

Техническая энциклопедия

том 17

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 62
ББК 30.6
Т38

Т38 Техническая энциклопедия: том 17 / – М.: Книга по Требованию, 2014. – 451 с.

ISBN 978-5-458-23055-1

Техническая энциклопедия издавалась в 1927—1934 годах издательством «Акционерное Общество Советская энциклопедия» (Москва), позже ставшим Государственным Словарно-Энциклопедическим издательством "Советская Энциклопедия". Главный редактор Л. К. Мартенс. 1-ый том вышел 1 января 1928 г. Вместе с Энциклопедией выпускался "Справочник Физических Химических и Технологических величин вышедший в 8-ти томах". Первый том Справочника вышел в 1927 году. 26 томов, около 6000 статей, около 5000 внутрестатьейных иллюстраций. (в последующем — в конце 1936—1938 гг. были выпущены дополнительный том и предметный указатель). Репринтное издание по технологии print-on-demand с оригинала 1932 года.

ISBN 978-5-458-23055-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

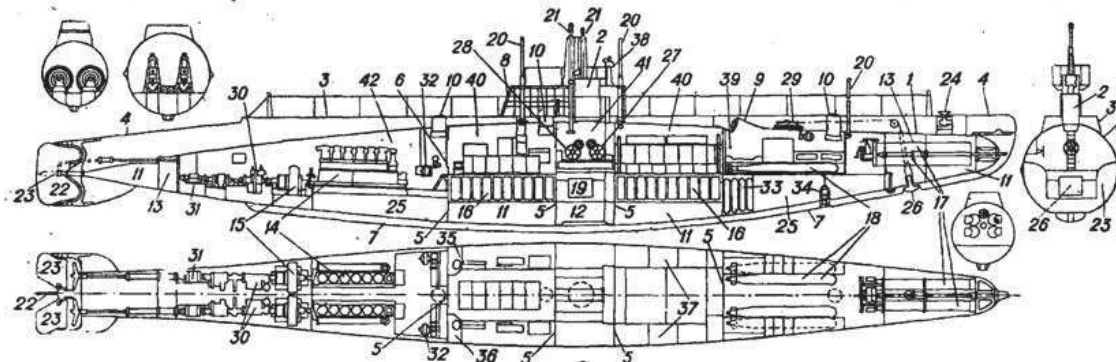
Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ, суда, обладающие способностью плавать на поверхности воды, быстро погружаться под воду и в погруженном состоянии идти на глубине, максимальная величина которой определяется прочностью корпуса. Термин П. л. в настоящее время является общим, включающим различные типы подводных кораблей: подводные крейсеры, подводные заградители, подводные мониторы, позиционные лодки, эскадренные лодки. В зависимости от типа П. л. водоизмещение в подводном положе-

трудно уязвимыми кораблями, несмотря на наличие большого количества самых разнообразных средств борьбы с ними.

На фиг. 1 показан разрез и план американской П. л. типа Голланд, водоизмещением 450 т, где: 1—прочный корпус, 2—рубина, 3—надстройка, 4—легкая оконечность, 5—водонепроницаемая переборка, 6—водонепроницаемая дверь, 7—киль, 8—кожух рубки, 9—люк для погрузки торпед, 10—выходной люк, 11—цистерны главного балласта, 12—уравнительная цистерна, 13—дифференциальная цистерна, 14—дизели, 15—главные электромоторы, 16—аккумуляторы, 17—торпедные аппараты, 18—запасные торпеды, 19—цистерна высокого давления (средняя), 20—труба для подачи воздуха в лодку, 21—перископ, 22—вертикаль-



Фиг. 1.

нии колеблется в значительных пределах, 600—3 000 т, причем глубина погружения 50—75 м, а для некоторых достигает 100 м. П. л. обладают достаточно хорошими мореходными качествами и могут продолжительное время (до 1 месяца) находиться в море, не считаясь с его состоянием. Наряду с этим П. л. имеют большой район плавания, в среднем 3 000—5 000 миль, доходящий у некоторых до 10 000 миль. В подводном положении современная П. л., имеющая полный запас электрической энергии, может пройти ~ 100 миль, а некоторые даже значительно больше. Способность П. л. погружаться и плавать на больших глубинах достигается значительным утяжелением корпуса, механизмов и установок, делающих использование их для коммерч. целей неэкономичным, т. к. полезная грузоподъемность судов этого класса небольшая. В настоящее время П. л. применяются лишь для военных целей, так как возможность быстро скрыться под воду (в 1—1,5 минуты) и незаметно под водой подойти к противнику делает их весьма сильными и

нй руль, 23—кормовые горизонтальные рули, 24—привод складывающихся к борту носовых горизонтальных рулей, 25—топливные цистерны, 26—подводный якорь, на к-рый П. л. может становиться в подводном положении, 27—штурвал носовых горизонтальных рулей, 28—штурвал кормовых горизонтальных рулей, 29—шпиль, 30—главный балластный насос, 31—упорный подшипник гребного валопривода, 32—вентилятор, 33—резервуары для хранения сжатого воздуха, 34—подводная звуковая сигнализация, 35—WC, 36—умывальник, 37—каюты, 38—магнитный компас, 39—носое торпедное и жилое помещение, 40—жилые помещения, 41—центральный пост, 42—машинное отделение.

Главным и наиболее распространенным вооружением П. л. являются *торпеды* (см.). Кроме того П. л. обычно имеют еще артиллерию. Некоторые подводные лодки принимают на себя мины заграждения для постановки их в подводном положении (подводные заградители).

