные устройства, а к средствам однократного использования – всплывающие рубки и отсеки.

Всплывающее спасательное устройство (ВСУ) предназначено для самостоятельного выхода экипажа из аварийной подводной лодки.

Устройство состоит:

- из камеры ВСУ, раскрепленной в специальной шахте;
- из систем шлюзования: водяной, воздушной и вентиляционной;
- из привода, обеспечивающего втягивание камеры ВСУ в шахту.

Всплывающая спасательная камера представляет собой прочный цилиндрический сосуд, обладающий положительной плавучестью, в котором выходящий на поверхность подводник транспортируется при нормальном давлении (рис. 2.15).

Камера имеет два люка: нижний для входа подводников, верхний – для выхода. В обычном положении камера находится в специальной шахте и соединена тросом с лебедкой.

Шахта находится внутри отсека ПЛ, имеет дверь для перехода из отсека в шахту и верхний люк, при открытии которого спасательная камера всплывает на поверхность.

Выходящий подводник проходит из отсека в шахту, а затем через нижний люк входит в камеру. После задраивания

двери шахты и нижнего люка камеры, шахта заполняется водой, и давление в ней выравнивается с забортным давлением. Открывается верхний люк шахты и отдается стопор лебедки. Камера с подводником всплывает на поверхность. Подводник покидает камеру. После этого камера лебедкой втягивается в шахту. Нижняя часть камеры выполнена конической формы, что обеспечивает ее втягивание в шахту при небольшом крене и дифференте.

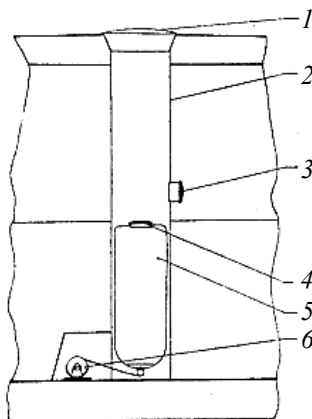


Рис. 2.15. Схема спасательной камеры подводной лодки:

- 1 — люк шахты; 2 — шахта спасательной камеры;
3 — люк из отсека ПЛ; 4 — входной люк; 5 — спасательная камера;
6 — лебедка

Другой тип всплывающей спасательной камеры, применяющейся во всплывающих спасательных устройствах подводных лодок, представляет собой следующую конструкцию. Прочный цилиндрический сосуд, внутри которого размещаются два–четыре подводника, имеет два люка (верхний и нижний). Люки закрываются герметичными крышками.

Цилиндр помещен внутри металлического усеченного конуса. Пространство между стенками цилиндра и конуса придает камере дополнительную плавучесть при всплытии. Устройство размещается в специальной шахте в корпусе подводной лодки и обеспечивает спасение подводников с глубин до 500 м. Схема всплывающего спасательного устройства данного типа представлена на рис. 2.16.

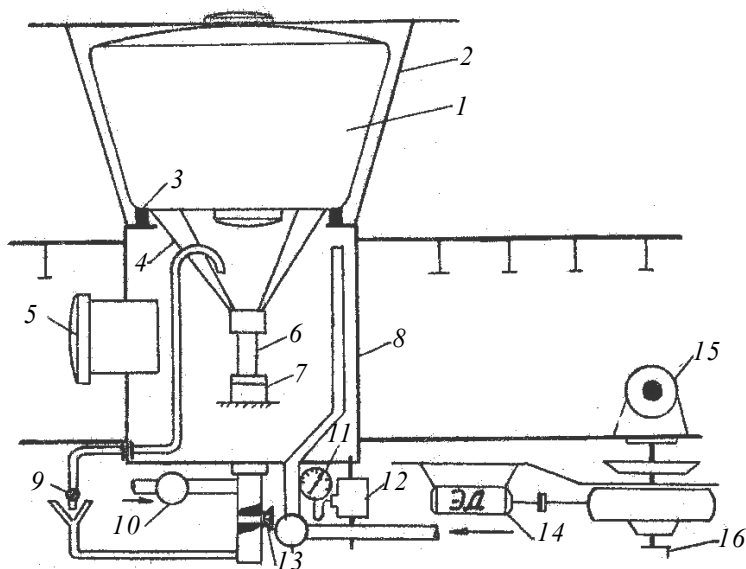


Рис. 2.16. Всплывающее спасательное устройство (ВСУ):

- 1 – всплывающая камера; 2 – легкая шахта; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – стропы; 5 – входной люк; 6 – кожух; 7 – направляющая втулка троса; 7 – направляющая втулка троса; 8 – прочная шахта;
- 9 – клапан вентиляции; 10 – клапан затопления; 11 – манометр;
- 12 – клапан ВВД; 13 – клапан осушения; 14 – электродвигатель; 15 – барабан лебедки;
- 16 – ручной привод

Всплывающая рубка (рис. 2.17) предназначена:

- для самостоятельного одновременного спасения всего экипажа аварийной подводной лодки со всего диапазона глубин, включая предельную глубину;
- для обеспечения жизнедеятельности спасенного экипажа при нахождении рубки на поверхности.

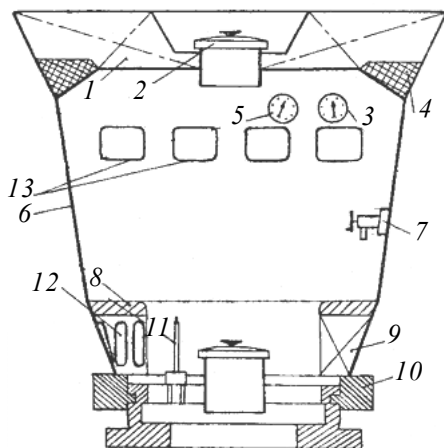


Рис. 2.17. Всплывающая рубка:

- 1 – легкий корпус; 2 – верхний люк; 3 – глубиномер; 4 – пенопластовые блоки; 5 – МС-150; 6 – прочный корпус; 7 – клапан затопления; 8 – сидения; 9 – выгородки для воды и пищи; 10 – кремальерный затвор; 11 – привод кремальерного кольца; 12 – баллоны ВВД; 13 – средства регенерации

Всплывающая рубка состоит из собственно рубки, равнопрочной прочному корпусу подводной лодки, и легких конструкций, навешанных на рубку. Опорное кольцо рубки устанавливается на опорное кольцо специальной комингс-площадки, оборудованной в ограждении ПЛ. Соединение опорных колец осуществляется с помощью поворотного кремальерного кольца с приводом из рубки.

В кницах верхнего рубочного люка имеются вырезы для заводки буксира или швартовов; для подъема всплывающей рубки на борт корабля (судна) в верхней части ее легкого корпуса на каждом борту имеется по два выреза для заводки такелажной скобы. Для вентиляции рубки в штормовых условиях предусмотрено разборное устройство естественной вентиляции, устанавливаемое после всплытия рубки.

Всплывающие отсеки обеспечивают спасение экипажа и позволяют ему в течение длительного времени находиться в нормальных условиях существования. Один из возможных вариантов всплывающего отсека показан на рис. 2.18.

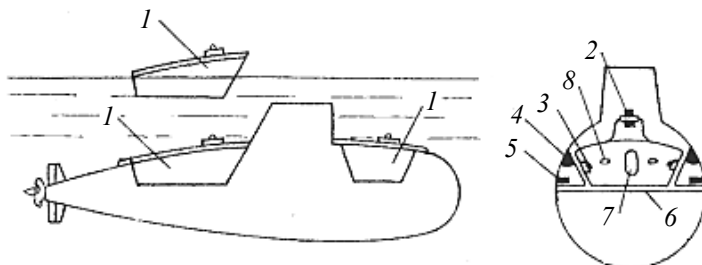


Рис. 2.18. Схема всплывающего отсека:

- 1 — всплывающий отсек; 2 — входной люк; 3 — подрывная машинка; 4 — основной заряд; 5 — вспомогательный заряд;
6 — опорный бимс; 7 — дверь; 8 — подрывная машинка для подрыва вспомогательного заряда

Подводная лодка может иметь два всплывающих отсека, размещенных спереди и сзади ограждения рубки в верхней части прочного корпуса. Отсеки позволяют вместить экипаж подводной лодки и снабжены средствами жизнеобеспечения и индивидуальными спасательными средствами на весь экипаж. Отсеки снабжены радиостанцией, позволяющей вести передачу в эфир через всплывающий радиобуй. Они

рассчитаны на спасение подводников с предельных глубин. Всплытие производится за счет положительной плавучести отсека после отделения его от основной части прочного корпуса ПЛ.

В условиях нормальной эксплуатации всплывающие отсеки являются обычными отсеками подводной лодки. Всплывающие отсеки соединяются с основным корпусом подводной лодки жесткими связями, обеспечивающими достаточную эксплуатационную прочность всей конструкции. Отделение отсека от корпуса подводной лодки осуществляется подрывом основного заряда взрывчатого вещества, который разрушает жесткие связи, соединяющие отсек с корпусом. Основной заряд размещен по всему периметру отсека. Подрывом вспомогательных зарядов пробивают прочный корпус подводной лодки, что приводит к заполнению основного отсека и всплытию спасательного.

Форма всплывающего отсека обеспечивает отделение его от ПЛ при значительных кренах и дифферентах. Отсек оборудован средствами и системами, позволяющими произвести декомпрессию.

2.3.9. Изолирующее снаряжение подводника

Изолирующее снаряжение подводника (ИСП) предназначено:

- для самостоятельного спасения экипажа аварийной подводной лодки, находящейся на грунте;
- для ведения борьбы за живучесть аварийной подводной лодки;
- для выполнения легководолазных работ.

Снаряжение защищает экипаж от переохлаждения в воде, придает подводнику положительную плавучесть при подъеме на поверхность.

Снаряжение закрепляется персонально за каждым членом экипажа и размещается равномерно по всем отсекам подводной лодки в соответствии с наличием в них экипажа по готовности № 1. Сверх этого количества в каждом отсеке убежище хранятся по два запасных комплекта ИСП, которые используются при выходе из аварийной подводной лодки в случае неисправности основных комплектов или для ведения легководолазных работ за бортом.

Прибывающий на подводную лодку сверхштатный личный состав должен быть обеспечен дополнительными комплектами ИСП. В случае аварии на подводной лодке, при переходе в другой отсек экипаж берет с собой изолирующее снаряжение.

Основные тактико-технические характеристики ИСП:

- максимальная глубина самостоятельного спасения "мокрым" способом – 100 м;
- максимальная глубина спасения "мокрым" способом с использованием средств поисково-спасательной службы – 120 м;
- максимальная глубина спасения методом свободного всплытия при обеспечении необходимой скорости шлюзования – 100 м;
- время работы аппарата – 2,5 часа;
- масса аппарата (не заряженного) – 13,5 кг;
- положительная плавучесть снаряжения – 98...115 Н (9,5...11,5 кгс).

Комплект одного снаряжения ИСП включает:

- изолирующий дыхательный аппарат (ИДА) со шлемом и карабином на раме;
- спасательный гидрокombинезон подводника (СГП);
- металлические стельки;
- комплект водолазного белья.

При выходе экипажа из отсеков находящейся на грунте аварийной подводной лодки по буйрепу или свободным всплытием используется весь комплект снаряжения ИСП.

2.3.10. Снаряжение спасательное подводника

Снаряжение спасательное подводника (ССП) предназначено для спасения экипажа из аварийной ПЛ, находящейся на грунте, методом свободного всплытия и выхода по буйрепу, а также "мокрым" способом с переходом в спасательные устройства (рис. 2.19).

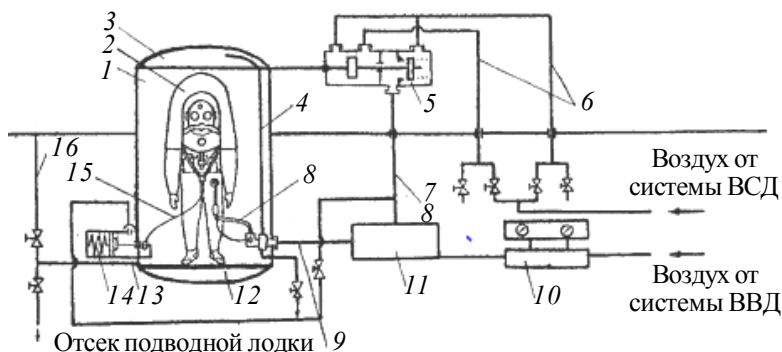


Рис. 2.19. Принципиальная схема системы шлюзования спасательного люка для использования снаряжения ССП:

- 1 – спасательный люк; 2 – подводник в снаряжении ССП; 3 – верхняя крышка; 4 – трубопровод вентиляции; 5 – пневмопривод открывания крышки люка двойного действия; 6 – трубопровод подачи воздуха на пневмопривод от системы ВСД; 7 – трубопровод подачи воздуха от пневмопривода на блок подачи воздуха (БПВ) и стопор фала; 8 – шланг воздушный (ВШ-5); 9 – трубопровод подачи воздуха в снаряжение ССП от блока БПВ; 10 – редуктор ВР250/70; 11 – блок подачи воздуха (БПВ); 12 – нижняя крышка; 13 – трубопровод осушения; 14 – стопор фала; 15 – фал с карабином; 16 – трубопровод подачи – воды

В комплект снаряжения ССП входят:

- изолирующий дыхательный аппарат ИДА-59М;
- гидрокombineзон СГП-К;
- емкость всплытия;
- парашютная система ПП-2 и фал с карабином.

Основные технические характеристики:

а) максимальная глубина спасения:

- методом свободного всплытия – 250 м;
- способом подъема по буйрепу при самостоятельном

выходе из ПЛ – 100 м;

- способом подъема по буйрепу при обеспечении выхода из ПЛ средствами ПСС – 120 м;

б) глубина расчеховки ранца парашютной системы ПП-2 – 60...80 м;

в) габаритные размеры изделий снаряжения, уложенных в сумки: изолирующего дыхательного аппарата ИДА-59К – 500×370×180 мм; гидрокombineзона СГП-К – 550×420×300 мм; емкости всплытия с парашютной системой ПП-2 – 420×350××250 мм;

г) масса изделий снаряжения, уложенных в сумки:

- изолирующего дыхательного аппарата ИДА-59И – 15,5 кг;

– гидрокombineзона СГП-К (без емкости всплытия) – 20 кг;

- емкости всплытия с парашютной системой ПП-2 – 12,6 кг.

Отличительной особенностью ССП от ИСП является наличие емкости всплытия и парашютной системы.

Емкость всплытия предназначена для увеличения скорости всплытия подводника. Основные части емкости всплытия: собственно емкость всплытия; предохранительные клапаны; шланги подачи воздуха; присоединительный замок; пряжка; сбрасываемый ремень.

Парашютная система ПП-2 предназначена для уменьшения скорости всплытия подводника в ССП. В систему входят: тормозной парашют, вытяжной парашют, чехол, ранец, звено зачековки, прицепной карабин, автомат всплытия и пряжка (рис. 2.20).

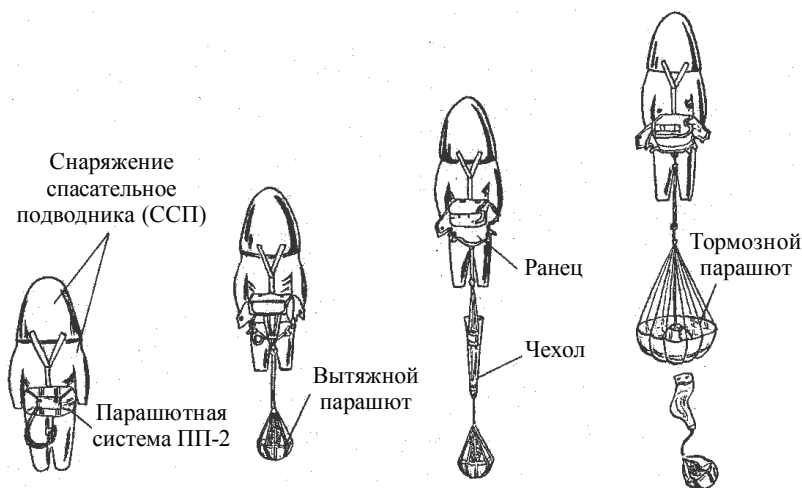


Рис. 2.20. Схема работы парашютной системы ПП-2 в составе снаряжения ССП

Снаряжение спасательного подводника используется:

- для выхода с глубин до 100 м по буйрепу или свободным всплытием при самостоятельном спасении подводников;

- для выхода с глубин до 120 м при обеспечении ПСС аналогично снаряжению ИСП. В этом варианте на гидрокombineзоне должны быть заглушены колпачковыми гайками штуцер соединения воздушного шланга и нагрудные клапаны подсоединения шлангов емкости всплытия, а предохранительные клапаны закрыты;

– для выхода свободным всплытием с глубин до 250 м из ПЛ, спасательные люки которых оборудованы системой шлюзования для снаряжения ССП. Причем с глубин до 140 м выход производится без использования емкости всплытия.

