

ГЛАВА 12. АВТОНОМНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АКУСТИКО-ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Уже в конце 40-х - начале 50-х годов, когда только начиналась разведка толщ океана и исследования физических явлений, происходящих в морской воде, появилась необходимость непрерывно измерять и фиксировать физические параметры. До недавнего времени такие измерения требовали непрерывную эксплуатацию исследовательских судов (если разведка велась на больших расстояниях от берега и на больших глубинах) или океанографических вышек и надводных станций (при исследованиях на малом расстоянии от берега). Проблема заключалась в том, что исследовательское судно неспособно было вести измерения в течении нескольких недель или месяцев по времени и в точно фиксированной точке океана из-за постоянного дрейфа, вызываемого ветрами, подводными течениями и другими явлениями; с другой стороны, с океанографической вышки или надводной станции можно вести измерения только в одном, строго фиксированном месте океана. Кроме того, эксплуатация и тех и других обходится очень дорого. Поэтому поиски решения этой проблемы привели к разработке мобильных измерительных систем и автоматических глубоководных станций, способных вести непрерывную регистрацию различных видов информации (например, одновременно, нескольких параметров морской воды, данные сейсморазведки, акустическую информацию и т.д.) в любых районах океана и на широком диапазоне глубин.

С конца 50-х гг. наблюдения на заякоренных автономных буйковых станциях и с помощью дрейфующих буйев, стали основными методами получения информации о длительных процессах в толще океана, в частности, о морских течениях, изменениях температуры на разных глубинах, о насыщении воды различными солями, данных сейсмографии и т.д.

Совершенные океанографические исследования требуют все больше

и больше данных непосредственно со дна океана (т.е. с глубин, пока недоступных человеку - 4 - 10 км). Это приводит к усложнению исследовательского оборудования, а, следовательно, к увеличению его стоимости и ценности. Поэтому неуклонно возрастают требования к долговечности и надежности всех узлов автономных донных станций. Быстрое развитие дальнейших океанологических исследований вызывает рост новой отрасли техники - океанотехники, под которой понимаются средства для освоения океана, а также развитие новых видов технологий. Во второй половине 70-х годов работы в области океанотехники не только не сокращаются, но испытывают быстрый рост.

Нормальная работа автономных донных станций одинаково зависит от надежной работоспособности и механической части - корпуса, размыкателя и пр., и электронных схем, и батарей питания, и, даже, крепежных деталей. Вот почему отработке отдельных составных частей донных станций придается большое значение.

12.1. Корпуса донных станций.

Основные назначения внешних оболочек - корпусов донных станций для сейсмических, акустических, оптических и других исследований - это предохранение точной аппаратуры от воздействия :

- морской воды,
- гидростатического давления,
- вибраций и случайных ударов при эксплуатации.

Отсюда вытекают требования к корпусам донных станций:

- прочность,
- малый вес и компактность,
- низкая стоимость,
- удобство в эксплуатации.

На практике чаще всего используют корпуса для донных станций двух конфигураций: сферической и цилиндрической, реже - в форме эллипсоида или других сложных конфигураций.

Оболочка сферической формы лучше всего противостоит гидростатическому давлению, т.к. внутренние напряжения в ней распределены равномерно и нет мест с концентрацией напряжений. В эксперименте AIDA (*Automatic instrumented diving assembly*) [1]

в 1963 году в качестве корпуса применялась именно сфера, состоявшая из 2х полусфер высокопрочной нержавеющей стали, которые прочно и герметично соединялись с помощью фланцев из 3х болтов. Внутренний диаметр сферы - 27 дюймов (68,58 см), и толщина стенки - 1 дюйм (2,54 см), что позволяло выдержать гидростатическое давление до 20 000 psi (1400 атм.), т.е. такая оболочка могла быть использована на любых глубинах мирового океана. Как основа или платформа под приборы применялся алюминиевый диск диаметром 26 дюймов (66,04 см) и толщиной 1/4 дюйма (6,35 мм). По окружности на диск надевается резиновое кольцо, чтобы установить равномерный контакт диска с внутренней поверхностью сферы и избежать перекоса его.

Основными недостатками такой металлической сферы являются:

- некомпактная расстановка приборов внутри сферы,
- большой вес и неудобство в эксплуатации,
- трудность изготовления.

Тем не менее сферические оболочки из металла продолжают применяться и в настоящее время. Например, в середине 70х гг. фирмой AMF Sea-Link разработаны сферические корпуса для различного рода аппаратуры, которая может быть использована в целях навигации, для обнаружения предметов и объектов под водой, для маркировки подводных трубопроводов, линий связи, других коммуникаций и в иных целях [9]. Преимущества таких корпусов

закljučаются в следующем:

- низкой стоимости,
- совместимости со стандартной аппаратурой,
- наличии собственной положительной плавучести, сила которой равна 14 кг,
- малых размерах - внешний диаметр 36 см, и весе - 9 кг на воздухе,
- простоте в эксплуатации - не требуются дополнительные подставки или специальные гнезда для хранения перед эксплуатацией,
- прочности конструкции и хорошей герметизации,
- большой ударозащищенности.

Недостаток такой оболочки - малые рабочие глубины, т.к. максимальная глубина погружения - 200 м.

С появлением в последние годы новых материалов и технологий стало возможным легко изготавливать сферические оболочки из высокопрочных пластиков и сортов стекла, способных выдерживать гидростатическое давление на глубинах до 9 км.

Особенно получили большое распространение оболочки из особых сортов высокопрочного стекла. Такие стеклянные сферы выпускаются, например, фирмами Benthos Inc. ORE-Ocean research equipment Inc. , Corning GLASS Works и др. [6,7,8]. В таких стеклянных корпусах может располагаться самая различная аппаратура, так как размеры сфер колеблются от 25 до 45 см (внешний диаметр). Они могут служить надежными оболочками для донных сейсмометров, глубоководных ламп-вспышек, применяющихся для обнаружения донных станций, поднявшихся с глубины или для использования в качестве маяков - маркеров в навигации надводных судов и для облегчения продвижения подводных аппаратов. Как правило приемопередатчики (гидрофоны) устанавливаются на поверхности сферы, а батареи источника питания и электронная аппаратура располагаются внутри сферы.

Из-за своей дешевизны стеклянные сферы, изготовленные по специальной технологии, можно использовать и как мощный источник звука на глубинах от 2 до 8 км, т.к. на заданных глубинах сферы будут разрушаться и давать мощный звуковой импульс, причем эта мощность будет зависеть от размеров сферы и от глубины, на которой происходит разрушение сферы. Наконец, малые стеклянные сферы можно использовать в качестве буев для создания положительной плавучести донной станции и возвращения ее с больших глубин на поверхность.

Оболочки цилиндрической формы применяются в еще более широких масштабах, т.к. изготовить их проще, чем сферы. Кроме того, рабочую емкость корпуса цилиндрической формы можно использовать более эффективно, чем сферический, т.е. в цилиндр можно установить больше приборов, чем в сферу того же объема, т.к. трудно найти приборы, которые бы вписывались в сферу.

В цилиндрической оболочке приборы можно устанавливать по секциям или по отделениям, которые могут легко объединяться между собой. Например, в океанографической системе, разработанной в отделении геологии и геофизики Калифорнийского университета [2] применялись исключительно цилиндрические корпуса для исследовательских приборов. Например, блок записи (магнитофон) вставлялся в цилиндр из нержавеющей стали 4 дюйма (10,2 см) внутренний диаметр и длиной 21 дюйм (53,34 см). Этот цилиндр способен выдержать высокое гидростатическое давление (до 10000 psi, т.е. до 700атм) Сам блок записи разбит на три секции: нижнее отделение - электроника, полупроводниковые приборы, отделение для магнитофона - среднее, и бокс для батарей источника питания. Электронная секция защищена пластиковым экраном для предотвращения повреждения в момент установки в цилиндрический корпус. Два электроразъема, способные выдержать большое гидростатическое давление, крепящиеся на верхней

крышке цилиндра, обеспечивают необходимое электрическое соединение.

Существуют и фирмы, которые специализируются исключительно на выпуске и использовании корпусов цилиндрической формы, в которых размещается различная аппаратура: гидроакустические размыкатели, акустические приемопередатчики, программируемые излучателем, гидрометры и гидрометрические вертушки. Например, фирмой SUBER Oceanology, Франция [10], разработаны целые модули из таких корпусов, которые представляют собой гирлянды соединенных между собой цилиндров. Длины таких цилиндров находятся в диапазоне от 600 мм до 1000 мм (600 мм; 800 мм; 850 мм; 1000 мм), диаметры - 120 - 150 мм и вес на воздухе от 23 до 29 кг (в воде от 10 до 20 кг). Герметизация в них осуществляется с помощью резьбы (торцевые крышки, снабженные прокладками, наворачиваются на цилиндрический корпус) или с помощью металлических бандажей, причем, при таких способах крепления фланцы можно быстро и легко заменять на новые или просто менять местами, например, простой фланец поменять на фланец с закрепленным на нем гидрофоном.