Погружение. Для обеспечения необходимых мореходных качеств П. л. должны иметь значительный запас пловучести, благодаря к-рому они, не зарываясь, могли бы хорошо держаться на волне. Для обеспечения лучших мореходных качеств желательно

иметь возможно больший запас пловучести, но наличие такового вызывает значительное увеличение водоизмещения в погруженном состоянии. Последнее невыгодно из-за утяжеления электромоторов и аккумуляторов, потребных для достижения заданной подводной скорости. Поэтому запас пловучести, удерживающий П. л. на поверхности, колеблется у различных П. л. от 20 до 30% от надводного водоизмещения. Для погружения под воду необходимо поглотить этот запас пловучести приемом воды в так наз. балластные цистерны (1-я фаза), причем вес погруженной под воду П. л. должен быть весьма близким к весу вытесненной ею воды. Таким образом подводное водоизмещение П. л. больше надводного на величину запаса пловучести. Обычно водоизмещение П. л. записывается в виде дроби, у к-рой числитель—надводн. водоизмещение, а знаменатель—подводное, напр. $\frac{460}{593}$ т. После приве-

дения пловучести П. л. к нулевой или к небольшой положительной или отрицательной дают П. л. ход и переключкой горизонтальных рулей, подобно тому, как это делается на летательных воздушных аппаратах, создают диферент на нос и ходом уведат ее на глубину (2-я фаза). При создании горизонтальными рулями диферента на корму П. л. будет всплывать. С переходом П. л. на заданную глубину, горизонтальные рули устанавливаются в среднее положение. У современных П. л. прием воды в балластные цистерны продолжается около 30 сек., причем вода в цистерны поступает из-за борта самотеком. Т. к. для погружения П. л. приходится принимать в цистерны большое количество воды, напр. у П. л. надводного водоизмещения в 1 000 т при запасе пловучести в 30%—до 300 т, то для ускорения процесса заполнения и уменьшения размеров заборных отверстий делают 10—12 балластных цистерн и даже больше. В среднем емкость отдельных цистерн порядка 30—40 т. Разбивкой водяного балласта по отдельным цистернам разрешается и вопрос остойчивости во время приема воды, т. к. большая, свободно переливающаяся поверхность воды в одной цистерне или в малом количестве их дала бы отрицательную остойчивость, и П. л. могла бы перевернуться. Величину заборных отверстий (кингстонов затопления) определяют по ф-ле

$$Q = \mu FT \sqrt{2gh_m},$$

где Q —емкость цистерны в m^3 ; F —площадь отверстия кингстона затопления в m^2 ; T —время затопления цистерны в сек.; h_m —средняя высота напора воды; μ —коэф. истечения, к-рый для прямоугольного дискового запора равен 0,65, а для клапана без корпуса, но с направляющими—0,57. Кингстоны затопления размещаются в самой нижней части цистерны, так как через эти отверстия производится и удаление воды из цистерны сжатым воздухом. Одновременно с затоплением цистерн из них должен совершенно свободно выходить воздух. Закрываемые клапанами отверстия для выпуска воздуха из цистерн, носящие название вентиляций, размещаются в самых верхних частях цистерн, чтобы тем самым обеспечить возможное совершенное заполнение цистерн. Раз-

мер отверстия вентиляции цистерны выбирается в зависимости от размера кингстона. Johow и Foerster рекомендуют брать площадь вентиляции в $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$ площади кингстона. На большинстве П. л. управление открыванием вентиляций выводится гидравлическим или пневматическим устройством в центральный пост, откуда производится управление как погружением, так и подводным ходом. Открывание кингстонов производится обычно ручными приводами непосредственно у мест расположения кингстонов. Выведенное в центральный пост управление вентиляциями цистерн соединяют обычно в 3 группы: в первую группу включают серию носовых цистерн, во вторую—средних и в третью—кормовых. Управление вентиляциями каждой группы производится отдельным устройством. Такая разбивка управлением позволяет, в случае необходимости, регулировать закрыванием вентиляций равномерное затопление всех групп цистерн в случае, если какая-либо крайняя группа будет заполняться быстрее другой. Кроме того такая система дает возможность легко осуществлять затопление балластных цистерн в два периода, если на этой П. л. одновременное затопление всех цистерн вследствие образования больших переливающихся поверхностей в цистернах создает отрицательную остойчивость. В таком случае заполняют сначала напр. 1 и 3 группы, а затем 2, или же наоборот. Порядок заполнения цистерн регулируется вентиляционным устройством. Очевидно, что затопление балластных цистерн должно происходить без нарушения диферента П. л., частичное же заполнение больших балластных цистерн вследствие образования свободной переливающейся поверхностей было бы большой помехой при погружении, так как с изменением диферента вода в цистернах переливалась бы и лишала возможности управлять П. л. под водой. Вместе с тем очевидно, что нагрузка (вес) П. л. неодинакова не только во время различных походов, но даже во время одного и того же похода, значительно меняясь в зависимости от расходовании принятых грузов: топлива, смазочного масла, торпед, снарядов, провизии, питьевой воды и т. д. Для того чтобы вес П. л., а следовательно и ее пловучесть, можно было довести до желательной величины кроме указанных выше балластных цистерн, которые носят название цистерн главного балласта, на П. л. имеются еще специальные цистерны, приемом воды в к-рые возможно отрегулировать для погружения и подводного хода не только пловучесть, но и диферент П. л. Такими цистернами являются а) уравнивательная 12 (фиг. 1), расположенная в середине П. л. по ее длине; приемом воды в эту цистерну изменяется лишь пловучесть, и б) две диферентные 13, расположенные у обоих оконечностей П. л., от изменения количества воды в к-рых изменяется диферент П. л. Емкость уравнивательной цистерны 1—2% от водоизмещения, а диферентной для среднего тоннажа (500—1 000 т)—10—20 т. При больших запасах переменных грузов уравнивательная и диферентные цистерны не всегда могут решить вопрос пловучести и диферента, и в таком случае на некоторых П. л. устраивают еще