Подготовка к выходу и выход в снаряжении спасательном подводника (ССП) с глубин более 140 м.

Экипаж, находящийся в отсеке аварийной ПЛ, одевает СГП-К: ИДА, емкость всплытия вместе с парашютной системой, заходит в спасательный люк, где соединяет воздушный шланг гидрокомбинезона со шлангом лодочной системы подачи воздуха и заводит карабин фала в стопорное устройство.

После выравнивания давления в шлюзовом устройстве и емкости всплытия с заборным давлением выходящий подводник отсоединяет воздушный шланг гидрокомбинезона и с открытием верхней крышки спасательного люка и отдачей стопора фала начинает всплытие.

Управление шлюзованием (подача воздуха, открытие верхней крышки люка, отдача стопора фала, контроль за давлением в шлюзовом устройстве, приведение его в исходное положение) осуществляется из отсека ПЛ.

В процессе всплытия на глубине 80...60 м срабатывает автомат всплытия и расчехляется ранец парашютной системы, высвобождая вытяжкой парашют. Вытяжной парашют снимает чехол с тормозного парашюта, который после этого раскрывается и резко уменьшает скорость всплытия подводника. Уменьшение скорости всплытия необходимо для обеспечения насыщения организма всплывающего подводника кислородом.

Порядок включения в аппарат ИДА-59М перед шлюзованием и действия подводников после всплытия на поверх-

ность будут такими же, как и при использовании снаряжения ИСП.

2.4. Аварийно-спасательные устройства и средства поддержания жизнедеятельности экипажа в отсеках аварийной подводной лодки

2.4.1. Общие положения

Для обеспечения длительного пребывания экипажа в отсеках находящейся на грунте аварийной ПЛ она оборудуется специальными устройствами и техническими средствами.

К ним относятся: отсеки-убежища, изолирующее снаряжение подводника, средства регенерации воздуха, устройства для вентиля отсеков и подачи воздуха высокого давления на подводную лодку, устройства для подачи на подводную лодку средств жизнеобеспечения, а также устройство для хранения аварийных запасов пищи и воды.

2.4.2. Отсеки-убежища подводной лодки

Большинство подводных лодок имеет три отсека-убежища: носовой, центральный и кормовой. В отсеках-убежищах и вблизи от них сосредоточены все основные спасательные устройства, которые могут быть использованы как самими подводниками, так и водолазами ПСС. Прочные переборки отсека гарантируют безопасность экипажа в случае затопления смежных отсеков, повышения давления или отравления атмосферы в них. В отсеках-убежищах размещены запасы средств регенерации, аварийные запасы пищи и пресной воды, запасные комплекты изолирующего снаряжения, спасательные буй-вьюшки, привод отдачи аварийно-сигнального буга, ручные приводы управления клапанами "эпроновской" выгородки

и т. д. Кроме того, имеются устройства, через которые экипаж может покинуть подводную лодку. Для обеспечения и поддержания экипажа отсеки-убежища оборудованы: комплектами изолирующего снаряжения подводника, которые размещены в легко доступных местах; системой подачи ВВД в свой и смежные отсеки; манометрами контроля за давлением в своем и смежных отсеках; глубиномером; таблицами правил выхода в изолирующем снаряжении подводника и условных сигналов стуком; системой безбатарейной телефонной связи, обеспечивающей связь всех отсеков между собой и включение в телефонную сеть аварийно-сигнальных буев; устройством для передачи водолазами средств спасения и их обеспечения.

2.4.3. Средства регенерации воздуха

Длительное существование экипажа в отсеках находящейся на грунте аварийной подводной лодки обеспечивается:

- системой регенерации воздуха (СРВ);
- системой электрохимической регенерации воздуха (ЭРВ).

Система регенерации состоит из регенерационных двухъярусных установок (РДУ) и запаса регенеративных пластин В-64. Система обеспечивает поглощение углекислого газа из отсечного воздуха и погашение его кислородом.

Установка РДУ конвекционного типа состоит из корпуса, двух банок и двух съемных кассет (рис. 2.21).

Корпус установки имеет прямоугольную форму и выполнен из чистовой стали в верхнем и нижнем поясах корпуса прорезаны окна для обеспечения конвекции воздуха. Внутри РДУ размещены съемные кассеты. Кассеты представляют собой набор Г-образных направляющих дужек, которые удерживают 17 регенеративных пластин в вертикальном положении и обеспечивают доступ воздуха к ним.

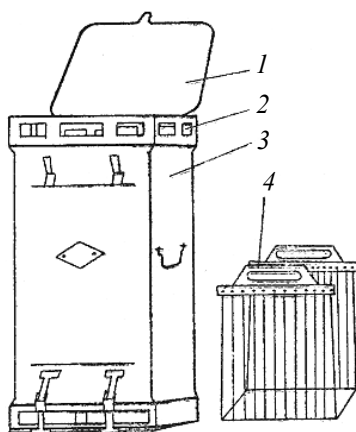


Рис. 2.21. Установка РДУ:

1 – корпус установки; 2 – крышка; 3 – окна; 4 – кассеты

Комплект регенеративных пластин хранится в герметичных ящиках из оцинкованного железа. Ящик вскрывается специальным ключом непосредственно перед зарядкой установки. Один ящик содержит 25 регенеративных пластин.

Технические характеристики РДУ и комплектов В-64 приведены в табл. 2.1.

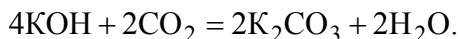
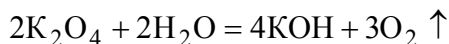
Таблица 2.1

Характеристики	Единицы измерения	РДУ	Комплект В-64
Высота	мм	620	350
Ширина	мм	290	160
Длина	мм	375	240
Напор	кг	12	12–13
Регенеративная мощность	чел.- час.	–	64

Основу регенеративного вещества пластин составляет четырехокись калия (K_2O_2), которая под воздействием паров

воды, содержащихся в воздухе, выделяет молекулярный кислород. Образующийся при этом едкий калий (KOH) активно взаимодействует с углекислым газом, связывая его.

Реакция регенерации описывается следующими уравнениями:



Таким образом, происходит восполнение потерь кислорода, расходуемого при дыхании людей, и удаление углекислого газа, отравляющего атмосферу в отсеках.

Реакция регенерации сопровождается выделением тепла, что обеспечивает конвекцию воздуха: нагретый воздух, омывая пластины и очищая, поднимается вверх и возвращается в отсек, а на его место в нижнюю часть установки поступает холодный воздух, содержащий пары воды, углекислый газ и другие вредные примеси.

Система регенерации приводится в действие при увеличении концентрации углекислого газа в отсеках до 1 % или уменьшении содержания кислорода до 19 %.

Пуск РДУ осуществляется в следующей последовательности:

- открывается верхняя крышка установки;
- вскрывается герметичный ящик комплекта В-64 и верхняя кассета установки снаряжается регенеративными пластинами;
- закрывается верхняя крышка.

По мере срабатывания регенеративного вещества пластин состав отсечного воздуха вновь начнет ухудшаться, что будет зафиксировано газоанализаторами. При концентрации углекислого газа 1,3 % необходимо произвести доснаряжение или переснаряжение установок. Если газоанализаторы

вышли из строя, то доснаряжение производится через 9 часов, а переснаряжение – через 12 часов.

Доснаряжение установок РДУ заключается в снаряжении свежими регенеративными пластинами второго не снаряженного яруса.

Переснаряжение установок состоит в замене отработавших регенеративных пластин свежими пластинами. Свежеснаряженные регенеративные пластины всегда должны начинать работать в нижнем ярусе и заканчивать – в верхнем. Поэтому после каждого переснаряжения, то есть замены пластин в верхнем ярусе, установка переворачивается на 180°.

Необходимое количество действующих РДУ на подводной лодке рассчитывается по формуле:

$$N = 1,25 \frac{n}{4,0},$$

где N – число действующих установок;

n – численный состав экипажа;

4,0 – расчетная нагрузка (количество человек) на одну установку;

1,25 – коэффициент, учитывающий необходимость наличия запасных установок.

Установки РДУ равномерно распределяются по отсекам подводной лодки пропорционально количеству экипажа.

Необходимое количество комплектов регенеративного вещества определяют следующим образом:

$$K = \frac{n \sum T_i}{m},$$

где K – количество комплектов;

n – численный состав экипажа подводной лодки;

ΣT_i – суммарное время регенерации за период похода, час;
 m – регенеративная мощность комплекта, чел.-час.

Суммарное время регенерации за период автономного плавания по графику погружений:

$$\Sigma T_i = T_1 + T_2 + \dots + T_i - kt,$$

где T_i – длительность каждого из погружений, превышающих по времени предрегенерационный период, час;

k – число погружений;

t – время предрегенерационного периода, час.

Предрегенерационным периодом называется промежуток времени в часах от начала погружения подводной лодки (задраивание рубочного люка) до включения РДУ. Этот период характерен повышением концентрации углекислого газа в отсечном воздухе и уменьшением процентного содержания кислорода.

Для расчета времени предрегенерационного периода принимают следующую величину газообмена (A) на одного человека при средней физической нагрузке:

– по кислороду – 28 л/час;

– по углекислому газу – 25 л/час.

Опыт показывает, что накопление опасных концентраций углекислого газа в отсеках подводной лодки происходит быстрее, чем снижение процентного содержания кислорода. Поэтому газовый состав отсечного воздуха контролируется только по углекислому газу с помощью газоанализатора, а предрегенерационный период вычисляется как время, в течение которого концентрация углекислого газа достигнет заданного уровня (1 %):

$$t_{\text{CO}_2} = \frac{1000 \cdot V(C - C_H)}{A \cdot n \cdot 100} = 0,4 \frac{V(C - C_H)}{n},$$

где t – длительность предрегенерационного периода, час;
 V – свободный объем в подводной лодке или в отсеке, м³;
 C – содержание углекислого газа, при котором включается РДУ, %;
 n – количество членов экипажа в отсеке или на подводной лодке;
 A – величина газообмена на одного человека.

Время существования людей в благоприятных условиях при работе системы регенерации находится по формуле:

$$T_p = k \frac{m}{n}.$$

Подводные лодки имеют достаточно большой запас средств регенерации, позволяющий производить очистку отсечного воздуха в течение сотен часов (500–600 часов).

На современных подводных лодках основным средством регенерации воздуха является система электрохимической регенерации воздуха, состоящая из двух частей:

- электролизной установки с трубопроводами и автоматическими датчиками раздачи кислорода по отсекам;
- аппаратов, служащих для поглощения углекислого газа из отсечного воздуха.

Система работает следующим образом: в установке производится электролиз воды, в результате которого выделяются кислород и водород.

Кислород по трубопроводам раздаточной системы подается в отсеки подводной лодки. Содержание кислорода в воздухе поддерживается автоматическими датчиками. Водород электрокомпрессором откачивается за борт. Углекислый газ после прокачки отсечного воздуха через аппараты поглощения накапливается в них и электрокомпрессором удаляется за борт.

Расчет регенерационной мощности электролизной установки подводной лодки ведется на основе имеющейся емкости аккумуляторных батарей и количества членов экипажа.

Кроме системы регенерации на подводной лодке имеются системы кондиционирования и вентиляции воздуха, которые при необходимости могут использоваться для уменьшения влажности воздуха, регулирования его температуры и устранения опасной концентрации вредных газов и примесей в отдельных отсеках.

В некоторых случаях воздушная атмосфера в отсеках подводной лодки может быть отравлена так, что дальнейшее безопасное пребывание экипажа, несмотря на все принимаемые меры, окажется невозможным. Тогда экипаж должен включиться в шланговые дыхательные аппараты (ШДА) дыхательной системы, а при ее отсутствии – в дыхательные аппараты ИДА. На подводных лодках имеются также изолирующие противогазы в количестве 20 % от численности экипажа.

Изолирующие противогазы позволяют подводникам в течение нескольких часов оставаться в отсеках с задымленной или отравленной атмосферой и вести борьбу за живучесть. Противогаз относится к снаряжению регенеративного типа.

Для предупреждения переохлаждения личного состава все подводники в отсеках аварийной подводной лодки должны поверх рабочего платья одеть шерстяное белье, а при необходимости и гидрокombineзоны, входящие в комплект снаряжения КСЛ.

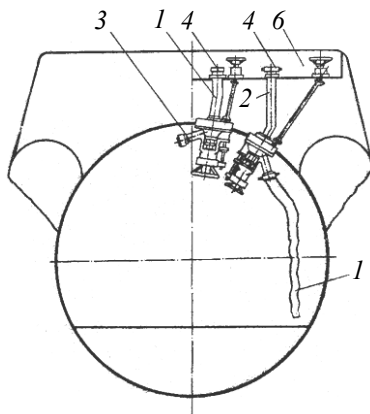
2.4.4. Устройства для вентиляции отсеков и подачи воздуха высокого давления на подводную лодку

Для производства вентиляции отсеков-убежищ средствами поисково-спасательной службы, каждый из отсеков имеет автономную систему вентиляции, состоящую из трубопроводов подачи свежего воздуха и отсоса испорченного отсеч-

ного. Оба трубопровода начинаются в отсеках-убежищах, проходят сквозь прочный корпус и заканчиваются в специальных выгородках, называемых "эпроновскими", расположенных в надстройке в районе соответствующих отсеков-убежищ (рис. 2.22). Наружные концы трубопроводов заканчиваются штуцерами для присоединения шлангов подачи и отсоса воздуха. Штуцеры закрываются заглушками. Оба трубопровода соединены с бортовыми запорными клапанами, установленными внутри отсека на прочном корпусе. Клапаны управляются из отсека и из соответствующей выгородки с помощью двухсторонних ручных приводов. Маховики каждого привода установлены таким образом, чтобы облегчить распознавание трубопроводов водолазами в условиях плохой видимости. На трубопроводе подачи свежего воздуха маховики установлены конусом вниз ("рюмкой вниз"), а на трубопроводе отсоса испорченного воздуха – конусом вверх ("рюмкой вверх"), то есть по направлению тока воздуха.

Рис. 2.22. Трубопроводы вентиляции отсека-убежища средствами ПСС:

- 1 – трубопровод подачи сжатого воздуха в отсек; 2 – трубопровод отсоса испорченного воздуха из отсека; 3 – бортовой клапан; 4 – гайка; 5 – резиновый шланг; 6 – выгородка АСУ



Так как вентиляция отсеков производится путем нагнетания с поверхности, а отсос – за счет перепада давлений, то трубопровод отсоса выполняется большего диаметра.

Трубопровод подачи воздуха заканчивается в верхней части отсека сразу же за запорным клапаном, а трубопровод отвода имеет гибкий спиральный шланг из прорезиненной ткани длиной 3...4 м, идущий в нижние части отсека. Это позволяет отводить испорченный воздух из нижней части отсека, где концентрация углекислого газа и других вредных примесей выше.

Вентиляция осуществляется с поверхности по специальным шлангам, которые подсоединяются к соответствующим штуцерам водолазов.

Помимо названных штуцеров и маховиков в "эпронской" выгородке (рис. 2.23) установлены колонка продувания цистерн главного балласта силами ПСС, сдвоенный штуцер для подачи на подводную лодку воздуха высокого давления со своими маховиками, ключ для проворачивания маховиков и рукояток арматуры. Выгородка служит для предохранения перечисленной арматуры и оборудования от внешних повреждений.

Снаружи выгородка закрывается откидным листом, на котором установлен отличительный знак "Э" (ЭПРОН), окрашенный в белый цвет и облегчающий обнаружение ее водолазом.