Корпуса эллипсоидной, сфероидной или другой формы, отличной от правильной сферы или цилиндра, обычно служат для размещения крупной аппаратуры.

12.2. Размыкатели.

Назначением размыкателей является отделение якоря донной станции или балластного груза от обладающего положительной плавучестью блока с приборами и аппаратурой.

Размыкатели должны удовлетворять следующим требованиям:

- высокая надежность,
- возможность работы на больших глубинах,
- безопасность в эксплуатации,

- малые габариты и вес,
- применение в размыкателях простых подручных недорогих деталей и стандартных источников питания.

Размыкатели можно классифицировать по принципу действия на работающие с дистанционным управлением и на работающие с использованием свойств и параметров окружающей среды, но это деление довольно условно. Размыкатели, принадлежащие к первой группе с небольшими переделками или изменениями могут работать как размыкатели второй группы и наоборот,

К группе размыкателей, работающих по дистанционному управлению можно отнести размыкатели взрывного типа и электромеханические размыкатели.

Размыкатели взрывного типа - широко применялись до недавнего времени, но на настоящем этапе (во второй половине 70 х гг.) от них в основном отказались, так как палубные работы с ними кропотливы и занимают много времени и, конечно, опасны, требуют жесткой техники безопасности, иначе, любая неосторожность может привести к несчастному случаю. Кроме того, в момент размыкания под водой взрывом может непоправимо повредить донную станцию или глубоководный контейнер, разгерметизировать оболочку с ценной аппаратурой и так далее. В редких случаях размыкатели взрывного типа можно использовать в качестве дополнительных (страховочных или дублирующих) к основным размыкателям (механическим, электрохимическим и другим) .

Положительной особенностью электромеханического размыкателя является то, что он может быть изготовлен из простых материалов, которые есть в любой лаборатории. Размыкатель имеет следующие габаритные размеры: длина - 7,5" (19 см), ширина - 1,5" дюйма (3,8 см - размер чеки, на которой крепятся резиновые жгуты) [3]. Сам корпус имеет вид тонкостенной трубки с наружным

диаметром 5/8 дюйма (1,6 см). Вес размыкателя на воздухе всего 2,4 унции (68 г). Но габариты и вес размыкателя могут увеличиваться или уменьшаться в зависимости от диаметра перерезаемого фала и материала, из которого он сделан. Эти параметры устанавливаются экспериментально.

Размыкатель состоит из взрыво безопасных компонентов и главную роль в нем играет или, вернее, основным источником энергии в нем являются с силой натянутые резиновые жгуты. Это - материал недорогой, и может использоваться множество раз.

В размыкателе общий вид которого представлен на рис. 12.1, якорный канат или фал перерезается остро отточенным лезвием ножа. Лезвие закрепляется на ползуне и получает энергию от резиновых жгутов, а удерживается оно в состоянии готовности с помощью низковаттного регистратора. Якорный канат или фал пропускается через сквозное отверстие в корпусе размыкателя. По команде, на размыкатель подается мощный импульс напряжения от батарей, находящихся в корпусе данной станции или по кабелю с борта судна. Импульс, проходя через резистор, механически разрушает его и таким образом, ползун с закрепленным в нем лезвием освобождается.

При подводных испытаниях такой размыкатель легко разрезал нейлоновый фал диаметром 3/16 дюйма (4,76 мм). Кроме того, испытания проводились с имитацией давления до 10000 psi (700 атм.) и сбоев не было. Испытания проводились с применением резистора с сопротивлением 10 ом и мощностью 0,25 вт, который удерживал ползун с напряжением 9,5 фунта (4,31 кг), создававшееся двумя резиновыми жгутами, каждый шириной 0.25" (6,35 мм), толщиной 1/32 дюйма (0,79 мм) и длиной 3" (76,2 мм).

Как уже говорилось выше, такой размыкатель легко переделать в размыкатель другого типа, а именно в электрохимический, если заменить в нем низковаттный резистор на отрезок стальной или

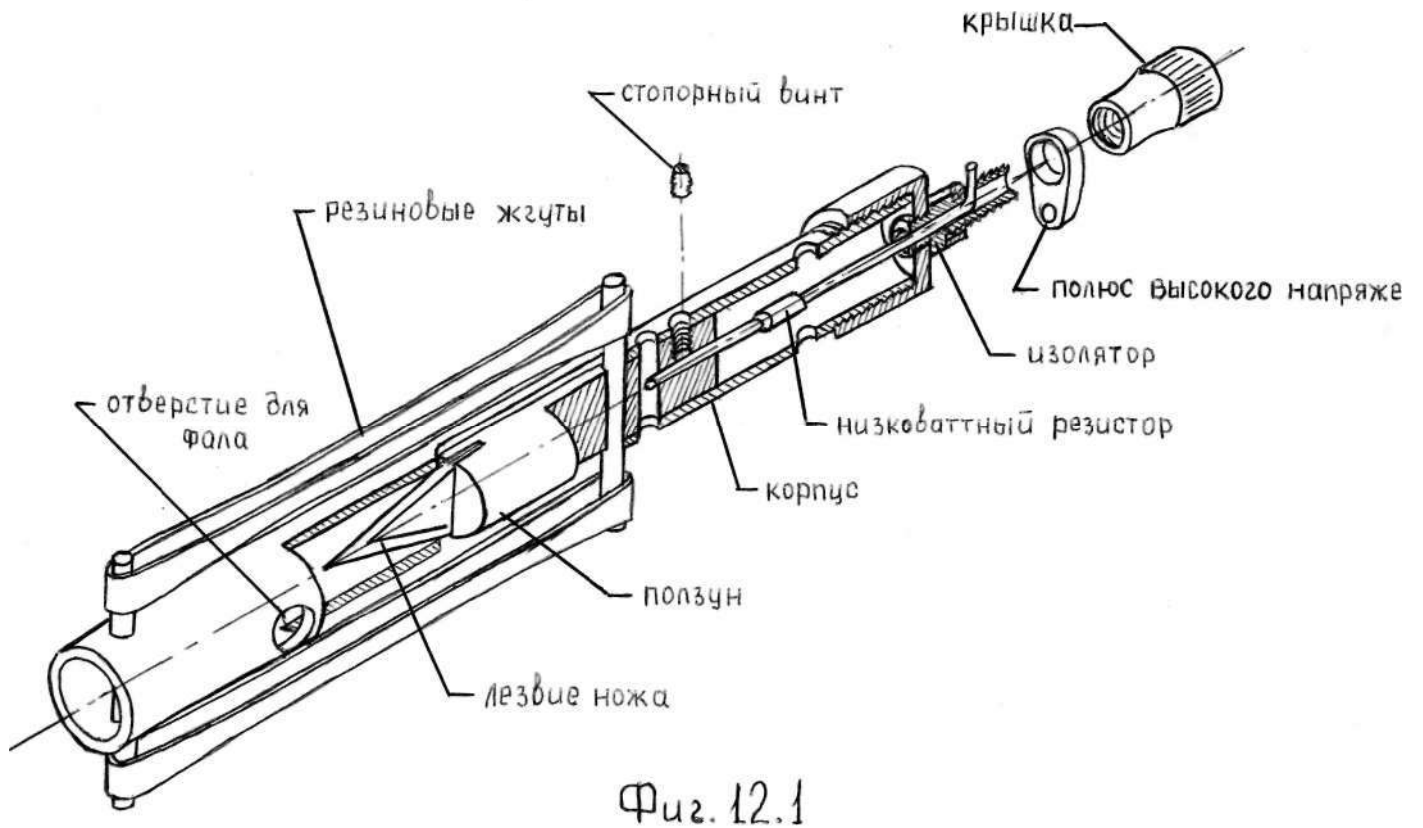
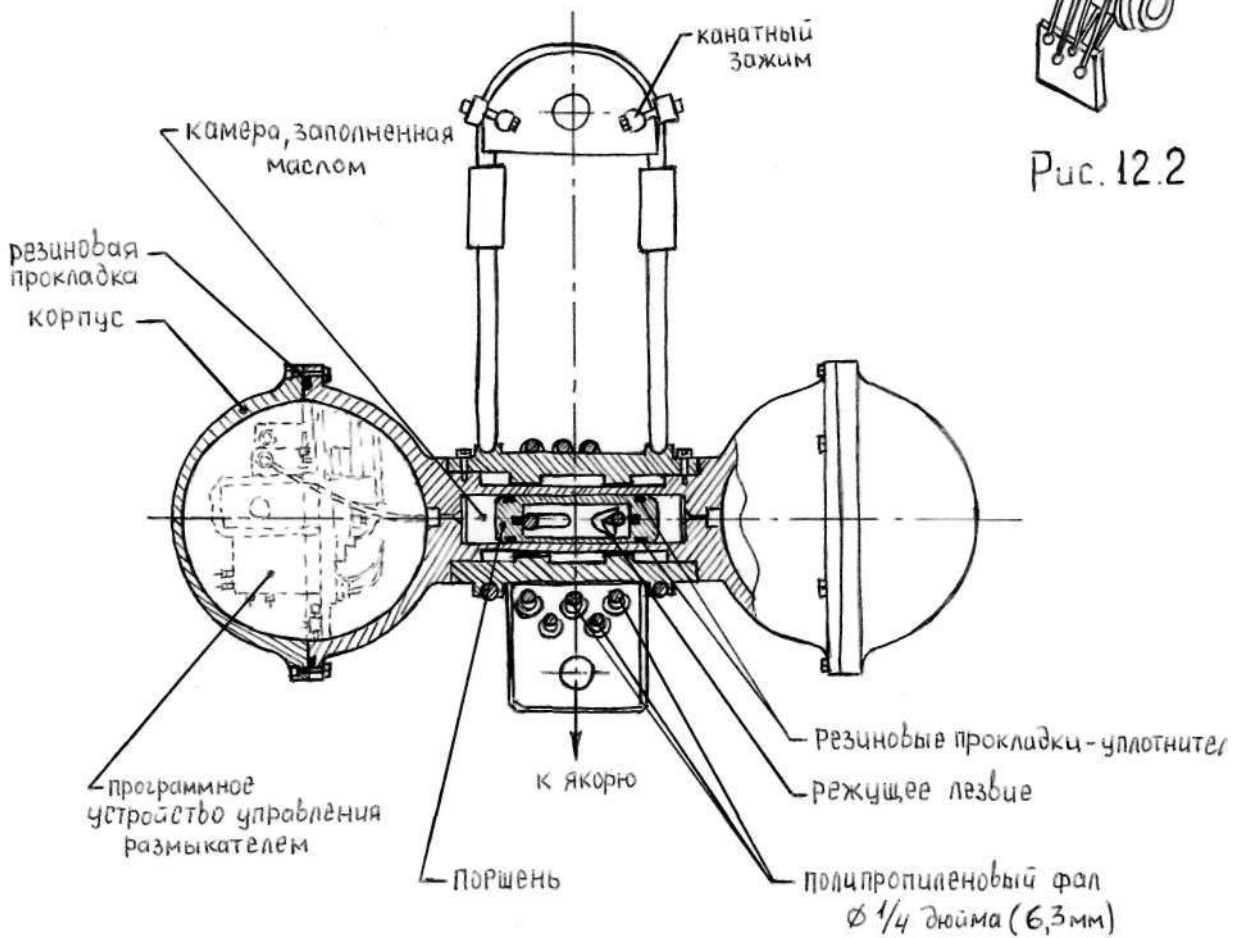