дополнительно специальные заместительные цистерны для различных грузов, размещая эти цистерны в местах хранения грузов, напр. торпедозаместительные цистерны, заместительные цистерны для провизии, пресной воды, артиллерийских снарядов. В эти цистерны принимается вода по мере расходования соответствующих грузов. Израсходованное на работу двигателей топливо заменяется в тех же топливных цистернах приемом воды в объеме, равном объему расходования топлива. Т. к. уд. в. топлива меньше уд. в. воды, то это замещение вызывает увеличение веса П. л. Избыток веса от замещения топлива покрывается частично тем, что расходующее смазочное масло не замещается вовсе. Если П. л., уравновешенная в отношении нагрузки для погружения в воде одной солёности, перейдет для погружения в воду большей солёности, то естественно в нее придется принимать больше балласта. На этот случай у тех П. л., к-рые предназначаются для погружений в водах различной солёности, имеются т. наз. заместительные цистерны на солёность, ёмкость к-рых 2—3% от водоизмещения. На нек-рых П. л. вместо устройства такой заместительной цистерны соответственно увеличивают ёмкость уравнительной цистерны. При использовании П. л. иногда оказывается необходимым быстро всплыть так, чтобы над поверхностью воды оказалась лишь наиболее возвышенная часть П. л. (рубка) 2 с выходным люком 10. Для этой цели служит т. н. средняя цистерна 19, от удаления воды из к-рой П. л. всплывает так, что над водой оказывается рубка и прочие выступающие над палубой устройства. Средняя цистерна размещается в середине П. л., и от удаления из нее воды диферент не изменяется. Ёмкость средней цистерны 1—2% от водоизмещения. Вода из этой цистерны удаляется сжатым воздухом высокого давления. При погружении на большой волне вследствие оголения выступающих частей (рубки, орудия) бывает трудно оторвать П. л. от поверхности, почему для ухода под воду приходится сообщать ей временно большую отрицательную пловучесть. Для четкого проведения этой операции на нек-рых П. л. имеется цистерна быстрого погружения, заполнением к-рой отрывают П. л. от поверхности, а по уходе ее на глубину эту цистерну продувают воздухом. Ёмкость цистерны бывает 0,5—1,0% от водоизмещения. Так. обр. как крайний минимум совершенно необходимо для каждой П. л. иметь цистерны: главного балласта, уравнительную и диферентные. Необходимость же прочих цистерн определяется в зависимости от условий погружения и нагрузки П. л.

Перечисленные выше цистерны обеспечивают первую фазу погружения. Для обеспечения второй фазы погружения П. л., т. е. ухода на глубину, на П. л. обычно имеются 2 пары горизонтальных рулей: одна пара размещается в носовой оконечности лодки, а другая—в кормовой. Каждая пара рулей состоит из двух перьев, расположенных по разным бортам П. л. Управление переключкой рулей производится из центрального поста. На некоторых П. л. носовые горизонтальные рули делаются убирающимися к борту, а кормовые для увеличения их эф-

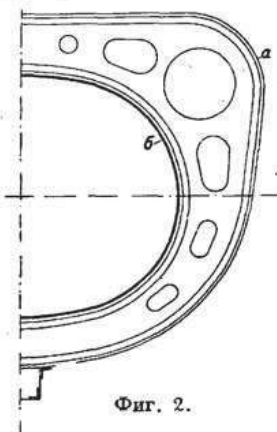
фективности размещаются сзади винтов так, что струи воды, отбрасываемые винтами, попадают как-раз на перья рулей. Площадь перьев горизонтальных рулей зависит от площади горизонтального сечения П. л., но отношения этих площадей значительно разнятся друг от друга у различных типов П. л. Здесь имеет значение не только удаление рулей от середины П. л., но и метод использования их на подводном ходу. Если на герм. П. л. для носовых рулей отношение площади их перьев к площади максимального горизонтального сечения П. л. 0,014—0,023, то на франц. П. л. оно 0,032—0,036. Соответствующее отношение для кормовых рулей у герм. П. л. ~0,015, а у французских П. л. ~0,025. Величина вертикальной силы, действующей на горизонтальные рули площадью S , при скорости П. л. v и при переключке рулей к горизонту на угол α определяется по ф-ле

$$F = k \cdot Sv^2 \sin \alpha.$$

М. Карэ дает следующие средние значения для коэф-та k : для носовых рулей $k = 0,25$, для кормовых рулей $k = 0,54$, причем в случае расположения кормовых рулей сзади винтов в приведенной выше ф-ле v должно обозначать не скорость П. л., а относительную скорость движения кормовых рулей в воде с учетом скорости струи воды, отбрасываемой винтами. Максимальный угол переключки горизонтальных рулей бывает 20—30° на каждую сторону. П. л., находясь в районе возможных встреч с неприятелем, д. б. готова к быстрому уходу под воду, а следовательно ее нагрузка д. б. отрегулирована так, чтобы погружение можно было произвести без помех. Поэтому еще до выхода на операцию П. л. производит т. наз. пробное погружение, целью к-рого является отрегулирование как пловучести, так и диферента П. л. для подводного хода. Перед выходом на пробное погружение П. л. принимает и размещает все грузы так, как они будут размещены во время похода. Процесс пробного погружения сводится к следующему. Сначала заполняются цистерны главного балласта, отчего П. л. должна погрузиться так, что над поверхностью воды едва будет выступать верхняя палуба. Если при этом окажется, что П. л. имеет диферент, то он должен быть уничтожен приемом воды в диферентную цистерну более приподнятой оконечности. В случае же если диферент П. л. после заполнения цистерны главного балласта окажется значительным, то во избежание излишней перегрузки водой диферентной цистерны переносят из более погруженной оконечности в противоположную часть твердого (чугунного или свинцового) балласта, специально погруженного для этой цели в трюмы П. л. После выравнивания диферента заполняют среднюю цистерну, после чего над поверхностью должна оставаться еще значительная часть рубки. Далее принимают по равному количеству воды в обе диферентные цистерны. Эта вода в диферентных цистернах необходима для изменения под водой диферента, появившегося по каким-либо причинам; в таком случае вода из одной диферентной цистерны перегоняется в другую. После перечисленных операций рубка еще не должна

уйти под воду, ее топят приемом воды в уравнительную цистерну. Воду в уравнительную цистерну принимают до тех пор, пока пловучесть П. л. станет нулевой или близко к таковой. Затем дают ход и горизонтальными рулями уводят П. л. на глубину. На подводном ходу убеждаются в том, что пловучесть и диферент П. л. позволяют ей легко управляться под водой. Всплывая после пробного погружения, удаляют воду только из цистерн главного балласта и из средней. Воду же из уравнительной и диферентных цистерн не удаляют. Для следующего погружения достаточно заполнить полностью цистерны главного балласта и среднюю, и П. л. окажется вполне уравновешенной для подводного хода. Очевидно, что это погружение м. б. выполнено быстро и без помех. Вес расходуемых за время похода грузов (привизия, пресная вода и т. п.) замещается по мере расхода приемом воды либо в соответствующие заместительные цистерны, где таковые имеются, либо в уравнительную и диферентные цистерны.