На палубе надстройки с двух сторон каждой выгородки на расстоянии 200...300 мм от кромки выгородки предусмотрено по одному отверстию 40 мм для крепления спускового конца водолаза.

Иногда сложившаяся на аварийной подводной лодке ситуация требует срочной подачи на нее воздуха высокого давления, запасы которого либо исчерпаны, либо недостаточны.

Для подачи ВВД на аварийную ПЛ используются сдвоенные штуцеры, которые соединены через невозвратно-управляемые клапаны с системой ВВД ПЛ. К этим сдвоенным штуцерам подсоединяются шланги ВВД спасательного судна.

Сдвоенные штуцеры по конструкции имеют резьбовое и безрезьбовое или только резьбовое соединение.

Сдвоенные штуцеры устанавливаются в выгородках аварийно-спасательных устройств и на мостике в ограждении рубки.

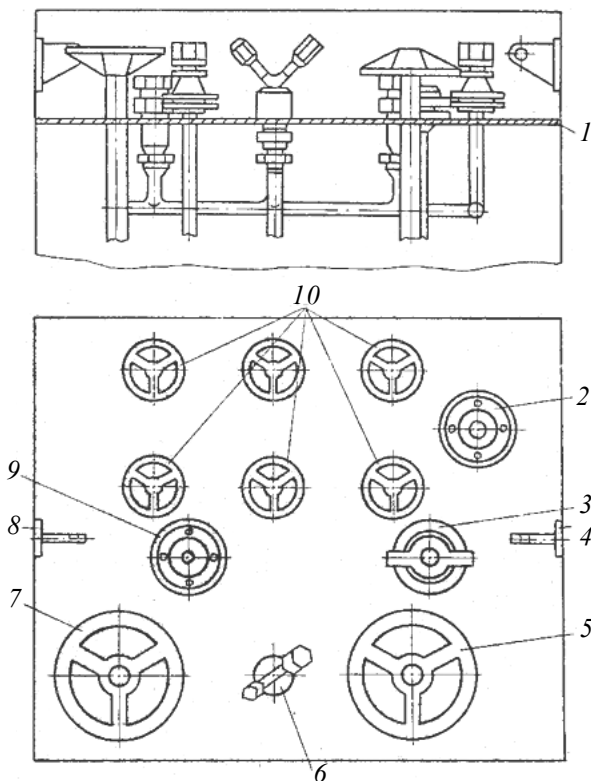


Рис. 2.23. Общее расположение арматуры в выгородке АСУ:

1 – поддон выгородки; 2 – штуцер для присоединения шланга спасательного судна для продувания цистерны главного балласта (ЦГБ); 3 – штуцер отвода воздуха из отсека-убежища; 4 – обух для крепления ходового конца водолаза; 5 – привод клапана отвода воздуха из отсека-убежища; 6 – штуцер сдвоенный для подачи ВВД по шлангу спасательного судна; 7 – привод клапана подачи воздуха в отсек-убежище; 8 – обух для крепления направляющего конца водолаза; 9 – штуцер подачи воздуха в отсек-убежище; 10 – клапан продувания ЦГБ

2.4.5. Устройства для хранения и подачи на подводную лодку средств жизнеобеспечения

Для передачи на подводную лодку средств жизнеобеспечения и спасения экипажа используются торпедные аппараты, боевая рубка, входные и спасательные люки, всплывающие спасательные устройства.

Технология шлюзования этих устройств и передачи различных предметов внутрь подводной лодки рассматривалась выше.

Передача предметов на подводную лодку осуществляется водолазом. Для этого используют специальные жесткие герметичные пеналы и резиновые мешки. Мешок или пенал закладывается водолазом в шлюзуемое устройство, после осушения которого экипаж принимает пенал в отсек.

Кроме основных запасов пищи и пресной воды, на подводной лодке предусмотрен аварийный запас, который должен обеспечить пребывание экипажа в изолированных отсеках в течение шести суток.

Аварийные запасы пищи и воды хранятся в специальных герметичных бачках, которые равномерно распределяются по всем отсекам подводной лодки. Обычно в каждом отсеке предусмотрен один бачок с пресной водой емкостью 15 дм³ и 3–4 бачка с пищей емкостью 26...27 дм³ из хромированной стали. Бачки перед выходом заполняются свежей пищей и водой и опечатываются. Расходовать аварийный запас в обычных условиях запрещается.

2.5. Судоподъемные устройства

2.5.1. Общие положения

Подъем аварийной подводной лодки, находящейся на грунте, является операцией, требующей больших затрат времени и привлечения значительных технических средств.

Подъем подводной лодки или одной ее оконечности производят для спасения экипажа. Кроме того, возможен подъем и перевод аварийной подводной лодки или ее оконечности на меньшую глубину, что значительно облегчит спасение подводников из отсеков.

Устройства, обеспечивающие подъем подводной лодки на поверхность, должны быть простыми в обращении, расположены в доступных для водолаза местах и позволять производить надежное и быстрое крепление судоподъемных стропов к корпусу.

Подводные лодки оборудуются судоподъемными устройствами: трубопровод и колонки продувания цистерн главного балласта сжатым воздухом; устройства для полуавтоматической остропки понтонов (ШУ-200, ШУ-400); судоподъемные рымы; судоподъемные шпигаты.

2.5.2. Система аварийного продувания цистерн главного балласта водолазом

Система аварийного продувания цистерн главного балласта по шлангам спасательного судна (рис. 2.24) предназначена для продувания цистерн главного балласта (ЦГБ) с целью обеспечения всплытия аварийной подводной лодки, когда экипаж не имеет возможности средствами самой подводной лодки продуть ЦГБ, а также для поддержания ее на плаву. Для этой цели система разбита на группы с распределительными колонками и трубопроводами.

Распределительные колонки, расположенные в "эпроновских" выгородках, по конструкции одинаковы. Распределительные колонки имеют штуцеры для присоединения шлангов продувания ЦГБ со спасательного судна. Штуцер закрыт гайкой-заглушкой или заглушкой с маховиком. Для обеспечения равномерного продувания всех цистерн главного балласта при нахождении аварийной подводной лодки с креном

и дифферентом, в соединения трубопроводов введены ниппель-диафрагмы (дроссельные шайбы).

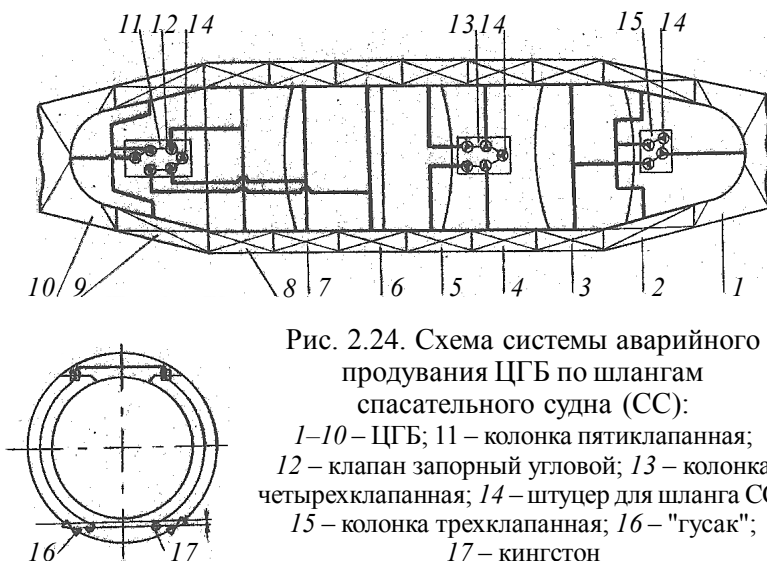


Рис. 2.24. Схема системы аварийного продувания ЦГБ по шлангам спасательного судна (СС):

1–10 – ЦГБ; 11 – колонка пятиклапанная;
12 – клапан запорный угловой; 13 – колонка
четырёхклапанная; 14 – штуцер для шланга СС;
15 – колонка трехклапанная; 16 – "гусак";
17 – кингстон

Перед продуванием водолаз открывает нужную выгородку и подсоединяет воздушный шланг к штуцеру колонки продувания. Продувание производится после открытия на колонке клапанов продувания соответствующих цистерн и подачи сжатого воздуха со спасательного судна.

2.5.3. Штоковые устройства

На подводные лодки устанавливается штоковое устройство (ШУ-200 или ШУ-400), предназначенное для полуавтоматической остропки захватных устройств судоподъемных средств (рис. 2.25).

Этот способ остропки понтонов сводит до минимума применение водолазного труда и значительно ускоряет сам процесс остропки и подъема подводной лодки.

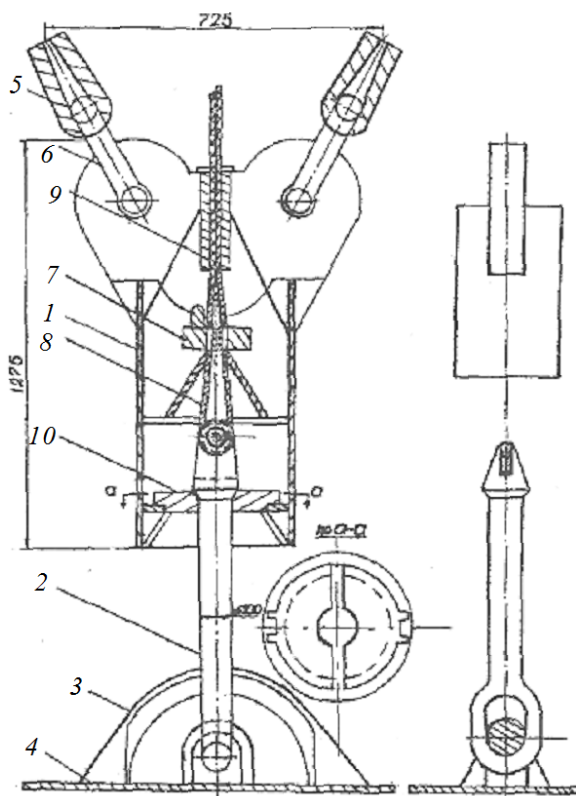


Рис. 2.25. Штоковое устройство ШУ-200:

1 – подъемный захват; 2 – штоковое устройство с роликом в головке штока; 3 – обух; 4 – прочный корпус; 5 – понтонный строп; 6 – 175-тонная скоба; 7 – раскручивающее устройство; 8 – стальной проводник; 9 – центральная трубка проводника; 10 – стопор

Штоковое устройство состоит из штока, рыма и одного или нескольких звеньев. В плоскости межотсечных переборок устанавливается один рым штокового устройства в диаметральной плоскости, или два рыма на расстоянии друг от друга не менее 3 м. Расстояние между штоками по длине под-

водной лодки должно быть не менее 6 м. Носовое и кормовое штоковые устройства устанавливаются на носовой и кормовой переборках.

Штоки крепятся к прочному корпусу подводной лодки с помощью обухов. Шток имеет головку конической формы с уступом для закрепления стопора захвата и ролик, за который заводится стальной проводник, идущий от захвата.

Штоковое устройство установлено таким образом, что в положении штока по-походному обеспечено легкое заведение троса-проводника в ролик (прорезь) в головке штока водолазом или манипуляторами подводных аппаратов, а в рабочем положении обеспечено надевание на него захвата судоподъемных средств при крене и дифференте подводной лодки.

Корпус захвата, спускаемого со спасательного судна, выполнен цилиндрической формы, снабжен двумя рывками, к которым с помощью скоб грузоподъемностью 1,75 МН (175 тонн) крепятся понтонные стропы. В нижней части захвата расположен стопор, щечки которого могут поворачиваться на 90° вверх.

Один конец стального проводника (диаметр 15...17,5 мм) закреплен внутри захвата, а второй пропускается через стопор, заводится в ролик на головке штока и подается на судно. Здесь проводник пропускают вновь через стопор и центральную трубку захвата. Ходовой конец проводника подается на лебедку, которой проводник подбирается, и по нему направляют захват к штоку до их соединения (см. рис. 2.25).

В момент соединения элементов устройства головка штока пройдет сквозь стопор, после чего щечки стопора вернутся в горизонтальное положение и обеспечат надежное соединение захвата и штока.

В варианте устройства ШУ-200Б предварительно проде-
тый в головку штока проводник выносится на поверхность
бум.

Штоковое устройство размещено в нише в надстройке
под легким корпусом и закрыто отрывными (откидными)
листами, которые отрываются усилием в тросе-проводнике
не более 30 КН (3 тонн). Каждый шток рассчитан на усилие
в 2 МН (200 тонн) в ШУ-200 и 4 МН (400 тонн) в ШУ-400.

2.5.4. Судоподъемные рымы и шпигаты

Судоподъемные шпигаты представляют собой сегменто-
видные вырезы, расположенные по бортам надстройки под-
водной лодки и предназначенные для быстрой остропки су-
доподъемных понтонов. Судоподъемные шпигаты рассчи-
таны на грузоподъемность 0,4 МН (40 тонн).

Шпигаты располагаются симметрично с обоих бортов
подводной лодки, пронумерованы с носа в корму и имеют
белую отличительную окантовку. Номера шпигатов вынесе-
ны на палубу и тоже окрашены в белый цвет.

Остропка понтонов производится с помощью специаль-
ных стандартных стропов, заканчивающихся гаками. Гаки
закладываются водолазами в шпигаты обоих бортов. Для уси-
ления шпигата по верхней его кромке с внутренней стороны
наварена стальная полоса полукруглого профиля. Количество
шпигатов зависит от водоизмещения подводной лодки.

Судоподъемные рымы (рис. 2.26) предназначены для
крепления стропов подъемных средств с целью подъема
аварийной подводной лодки или ее оконечности на поверх-
ность. Обычно рымы устанавливаются на малых подводных
лодках, водоизмещение которых позволяет произвести
подъем указанным способом.

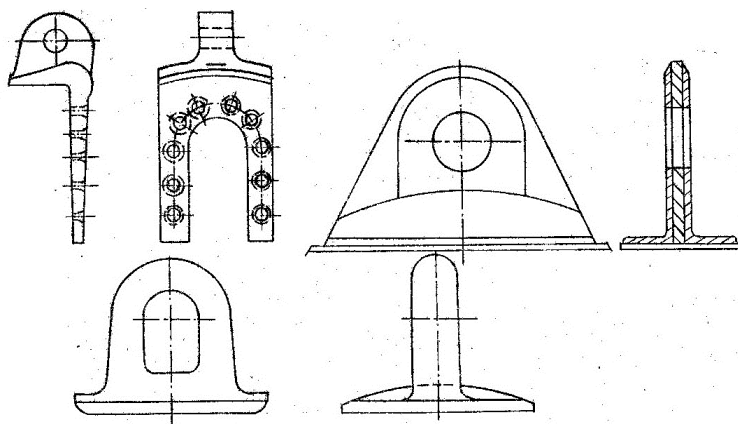


Рис. 2.26. Судоподъемные рымы

2.6. Проверка аварийно-спасательных устройств и средств подводных лодок специалистами поисково-спасательной службы (ПСС)

2.6.1. Общие положения

Аварийно-спасательные устройства и средства выхода из отсеков должны содержаться в полной исправности и готовности к немедленному действию на подводных лодках, находящихся в строю, а также переводимых внутренними водными путями и морем после постройки и ремонта. Ответственность за исправность, укомплектованность и готовность к использованию аварийно-спасательных средств и средств выхода на подводных лодках возлагается на командира подводной лодки.

Проверка состояния аварийно-спасательных устройств и средств выхода на подводных лодках представителями поисково-спасательной службы (ПСС) производится в следующих случаях:

а) перед глубоководным погружением подводной лодки;

б) перед первым выходом в море подводной лодки после постройки, модернизации, текущего или среднего ремонта, расконсервации;

в) не реже одного раза в год (если не производились проверки, предусмотренные п. "а" и "б").

Проверка выполняется в полном объеме требований "Инструкции по проверке аварийно-спасательных устройств и средств выхода на подводных лодках".

При проверке аварийно-спасательных устройств и средств выхода из отсеков проверяется также подготовленность экипажа подводной лодки в объеме действующих программ легководолазной подготовки экипажа подводных лодок.

Одновременно с проверкой аварийно-спасательных устройств на подводной лодке проверяются аварийно-спасательное, противопожарное вещество и установки пожаротушения, а также соблюдение правил противопожарной безопасности согласно действующим инструкциям и руководствам.