Рис. 12.2



нихромовой проволоки, связанный с окружающей средой. Если вызвать реакцию электрохимической коррозии, то эта проволока будет быстро разъедаться и в конце концов освободит ползун.

Размыкатели механического типа - можно рассматривать на примере размыкателя, примененного на автоматическом инструментальном комплексе для глубоководных исследований AIDA (Silverstein, Salton, 1964) [1]. Здесь для сброса балласта используется внешнее гидростатическое давление. Этот способ более надежен, дешев и безопасен по сравнению с применявшимся ранее взрывным.

Такой размыкатель балласта способен выдерживать нагрузки свыше 20 тонн, которые в основном приходятся на нейлоновый фал, пропущенный через отверстия в полом цилиндрическом бруске и в переходнике между размыкателем и якорем как это показано на фиг. 12.2.

Таким образом, устройство размыкателя имеет сходство со сложным блоком или полиспастом, удерживающим груз с помощью такого же фала, поэтому силы натяжения на витках фала везде одинаковы. В данном размыкателе может быть до 10 витков нейлонового фала диаметром 3/8 дюйма (9,5 мм), которые дают 20-и кратное увеличение прочности по сравнению с прочностью одного витка. Если в каком-нибудь месте фал обрезать, петли расползутся, размотаются и освобожденная связка данной станции и поплавков начнет движение к поверхности.

Силы, необходимые для обрезания фала, возникают при движении стального поршня с прокладкой из 0-образного резинового кольца. Этот поршень находится внутри полого цилиндрического бруска, с одной стороны заполненного маслом, как это показано на рис. 12.3. Противоположный торец поршня связан с окружающей средой и, следовательно, с этой стороны на поршень действует гидростатическое давление. Капиллярное отверстие в основании цилиндра соединяет полость, наполненную маслом, с окружающей средой. Игольчатый клапан высо-

кого давления, связанный с программным устройством, блокирует капиллярное отверстие. Поршень не будет двигаться, пока в камере будет находиться практически несжимаемое масло. Однако, когда по команде программного устройства откроется игольчатый клапан, масло будет вытекать из полости цилиндра через капиллярное отверстие, и поршень, поджимаемый гидростатическим давлением, начнет движение. В следующий момент острое лезвие, закрепленное на поршне, разрезает якорный фал, который был пропущен через отверстия в цилиндрическом бруске и инструментальный комплекс освобождается таким образом от балласта и якоря.

Недостатками такого типа размыкателя можно считать сложность изготовления отдельных деталей и сложность сборки всего размыкателя в целом и, вытекающая отсюда повышенная стоимость.

В размыкателях, работающих по принципу химической коррозии под действием морской воды основным материалом является магний.

Он легко вступает в реакцию с раствором солей, большое количество которых находится в морской воде, и постепенно растворяется. Простейшей конструкцией такого размыкателя могут служить два болта с кольцами, между которыми впаян магний. Одно кольцо крепится к нижней части донной станции, а ко второму прикрепляется балласт или якорь (рис. 12.4).

Такие размыкатели надёжны, безопасны, просты. Тем не менее, к основным недостаткам их можно отнести следующие:

- невозможность определения во времени точного момента размыкания, так как скорость разъедания магния зависит от различных внешних условий: температуры воды, степени ее солености и другие. Кроме того, растворение магния начинается с момента погружения размыкателя в воду, если магний открыт для доступа вода. Если часть магниевое размыкателя защищена от действия вода, а затем защитная оболочка вскрывается по команде и с этого момента начинается растворение,