Всплывание. Для всплывания поднимают П. л. горизонтальными рулями к поверхности и продувают среднюю цистерну. После этого открывают рубочный люк, давая тем самым доступ наружному воздуху внутрь П. л., и пускают турбокомпрессор, к-рый, подавая сжатый воздух в цистерны главного балласта, удаляет из них воду через открытые кингстоны затопления. Турбокомпрессор подает воздух давления 0,50—0,75 atm. Обычно на П. л. бывает 2 турбокомпрессора, которые, работая одновременно, могут осушить все цистерны главного балласта примерно в 5 мин. В случае аварии под водой, когда в П. л. поступает большое количество воды, с к-рым не могут справиться водоотливные средства, то для быстрого всплывания П. л. цистерны главного балласта продувают сжатым воздухом высокого давления, хранящимся в специальных воздухохранителях. Давление этого воздуха бывает примерно 175—225 atm. При продувании



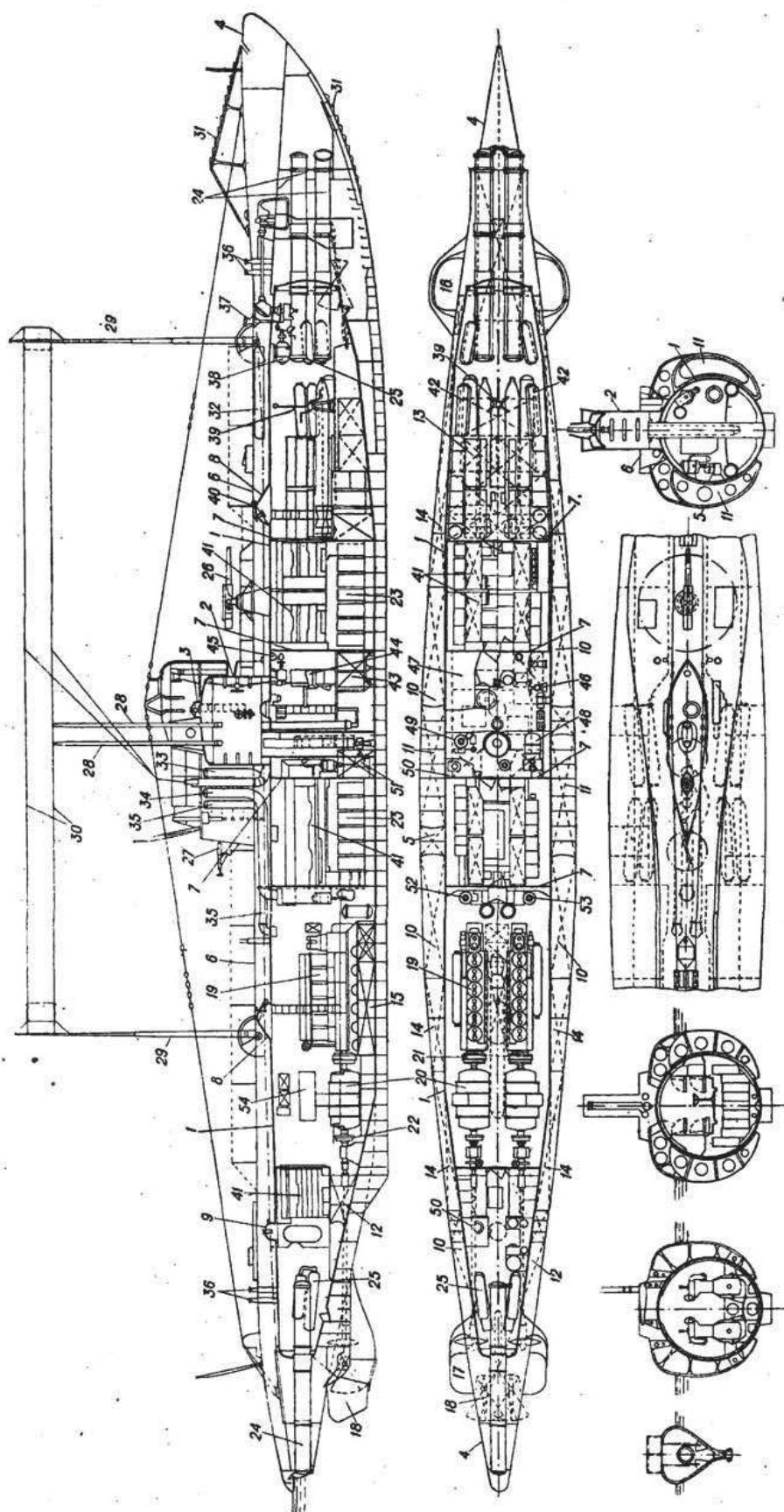
Фиг. 2.

цистерн в этом случае воздух подается в них осторожно, с таким расчетом, чтобы давление в цистерне не превышало забортного более чем на 0,5 atm. Корпус П. л., с одной стороны, должен удовлетворять требованиям прочности в соответствии с наибольшей глубиной погружения, а с другой — д. б. возможно малого веса. По своей конструкции

прочного корпуса П. л. от одной легкой оконечности до другой, 3. Двойной корпус, включая в себя все те же составные части, что и одинарный, имеет еще характерный для этого класса корпусов легкий наружный корпус *a*, к-рый вместе с надстройкой и легкими оконечностями полностью окружает прочный корпус *б* (фиг. 2). Частично двойной корпус отличается от двойного корпуса только тем, что наружный корпус его лишь частично окружает прочный корпус, оставляя его одианным обычно в нижней части (фиг. 3). На этом чертеже показан разрез и план германской П. л. типа UB-48 водоизмещения 576 т, длина 55,3 м, ширина 5,76 м, осадка 665 м; скорость над водой 14 узлов, под водой 8 узлов, вооружение 10 торпед и одна 10,5-см пушка. Главные части П. л. приведены на фиг. 3, где