Проверка гидроакустической и радиосветосигнальной аппаратуры производится специалистами, включаемыми в состав группы, производящей проверку.

При проверке представителями ПСС должны присутствовать старший помощник (помощник) командира подводной лодки, командир боевой части, врач подводной лодки и командир отсека, а также водолазный специалист или инструктор по легководолазному делу.

Результаты проверок аварийно-спасательных устройств и средств выхода из отсека, а также знания экипажем этих устройств на подводных лодках записывается в журнал осмотра корпуса, систем и устройств подводной лодки.

Выход подводной лодки в море с неисправными аварийно-спасательными устройствами и средствами выхода из отсеков, а также с неподготовленным экипажем к использова-

нию этих устройств и средств запрещается до устранения обнаруженных недостатков.

Лицо, запретившее выход подводной лодки в море, делает об этом запись в вахтенном журнале.

Право на запрещение выхода подводных лодок в море представляется представителям ПСС, а также инспекции безопасности мореплавания, водолазных и глубоководных работ, имеющим удостоверение на право проверки.

После устранения недостатков, вызвавших запрещение подводной лодке выхода в море, она предъявляется к повторной проверке.

2.6.2. Проверка аварийно-спасательных устройств подводных лодок

Для производства проверки поисково-спасательной службой (ПСС) формируется комиссия, в состав которой включают инженера по аварийно-спасательным работам (АСР), водолазного специалиста и врача-физиолога.

Члены комиссии проверяют: аварийно-сигнальные буи, входные (спасательные) люки с тубусами и коменгс-площадкой, прочную рубку, торпедные аппараты, систему затопления отсека-убежища, выгородку аварийно-спасательных устройств, всплывающую спасательную камеру многократного действия (всплывающие специальные устройства – ВСУ), всплывающую рубку (всплывающие спасательные устройства однократного действия), судоподъемные устройства.

При этом по возможности проверяется работа всех устройств и систем в действии, с привлечением для этого экипажа подводной лодки.

Так, при осмотре и проверке аварийно-сигнальных буюв обращается внимание на наличие и расхоженность барашков, состояние леера, укладку трос-кабеля.

На корпусе буя должен быть надежно укреплен специальный ключ для вскрытия шахты, накрашены буквы "Н" или "К".

Работа радиосветосигнального устройства и телефонная связь проверяются фактическим включением лампочки в различных режимах и прямым разговором по телефону с экипажем в отсеке.

Проверяется правильность укладки кабеля буя и ходового троса спасательного колокола и т. д.

2.6.3. Проверка средств выхода из подводной лодки

В отсеках подводной лодки комиссия проверяет наличие и содержание аварийно-спасательного имущества по отсечным описям, умение пользоваться им экипажем.

Проверяются средства, обеспечивающие выход из отсеков подводной лодки: изолирующее снаряжение подводника, спасательные буй-выюшки (буйки), таблицы режимов выхода экипажа из подводной лодки, условных сигналов стуком и лечебной декомпрессии. Индивидуальное снаряжение подводника (ИСП) должно быть в комплекте и соответствовать штатному табельному количеству. В отсеках-убежищах должны быть запасные комплекты снаряжения, формуляры снаряжения должны быть заполнены. Установочные давления редукторов воздушного, азотно-гелиево-кислородных (АГК) баллонов и давления в баллонах должно соответствовать описанию ИСП.

Экипаж должен знать устройство ИСП, правила пользования им, а также правила использования аварийно-спасательных устройств, предназначенных для выхода экипажа из аварийной подводной лодки, находящейся на грунте.

Спасательные буй-выюшки (буйки) должны быть правильно размещены на штатных местах, укомплектованы; карабины

в наличии и исправны; буйреп спасательной буй-вьюшки исправен; барабан буй-вьюшки должен вращаться легко.

Проверяется наличие таблиц в отсеках прочной рубки, сохранность их (таблицы реновации лечебной декомпрессии могут храниться у врача подводной лодки).

Мелкие неисправности, обнаруживаемые в ходе проверки, тут же устраняются, а устройства и средства в конце осмотра вторично предъявляются комиссии.

Глава 3. ЛОГИСТИКА СПАСАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ДЛЯ СПАСЕНИЯ ЭКИПАЖА АВАРИЙНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

3.1. Общие положения

Спасение экипажа находящихся на грунте аварийных подводных лодок, кораблей и судов, оказание им помощи, а также выполнение подводно-технических работ невозможно без применения специальных технических средств.

В общем случае аварийно-спасательные средства предназначены: для спасения экипажа плавающего на поверхности воды; для спасения экипажа аварийной подводной лодки и оказание ей помощи; для спасения экипажа и оказания помощи аварийным кораблям, судам и подводной лодке в надводном положении; для выполнения подводно-технических работ.

Спасение аварийной ПЛ и оказание ей помощи является сложной спасательной операцией и выполняется, как правило, спасательным отрядом.

В состав спасательного отряда (СО) включаются спасательные и вспомогательные суда, с соответствующим оборудованием.

Для поиска аварийной ПЛ назначаются поисковые силы. В ходе выполнения спасательных работ по спасению экипажа аварийной ПЛ и оказанию ей помощи применяются: спасательный колокол (СК), рабочая и наблюдательная камеры, водолазные средства.

При выполнении спасательных работ используются также двухрядное вентиляционное устройство для вентиляции отсеков подводной лодки, устройство для подачи воздуха высокого давления со спасательного судна на аварийную подводную лодку, глубоководный пенал для передачи на подводную лодку средств регенерации, комплектов изолирующего снаряжения подводника, воды, пищи и других предметов.

В ходе выполнения спасательных работ используются резиноканевые плавучести для обеспечения заводки буксирных канатов, браг, обеспечения швартовки к аварийному кораблю, средства освещения места работ и т. д.

3.2. Технические средства для поддержания жизнедеятельности экипажа аварийной подводной лодки

3.2.1. Трубопровод для подачи воздуха высокого давления на аварийную ПЛ

Воздух высокого давления является одним из основных средств борьбы за живучесть ПЛ. В некоторых случаях аварийная подводная лодка после пополнения запаса воздуха высокого давления с поверхности может продуть цистерны главного балласта и самостоятельно всплыть на поверхность. Кроме того, воздух высокого давления используется:

- для обеспечения выхода подводников на поверхность;
- для продолжения борьбы за живучесть аварийной ПЛ;
- для частичного обновления воздуха в отсеках.

Подача воздуха высокого давления осуществляется с поверхности по трубопроводу (рис. 3.1), заводимому водолазами со спасательного судна. Нижний конец трубопровода через стояк подсоединяется к штуцеру приема ВВД, расположенным в "эпроновских" выгородках аварийной ПЛ. Верхний конец трубопровода соединяется с магистралью ВВД на спасательном судне.

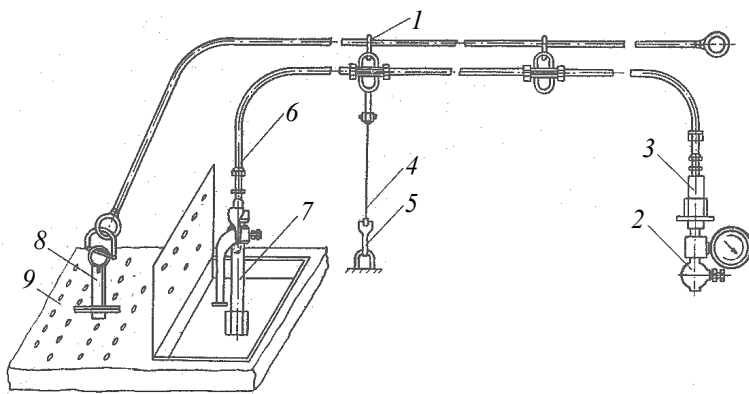


Рис. 3.1. Трубопровод для подачи ВВД со спасательного судна на подводную лодку в рабочем положении:

1 – скоба; 2 – колонка подачи ВВД на спасательном судне; 3 – трубка к штуцеру; 4 – канат; 5 – карабин; 6 – рукав; 7 – стояк; 8 – захват для крепления; 9 – легкий корпус подводной лодки

Гибкий трубопровод воздуха высокого давления хранится на спасательном судне в собранном виде и намотан на специальную вьюшку вместе с разгрузочным тросом. Трубопровод монтируется из секций длиной по 10 м, соединяемых штуцерными наконечниками. Каждая секция, в свою очередь, собирается из отрезков резиновых шлангов с внутренним диаметром 12 мм и длиной 1,5...2,0 м. Шланги соединены неразъемными соединениями. В комплект входят

разгрузочный трос диаметром 8,8 мм, к которому подвешивается шланг. Масса шлангового трубопровода – 1,64 кг/м.

В зависимости от глубины затопления ПЛ набирают и монтируют трубопровод нужной длины. Длина трубопровода должна быть на 40...50 м больше глубины моря. Собранный трубопровод проверяется на герметичность, для чего на один его конец ставится заглушка, а второй подсоединяется к системе ВВД спасательного судна. Открывают клапан системы ВВД, повышая давление в трубопроводе до 12,5 МПа (125 кгс/см²). Клапан закрывают и следят за падением давления по манометру. После проверки воздух стравливается и трубопровод считается готовым к использованию.

На аварийную ПЛ спускается водолаз. Открывает крышку "эпронвской" выгородки. Снимает заглушку со штуцера подачи ВВД. По готовности водолазу подают разгрузочный трос с безрезьбовым стояком и трубопроводом ВВД. На спасательном судне второй конец трубопровода присоединяют к системе ВВД судна.

Водолаз вставляет стояк в штуцер системы подачи воздуха и закрепляет его накидной гайкой. По команде водолаза в трубопровод ВВД подается воздух из системы ВВД спасательного судна до тех пор, пока не продует весь трубопровод (с конца трубопровода, находящегося у водолаза, пойдут пузыри воздуха).

Водолаз дает команду перекрыть подачу ВВД в трубопровод и после прекращения выделения воздуха присоединяет его к стояку с помощью безрезьбового соединения. Одновременно на спасателе запускается компрессор на пополнение запасов ВВД, а на подводную лодку передается приказание о подготовке к его приему. Экипаж готовит систему ПЛ

к приему ВВД со спасателя по трубопроводу через штуцер в "эпроновской" выгородке.

Далее, через магистраль системы ВВД подводной лодки сжатый воздух подается в баллоны. После пополнения запасов ВВД аварийной ПЛ система приводится в исходное положение. Водолаз отсоединяет трубопровод ВВД и ставит заглушку на штуцер подачи ВВД "эпроновской" выгородки ПЛ. Трубопровод ВВД поднимается на спасательное судно. Экипаж подводной лодки через стравливающий клапан колонки спускает воду из участка системы ВВД между сдвоенным штуцером и колонкой в отсек, а также закрывает невозвратно-управляемый бортовой клапан системы.

3.2.2. Устройство для вентиляции отсеков аварийной подводной лодки

Вентиляция отсеков находящейся на грунте аварийной ПЛ производится для поддержания нормального состава отсечного воздуха с использованием специального вентиляционного устройства, которое находится на спасательном судне (рис 3.2.). В состав вентиляционного устройства входят:

- два шланга вентиляции ДУ-19 длиной 220 м (22 колена по 10 м);
- шланг резиноканевый для подачи свежего воздуха ДУ-14 длиной 220 м (2 колена по 20 м);
- стояк безрезьбовой;
- устройство для отвода воздуха;
- тросы и такелажное имущество.

Устройство может быть использовано на глубинах до 160 м при волнении моря 3–4 балла. Общая масса комплекта 1,5 т.

Шланги вентиляции предназначены для отвода отсечного воздуха в атмосферу за счет естественного перепада давлений. Отвод воздуха осуществляется одновременно через

два шланга, которые на аварийной ПЛ присоединяются к фланцу клапана отсоса воздуха через безрезьбовой стояк, а на спасательном судне – к устройству для отвода воздуха. Нижний конец шланга имеет наконечник для безрезьбового подсоединения к стояку, закрепленному на аварийной подводной лодке, а на верхнем – установлен шаровой ниппель для подсоединения к переходнику устройства отвода воздуха. По всей длине шлангов закреплены кольца и клеванты для подвески к разгрузочному тросу.

Для подачи свежего воздуха применяются водолазные спиральные шланги внутренним диаметром 14 мм. На концах шлангов имеются накидные гайки для подсоединения их к штуцерам в "эпроновской" выгородке аварийной ПЛ и воздушной магистрали спасательного судна. Суммарная длина шлангов должна быть на 40...50 м больше глубины в месте затопления подводной лодки.

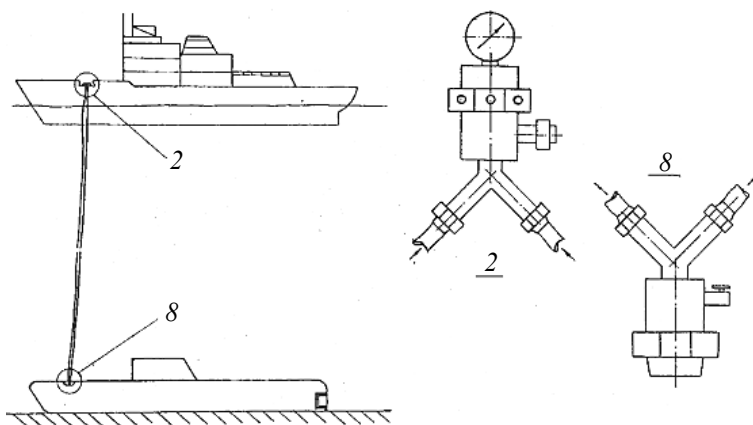


Рис. 3.2. Схема вентиляционного устройства:

2 – колонка для отвода воздуха;

8 – стояк двухрукавный безрезьбовой

С целью упрощения и ускорения операции по присоединению шлангов используется безрезьбовый стояк. Стояк выполнен в виде тройника, один конец которого подсоединяется к штуцеру "эпроновской" выгородки ПЛ, а два других – к шлангам отвода воздуха. В корпус стояка вмонтирован автоматический клапан для отжатия воды (рис. 3.3).

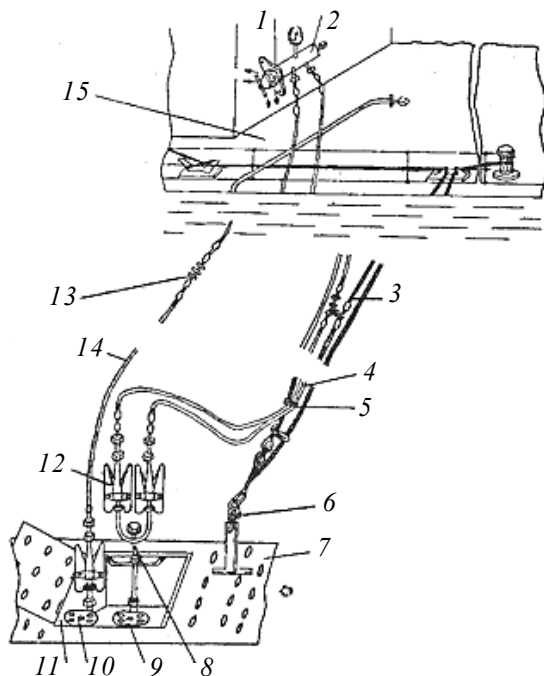


Рис. 3.3. Устройство вентиляции в рабочем положении:

1 – воздух из отсека; 2 – колонка для отвода воздуха; 3 – разгрузочный трос; 4 – шланги вентиляции; 5 – лить пеньковый; 6 – скоба СА-2,6; 7 – палуба аварийной ПЛ; 8 – стояк двухрукавный безрезьбовой; 9 – штуцер и маховик клапана отсоса воздуха; 10 – штуцер и маховик клапана подачи воздуха; 11 – выгородка в надстройке; 12 – наконечник шланга ДУ20; 13 – соединение шланговое разъемное; 14 – шланг подачи свежего воздуха в отсек ПЛ; 15 – спасательное судно

Перед подачей на аварийную ПЛ вентиляционные шланги проверяют на герметичность и подсоединяют к разгрузочному тросу.