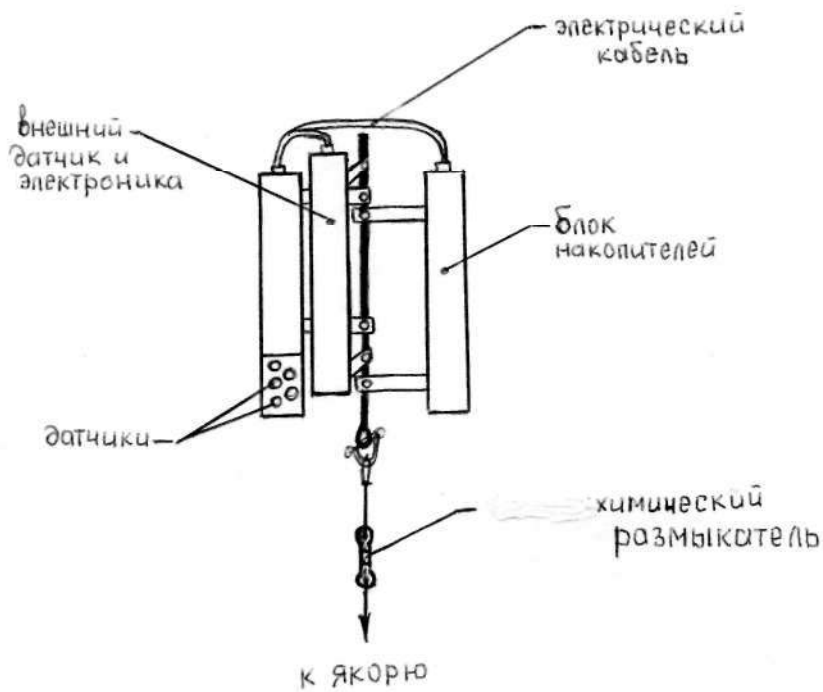


Рис. 12.4

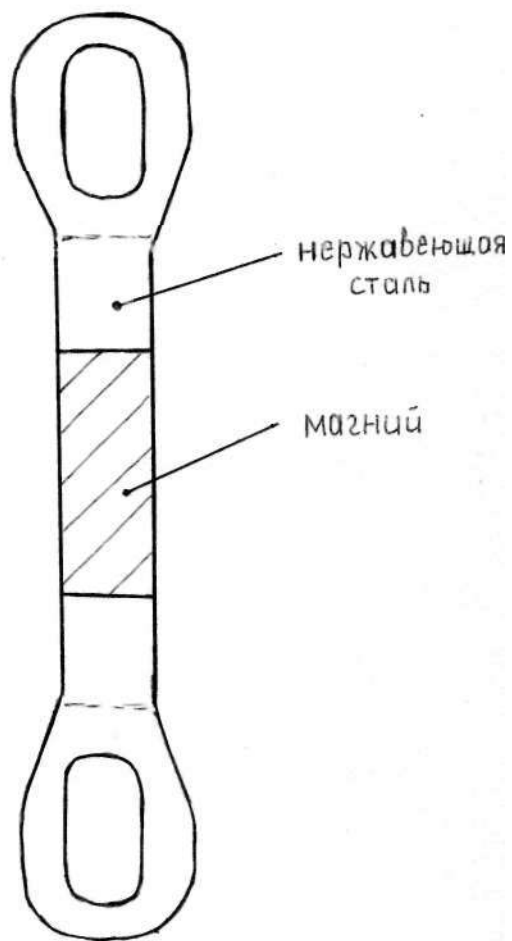


Рис. 12.5

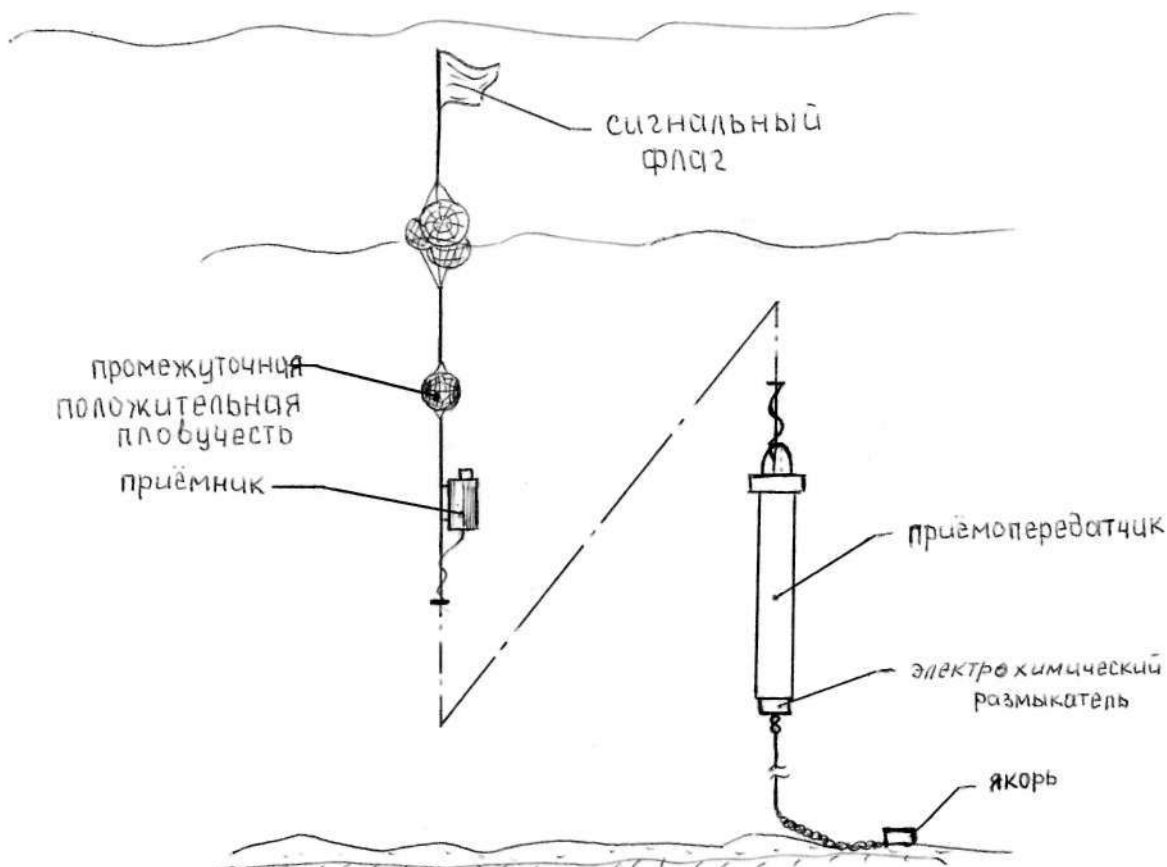


Рис. 12.6

то в этом случае такой размыкатель можно считать комбинацией с размыкателем другого типа (взрывного, электромеханического и других).

- Невозможность удерживания больших грузов (якорных систем), а следовательно, и невозможность работы с большими донными станциями.

Электрохимические размыкатели /4/.

Образец такого размыкателя был разработан в 1974 году в Морской физической лаборатории США. Размыкатель был успешно испытан при 92-х погружениях на глубины от 500 до 5000 метров, причем не было ни одного случая отказа. Под действием электрического тока в размыкателе растворяется довольно прочное проволочное соединение, освобождается рычажное устройство и балласт отцепляется. Электрохимические размыкатели типа MRL - недорогие и очень простые системы, срабатывание которых зависит от сил электрохимической коррозии.

Общий вид комплекса представлен на рис. 12.6.

Поплавки, обеспечивающие положительную плавучесть, прикрепляются к верхней части контейнера с приборами. Впрочем, и сам контейнер может обладать положительной плавучестью. Якорь (балласт) связан с размыкателем 8-образным кольцом, которое является частью сбрасывающего механизма. На рис.-12.7 показан сам корпус размыкателя из поливинил хлорида диаметром около 13см. В корпусе крепятся растворяемая проволочная петля, стержень из диэлектрика, выполняющий роль рычага и 8-образное кольцо (показано положение до размыкания). Один конец стержня (фиберный рычаг) закрепляется в корпусе, на стержень одевается 8-образное кольцо и на второй конец рычага накидывается проволочная петля, которая удерживает его в корпусе. Такая рычажная система дает возможность с помощью проволочной петли удерживать грузы на 8-образном кольце, величина которых может

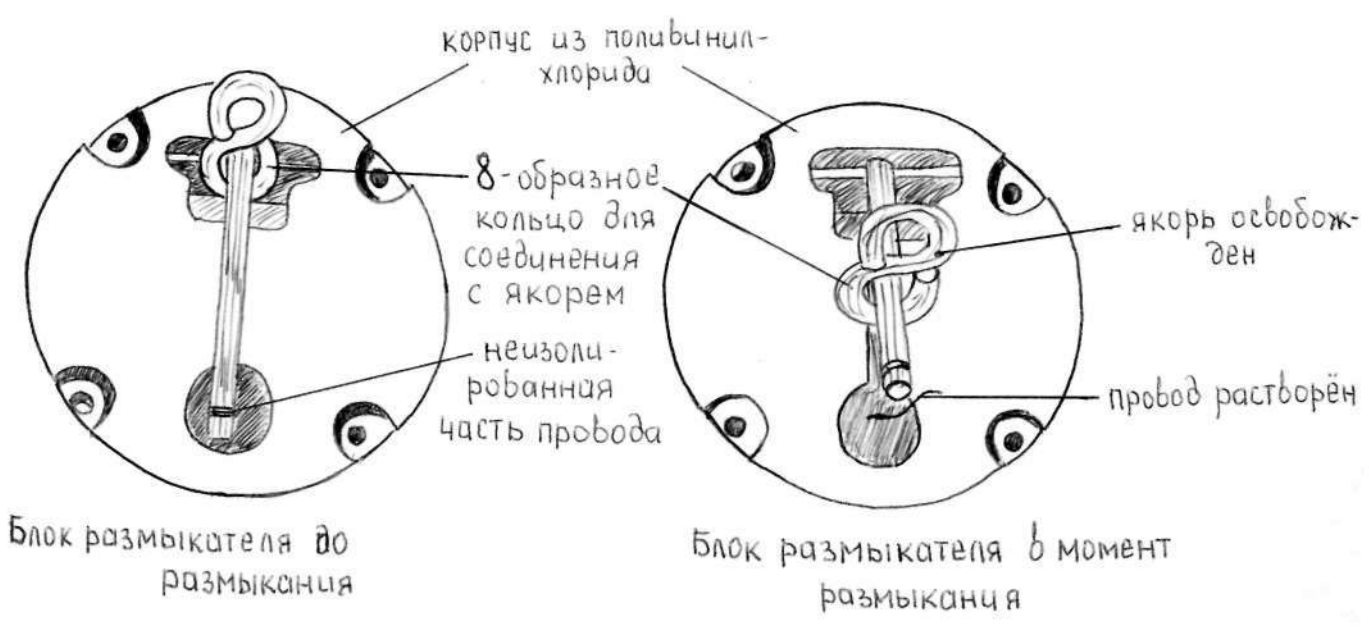


Рис. 12.7.