1—прочный корпус, 2—рубка, 3—рубочный люк, 4—легкие оконечности, 5—наружный корпус, 6—надстройка, 7—водонепроницаемые переборки, 8—люки для загрузки торпед, 9—выходные люки, 10—цистерны главного балласта, 11—уравнительная цистерна, 12—диферентные цистерны, 13—торпедозаместительные цистерны, 14—топливные цистерны, 15—цистерны смазочного масла, 16—носовые горизонтальные рули, 17—кормовые горизонтальные рули, 18—вертикальный руль, 19—дизели, 20—главные электромоторы, 21—фрикционные муфты, 22—кулачные муфты, 23—аккумуляторы, 24—торпедные аппараты, 25—резервуары сжатого воздуха для стрельбы из торпедных аппаратов, 26—орудие, 27—автоматич. орудие, 28—перископы, 29—опускающиеся радиотелеграфные мачты, 30—антенна, 31—пилы для разрезания противолодочных сетей, 32—шлюпка, 33—вентиляция главных балластных цистерн, 34—шахта, через которую вытяжной вентилятор выгоняет воздух из цистерн, 35—шахта для подачи воздуха в машинное отделение, 36—кнехты, 37—шпиль, 38—электромотор шпиль, 39—ручной привод шпиль, 40—трап, 41—койки, 42—воздухохранители для сжатого воздуха, 43—помещение для хранения снарядов, 44—компас, 45—лебедка для заваливания и подъема мачт, 46—штурвалы горизонтальных рулей, 47—радиотелеграфная рубка, 48—турбокомпрессор для продувания цистерн главного балласта, 49—трюмный насос, 50—WC, 51—лебедка для подъема и опускания кормового перископа, 52—масляный насос для двигателей, 53—масляный холодильник, 54—станция для управления главным электромотором.

Прочный корпус д. б. настолько прочным, чтобы выдержать давление воды на предельной глубине погружения; изготовляется из судостроительной стали повышенного сопротивления—врем. сопротивление разрыву 50 кг/мм², удлинение около 18%. Набор прочного корпуса состоит из кольцевых шпангоутов, к к-рым приклепываются листы обшивки. Форма прочного корпуса сигарообразная с обрезанными концами, сечение—круглое или эллиптическое. Для значительных глубин погружения при конструировании прочного корпуса применяют исключительно круглое сечение, так как напряжения, возникающие в наборе, будут только нормальные. При других видах сечений возникают помимо нормальных касательные напряжения, вызывающие утяжеление конструкции. Внутри прочного корпуса размещаются все механизмы и устройства за исключением только тех, к-рые по способу использования д. б. установлены снаружи корабля (артиллерия, радиотелеграфная антенна, лебедки шпилевых устройств и т. п.). Кроме того у однокорпусных П. л. внутри прочного корпуса размещаются и все балластные цистерны. У П. л. с двойным и с частично двойным корпусом цистерны главного балласта размещаются



Фиг. 3.

между легким и прочным корпусом. Для непотопляемости П. л., т. е. для предотвращения заливания водой всей лодки в случае аварии, внутренний объем прочного корпуса разделяется водонепроницаемыми переборками на отдельные отсеки, число которых бывает 5—8. Т. к. вес этих переборок значителен, то в большинстве случаев их делают менее прочными, чем прочный корпус, например при прочности корпуса, соответствующей глубине погружения 75—100 м, прочность переборок ограничивают глубиной погружения 40—45 м. Каждая водонепроницаемая переборка имеет водонепроницаемую дверь. Рубка по своей прочности не д. б. слабее прочного корпуса. Она имеет форму цилиндра овального сечения. Рубка изготавливается из маломагнитной стали для того, чтобы она не оказывала влияния на показание магнитного компаса, расположенного на мостике сверху рубки. Назначение рубки следующее: а) при пробном погружении служить поплавком, на котором погружающаяся П. л. могла бы достаточно устойчиво держаться во время дифферентовки, б) в случае необходимости быстро всплыть, обеспечить быстрый выход из-под воды наиболее выступающей части П. л. с выходным люком и в) дать возможность П. л. держаться в опасной зоне в погруженном состоянии по рубку и тем самым быть малоприметной и иметь возможность очень быстро скрыться под воду. Объем рубки и выступающих над палубой устройств для различных П. л. 1—2% водоизмещения. Для уменьшения сопротивления движению под водой рубка обшивается легким кожухом удобообтекаемой формы. Сверху рубки устраивается мостик, откуда происходит управление П. л. во время плавания на поверхности. Легкие оконечности, надстройка и наружный корпус придают П. л. внешнюю форму, которая должна дать возможно малое сопротивление движению под водой и обеспечить хорошие надводные мореходные качества. Прочность наружных частей корпуса П. л. должна обеспечить плавание в надводном положении в свежую погоду. В районе же размещения балластных цистерн прочность наружного корпуса определяется прочностью цистерн. Цистерны главного балласта обычно испытываются на прочность и непроницаемость внутренним давлением около 1 atm, так как в погруженном положении П. л. кингстоны этих цистерн всегда открыты. Набор наружных частей корпуса состоит из соответствующей формы шпангоутов, жестко связанных с прочным корпусом, обшитых снаружи тонкой судостроительной сталью; в менее ответственных местах толщина листов бывает около 4 мм, а в более ответственных 5—6 мм. В отношении веса наиболее тяжелыми являются двойные корпуса, а наиболее легкими—одинарные. Johow и Foerster дают следующую ф-лу, определяющую вес корпуса П. л.:

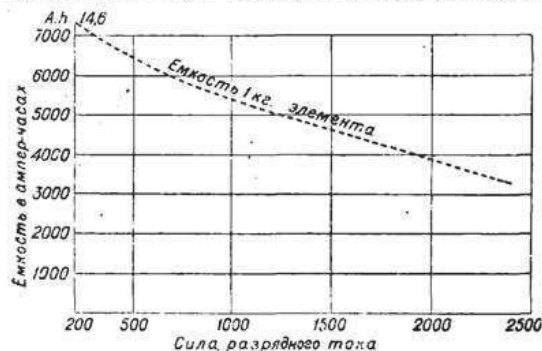
$$G = xD^2 \frac{\pi}{4} L_D \delta_D,$$

где D —максимальный диам. прочного корпуса, L_D —длина прочного корпуса, δ_D —коэффициент полноты прочного корпуса, x —коэф., зависящий от типа корпуса и водоизмещения П. л. Для однокорпусных П. л.

$x = 0,40 \div 0,50$. Для двухкорпусных П. л. водоизмещения до 300 т $x = 0,50$; до 700 т $x = 0,55 \div 0,60$; свыше 700 т $x = 0,60 \div 0,66$. Эти коэффициенты действительны для корпусов П. л. с глубиной погружения 45—60 м.