По готовности водолазу подают направляющий трос, который он крепит в выгородке. По направляющему тросу с поверхности водолазу подается безрезьбовой стояк и шланги вентиляции. На спасателе верхний конец шланга подачи воздуха соединяют с магистралью подачи воздуха спасательного судна, шланги отвода воздуха присоединяют к вентиляционному устройству.

Перед проверкой линии отвода воздуха с устройства отвода снимается манометр, отверстие для него глушится, подсоединяется шланг подачи воздуха среднего давления и продувается вся линия. Вода отжимается через невозвратный клапан на стояке. Проверка оканчивается с появлением пузырьков воздуха из невозвратного клапана. Затем отсоединяют шланг подачи воздуха среднего давления, снимают заглушку на устройстве отвода воздуха, устанавливают манометр и после открытия соответствующих клапанов на ПЛ и спасателе проверяют линию вентиляции.

3.2.3. Устройство для подачи средств жизнеобеспечения в отсеки аварийной подводной лодки

Командир спасательного отряда должен в случае необходимости принять меры по подаче на аварийную подводную лодку, находящуюся на грунте, средства спасения и существования.

В первую очередь следует подавать средства регенерации и спасения подводников, и только в случае острой необходимости подаются остальные средства. Это объясняется тем, что принятыми способами передача возможна в ограниченном количестве, занимает много времени и требует больших затрат водолазного труда.

Подача необходимых средств производится в жестких пеналах и резиновых мешках через шлюзовые устройства подводной лодки. Жесткие пеналы бывают двух типов (рис. 3.4).

Пенал первого типа – металлический, герметичный цилиндр с доньшком и крышкой с винтовым запором. По периметру крышки предусмотрено резиновое уплотнение. Если в отсеке подводной лодки давление повышено, то открыть крышку пенала можно только уравнив давление в нем с отсечным. Для этого в крышке установлена специальная пробка.

Основные данные пенала:

- диаметр – 458 мм;
- длина – 610 мм;
- масса – 60 кгс;
- внутренний объем – 0,08 м³;
- вместимость – 27 кгс.

Пенал рассчитан на внешнее давление 1,2 МПа (12 кгс/см²). Масса пенала в воде составляет 3 кгс (с грузом 27 кгс). При погрузке в пенал груза менее 27 кгс он балластируется для придания необходимой отрицательной плавучести.

Второй тип – пенал глубоководный. Он имеет вогнутые доньшки и выдерживает давление 3,0 МПа (30 кгс/см²).

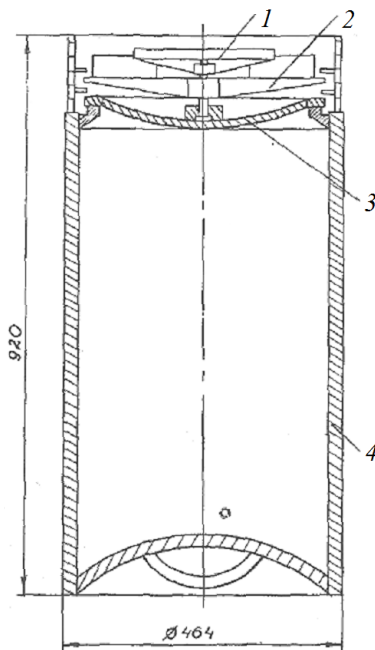


Рис. 3.4. Пенал глубоководный:
1 – маховик; 2 – траверса;
3 – крышка; 4 – корпус

Основные данные пенала:

- внутренний объем – $0,123 \text{ м}^3$;
- масса – 105 кгс;
- плавучесть без груза – 240 Н (24 кгс);
- отрицательная плавучесть с грузом – 30 Н (3 кгс);
- диаметр – 464 мм;
- длина – 920 мм.

Жесткие пеналы применяются для подачи на подводную лодку средств, портящихся и повреждающихся в воде под давлением: средства регенерации, дыхательные аппараты, запчасти и т. д.

Резиновые мешки из толстой прорезиненной ткани имеют цилиндрическую форму. Мешки бывают двух типов: большой и малый (соответственно емкость 150 и 30 л).

Груз помещается в мешок через обычный резиновый рукав, который герметизируется жгутом. Малый мешок имеет горловину с герметичной пробкой. Малые мешки используются для подачи жидких грузов, большие – всех других грузов, которые не боятся воздействия повышенного давления.

Жесткий пенал или резиновый мешок подается к назначенному шлюзовому устройству по спусковому концу или на платформе водолазного колокола, а затем путем шлюзования передается подводникам. Жидкие грузы можно подавать через заведенные на затонувшую подводную лодку шланги.

Если спасение экипажа осуществляется спасательным колоколом, то необходимое имущество подается в отсек прямо из колокола перед приемом очередной партии подводников. В этом случае грузы передаются через открытые люки прямо в отсек. Это наиболее быстрый и производительный способ подачи необходимых средств.

3.3. Средства для выполнения подводно-технических работ

3.3.1. Рабочие камеры

Несложные спасательные работы, допоиск аварийной подводной лодки можно выполнить, используя рабочую камеру проекта 680 (рис. 3.5).

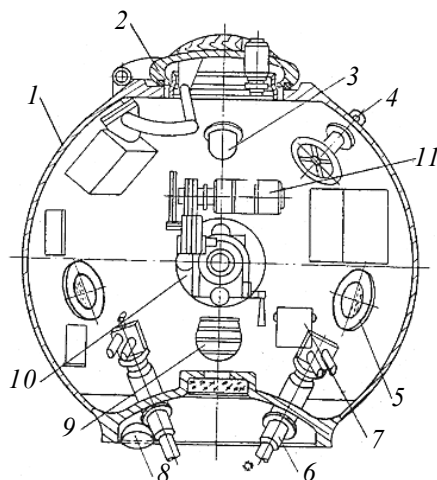


Рис. 3.5. Общее расположение оборудования в РК-680:

- 1 – прочный корпус; 2 – входной люк; 3 – внутренний светильник;
- 4 – отсекатель кабеля; 5 – боковой иллюминатор; 6 – манипулятор;
- 7 – центральный иллюминатор; 8 – наружный светильник;
- 9 – гироскоп; 10 – привод отсоединения камеры от подвеса;
- 11 – электропривод гребного винта и насоса гидравлики

Камера представляет собой металлический сосуд шаровой формы, закрепленный в специальном подвесе, который обеспечивает камере поворот относительно вертикальной и одной из горизонтальной осей.

Основные данные камеры:

- рабочая глубина погружения – 500 м;

- внутренний диаметр – 2,5 м;
- высота с подвеской – 5,3 м;
- автономность рабочая – 6 часов.

Камера рассчитана на размещение двух операторов. Камера имеет механические "руки" и гидравлические электромагнитные "ноги". Управление "руками" и "ногами" камеры осуществляется операторами, находящимися в камере. Рабочая камера снабжена двумя гребными винтами в насадке. Это позволяет ей раскачиваться в горизонтальной плоскости на тросах спускоподъемного устройства. Отклонение камеры от вертикали в любую сторону примерно равно 10 м. Таким образом, не перемещая судно, можно обследовать площадь 20×20 м. Обследование производится визуально через пять иллюминаторов. Снаружи камеры установлены шесть глубоководных светильников СГП-58 по 1000 Вт каждый.

3.3.2. Наблюдательные камеры

Наблюдательные камеры предназначены для визуального поиска и осмотра подводных объектов, наведения на них спасательных судов, наблюдения за ходом подводных работ и подводных фотосъемок.

В настоящее время на спасательных судах используются отечественные наблюдательные камеры типа НК-300 и импортные камеры типа "Галиаци-300" и "Галиаци-600".

Основные характеристики наблюдательных камер приведены в табл. 3.1.

Наблюдательная камера НК-300 (рис. 3.6) состоит из корпуса с оборудованием и устройства аварийного балласта со светильником.

Корпус камеры имеет форму шара, переходящего вниз в усеченный конус. В верхней части корпуса имеется вход-

ной люк диаметром в свету 500 мм, со сферической крышкой, задраивающейся снаружи откидными болтами.

Таблица 3.1

Характеристика	Тип камеры		
	НК-300	Галиаши-300	Галиаши-600
Глубина погружения рабочая, м	300	300	600
Глубина погружения испытательная, м	360	360	720
Экипаж, чел.	1	1	1
Высота, мм	2270	1920	1940
Ширина, мм	1150	960	1170
Объем внутренний, л	650	620	787
Масса в воздухе с балластом, кг	850	750	1155
Масса под водой с оператором, кг	150	130	200
Плавучесть после отдачи балласта, кгс	75	20...40	20...60
Автономность средств регенерации, ч	6	6	6
Иллюминаторы смотровые, шт.:			
– верхние	4	6	8
– нижние	6	6	8
Род тока, напряжение, В	Пост. 110	Пост. 110	Пост. 110
Количество светильников их мощность, Вт	1×1000	1×1000	3×1000

На крышке имеется устройство для отдачи подъемного троса и отрезания кабеля при аварии, сальник для ввода телефонного кабеля. С внутренней стороны на крышке закреплен гибкий шланг с микрофоном-телефоном на конце.

По наибольшему диаметру шаровой части корпуса камеры установлено восемь амортизаторов, закрепленных стальной

трубой. Эта конструкция необходима для предохранения камеры от ударов.

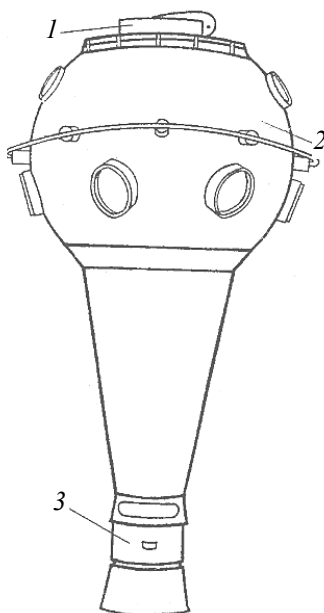


Рис. 3.6. Наблюдательная камера НК-300:

- 1 – крышка входного люка;
2 – камера; 3 – балласт со светильником

Наблюдение из камеры ведется через десять иллюминаторов. Шесть иллюминаторов расположены в нижней полусфере, три – в верхней и один расположен на крышке люка.

В верхней части корпуса имеется два обуха для подъема камеры при ее транспортировке, а в нижней половине сферической части – два размыкающихся рыма, которыми наблюдательную камеру можно соединить с направляющим тросом спускоподъемного устройства. Управление размыкающим рымом осуществляется изнутри.

Внутри камера имеет:

- вращающееся подъемное седло;
- глубиномер;
- откидной столик;
- переносной электрофонарь

для внутреннего освещения камеры;

- термометр;
- две регенеративные коробки, закрепленные на кронштейне седла;
- одна регенеративная коробка, закрепленная на кронштейне в шаровой части камеры;
- роликовый ключ для сальника размыкающегося троса;

– торцевой ключ для сальника устройства отдачи аварийного балласта, размещенного в днище корпуса.

Аварийный балласт предназначен для придания камере отрицательной плавучести во время погружения. Отдача балласта обеспечивает возможность аварийного всплытия камеры на поверхность. После отдачи аварийного балласта камера получает положительную плавучесть 750 Н (75 кгс) и всплывает на поверхность со скоростью 2 м/с. В состав аварийного балласта входят:

- чугунная часть;
- съемные стальные листы;
- втулки крепления светильника;
- рефлектор;
- ограждение светильника и лампы с "ногами".

Подача электроэнергии и телефонная связь с НК-300 осуществляется по глубоководному кабелю длиной 500 м или по двум отдельным кабелям марки РШМ. Две жилы глубоководного кабеля предназначены для питания светильника, две – для связи, три – запасные. Для освещения объекта наблюдения применяется лампа типа РН-110, напряжением 110 В, мощностью 1000 Вт, рассчитанная для работы на глубинах до 300 м. Для связи с наблюдателем на спасательном судне имеются телефонные станции ВТС-59М или НВТС-М. Наблюдательные камеры "Галиаци" устроены и оборудованы аналогично НК-300.

3.3.3. Подводный самоходный поисково-спасательный телевизионный комплекс МТК-200

Телевизионный комплекс МТК-200 (рис. 3.7) предназначен для работ на глубинах до 500 м при состоянии моря до 5 баллов и скорости придонного течения до одного узла, в том числе:

– для осмотра аварийной подводной лодки и других объектов, лежащих на грунте;

- для присоединения ходового троса спасательного колокола к обуху верхней крышки люка аварийной ПЛ;
- для присоединения шлангов ВВД к штуцеру аварийной подводной лодки;
- для присоединения шлангов вентиляции к штуцерам аварийной ПЛ;
- для заводки проводника в головку штоков 17-200, ШУ-400;
- для подъема затонувших торпед, ракет и им подобных объектов;
- для выполнения отдельных подводно-технических работ.

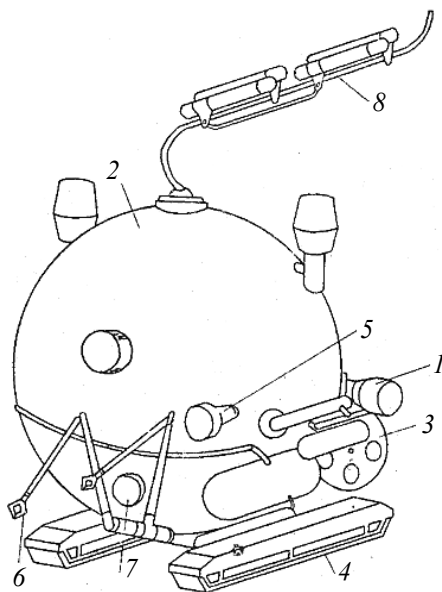


Рис. 3.7. Подводный самоходный поисково-спасательный телевизионный комплекс МТК-200:

- 1 – движитель; 2 – прочный корпус; 3 – выюшка для ходового троса СК; 4 – траки; 5 – светильник; 6 – манипулятор; 7 – телевизионная камера; 8 – кабель

Основные тактико-технические данные МТК-200:

габариты:

- длина – 3,6 м;
- ширина – 2,1 м;
- высота – 2,2 м;

рабочая глубина – 500 м;

масса – 2600 кг;

продолжительность непрерывной работы – 24 ч;

скорость перемещения – 2 уз;

маневр по курсу и глубине – 150 м;

поиск гидроакустической станции в режиме:

- а) активного наведения (не менее) – 150 м;
- б) пассивного наблюдения (не менее) – 150 м;

длина буксирно-кабельной части – 800 м;

напряжение и род тока – 220/380 В;

потребляемая мощность – 22 кВт;

количество манипуляторов – 2 шт;

усилие зажатия манипуляторов – 5 НК (500 кгс);

емкость вьюшки аппарата:

а) трос – 600 м;

б) капроновый фал – 1200 м;

в) шланг ВВД – 360 м;

диаметр перерезаемого троса – 15 мм;

держущая сила механизма закрепления аппарата – 10×2 КН
(1000×2 кгс);

допустимая нагрузка на кабель-трос носителя – 60 КН
(6000 кгс);

обслуживающий персонал – 5 чел.;

дальность видимости телевизионной аппаратуры – 0,8 м
(относительной прозрачности).

Комплекс МТК-200 состоит из забортной части (носитель – телеуправляемый аппарат и кабель-трос с оснасткой)

и бортовой аппаратуры (пульт управления и наблюдения со вспомогательным блоком). Спуск и подъем носителя могут осуществляться с помощью кран-балки или спускоподъемного устройства (СПУ). Стравливание и выборка кабельтроса производится специальными лебедками, обеспечивающими усилие до 50 КН (5 тс).

Носитель состоит из корпуса шарообразной формы с гребными винтами и управляется с пульта управления, расположенного на судне. Оборудование носителя составляет радиоэлектронная аппаратура управления, наведения и наблюдения и технические средства для подводных работ. В состав радиоэлектронной аппаратуры входят гидроакустические станции наведения, телевизионная аппаратура с системой освещения для осмотра объектов и стереоскопическая телевизионная аппаратура с системой освещения для обеспечения работы манипуляторов.

Технические средства носителя состоят из манипуляторов со специальными приспособлениями, гидросистемами приводов и винтов, обеспечивающих перемещение носителя, устройств для крепления к объекту (сверлометчик с приводом) и перемещения по объекту (гусеницы с приводом), вьюшки для транспортировки троса (проводника, фала).