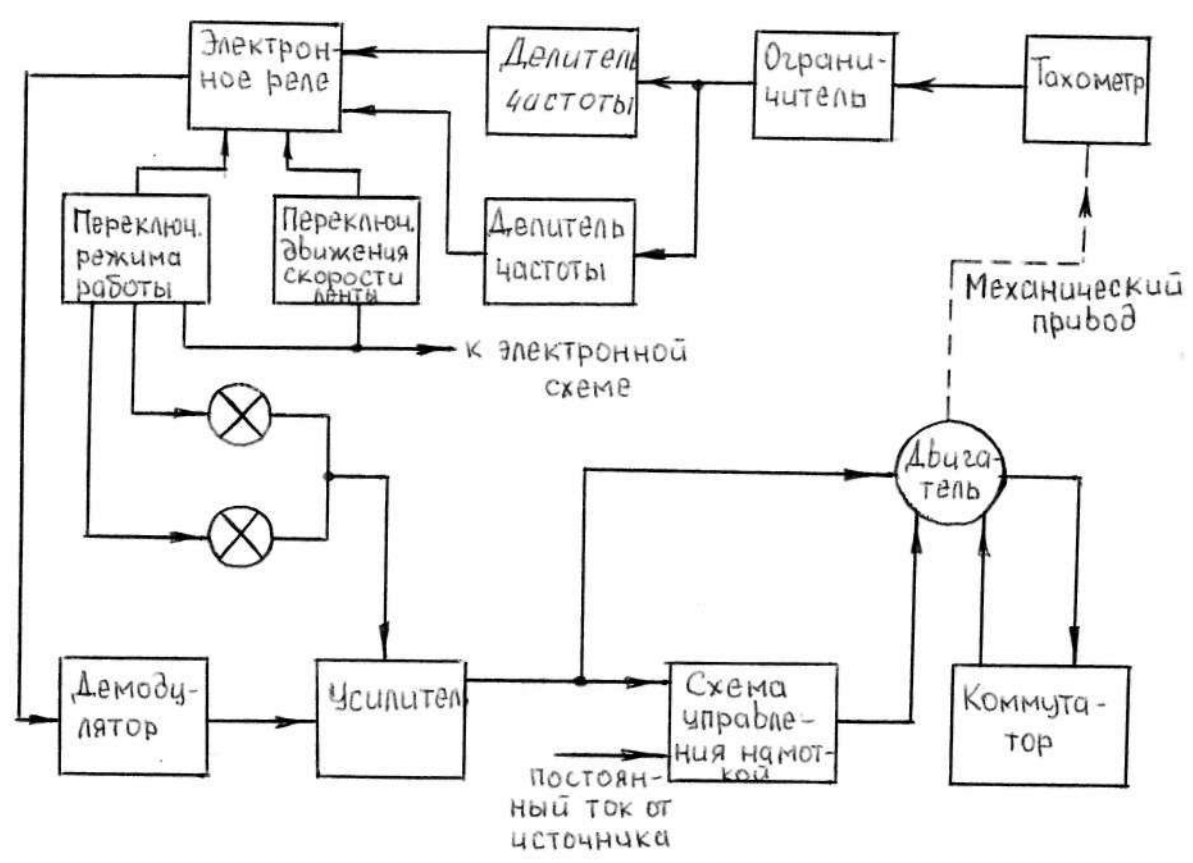


Рис. 12.8

достигать $6-7^{\text{и}}$ кратного разрывного усилия провода. Около 6-7 мм прохода не изолированы. Именно эта часть остается незащищенной от действия тока и морской воды и, поэтому, быстро окисляется и растворяется. Блок размыкателя сконструирован так, что ни фиберный рычаг, на 8-образное кольцо не застопорится во время отсоединения блока от якорной системы.

Нарушение целостности провода осуществляется разъеданием неизолированной части провода силами электрохимической коррозии. Для осуществления этой реакции применяется $10^{\text{ти}}$ -вольтная батарея, находящаяся в инструментальном отсеке донной станции. Эта батарея используется только во время цикла сбрасывания и, следовательно, действует дальше остальных батарей на станции. Положительный полюс батареи подсоединен к разъедаемому проводу через переключатель (или коммутатор). Отрицательный полюс батареи подсоединен к рукоятке из нержавеющей стали в верхней части донной станции, то есть на корпус. По сигналу происходит срабатывание переключателя (коммутатора) и начинается окислительно-восстановительная реакция, которая истончает провод до тех пор, пока он не разорвется. Система поплавков, обеспечивающая положительную плавучесть, освобождает корпус размыкателя от 8-образного кольца и донная станция начинает свое движение к поверхности.

В качестве размыкающего провода используется проволока из нержавеющей стали, тип 6 (стандарт США). При эксплуатации на донных станциях провод выдерживает нагрузки без преждевременного срабатывания от 25 до 50 кг с учетом перегрузок во время сотрясений при спуске станции с борта корабля и при постановке ее на якорь. Время между вызовом донной станции с борта корабля и сбросом якоря во всех случаях колеблется около 14 мин. Резистор с сопротивлением 20 ом ограничивает ток в течении электрохимической реакции до 0,5 а.

12.3. Магнитные накопители.

Существует много методов накопления и передачи информации со дна океана:

а) Передача информации по акустическому каналу - один из простых методов с точки зрения аппаратурных затрат.

Недостатки: 1) Невысокая точность.

2) Невозможность получения информации при удалении базового судна от датчиков на большие расстояния.

б) По кабелю (прямая передача информации в цифровом или аналоговом виде) - наиболее точный метод.

Недостатки: 1) Большие аппаратурные затраты - сложная бортовая аппаратура.

2) Неудобство эксплуатации - большая длина, а, следовательно, и вес кабеля. Занимает большой объем при хранении на палубе.

в) По оптическому каналу (например, световоду) - такой способ передачи информации возможен, но возникают те же трудности при эксплуатации, что и у кабельной линии связи.

Механические самописцы и магнитофоны - самые распространенные в настоящее время регистрирующие приборы, используемые в подводных исследованиях. Современные портативные магнитофоны - малогабаритные, легкие приборы, предназначены для записи и воспроизведения данных акустических и вибрационных измерений в подводных условиях с лабораторной точностью. Благодаря прочной механической и электрической конструкции магнитофоны могут использоваться в крайне неблагоприятных условиях окружающей среды без ухудшения точности. Основные требования, которым должны удовлетворять магнитные накопители:

- Надежность механической конструкции - надежная работа в подводных условиях.

- Максимум чувствительности и ширины полосы воспринимаемых частот.

- Минимум искажений.
- Долгосрочная автономная работа, использование стандартных источников питания, малое потребление энергии.
- Возможность надежного дистанционного управления работой магнитофона.
- Тенденция к увеличению числа каналов записи и воспроизведения,
- Малые габариты и вес.

Два различных по характеристикам магнитофона были использованы в эксперименте MABS (1973~1975 гг.) /The moored acoustic buoy System / (King, Swenson, 1976) [5]. Оба прибора имеют по 14 каналов записи и воспроизведения и ширину магнитной ленты 25,4 мм. Первый из них - Astroscience MARS 2000 - магнитофон с широким диапазоном записываемых и воспроизводимых частот от 0 до 2500 гц при скорости движения ленты 47,6 мм/с. При такой скорости общее время записи (время автономной работы) равно 8 часам. Магнитофон может работать и со второй, меньшей скоростью протяжки 23,8 мм/с, но при этом диапазон частот сужается: 10- 1250 гц, а время записи становится равным 16 часам. Второй магнитофон - Precision Instrument Model 5114 может работать в режиме записи долгое время - до нескольких дней. Эта модель сходна с Astroscience с точки зрения механической конструкции, но в ней используются бабины диаметром 35,5 см вместо 26,6 см, а скорости движения магнитной ленты в ней 4,76 мм/с и 2,38 мм/с с диапазонами частот соответственно 0 - 1000 гц со временем записи 7 дней и 10- 500 гц, время записи 14 дней.

В океанографическом инструментальном комплексе (Ben-Yaakov, Kaplan, 1971) был использован автономный регистрирующий блок, в основе которого находился миниатюрный магнитофон Telmar 100T, сконструированный в Японии и модифицированный фирмой Martel, Лос-Анжелес, Калифорния /2/. Магнитофон имеет размеры 19,5 x 8,5 x

Приняты тщательные меры по исключению флуктуации скорости движения ленты из-за движения магнитофона, например, колебаний при постановке или снятии донной станции с якоря. Поэтому магнитофон снабжен кабестановым механизмом, который работает как дифференциальная передача, состоящая из двух вращающихся в противоположных направлениях кабестанов с единым ремневым приводом. Таким образом, движение магнитофона создает ускорения одинаковой величины, но противоположного знака (относительно направления вращения) на кабестанах, аннулируя тем самым любые изменения скорости движения ленты. Магнитофон был немного модифицирован и в трех других направлениях: схема усиления была частично шунтирована подачей сигнала прямо на магнитную головку. Устройство блокировки бобины было встроено непосредственно в бобину для того, чтобы до минимума свести люфт была значительно уменьшена скорость записи. Скорости движения ленты регулируются электронно с точностью до $+ 0,25 \%$ с помощью следящей усилительной системы, блок-схема которой представлена на рис. 12.8. Скорость была уменьшена путем добавления резистора с определенным сопротивлением в схему контроля скорости с $23,8$ мм/с до $3,2$ мм/с. В магнитофоне применяются бабины диаметром $3,44$ см. При скорости записи $3,2$ мм/с время записи равно 4 часам при толщине пленки $0,5$ мм и 8 часам при толщине пленки $0,25$ мм. Но на такой низкой скорости магнитная головка способна записать без искажения сигналы из диапазона частот $200 - 300$ гц.