Двигатели для надводного хода (дизели легких типов специальных компактных конструкций). Современные П. л. имеют дизели весом 25—35 кг на силу и даже меньше 20 кг; число оборотов около 400 в минуту. Стесненность помещения на П. л. не позволяет устанавливать дизели больших мощностей. В настоящее время наибольшая мощность дизеля на П. л. достигает 3 500 HP_{eff} . Большинство П. л. имеет по 2 дизеля, работающих на 2 винта, и только самые малые П. л. имеют по 1 дизелю. Воздух для работы дизелей подается в машинное отделение через открытые рубочные люки и двери в переборках или через специальную, закрываемую при погружении, воздушную шахту 35 (фиг. 3). Максимальная надводная скорость, достигнутая на П. л.,—21 узел. Опытная паровая турбинная установка на английской подводной лодке К-26 мощностью 10 000 HP_{eff} дала 23,5 узла, но паровая установка значительно усложняет использование П. л. Керосиновые и бензиновые двигатели для П. л. не применяются, т. к. пары топлива для них огнеопасны и вредно действуют на организм людей. Для подводного хода дизели неприемлемы, так как в погруженном состоянии П. л. невозможно обеспечить подачу к дизелям воздуха, необходимого для работы их. Кроме того отработанные газы, выходя на поверхность воды, будут обнаруживать присутствие П. л. Двигатели подводного хода—электромоторы постоянного тока (главные электромоторы)—получают энергию от батареи электрич. аккумуляторов. Для подводного хода требуется 1) бесшумность работы, 2) экономия в расходе энергии, 3) отсутствие следов над водой и 4) отсутствие порчи воздуха внутри П. л. Свинцово-кислотные аккумуляторы разбиваются обычно на 4 группы, примерно по 60 элементов в каждой, напряжение каждой группы 110—120 V. Это напряжение является нормальным для всех электроустановок П. л., и при этом напряжении работают главные электромоторы на малые мощности, но кроме того две группы каждого борта могут соединяться последовательно, давая напряжение для работы главных электромоторов на полный ход 220 V. В последнее время начали применять разбивку аккумуляторов на три группы с напряжением по 220 V, что дает возможность снизить веса электроустановок. Вес установки главных электромоторов и аккумуляторов составляет 100—120 кг на силу. Максимальная мощность одного электромотора у существующих П. л.—1 300 HP_{eff} , а максимальная подводная скорость—11 узлов. Так как продолжительность, а вместе с тем и район подводного хода увеличиваются с уменьшением силы разрядного тока батареи аккумуляторов, то для получения больших районов плавания под водой при высоком кпд использования электрич. энергии на нек-рых П. л. устанавливают дополнительно т. н. электромоторы экономич. хода пониженной мощности (20—40 HP_{eff}), могущие работать на те же валопроводы, что и главные

электромоторы, давая подводную скорость ~3 узлов. Насколько емкость батареи аккумуляторов увеличивается с уменьшением силы разрядного тока, видно из фиг. 4, где дана кривая емкости батареи аккумуляторов, отнесенная к 1 кг веса элемента. Для зарядки разряженной батареи аккумуляторов пользуются главными электромоторами, которые



Фиг. 4.

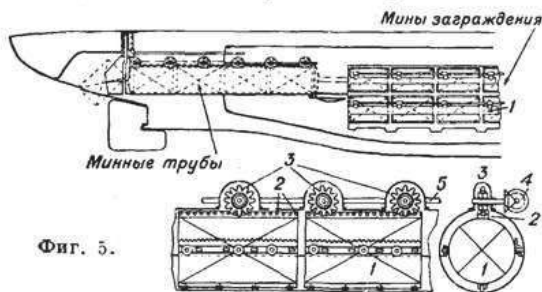
при вращении их дизелями обращаются в динамомашину. Нужно отметить, что современные аккумуляторы весьма тяжелы и отнесительно малоемки, вследствие чего получение значительных подводных скоростей и большого района плавания требует больших затрат веса П. л. Схема соединения дизеля 19, электромотора 20 и гребного вала видна на фиг. 3; дизель 19, соединительная фрикционная муфта 21 между дизелем и электромотором, главный электромотор 20, соединительная кулачная муфта 22 между главным электромотором и гребным валопроводом и гребной валопровод. Во время надводного хода обе соединительные муфты сообщены и дизель работает на винт, вращая, как маховик, главный электромотор, так как рубильники последнего разомкнуты. Для работы на зарядку фрикционная муфта сообщена, а кулачная разобщена — дизель вращает электромотор, обращая его в динамо. На подводном ходу фрикционная муфта разобщена, а кулачная сообщена — электромотор работает на винт. Зарядка аккумуляторов производится только в надводном положении П. л. Как емкость батареи аккумуляторов, так и запас топлива для дизелей определяются заданными для П. л. районами подводного и надводного плавания. Управление под водой в отношении курсов производят тем же способом, как на надводных судах, пользуясь картами, компасами, лагами и пр. Приборы управления сосредоточены в центральном посту, занимающем середину П. л. под рубкой. Магнитные компасы под водой внутри прочного корпуса «заставляются» при поворотах П. л. Картушка медленно принимает надлежащее положение, поэтому применяются жирокомпасы, напр. Сперри. Обычные морские карты, с показанием глубины и характера дна, дают достаточно указаний, до какой глубины можно доходить безопасно. Неоднократные случаи попадания на глубине на камни не опасны, т. к. вполне погруженная подводная лодка при ударе отходит вверх также легко, как в бок, не ложась на камень подобно надводному кораблю.