3.3.4. Штоковое устройство

Штоковое устройство (ШУ) предназначено для полуавтоматической остропки. Применение этого устройства сокращает затраты водолазного труда и значительно ускоряет процесс подъема ПЛ.

Штоковое устройство состоит из захвата, находящегося на спасательном судне, и штока, закрепленного на прочном корпусе ПЛ. Шток имеет конической формы головку с усту-

пом для зацепления стопора захвата и ролик, за который заводится стальной проводник, идущий от захвата ШУ. Корпус захвата цилиндрической формы снабжен сверху двумя рымами для крепления строп. В нижней части захвата расположен стопор, щечки которого могут поворачиваться на 90° вверх. Один конец стального проводника закреплен внутри захвата, а второй – пропускается через стопор, заводится водолазом в ролик на головке штока и подается на спасательное судно. Здесь проводник пропускают вновь через стопор и центральную трубку захвата. Ходовой конец проводника подается на лебедку. Лебедкой подбирают проводник и по нему направляют захват к штоку до их соединения. В момент соединения головка штока пройдет сквозь стопор, после чего щечки стопора вернуться в горизонтальное положение и обеспечат надежное соединение захвата и штока.

3.4. Средства для спасения личного состава аварийной подводной лодки, находящейся на грунте

3.4.1. Водолазный колокол

Водолазный колокол (ВК) (рис. 3.8) представляет собой стальной герметический сварной цилиндр, имеющий в нижнем днище входной люк с закрывающейся изнутри крышкой. Диаметр колокола – 1400 мм; высота – 2665 мм; объем – 3,52 м³; масса – 1470 кгс; диаметр люка в свету – 700 мм; глубина погружения – 200 м.

Колокол позволяет разместить внутри двух водолазов в ГКС-ЗМ или 4–5 подводников в ИСП. Цилиндрическая часть корпуса ВК изготовлена из листовой стали толщиной 8 мм, а верхнее и нижнее днища цельноштампованные толщиной 10 мм.

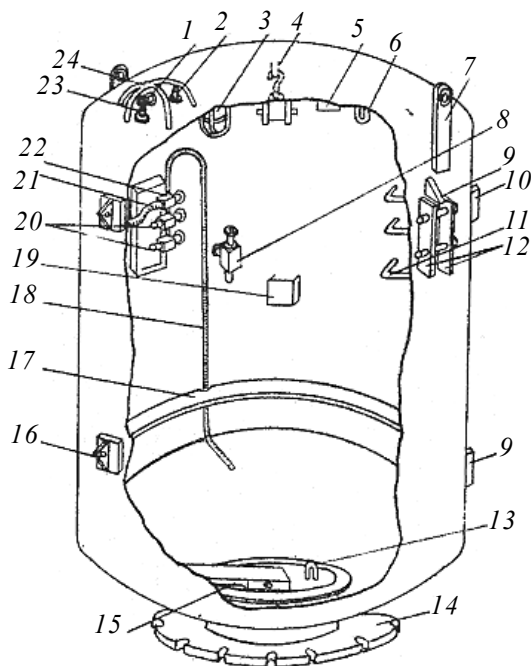


Рис. 3.8 . Водолазный колокол:

1 – вентиль; 2 – кабель-ввод; 3 – светильники; 4 – обух троса аварийного подъема; 5 – микрофон-телефон громкоговорящей станции; 6 – обух; 7 – рым для подвеса; 8 – клапан затопления; 9 – центровочные прутки; 10 – ограничитель; 11 – скобы; 12 – направляющие роульсы; 13 – обух; 14 – фланец; 15 – крышка люка; 16 – рымы для поворота колокола; 17 – круговое кольцо; 18 – магистраль осушения; 19 – коробка; 20 – запорные вентили для шлангов скафандров; 21 – магистраль подачи воздуха в колокол; 22 – запорный вентиль трубы отвода воздуха в нижнюю часть колокола; 23 – штуцер; 24 – ограждение арматуры

В нижнее днище вварен комингс переходного люка с фланцем, имеющим прорези под болты поточно-декомпрессионной камеры. По периметру комингса сделаны кольцевые выступы с углублениями для обеспечения герметичности при закрытии крышки. Крышка прикреплена к комингсу на двух-

шарнирной петле и задраек не имеет. Водонепроницаемость при закрытии крышки обеспечивается резиновым уплотнением и давлением, создаваемым в колоколе. Сверху крышки приварен обух, которым крышка удерживается в открытом положении стопором на стенке колокола. На высоте 120 мм от крышки люка закреплен перфорированный съемный кольцевой настил для размещения водолазов.

Выше настила имеются четыре поручня для удобного захода в колокол, два кармана для размещения иллюминаторов водолазного снаряжения и инструмента, клапан затопления, три рыма для подвеса водолазов с тремя отверстиями в каждом, один смотровой иллюминатор с внутренним прутковым ограждением, два стационарных глубоководных светильника и телефон-микрофон.

Для подачи электроэнергии и обеспечения телефонной связи с водолазным колоколом используется шестижильный кабель. Кабель подводится к распределительной коробке на верхней части колокола. Снаружи ВК имеется два обуха присоединения колокола с подвеской, две пары направляющих насадок с защелками, два ограничителя, фиксирующих положение швелерных стоек платформы в направляющих наделках при установке колокола на платформу, два обуха для перевода колокола в горизонтальное положение, четыре обуха для стропов крепления колокола к тележке. Кроме того, имеются опорные центрирующие прутки и упорные планки для фиксации положения колокола на тележке, кольцевой прутковый поручень, прутковые ступеньки и поручни для подъема на водолазный колокол, находящийся в подвешенном состоянии. В верхней части корпуса колокола снаружи расположены штуцер для присоединения шланга колокола, кабельный ввод, клапан осушения и предохранительный клапан, защищенные прутковым ограждением.

Колокол имеет систему сжатого воздуха из красномедных трубок и бронзовой или стальной арматуры. Внутри колокола система имеет три запорных клапана для присоединения водолазных шлангов и два клапана для подачи воздуха в колокол. Один из трубопроводов подачи воздуха и трубопровод клапана осушения доходят до нижнего днища ВК. При аварийном обрыве шланга поступающая в ВК вода перекрывает конец ввода воздуха в водолазный колокол и сохраняет тем самым в колоколе воздушную подушку. Указанное устройство может быть заменено невозвратным клапаном. Давление в водолажном колоколе

контролируется по водолажному манометру, установленному на водолажном щите спасательного судна. После подъема колокола на поверхность к штуцеру клапана затопления может быть присоединен контрольный манометр.

3.4.2. Спасательный колокол

Спасательный колокол СК-64 (рис. 3.9) предназначен для спасения личного состава аварийной подводной лодки с глубин до 500 м. СК-64 может быть использован для подачи средств регенерации, пищи, воды, медикаментов и других предметов в целях поддержания жизнедеятельности подводников.

Основные тактико-технические характеристики СК-64:

- водоизмещение – 13,54 м³;
- высота – 4,9 м;
- диаметр – 2,8 м;
- рабочая глубина – 500 м;
- скорость погружения – 0,2 м/с;
- экипаж – 2 чел.;
- количество спасаемых подводников – 8 чел.;
- запас плавучести – 3 %;

- наибольший угол выкренивания – 30° ;
- допустимая разность давления для присоса – 0,2 МПа (2 кгс/см²);
- допустимое давление в рабочей камере – 0,5 МПа (5 кгс/см²);
- количество циклов "спуск-подъем" на рабочую глубину по запасам воздуха – 3;
- количество циклов "спуск-подъем" на рабочую глубину по запасам электроэнергии – 2;
- время пополнения запасов – 1 ч;
- средства регенерации – два РДУ, два В-64;
- средства связи – ГАС НГА-2;
- привод лебедки – электрический;
- диаметр ходового троса – 11 мм;
- осадка наибольшая от основной – 3,32 м;
- запас ВВД – 2 группы по 4 баллона по 50 л, давление 40 МПа (400 кгс/см²);
- аккумуляторные батареи типа 60×6АМ – 3 шт.

Колокол СК-64 является автономным спасательным средством по энергетическим запасам и связи.

Операции по спасению экипажа аварийной подводной лодки могут производиться при нормальном и повышенном до 0,5 МПа (5 кгс/см²) давлении в отсеке подводной лодки. Ограничение давления обуславливается физиологией человека и работой приборов станции МГА-2. При этом давление в отсеке должно быть меньше забортного на 0,2 МПа (2 кгс/см²) для обеспечения присоса СК к комингс-площадке ПЛ. Погружение спасательного колокола имеющего положительную плавучесть, осуществляется за счет выбирания лебедкой ходового троса, закрепленного за обух на крышке люка аварийной подводной лодки, а всплытие – за счет травления троса лебедкой и регулирования скорости тормозом.

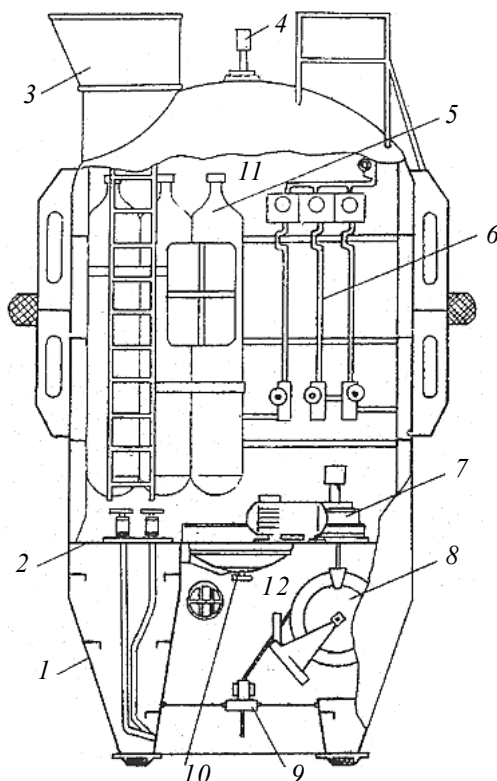


Рис. 3.9. Спасательный колокол:

- 1 – корпус; 2 – платформа; 3 – входной люк с ограждением;
 4 – рым для подъема колокола; 5 – баллоны; 6 – гелиокислородная
 система; 7 – привод лебедки; 8 – лебедка с тросом; 9 – блоковая
 оснастка; 10 – соединительный люк; 11 – рабочая камера;
 12 – предкамера

Погружение спасательного колокола производится со страхующим тросом, которому дается необходимая слабина. Ходовой трос колокола закрепляется в обухе крышки люка аварийной подводной лодки водолазом, подводным снаряжением или выносится на поверхность бум подводной лодки.

В последнем случае штатный трос колокола удаляется с барабана лебедки. Конец ходового троса, вынесенного от аварийной ПЛ, заводится через блоковую оснастку, канатоукладчик, ножницы и закрепляется на реборе барабана лебедки.

Во время спасательной операции между колоколом и спасательным судном поддерживается постоянная связь. При выходе из строя телевизионного тракта связь осуществляется в телеграфном режиме со спасателем по станции "Кама".

При погружении и всплытии предкамера колокола должна быть полностью заполнена водой, так как наличие воздушного пузыря затрудняет присоединение колокола к комингс-площадке аварийной подводной лодки.

Устройство СК-64

Спасательный колокол – вертикальный цилиндр со сферической крышкой и нижней конической частью.

Горизонтальной плоской платформой объем колокола делится на две части:

- верхняя часть – рабочая камера;
- нижняя часть – предкамера с заместительной цистерной.

Снаружи колокола в верхней части имеется цистерна плавуности, фундамент для крепления штока и привальный брус.

В рабочей камере размещается пусковая аппаратура механизма погружения и всплытия, аккумуляторные батареи, электрооборудование, приборы МГА-2. Здесь же располагаются баллоны ВВД, воздушная и водяная системы с арматурой, две РДУ с комплектом В-64.

Для наблюдения за положением СК относительно комингс-площадки аварийной подводной лодки и за работой лебедки, расположенной в предкамере, имеется перископ типа ПСК 5-1. В предкамере установлены светильники типа СМГ-59 для освещения водного пространства при подходе к комингс-площадке ПЛ и самой предкамеры, заполненной

водой. Осушенная предкамера освещается светильниками типа СП-59. Имеются также светильники на леерном ограждении для подачи световых сигналов при всплытии СК в темное время суток. Для входа в спасательный колокол на сферической крышке имеется входной люк, а для сообщения с предкамерой – люк в платформе.

Корпус СК цельносварной из стали марки АК-29. Обшивка корпуса имеет толщину 16 мм, а в районе горловины в заместительную цистерну – 21 мм. Горизонтальная платформа равнопрочная с корпусом. Обшивка корпуса подкреплена шпангоутами. Заместительная цистерна занимает непроницаемый объем между предкамерой и наружной обшивкой СК. Из объема заместительной цистерны выделена выгородка для размещения лебедки с ходовым тросом. Выгородка лебедки сообщается с предкамерой. Для доступа в заместительную цистерну в наружной обшивке установлена прочная горловина 320×450 мм. Снаружи в верхней части СК имеется легкая кольцевая цистерна плавучести. Нижняя часть цистерны через 4 шпигата сообщается с забортным пространством.

В рабочей камере имеются две цистерны: одна цистерна, состоящая из двух емкостей по 110 л, соединенных между собой, расположена на подволоке; другая – емкостью 380 л, расположена за баллонами ВВД на правом борту СК.

Для спуска на воду, подъема установки на борту спасательного судна на сферической крышке колокола имеется фундамент для крепления штока. Для точной установки спасательного колокола на шахту поточно-декомпрессионной камеры (ПДК) по направляющим СПУ на корпусе колокола установлены цапфы. На крыше колокола установлено леерное ограждение. В центре платформы имеется люк диаметром 600 мм. Крышка люка закрывается винтовыми задрайками. Для предохранения спасательного колокола от повреждений

при подъеме на его корпусе установлен привальный брус из литой резины.

Механизм погружения и всплытия включает лебедку, редуктор, фрикционную эластичную муфту, электродвигатель постоянного тока типа ДПМ-12. Электродвигатель расположен в рабочей камере. Лебедка, расположенная в предкамере, имеет канатоукладчик, ножницы для отсекаания ходового троса в аварийном случае. Блоковая оснастка установлена в предкамере и служит для центровки троса по оси опорного фланца колокола и для направления троса на ролики канатоукладчика лебедки.

Воздушно-вентляционная система предназначена для хранения и пополнения запасов ВВД, продувания и вентиляции заместительной цистерны, цистерны плавучести и предкамеры, подачи воздуха в рабочую камеру. Запас ВВД хранится в 8 титановых баллонах емкостью 50 л каждый при давлении 40 МПа. Расходная группа имеет два баллона, аварийная – 6 баллонов. В состав системы входят биметаллические (СВВД) и красномедные (ВСД) трубопроводы с запорной арматурой и контрольно-измерительными приборами. Запас ВВД достаточен для трёх циклов работы колокола на предельной глубине. При повышении давления в отсеке аварийной подводной лодки до 0,5 МПа обеспечивается один цикл.

Водяная система обеспечивает заполнение и осушение цистерн спасательного колокола и контроль за давлением вне колокола.

3.4.3. Подводные снаряды

3.4.3.1. Спасательный подводный снаряд проекта 1837.

Спасательный подводный снаряд (СПС) проекта 1837 (рис. 3.10) предназначен:

– для спасения экипажа находящейся на грунте аварийной подводной лодки с глубин до 500 м при течении до 1,5...2 уз,

кренах и дифферентах подводной лодки до 45° путем приема подводников в снаряд и транспортировки их на спасательное судно или на спасательную подводную лодку;

– для поддержания жизнедеятельности экипажа аварийной подводной лодки путем передачи средств регенерации, пищи, воды, медикаментов, одежды;

– для допоиска и обследования подводной лодки после обнаружения ее поисковыми силами;

– для производства работ в непосредственной близости к комингс-площадкам (перерезание и присоединение тросов, шлангов).