Модель магнитофона FM-4 Tape System без искажения записывает и воспроизводит сигналы из диапазона напряжений от 100 мв до 5 в [7]. Это 4х-канальный магнитофон с питанием от 2х стандартных встроенных перезаряжаемых никеле-кадмиевых батарей типа МЭК R20, каждая по 6 в. Магнитофон специально модифицирован для использования в морских условиях, прочный устойчивый механизм позволяет установить магнитофон в любом положении. Привод механизма осуществляется от бесщеточного двигателя постоянного

тока, обладающего высокой надежностью и долгим сроком службы;
фирма

12.4. Предложения по созданию модульной акустико-океанологической системы.

В техническом плане одной из основных задач для проведения экспериментов по распространению звука в океане является создание глубоководной донной автономной акустической станции.

Блок схема одного из вариантов такой станции показана на рис. 12.9. По функциональному назначению можно выделить следующие основные части:

- измерительная (датчик, усилители-преобразователи, накопитель и кварцевые часы);
- командная (фильтры, дешифратор, программное устройство и исполнительные узлы);
- излучающая (радиомаяк, проблесковый свет, акустический излучатель);
- энергетическая часть - блок питания ;
- механическая часть - корпус, размыкатель и пр.;

Измерительный тракт должен обеспечить запись акустических параметров с высокой точностью и в большом динамическом диапазоне. Расширение динамического диапазона достигается увеличением числа дорожек накопителя на каждую из которых записывается с разным коэффициентом усиления измеряемый сигнал. Вообще говоря, можно схему построить таким образом, что трех дорожек будет достаточно практически для любого динамического сигнала. Для компенсации погрешностей лентопротяжного механизма на одну из дорожек измерительного магнитофона записывается пилот-сигнал от кварцевого генератора на верхнем пределе частотной характеристики магнитофона.

Командная часть дешифрирует поступающие по акустическому каналу служебные коды и вырабатывает соответствующие сигналы на

исполнение принятых команд. Такими командами могут быть:

- включить и выключить акустический маяк;
- включить и выключить магнитофон;
- сбросить якорь ;
- передать информацию;
- включиться на режим локации;
- передать управление;

К командной части относится также и программное устройство, которое может также вырабатывать выше перечисленные команды с различными заранее установленными интервалами времени. Елок электрической связи позволяет соединять подобные станции в единый комплекс.

Излучающая часть состоит из блока обнаружения, куда входят радиомаяк и проблесковый свет, и блока гидроакустического излучателя. Радиомаяк и проблесковый свет включаются при всплытии станции. Позывной код, передаваемый в эфир, устанавливается заранее и вырабатывается формирователем. Гидроакустический излучатель имеет более сложный формирователь кодовых посылок, так как по акустическому каналу требуется передавать и телеметрические данные и данные об измерениях того или иного параметра океана, или же просто импульсы определенной длительности. В простейшем варианте блоки гидроакустического излучателя, как и блок электрической связи, могут быть исключены.

Механическая часть должна надежно защитить аппаратуру от статического давления и окружающей среды, обеспечить подключение к электронным блокам наружные датчики и устройства, а также надежное сбрасывание якорного груза.

Следующий вариант акустической станции будет как развитие первого, но с переходом от аналоговой записи на магнитофон к цифровой с включением в измерительный тракт средств вычислительной техники на базе микропроцессоров. Данная задача сама по себе

является достаточно сложной.

Кроме донной аппаратуры необходима не менее сложная бортовая аппаратура, хотя требующая на разработку меньше ресурсов, так как возможно применение промышленных приборов и устройств. Бортовой комплекс должен обеспечить прием и передачу по акустическому каналу команд и данных, а также лоцирование станций по акустическому и радио каналам (рис. 12.10). В бортовой комплекс входит оборудование по обработке экспериментальных данных.

С учетом развития станций и их технической оснащенности станции должны строиться по блочно-модульному принципу. Идея сама по себе не нова. Модульный принцип осуществляется во многих отраслях народного хозяйства в том числе и в экспериментальной технике. В 1970 году Европейским комитетом стандартов по ядерной физике принят стандарт КАМАК, который в силу заложенного в него блочно-модульного принципа не только морально не устарел, а наоборот находит все большее применение в других областях.

Унификация всегда или почти всегда ведет к аппаратурной избыточности. Для погружаемой автономной техники это может оказаться критичным. Необходимо оценить эту избыточность и, если возможно, найти пути уменьшения ее, особенно если это связано с потреблением энергии. В конце на этом вопросе можно будет остановиться особо, если будет необходимость.

На рис. 12.11. схематично показаны донные станции для различных целей. Названия блоков, входящих в ту или иную станцию, приведены в левом столбце. Радиомаяк и проблесковый свет из рассмотрения исключены. Функциональное назначение станций видно из названий приведенных внизу рисунка под каждым из корпусов. Рассмотрим уже знакомую нам акустическую станцию и поставим в соответствие с блок-схемой (12.10) перечисленные блоки. На рис. 12.11 в графу "НАКОПИТЕЛЬ" включён непосредственно накопитель с усилительно-преобразо-

вательным блоком. В графу "ЧАСЫ" включен блок генератора, формирователя служебных меток и часов. В графу "БЛОК УПР, РАЗМ.4" включен блок управления размыкателем и датчик затекания, В графу "ВЫХ.УСИЛ.+КОД.УСТ" включен выходной усилитель акустического размыкателя и формирователь кодовых посылок. Остальные блоки соответствуют блок-схеме.

Гидроакустический размыкатель, который включает в себя гидрофон, входные усилители, фильтры, дешифратор команд, размыкатель, блок питания и корпус. Если такой размыкатель разрабатывать отдельно, то ни один из перечисленных узлов, включая корпус, вообще говоря, не могут быть применены в других системах. Схемные и инженерные решения могут быть использованы, а как изделия нет. Это вполне понятно и объяснимо, так как ставится цель создать гидроакустический размыкатель.

Для навигации подводных управляемых и автоматических аппаратов требуются гидроакустические маяки. Состав их, как это видно из рис. 12.11 отличается от размыкателя лишь наличием акустического излучателя и соответствующего электронного блока-усилителя с формирователем кодовых посылок.

Глубоководная сейсмическая станция, которая отражена на рис. 12.11 как вариант №1 - уже измерительная система, содержащая встроенный датчик, усилители, магнитный накопитель, кварцевые часы, блок питания и корпус. Если компоновка этой станции блочная и позволяет использовать некоторые блоки в других системах, но с достаточно большим числом оговорок, так как станция проектировалась на решение узкой задачи.

В варианте №2 дополнительно введен измерительный акустический канал, программное устройство и акустический излучатель.

Как видно на примере акустической и сейсмо- станций, можно из выше перечисленных блоков создать глубоководные станции для измерения различных параметров океана. Не исключено, что для этого

может потребоваться добавление других блоков. Так, например, установив датчики температуры, давления, солености можно скомпоновать измерительную станцию, которая либо по заранее заданной программе, либо по командам с борта судна сможет производить соответствующие измерения и фиксировать их на накопителе совместно с отсчетом времени, когда эти измерения произошли. Такое построение системы можно производить только при блочно-модульной организации. Для примера на рис. 12.11 приведены станции для измерений одного или нескольких параметров океана в трех вариантах.

В первом варианте сигналы с внешних датчиков, в том числе и с гидрофона, записываются на магнитный накопитель в соответствии с заранее заложенной программой или по командам с борта судна. Станция полностью автономна и обеспечена размыкателем.

Во втором варианте измерительной станции отсутствуют магнитофон, акустический приемник и размыкатель. Такая станция способна проводить необходимые измерения только по заданной программе и передавать данные по акустическому каналу на борт судна или другой комплекс, для чего имеются соответствующие модули.

В третьем варианте, в отличие от предыдущего, акустическая связь заменена на электрическую. С этой целью излучатель и блок его обслуживания заменен на электрический вывод для подключения к беля и блок электрической связи. Через этот блок данные могут передаваться на другую станцию, оборудованную таким же блоком электрической связи и имеющую в своем составе либо накопитель, либо средства обработки и или передачи информации на борт судна или на другой комплекс.

Возможности применения станций, построенных по блочно-модульному принципу, представлены на рис. 12.12, где каждая станция рассматривается как законченный функциональный модуль.

На позиции I (поз.1) такой модуль, обеспеченный положительной плавучестью, показан в качестве плавучего буя.

На поз.2 приведено последовательное механическое в электрическое соединение модулей для проведения комплексных экспериментов.

На поз. 3,4 изображены варианты установки вертикальной и горизонтальной антенн или других гирлянд датчиков.