Водоотливные средства состоят из главных балластных и трюмных электри-

ческих насосов. Главные балластные насосы служат резервным средством для осушения главных балластных цистерн в случае выхода из строя турбокомпрессоров и кроме того для удаления воды из внутренних помещений П. л. в случае большого накопления в них воды. Число таких насосов на П. л. бывает не более трех. Как максимум к ним предъявляется требование осушить все цистерны главного балласта при одновременной работе всех насосов в течение 20—30 мин. Эти насосы обыкновенно бывают центробежные большой производительности при малых противодавлениях. Для работы на больших глубинах крылатки насосов соединяются последовательно, что обеспечивает работу при больших противодавлениях с пониженной производительностью. Трюмные насосы, обычно поршневые, служат для удаления воды из трюмов, они могут работать на предельной глубине погружения. Производительность трюмного насоса 10—20 м³/ч. Иногда трюмные насосы приводятся от главного валопровода. Система сжатого воздуха высокого давления состоит из нескольких, размещенных в разн. отсеках П. л. групп воздухохранителей, в к-рые обычно 2 компрессора нагнетают воздух до 175—225 atm. Компрессоры приводятся от специальных электромоторов или от главных электромоторов. Воздух высокого давления служит для аварийного продувания цистерн главного балласта, для нормального продувания средней цистерны, для стрельбы из торпедных аппаратов, для пуска в ход дизелей и т. п. Общая емкость воздухохранителей 3—4% от емкости цистерн главного балласта. Производительность компрессора 6—9 л/мин. при максимальном давлении воздуха в воздухохранителях. Система вентилирования внутренних помещений состоит из вытяжных и вдувных электровентиляторов, связанных с вентиляторным трубопроводом и могущих практически совершенно провентилировать все помещения не более чем в 5 минут. Этой же системой пользуются для перемешивания воздуха внутри П. л. при ее продолжительном пребывании под водой, что облегчает условия требования личного состава в П. л. Однако без удаления из воздуха CO₂ и обогащения его кислородом продолжительное пребывание под водой становится для личного состава невозможным. Для восстановления качества воздуха на П. л. применяется система регенерации, заключающаяся в том, что вентиляторы прогоняют воздух, богатый CO₂, через специальные патроны, набитые химическими реактивами, поглощающими CO₂. Такими реактивами являются KOH, NaOH и CaOH. Поглощенный же из воздуха при дыхании людей кислород пополняется из специальных баллонов, где он хранится под большим давлением. Запас патронов и сжатого кислорода, принимаемый на П. л., обычно обеспечивает непрерывное пребывание под водой в течение 72 ч. один раз за поход. Выделяющиеся из аккумуляторов во время их зарядки гремучий газ и пары серной к-ты удаляются специальной системой вентилирования батарей аккумуляторов. На большинстве П. л. эта система состоит в том, что от каждого аккумулятора отходит отводок в общую магист-

раль, из к-рой специальные вытяжные вентиляторы отсасывают пары и газы наружу. На некоторых же П. л. газы и пары выходят из аккумуляторов непосредственно в изолированное помещение аккумуляторов, откуда они удаляются специальными вытяжными вентиляторами. В устранение случаев отравления людей парами топлива применяется топливо с высокой t° вспышки (порядка 130°). Гребные винты д. б. рассчитаны на надводный ход при больших числах оборотов при частичном погружении и на подводный ход при пониженных оборотах—при полном погружении. Наивыгоднейший для наибольшего надводного хода винт неудовлетворителен и неэкономичен для подводного экономического, что неприемлемо для П. л. Рациональнее поэтому рассчитывать винты, наиболее подходящие для крейсерских скоростей, напр. 12 узлов надводного и 5 узлов подводного. Запас пресной воды для питья и приготовления пищи определяется по числу личного состава и продолжительности похода из расчета 6—8 л в день на человека. Пресная вода хранится в цистернах, покрытых изнутри слоем цемента. Во время продолжительного пребывания П. л. в море, напр. 1 месяц, взятая с базы вода может испортиться, почему на некоторых П. л. устанавливают электрические опреснители воды. В таком случае запас принимаемой воды м. б. значительно сокращен.

Торпедные аппараты располагаются в носовой и кормовой частях П. л. В носу обычно 3—4 аппарата (редко 6), в корме 1—2. Выпуск торпед из аппаратов производится сжатым воздухом. На некоторых П. л. кроме того бывают и наружные аппараты, расположенные в надстройке. П. л. выходит в море с заряженными аппаратами, но кроме того некоторые П. л. берут с собой внутрь прочного корпуса еще и запасные торпеды 18 (фиг. 1). Мины заграждения принимаются на подводные заградители внутри прочного корпуса—в корму, откуда выбрасываются механич. приводом через 2 специальных минных аппарата (фиг. 5), или каждая мина 1 имеет сверху ряд стерженьков 2 для сцепления с шестернями 3 привода выбрасывания мин. Специальный электромотор вращает валик 5 привода, от к-рого через конические шестерни 4 передается вращение шестерням 3. Вращаясь, ше-



Фиг. 5.

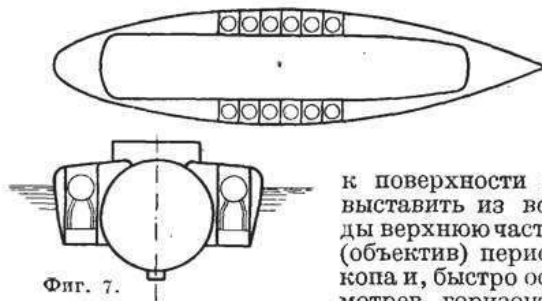
стерни 3 своими зубцами захватывают стерженьки 2 и продвигают в аппарате все мины в сторону кормы, сбрасывая их по очереди через открытую кормовую крышку. Шестерни 3 размещены так, что расстояние между ними меньше длины мины, следовательно каждую мину всегда будут вести 2 шестерни. После того как будут выброшены все мины

из аппарата, последний вновь заряжается минами со стелажей. На фиг. 6 показаны мины заграждения, загруженные в минные шахты, расположенные в корме П. л. На



Фиг. 6.

фиг. 7 расположение минных шахт находится в междубортном пространстве. Артиллерия на П. л. как дополнительное вооружение состоит из 1—2 орудий 75—100-мм и иногда еще и одного 37-мм орудия. В большинстве случаев эти орудия служат и как противозаэропланные. Для наблюдения за поверхностью моря П. л. должна всплыть

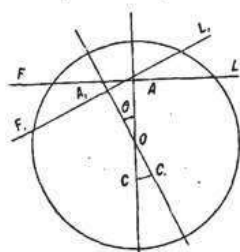


Фиг. 7.

к поверхности и выставить из воды верхнюю часть (объектив) перископа и, быстро осмотрев горизонт, опять скрыть перископ. Обыкновенно на П. л. устанавливаются два перископа: один командирский, которым пользуются при атаке неприятеля, и другой—ночной и зенитный для общего осмотра горизонта и воздуха. Длина перископа обычно 7—9 м, диам. трубы 180—150 мм, увеличение 1,1—1,5, поле зрения около 40° . Для лучшего рассмотрения деталей увеличение перестановкой линз доводится до 6,0 при поле зрения до 10° . При проходе через сети перископ на подводном ходу опущен вровень с поручнями мостика. Для осмотра горизонта перископ поднимают на 3—4 м. На некоторых П. л. устанавливают еще перископ-дальномер для определения расстояния до цели. Подъем и опускание перископов производятся специальными лебедками. Для связи на П. л. устанавливают специальные, принятые для П. л. радиоустановки и звуковые приемники и передатчики. Безопасность плавания П. л. настолько технически совершенна, что плавание на ней нередко безопаснее, чем на надводных судах. Причиной гибели служат столкновения с получением пробоин в прочном корпусе. Работы морского департамента США в 1928/29 г. в отношении спасения людей из затонувших П. л. позволяют разрешить вопрос спасения даже с глубин свыше 100 м, недоступных пока водолазам в мягких скафандрах (см. *Водолазное дело и Судоподъем*). А. Кузнецов и Белецкий.