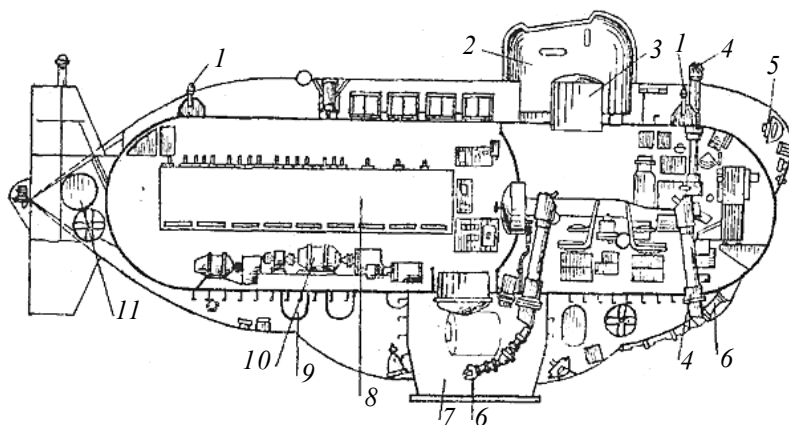


Рис. 3.10. Спасательный подводный снаряд пр. 1837
(продольный разрез):

- 1 – подъемное штоковое устройство; 2 – ограничение входного люка;
3 – входной люк; 4 – перископ; 5 – гидролокатор; 6 – манипулятор;
7 – камера присоса; 8 – аккумуляторные батареи; 9 – уравнильная цистерна; 10 – электродвигатель движительного комплекса;
11 – кормовая дифферентная система

Транспортировка спасаемых подводников на спасательное судно осуществляется в режиме "лифта" или в режиме автономного плавания.

Основные тактико-технические характеристики спасательного подводного снаряда:

– габариты: а) длина 10,72 м; б) ширина 3,92 м; в) высота 5,4 м;

– водоизмещение – 45 м³;

– рабочая глубина погружения – 500 м;

– предельная глубина погружения – 550 м;

– подводная скорость: а) горизонтальная – 3 уз; б) вертикальная (вниз) – 0,65 уз; в) вертикальная (вверх) – 0,8 уз; г) лаговая – 0,4 уз;

– дальность плавания экономической скоростью 2 узла 16,5 миль;

– автономность по запасам средств регенерации воздуха: для экипажа – 48 ч; для экипажа и спасенных – 10 ч;

– команда – 3 человека;

– количество спасаемых за один рейс – 16–20 человек;

– тип аккумуляторной батареи – СП-200;

– запас энергии – 127 квт·час.

Корпус СПС состоит из двух частей: прочного корпуса и легкого. Прочный корпус снаряда разделен на два отсека. Первый отсек – отсек управления. В нем расположены два поста управления снарядом: пост командира и пост механика. Пост командира оборудован пультом управления движением снаряда, а также перископами, позволяющими осматривать посадочную площадку, зону действия манипуляторов и наблюдать за надводной обстановкой. Пост механика оборудован аппаратурой управления механизмами, устройствами, системами, манипуляторами камеры присоса, а также перископом, позволяющим вести наблюдение за посадкой снаряда на комингс-площадку подводной лодки и работой манипуляторов.

Второй отсек предназначен для размещения спасаемых подводников. В нем размещены аккумуляторная батарея, электродвигатели, гидронасосы, гидромоторы движительного комплекса снаряда, насосы осушения, гидравлики, крено-дифферентной системы с приводами и обслуживающей аппаратурой. Переход из аварийной подводной лодки во второй отсек СПС производится через камеру присоса, расположенную в нижней части спасательного подводного снаряда.

В камере присоса установлены:

- лебедка подтягивания с тросом длиной 700 м;
- центрирующее устройство с гидроприводом и прессом обрезки троса;
- два манипулятора;
- перископ;
- три светильника;
- гидропривод закрытия крышки люка.

В носовой части легкого корпуса расположен излучатель и приемник станции МГА-5, гидроакустический преобразователь системы наведения, два глубоководных светильника.

В верхней части легкого корпуса расположены: верхний входной люк с ограждением (рубкой), штоковое устройство, надводный перископ и блок РССУ.

В средней части легкого корпуса по бортам расположены два гидроакустических преобразователя станции МГА-55.

В кормовой оконечности легкого корпуса расположены:

- кормовая дифференциальная цистерна;
- винт подруливающего устройства в трубе;
- гидроакустический излучатель станции МГС-29;
- вертикальный стабилизатор с отличительным огнем наверху;
- гидроакустический преобразователь станции МГА-2.

В нижней части легкого корпуса расположены:

- средняя дифференциальная цистерна;
- гидроакустический преобразователь системы наведения;
- приемник и излучатель станции МГА-5;
- гидроакустический преобразователь станции МГА-2;
- гидроакустический преобразователь станции МГА-55;
- винт подруливающего устройства в трубе;
- кормовой обтекатель, заполненный легковесным наполнителем. В нижней носовой части на прочном корпусе расположены два манипулятора, глубоководные светильники, подводный перископ и иллюминатор.

3.4.3.2. Автономный рабочий снаряд проекта 1839 (АРС, рис. 3.11). Автономный рабочий снаряд предназначен:

- для поиска и обследования находящейся на грунте аварийной подводной лодки после ее обнаружения и обвехования поисковыми силами;
- для доставки и присоединения шланга к штуцеру приема ВВД подводной лодки;
- для заводки проводника в головку штока ШУ-200;
- для поиска затонувшей подводной техники и снаряжения;
- для доставки и присоединения к затонувшим подводным объектам тросов диаметром 11...22 мм;
- для подъема с грунта изделий, военной техники массой до 500 кг;
- для захвата с помощью глубинного захватывающего устройства (ГЗУ) затонувшего минно-торпедного оружия диаметром от 400 до 650 мм и массой в воде до 5 т с выносом подъемного троса на поверхность.

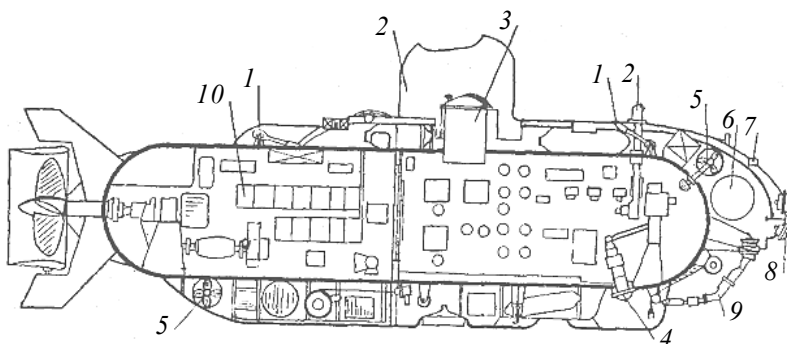


Рис. 3.11. Автономный рабочий снаряд пр. 1839
(продольный разрез):

1 – подъемное штоковое устройство; 2 – ограничение входного люка;
3 – входной люк; 4 – перископ; 5 – лаговый движитель; 6 – носовая
дифференциальная цистерна; 7 – гидролокатор; 8 – головка аппаратуры
наведения; 9 – манипулятор; 10 – аккумуляторные батареи

Основные тактико-технические характеристики АРС:

- габариты: длина – 13,56 м; ширина – 3,49 м; высота с ГЗУ – 6,65 м; высота без ГЗУ – 4,87 м;
- водоизмещение нормальное – 46 м³;
- глубина погружения: а) рабочая – 500 м; б) предельная – 550 м;
- наибольшие скорости: горизонтальная – 4,0 уз; вертикальная (вверх) – 0,8 уз; вертикальная (вниз) – 0,7 уз; лаговая – 0,5 уз;
- дальность подводного плавания экономической скоростью 2 узла 16 миль;
- автономность по запасу средств регенерации воздуха – 38 часов;
- тип и емкость источников электроэнергии – АБ типа СП-200;
- запас энергии – 127 кВт·ч;
- экипаж – 3 человека;

- наибольший дифферент, создаваемый дифферентной системой: на нос – 15° ; на корму – 30° ;
- запас плавучести – 10 %;
- запас ВВД – $0,48 \text{ м}^3$.

Технические характеристики глубинного захватывающего устройства:

- водоизмещение нормальное – 4 м^3 ;
- рабочая глубина погружения – 500 м;
- масса поднимаемого объекта – 5 тс;
- диаметр поднимаемого объекта – $0,4 \dots 0,65 \text{ м}$;
- угол поворота захватов в вертикальной плоскости – 30° ;
- длина поднимаемого объекта – $4 \dots 11 \text{ м}$.

Автономный рабочий снаряд представляет собой сверхмалую подводную лодку, корпус которой состоит из двух частей. Прочный корпус – цилиндрический, двухотсечный. Первый отсек – отсек управления, в нем расположены посты командира и механика. Отсек оборудован входным люком диаметром в свету 650 мм и прямоугольной дверью на плоской межотсечной переборке. Пост командира оборудован пультом управления движением снаряда, перископами, позволяющими осматривать посадочную площадку, зону действия манипуляторов и наблюдать за надводной обстановкой. Пост механика оборудован аппаратурой управления механизмами, устройствами и системами. В носовой части на переборке установлены иллюминаторы для наблюдения и уложены матрац и подушка для оператора.

Второй отсек предназначен для размещения аккумуляторной батареи, электродвигателей, внутренней дифферентной цистерны, гидронасосов, гидромоторов движительного комплекса снаряда, кингстонов гидравлики, осушительной и дифферентной систем с приводами, преобразователя АП5-4-403.

В носовой части легкого корпуса расположены:

- два рабочих гидравлических манипулятора с индивидуальными амортизационными подвесками;
- ручная лебедка;
- носовая дифференциальная цистерна;
- гидроакустический преобразователь МГА-2;
- ниша с тросом буксирного устройства;
- излучатель и приемник станции МГА-5;
- вертушечный лаг;
- девять глубоководных светильников;
- два гидроакустических преобразователя системы наведения;

– две лебедки с якорями.

В верхней части легкого корпуса расположены:

- подводный перископ;
- устройство РСС2;
- четыре баллона ВВД;
- входной люк с ограждением;
- гидроакустический преобразователь станции МГА-2;
- устройство для транспортировки шлангов.

В средней части легкого корпуса расположены:

- балластная цистерна правого и левого бортов;
- трубы винтов вертикального перемещения;
- два баллона системы гидравлики;
- два гидроакустических преобразователя станции МГВ-55.

В нижней части легкого корпуса расположены:

- гидроакустический преобразователь станции МГВ-55;
- пирорымы;
- контейнер (ниша) для различных найденных предметов;
- два баллона ВВД;
- ниша зрительного устройства;
- контейнеры с аккумуляторной батареей, заполненные фтороуглеродистой жидкостью;

- устройство для закрепления ГЗУ;
- якорь с лебедкой;
- уравнивательная цистерна;
- кормовое подруливающее устройство;
- три глубоководных светильника.

В кормовой части легкого корпуса размещены:

- горизонтальный маршевый гребной винт с поворотной насадкой и валопровод;
- горизонтальный и вертикальный стабилизаторы;
- якорный огонь, расположенный на вертикальном стабилизаторе;
- шумоизлучатель МГС-29.

Для санитарных целей установлены одна малогабаритная и три резиновых емкости. Для аварийного выхода из снаряда предусмотрены три комплекта ИСП.

3.4.4. Спасательная подводная лодка

Подводные лодки менее зависимы от состояния моря, чем надводные корабли, поэтому в последние годы построены спасательные подводные лодки нескольких проектов.

Спасательная подводная лодка (СПЛ) предназначена:

- для поиска находящейся на грунте аварийной подводной лодки;
- для выполнения отдельных водолазных работ на глубинах до 160 м, в том числе и по поддержанию жизнедеятельности экипажа аварийной подводной лодки;
- для спасения подводников "мокрым" и "сухим" способами.

Для решения указанных задач спасательная подводная лодка имеет (рис. 3.12):

- гидроакустическую станцию обнаружения и аварийной подводной связи "Кама";

- эхолот НЭЛ-5 с горизонтально расположенными вибраторами;
- три подводные телевизионные камеры;
- спасательный подводный снаряд;
- излучатель шума;
- подводные якоря;
- водолазный комплекс.

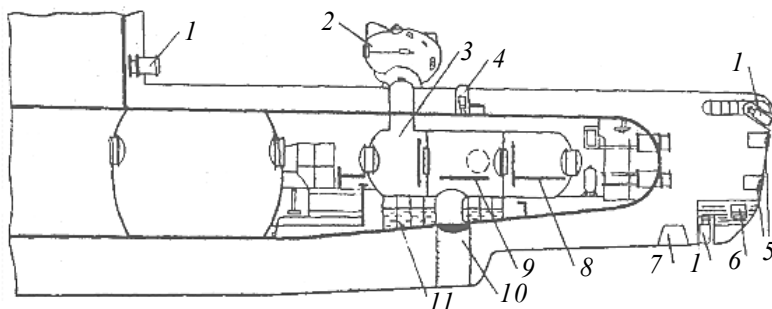


Рис. 3.12. Продольный разрез
экспериментальной СПЛ проекта 666:

1 – подводные телевизионные камеры; 2 – управляемый подводный снаряд; 3 – кормовая декомпрессионная камера с аварийно-спасательным люком; 4 – излучатель шума; 5 – эхолот НЭЛ-5 с горизонтально расположенными вибраторами; 6 – гидроакустическая станция обнаружения и аварийной подводной связи "Кама"; 7 – подводный якорь; 8 – трехотсечная поточно-декомпрессионная камера; 9 – шлюзовой отсек камеры; 10 – водолазная ниша; 11 – цистерна замещения шлюзового отсека камеры

В состав водолазного комплекса спасательной подводной лодки входят трехотсечная поточно-декомпрессионная камера, водолазная ниша, цистерна замещения шлюзового отсека поточно-декомпрессионной камеры (ПДК), системы подачи воздуха и газовых смесей водолазам и снаряжение СВ-СПЛ. Камера прочными переборками разделена на три ав-

тономных отсека. Концевые отсеки называются декомпрессионными камерами, а средний – входной (или шлюзовой) камерой. Все три камеры сообщаются с отсеком ПЛ и между собой люками диаметром 800 мм.

Сверху на кормовой декомпрессионной камере установлен входной люк с удлиненным прочным комингсом, проходящим через прочный корпус подводной водки. Комингс оканчивается люком диаметром 650 мм и комингс-площадкой для установки СПС.

Шлюзовая камера имеет люк для выхода в воду водолазов на оба борта через специальную нишу, расположенную в килевой части ПЛ.

Декомпрессионные камеры предназначены для декомпрессии водолазов и спасенных подводников. Шлюзовой отсек используется для выхода и входа водолазов и подводников в спасательную подводную лодку. Для этого отсек имеет следующие специальные системы, обеспечивающие его шлюзование и работу водолазов за бортом:

- систему затопления из заместительной цистерны;
- систему вентиляции;
- систему подачи ВВД;
- систему воздухообмена водолазов;
- систему газовых смесей;
- телефонную связь.

Водолазная ниша представляет собой легкую нишу-выгородку под прочным корпусом спасательной подводной лодки в районе первого отсека, имеющую рабочую водолазную площадку, вьюшку с ходовыми концами и переносной светильник. Ниша освещается стационарными глубоководными светильниками. Заместительная цистерна расположена в трюме первого отсека под ПДК. В цистерне хранится вода, которая подается в шлюзовую камеру. Для обеспечения входа (выхода) и приема на борт спасенные подводников.

Опыт эксплуатации водолазного комплекса показал, что водолазные спуски в условиях спасательной подводной лодки проводить удобнее и безопаснее, чем с надводного корабля. Это объясняется тем, что устройства обеспечивающие спуски со спасательной подводной лодки проще и надежнее, чем с надводного корабля. Кроме того, со спасательной подводной лодки можно постоянно контролировать состояние водолазов по телефону и визуально. На проведение водолазных спусков со спасательной подводной лодки погодные условия практически не влияют. Значительно упрощается и ускоряется оказание помощи аварийному водолазу, так как всегда имеется возможность либо перевести водолаза в другой отсек камеры, либо войти в шлюзовую отсек врачу-физиологу и другим водолазам для оказания необходимой помощи.

Водолазы в снаряжении СВ-СПЛ могут выполнять все виды работ по спасению экипажа затонувшей подводной лодки на глубинах до 120 м, а отдельные работы – до 160 м.