На поз. 5 Приведен вариант параллельной компоновки модулей. такое расположение модулей возможно для проведения или комплексных измерений или для увеличения времени постановки станции при проведении определенного эксперимента. Комплексные измерения достигаются тем, что каждый из модулей производит измерения одновременно по командам управляющего модуля, Управляющий модуль вырабатывает команды или по программе или по принятым с борта судна командам. Увеличение времени постановки достигается путем последовательного включения однотипных модулей с некоторым перекрытием по времени после того как энергоресурсы или емкость накопителя очередного модуля будут исчерпаны.

Позиция 6 отображает возможность постановки донной станции, имеющей жесткий контакт с поверхностью дна.

На поз.7 изображен свободно падающий зонд, ядром которого является измерительный модуль. Обтекатель этого модуля не испытывает перепада давления: и может быть изготовлен из любых материалов, например, из пластика, Датчики зонда могут быть вынесены. Сброс балласта осуществляется либо автоматически при достижении дна, либо по команде с борта судна по акустическому каналу.

На поз. 8 схематично показана возможность постановки модулей на тросе либо с возможностью перемещения либо жестко фиксированных на определенном уровне. Нижний модуль может предназначаться не только для сброса якорного груза, но и для измерений,

можно привести различные варианты использования донных модулей для разных целей. При блочно-модульном построении донных станций есть возможность применения модульных электронных блоков и

самих "донных модулей в других измерительных комплексах, таких как буксируемые аппараты, заякоренные буйковые станции и даже в бортовой аппаратуре. Из рис. 12.10 видно, что многие блоки тракта акустического излучателя однозначно определены и совпадают по своим параметрам с соответствующими модулями для донных станций. Это прежде всего формирователь кодовых посылок (ФКП), модуляторы (М) и смеситель. Усилитель и излучатель на борту судна требуются более мощные, однако при выходе из строя одного из них возможна установка в систему усилителя и излучателя от донных станций без каких-либо переделок. Из данной примера очевидно одно из существенных преимуществ блочно-модульного принципа - более высокая надежность систем в целом.

Приемная часть бортового комплекса также содержит блоки, совпадающие по функциональному назначению и своим параметрам с соответствующими модулями донных станций - это гидрофоны, усилители и дешифратор с фильтрами (на рис. 12.10 под дешифратором понимается общий блок дешифратора и фильтров).

Какие же преимущества дает блочно-модульный принцип?

- Во-первых, возможность концентрации сил на стадии разработки.
- Во-вторых, возможное размещение заказов большими сериями.
- В-третьих, гарантию от морального старения, так как появляется исключительная возможность наращивать "мощность" систем за счет более совершенных отдельных измерительных блоков, включения средств вычислительной техники, также строящейся по модульному принципу.
- В четвертых, преимущества данного построения систем в ее гибкости. Из рис. 12.11 видно, что для получения достаточно разнообразной, охватывающей большой круг задач, экспериментальной океанографической техники требуется сравнительно небольшое количество унифицированных модулей.
- В-пятых, созданная модульная техника может и нейтрализован-

но контролироваться на соответствие ТУ, а также ремонтироваться, если в этом появится необходимость, что упрощает экспедиционное обслуживание такой техники.

- В-шестых, универсальность большинства составляющих модулей и возможность их использования для буксируемой, буйковой и бортовой аппаратуры, что повышает эксплуатационные характеристики и надежность систем в целом.

- В-седьмых, преимущества блочно-модульного принципа в том, что он дает возможность создания не только различных по своему назначению измерительных станций и устройств, но и целых систем для проведения комплексных измерений, где уже каждая станция рассматривается как законченный функциональный модуль. Такой подход создания измерительных комплексов позволит более быстро перейти от узко направленных исследований к широким комплексным экспериментам.

- И последнее - это единый бортовой комплекс аппаратуры и оборудования, включающий комплекс приборов по диагностике и испытаниям станций.

К основным недостаткам блочно-модульного принципа следует отнести прежде всего аппаратурную избыточность, меньший коэффициент заполнения объема и больший вес по сравнению с принципом прямого проектирования систем.

Аппаратурная избыточность прежде всего может сказаться на добавочное потребление энергии. С этим недостатком можно бороться, если учесть его на стадии проектирования того или иного модуля. С этой целью на унифицированных платах, где размещается несколько однотипных измерительных усилителя, а требуется использовать только один, должны быть предусмотрены специальные перемычки, разрывающие цепь питания остальных устройств. В таких модулях, как дешифратор, это делается сложнее, но пути решения есть.

Такие недостатки как меньший коэффициент заполнения объема и сопутствующий ему больший вес вытекают из основного условия

модульного принципа – функционально законченный модуль должен размещаться на целом числе стандартных плат. Коэффициент заполнения будет зависеть от выбранного размера типовой платы.

Для реализации блочно-модульного принципа необходима унификация узлов и стандартизация некоторых параметров. Прежде всего необходимо стандартизировать следующие параметры модулей:

- форму и габариты контейнеров. Если принята цилиндрическая форма, то следует установить ряд линейных размеров, чтобы иметь возможность наращивать также контейнеры по длине. Если принята сферическая форма, то можно установить ряд высот вставных колец.
- Механические соединения, места и узлы электрических выводов, как для подсоединения датчиков, так и для подсоединения электрических кабелей.
- Частоты и способы кодирования акустической связи для передачи команд и данных.
- Частоты и способы кодирования радиомаяка, если таковой требуется.
- способ записи и метод кодирования служебных меток времени и пилот сигнала.
- способ передачи и метод кодирования данных и команд по электрической связи.
- минимальное число каналов аналоговых накопителей и основные требования к ним; установить ряд скоростей записи с соответствующими частотными характеристиками.
- Ряд коэффициентов усиления нормализующих широкодиапазонных усилителей.
- Установить входные и выходные параметры нормализующих усилителей.
- Формат цифровой записи и основные параметры цифровых накопителей.
- Ряд номиналов напряжений источников питания.

- Средства коммутации и способы подключения к ним.
- Размеры типовых плат и основные требования к монтажу.

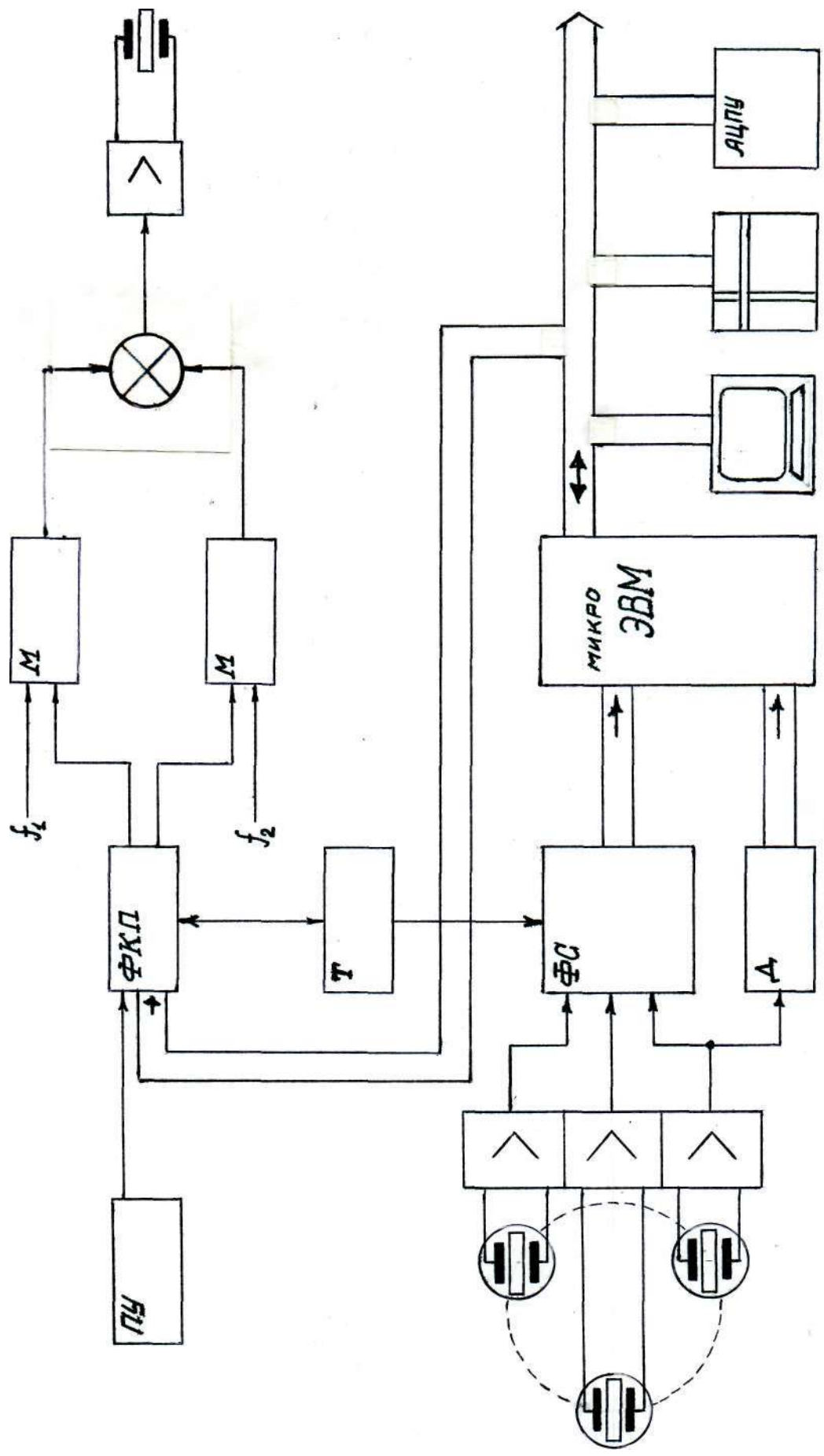
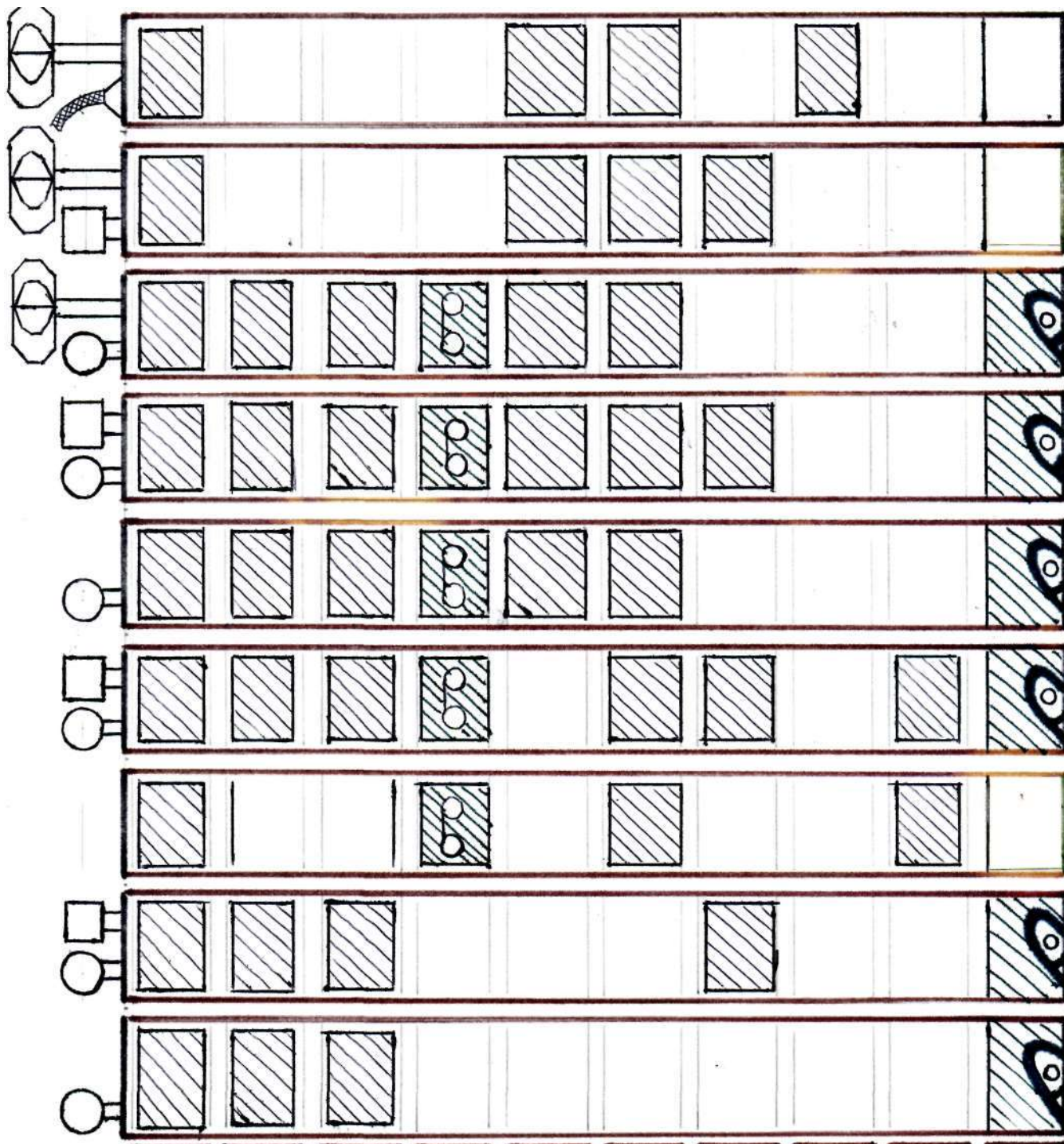


Рис. 12.10

Входные усилители
 Фильтры
 Дешифратор
 Накопитель
 Программное устр.
 Часы
 Выходн. усил.+код.устр.
 Блок электр.ч. связи
 Встроенный датчик
 Размыкатель



Гидроакустический размыкатель

Пингер

Сейсмическая станция Вар.№1

Сейсмическая станция Вар.№2

Акустическая станция Вар.№1

Акустическая станция Вар.№2

Измерительная станция

Измерительная станция Вар.№1

Измерительная станция Вар.№2

Измерительная станция Вар.№3

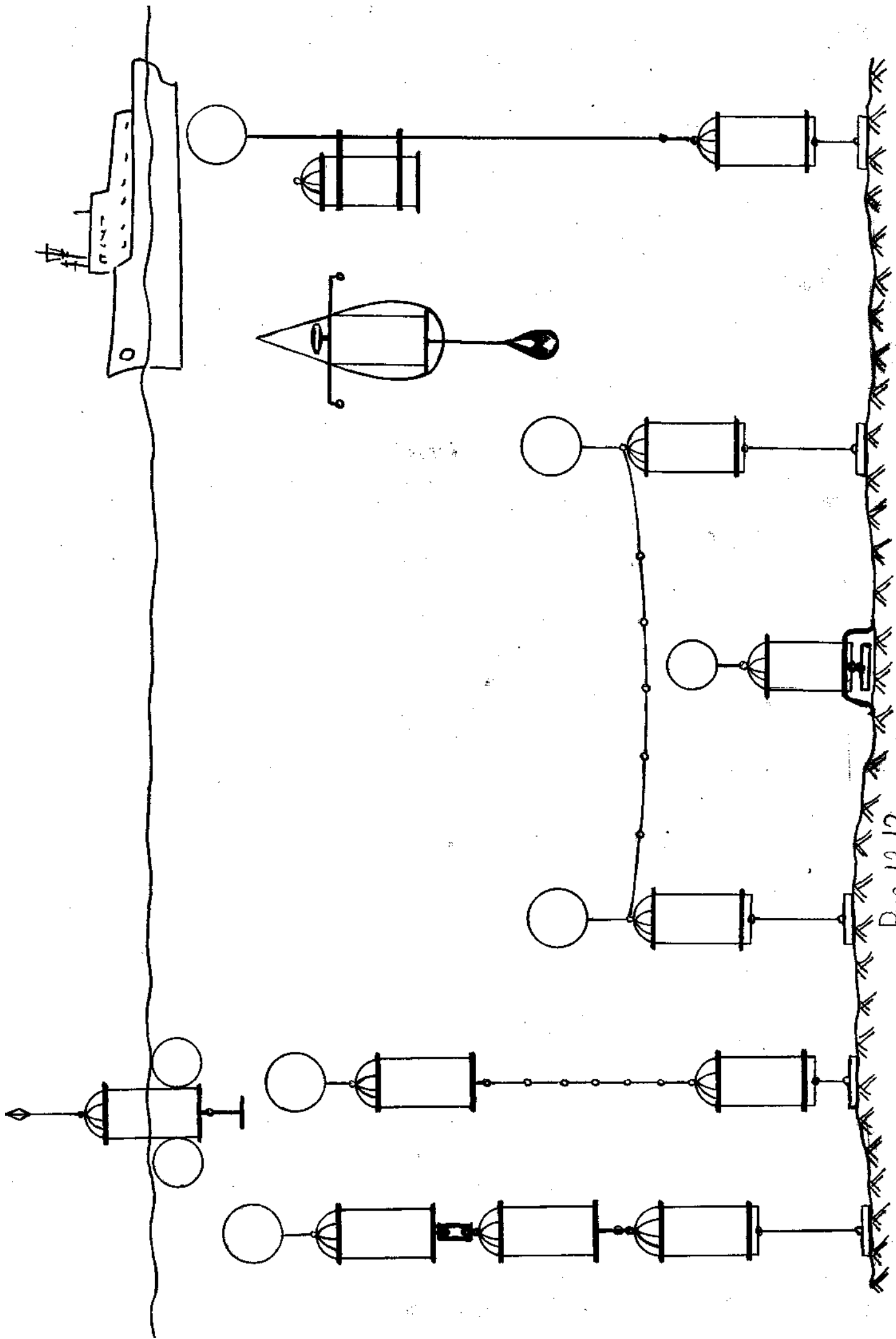


Рис. 12.12.