Спасение подводников "сухим" способом осуществляется с помощью спасательного снаряда. Спасательный подводный снаряд (СПС) связан со спасательной подводной лодкой через аварийно-спасательный люк. Для наводки СПС на спасательной подводной лодке используют излучатель шума МГС-29.

Использование спасательной подводной лодки при оказании помощи затонувшей подводной лодки сводится к следующим мероприятиям: поиск и допоиск аварийной подводной лодки.

Поиск аварийной ПЛ производится гидроакустическим и штурманским вооружением СПЛ, обычным для всех подводных лодок. Поиск производится одиночной спасательной лодкой в районе, указанном поисковыми силами. Для поис-

ка используются гидролокационная и гидроакустическая станция СПЛ, причем гидроакустическая станция эффективна лишь при работе на аварийной подводной лодке излучателя шума.

Так как гидролокационная станция обладает значительной мертвой зоной (до I каб.), то для допояска аварийной подводной лодки необходимо использовать вертикальные вибраторы эхолота НЭЛ-5. Траверзные курсовые углы подхода к аварийной ПЛ, обеспечивают наибольшую точность прохождения над нею. Эхолот используется и при поиске с помощью гидроакустической станции.

Необходимо чтобы при спасении подводников "мокрым" способом, расстояние между водолазной нишей спасательной подводной лодки и местом выхода из аварийной ПЛ не превышало 20 м. В связи с этим поисковая аппаратура СПЛ должна обладать большой точностью наведения спасательной подводной лодки на аварийную. Возможны и другие варианты размещения водолазного комплекса на спасательных ПЛ (рис. 3.13).

Постановка спасательной подводной лодки у находящейся на грунте аварийной подводной лодки может быть произведена с помощью подводных якорей. Наибольшая точность постановки спасательной подводной лодки обеспечивается при проходе СПЛ над аварийной подводной лодкой курсом против течения. В момент прохождения над аварийной подводной лодкой инерция спасательной подводной лодки гасится работой электродвигателей на задний ход.

Подход к аварийной ПЛ производится с частично вытравленными якорями, а погружение спасательной подводной лодки над аварийной осуществляется приемом воды в уравнительную цистерну. Постановка может осуществляться на один или два якоря. С помощью якорей можно производить изменение глубины стоянки (путем травления или

выбирания якорных цепей), а также передвижения способом "шагания". В последнем случае СПЛ снимается с одного якоря и разворачивается на месте за счет работы винтов "враздрай".

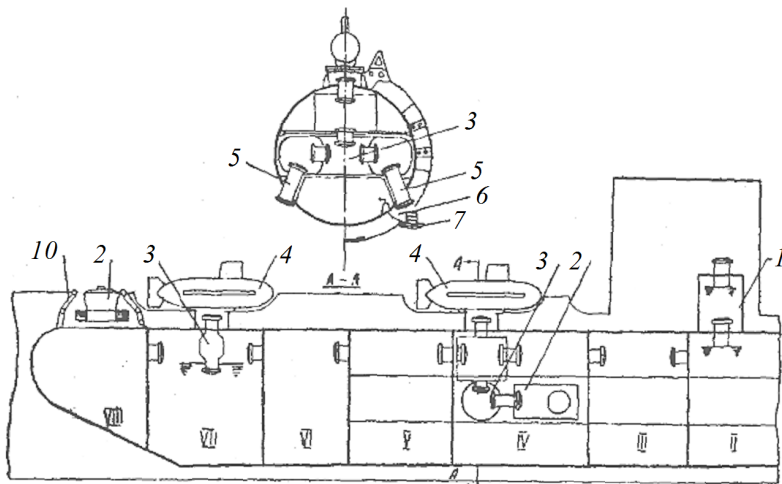


Рис. 3.13. Спасательная подводная лодка:

1 – прочная рубка; 2 – декомпрессионная камера; 3 – шлюзовая трехотсекная камера; 4 – СПС; 5 – люк для шлюзования водолазов; 6 – водолазная ниша; 7 – закрытие водолазной ниши; 8 – спасательный люк; 9 – АСБ; 10 – ШУ-200

Спасение экипажа аварийной подводной лодки "мок-рым способом" обеспечивается водолазами спасательной подводной лодки. При малом (20 м) расстоянии между аварийной подводной и спасательной лодками это потребует меньших затрат сил и времени, повысит безопасность по сравнению с использованием надводных спасателей.

В спуске участвуют три водолаза: один – работающий на объекте, второй – обеспечивающий на площадке водолазной ниши, и третий – обеспечивающий в шлюзовом отсеке

поточно-декомпрессионной камеры. После открытия выходного (нижнего) люка и включения светильников первый и второй водолазы выходят в нишу. Затем работающий водолаз приступает к выполнению работы, а страхующий водолаз обеспечивает его. Во время шлюзования с водолазами поддерживается постоянная телефонная связь и ведется визуальное наблюдение через иллюминатор шлюзовой камеры.

Водолазы первой смена заводят ходовой конец от водолазной ниши к спасательному устройству аварийной подводной лодки, через которое будет осуществляться выход экипажа. Следующие смены обеспечивают выход и прием подводников в спасательную подводную лодку.

Подводники, выходя из шлюзового устройства, зацепляют карабин за ходовой трос и в сопровождении водолазов направляются к водолазной нише спасательной подводной лодки. Обеспечивающие водолазы заводят их в шлюзовой отсек. Спасенные подводники и водолазы после прохождения декомпрессии в шлюзовом отсеке выходят из ПДК в отсек спасательной подводной лодки.

Спасение экипажа аварийной подводной лодки "сухим" способом производится с использованием СПС. При этом способе спасения допускается расстояние между затонувшей подводной лодкой и спасательной подводной лодкой до 100...200 м. Спасательная подводная лодка ложится на грунт или становится на подводные якоря.

Закончив приготовление, операторы отдают штатное крепление спасательного снаряда, закрывают верхний люк спасательной подводной лодки, люк снаряда и занимают свои места.

Переход к аварийной ПЛ и обратно осуществляется под гребными винтами с использованием навигационных

приборов и аппаратуры самонаведения, реагирующей на акустические излучения излучателей подводных лодок.

После посадки СПС на комингс-площадку СПЛ и открытия верхнего люка спасательной-подводной лодки спасенные подводники через декомпрессионную камеру выходят в отсек. Если в отсеке аварийной подводной лодки давление было повышено, то спасенные подводники и экипаж снаряда, прежде чем выйти в отсек, проходят декомпрессию в ПДК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шершов, А. П.** История военного кораблестроения [Текст] / А. П. Шершов. – М. – Л. : ГВМИ НКВМФ СССР, 1940. – 360 с.
2. Морские гидротехнические сооружения на континентальном шельфе [Текст] / Г. В. Симаков [и др.]. – Л. : Судостроение, 1989. – 328 с.
3. Судостроение за рубежом. Технические средства для разведки и добычи нефти и газа на шельфе [Текст] : журнал. – М. : ЦНИИ "Румб". – 1977. – № 4 (124).
4. Технические средства для изучения и освоения Мирового океана. Зарубежное судостроение (1980–1984 гг.) [Текст] : журнал. – М. : ЦНИИ "Румб". – 1984.
5. **Бугаенко, Б. А.** История судостроения : в 4 ч. Ч. 2. Паровое и металлическое судостроение [Текст] / Б. А. Бугаенко, А. Ф. Галь. – Николаев : НУК, 2007. – 296 с.
6. **Бугаенко, Б. А.** Развитие плавучих буровых сооружений (очерк истории, часть 1) [Текст] / Б. А. Бугаенко, А. Ф. Галь, С. В. Драган // Сборник научных трудов НУК. – 2009. – № 4. – С. 155–163.
7. **Дмитриев, А. Н.** Проектирование подводных аппаратов [Текст] / А. Н. Дмитриев. – Л. : Судостроение, 1973. – 237 с.

8. **Войтов, Д. В.** Подводные обитаемые аппараты [Текст] / Д. В. Войтов. – М. : АСТ "Астрель", 2002. – 303 с.
9. **Иванов, В. А.** Суда технического флота [Текст] / В. А. Иванов, Н. В. Лукин, С. Н. Разживин. – М. : Транспорт, 1982. – 366 с.
10. **Цветков, И. Ф.** История отечественного судостроения : в VI т. Том V: Судостроение в начале XX в. (1906–1925) [Текст] / И. Ф. Цветков. – СПб. : Судостроение, 1995. – 560 с.
11. **Зубов, Б. Н.** Записки корабельного инженера. Развитие надводного кораблестроения в Советском Союзе [Текст] / Б. Н. Зубов. – М. : Ключ, 1998. – 480 с.
12. Советский энциклопедический словарь. 4-е изд. [Текст] / – М. : Сов. энциклопедия, 1988. – 1600 с.
13. **Диомидов, М. Н.** Подводные аппараты (проектирование и конструкция) [Текст] / М. Н. Диомидов, А. Н. Дмитриев. – Л. : Судостроение, 1966. – 363 с.
14. **Боровиков, П. А.** Подводная техника морских нефтепромыслов [Текст] / П. А. Боровиков, В. Н. Самарский. – Л. : Судостроение, 1980. – 176 с.
15. **Зинковский, Николас Б.** Подводные работы на нефтепромыслах: из опыта работы водолаза [Текст] ; пер. с англ. / Николас Б. Зинковский. – Л. : Судостроение, 1984. – 232 с.
16. **Лобанов, В. А.** Справочник по технике освоения шельфа [Текст] / В. А. Лобанов. – Л. : Судостроение, 1985. – 200 с.
17. **Лукошников, А. В.** Техника исследования морского дна [Текст] / А. В. Лукошников. – Л. : Судостроение, 1984. – 264 с.
18. Аварийно-спасательные и судоподъемные средства [Текст] / А. И. Фигичев, Ю. В. Васильев, Г. К. Крылов [и др.]. – Л. : Судостроение, 1979. – 264 с.

19. **Кенни, Дж. Е.** Техника освоения морских глубин [Текст] ; пер. с англ. / Дж. Е. Кенни. – Л. : Судостроение, 1977. – 312 с.

20. **Герхард, Хаукс.** Подводная техника [Текст] ; пер. с нем. / Хаукс Герхард. – Л. : Судостроение, 1979. – 288 с.

21. **Шанихин, Е. Н.** Глубоководные аппараты (вехи глубоководной тематики) [Текст] / Е. Н. Шанихин. – М. : ООО "Восточный горизонт", 2003. – 120 с.

22. **Хуснутдинов, Р. Н.** Аварийно-спасательные работы [Текст] / Р. Н. Хуснутдинов, В. В. Удовиченко, В. А. Михайлюк. – Николаев : НКИ, 1986. – 125 с.



СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. История подводной техники	10
1.1. Первые батисферы, гидростаты и подводные планеры ...	13
1.2. Водолазные колокола	24
1.2.1. Водолазное дело	24
1.2.2. Водолазные колокола и транспортировочные водолазные камеры.....	29
1.3. Батискафы	36
1.3.1. Изменение принципа погружения	36
1.3.2. Создание батискафов Огюста Пикара	39
1.3.3. Батискафы "Архимед" и "Поиск-6"	45
1.4. Мезоскафы	50
1.5. Подводные аппараты Ж.-И. Кусто	57
1.5.1. Подводные аппараты "Дениз" и "Сиана"	57
1.5.2. Семейство подводных аппаратов "Дипстар"	61
1.6. Подводный аппарат "Алвин"	64
1.7. Многоместный глубоководный аппарат "Алюминаут" ...	72
1.8. Подводные обитаемые аппараты для малых глубин ...	74
1.9. Обитаемые подводные аппараты Канады и Японии	82
1.9.1. Канадские аппараты	82
1.9.2. Японские аппараты	87
1.10. Отечественные обитаемые подводные аппараты	91
1.11. Подводные аппараты-спасатели экипажей аварийных подводных лодок	115

Глава 2. Логистические аспекты и технические средства аварийно-спасательной службы ВМС	127
2.1. Назначение и классификация аварийно-спасательных устройств и средств подводных лодок	127
2.1.1. Общие положения	127
2.1.2. Назначение и классификация аварийно-спасательных устройств и средств подводных лодок	128
2.2. Устройства для обозначения места аварийной подводной лодки и связи ее с поверхностью	129
2.2.1. Общие положения	129
2.2.2. Аварийно-сигнальные буй	130
2.2.3. Радиосветосигнальное устройство	134
2.2.4. Гидроакустический прибор МГС-29	134
2.2.5. Аварийные радиобуи и радиостанции	136
2.2.6. Устройство "выбрасыватель патронов имитации и сигнализации"	137
2.3. Аварийно-спасательные устройства и средства для выхода экипажа из отсеков аварийной подводной лодки	140
2.3.1. Общие положения	140
2.3.2. Система затопления отсека-убежища	142
2.3.3. Спасательные и входные люки с комингс-площадкой	143
2.3.4. Прочная рубка с системой шлюзования	149
2.3.5. Торпедные аппараты	150
2.3.6. Спасательная буй-выюшка	153
2.3.7. Устройства для выноса ходового троса спасательного колокола	155
2.3.8. Всплывающие спасательные устройства	158
2.3.9. Изолирующее снаряжение подводника	163
2.3.10. Снаряжение спасательное подводника	165
2.4. Аварийно-спасательные устройства и средства поддержания жизнедеятельности экипажа в отсеках аварийной подводной лодки	169

2.4.1. Общие положения	169
2.4.2. Отсеки-убежища подводной лодки	169
2.4.3. Средства регенерации воздуха	170
2.4.4. Устройства для вентиляции отсеков и подачи воздуха высокого давления на подводную лодку	176
2.4.5. Устройства для хранения и подачи на подводную лодку средств жизнеобеспечения	180
2.5. Судоподъемные устройства	180
2.5.1. Общие положения	180
2.5.2. Система аварийного продувания цистерн главного балласта водолазом	181
2.5.3. Штоковые устройства	182
2.5.4. Судоподъемные рымы и шпигаты	185
2.6. Проверка аварийно-спасательных устройств и средств подводных лодок специалистами поисково-спасательной службы (ПСС)	186
2.6.1. Общие положения	186
2.6.2. Проверка аварийно-спасательных устройств подводных лодок	188
2.6.3. Проверка средств выхода из подводной лодки ...	189
Глава 3. Логистика спасательных средств поисково-спаса- тельной службы для спасения экипажа аварийных подводных лодок	191
3.1. Общие положения	191
3.2. Технические средства для поддержания жизне- деятельности экипажа аварийной подводной лодки	192
3.2.1. Трубопровод для подачи воздуха высокого давления на аварийную ПЛ	192
3.2.2. Устройство для вентиляции отсеков аварийной подводной лодки	195
3.2.3. Устройство для подачи средств жизнеобеспечения в отсеки аварийной подводной лодки	198

3.3. Средства для выполнения подводно-технических работ	201
3.3.1. Рабочие камеры	201
3.3.2. Наблюдательные камеры	202
3.3.3. Подводный самоходный поисково-спасательный телевизионный комплекс МТК-200	205
3.3.4. Штоковое устройство	208
3.4. Средства для спасения личного состава аварийной подводной лодки, находящейся на грунте	209
3.4.1. Водолазный колокол	209
3.4.2. Спасательный колокол	212
3.4.3. Подводные снаряды	217
3.4.4. Спасательная подводная лодка	225
Список литературы	233

УДК 005.511: 656.61(075.8)

К14

Казарєзов А. Я.

К14 Аспекти логістики аварійно-рятувальних підводних робіт : навчальний посібник / А. Я. Казарєзов, А. Ф. Галь, Ю. Є. Барабанова. – Миколаїв : НУК, 2020. – 240 с.

ISBN 978-966-321-387-3

Розглянуто питання теорії та практики проведення аварійно-рятувальними службами водного транспорту робіт з врятування людей під водою.

Призначено для студентів денної та заочної форм навчання різних напрямлень. Також може бути використане фахівцями з логістики і водного транспорту.

Навчальне видання

КАЗАРЄЗОВ Анатолій Якович
ГАЛЬ Анатолій Феодосійович
БАРАБАНОВА Юлія Євгенівна

**АСПЕКТИ ЛОГІСТИКИ
АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ
ПІДВОДНИХ РОБІТ**

Навчальний посібник

Редактор *М. П. Фоміна*

Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*

Коректор *М. О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 14,0. Тираж 100 прим. Вид. № 15. Зам. № 0807-26.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.