Водоизмещение П. л. вычисляется по тем же ф-лам, к-рые применяются в этих случаях для надводных кораблей. При погружении П. л. на глубину пловучесть ее изменяется от следующих причин. 1) Увеличение плотности воды от давления. При увеличении глубины на каждые 10 м плотность воды увеличивается на 0,005%, вслед-

ствие чего пловучесть П. л. увеличивается. 2) Увеличение плотности воды от изменения ее t° . При понижении с 20 до 10° плотность воды увеличивается на 0,14%, а при дальнейшем уменьшении до 4° увеличивается на 0,03% и в этом случае пловучесть П. л. увеличивается. 3) Сжатие корпуса вследствие понижения t° . Т. к. t° воды при погружении понижается, то корпус П. л. сжимается, вследствие чего пловучесть уменьшается, объемный коэф. сжатия стал равен 0,004%. 4) Обжатие корпуса вследствие давления. При погружении П. л. на глубину давление на стенки корпуса увеличивается пропорционально глубине, вследствие чего уменьшается пловучесть. Обжатие равно ~0,13%. Суммарное действие указанных причин невелико; так, для П. л., объем пробного корпуса к-рой равен 650 м³, при погружении на 50 м получается добавочная пловучесть 0,092 т; тем не менее с их действием приходится считаться. Пока П. л. плавает на поверхности, к ней применимы все выводы относительно остойчивости, какие имеют место для надводных кораблей.



Фиг. 8.

Для изучения остойчивости при погружении рассмотрим для простоты П. л., имеющую круглые сечения. У нее метацентр при любой осадке в надводном положении и при любом угле крена сохраняет свое место. Действительно, предположим, что П. л. получила крен в θ° (фиг. 8); ватерлиния F_1L_1 , соответствующая углу крена в θ° , отсекает такой же по форме и водоизмещению объем, как и начальная ватерлиния FL . Центр величины, находившейся при ватерлинии FL в точке C и в диаметральной плоскости, будет лежать и при ватерлинии F_1L_1 также в диаметральной плоскости в точке C_1 на таком же расстоянии от ватерлинии F_1L_1 , как и точка C от FL . Точка пересечения O этих двух направлений AC и A_1C_1 будет находиться в центре круга шпангоута, т. е. метацентр будет совпадать с центром круга, образующего шпангоут. При изменении углубления метацентр своего положения не изменит. Центр величины при крене будет описывать окружность, радиус которой с увеличением углубления все время будет уменьшаться, так что в погруженном состоянии (пренебрегая влиянием рубки) радиус обратится в точку и центр величины совпадет с метацентром. Для остойчивости такой П. л. необходимо, чтобы как в надводном, так и подводном положении ц. т. лежал ниже оси, на к-рой расположены центры кругов. Если это условие не будет выполнено, то П. л. перевернется. Момент выпрямляющей пары для П. л. на поверхности воды определяется ф-лой

$$M = P(\rho - a) \sin \theta,$$

где P —вес П. л., ρ —метацентрич. радиус, a —расстояние между ц. т. и центром величины и—угол наклона. По мере заполнения балластных цистерн при погружении П. л. центр величины будет подниматься. Выгодно помещать балластные цистерны воз-

можно ниже, тогда при их заполнении ц. т. будет понижаться. При нек-рой ватерлинии ц. т. и центр величины совпадут. При этом расстояние между ними $a = 0$, а момент восстанавливающей пары

$$M = P\rho \sin \theta.$$

При дальнейшем погружении центр величины, повышаясь, будет находиться выше ц. т., так что величина a станет отрицательной, а момент восстанавливающей пары

$$M = P[\rho - (-a)] \sin \theta = P(\rho + a) \sin \theta.$$

Когда П. л. совершенно погрузится, то площади действующей ватерлинии не будет, метацентрич. радиус сделается равным нулю, а центр величины совпадет с метацентром. При этом при любом крене форма П. л. меняться не будет, точно так же центр величины менять своего положения не будет. Момент восстанавливающей пары

$$M = Pa \sin \theta$$

и при дальнейшем погружении остается без изменения. Если принять во внимание рубку, то центр величины будет лежать несколько выше оси, по к-рой располагаются центры кругов шпангоутов. При форме шпангоутов, отличающейся от круговой, изменение остойчивости будет происходить таким же путем, если только в надводном положении ц. т. лежит выше центра величины. Графически изменение остойчивости (см.) приведено для одной из П. л. на фиг. 9. Диаграмма Рида для вполне погруженной П. л. изобразится синусоидой, где каждое плечо восстанавливающей пары определится выражением

$$GH = a \sin \theta.$$

Изменение продольной остойчивости происходит так. В надводном положении продольный метацентрич. радиус велик и колеблется от L до $1,5 L$, где L —длина П. л. По мере погружения момент инерции действующей ватерлинии резко уменьшается, а подводный объем возрастает, вследствие чего продольный метацентрич. радиус быстро уменьшается. Когда П. л. погрузится, то продольный метацентри-



Фиг. 9.

ческий радиус делается равным нулю, и продольный метацентр сольется с центром величины, а также с поперечным метацентром. Следовательно продольный метацентрический радиус уменьшается от величины, определяемой сотней м, до 2 десятков см. Отсюда понятно, что в погруженном положении П. л. весьма чувствительны к дифференту: достаточно по длине П. л. переместиться незначительному грузу, чтобы она получила ощутимый дифферент. По заполнении балластных цистерн П. л. с помощью горизонтальных рулей (рулей глубины) может идти на желаемой глубине. Действие

ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ ФЛОТОВ РАЗЛИЧНЫХ ГОСУДАРСТВ.

Название П. л. (тип)	Год пост- ройки	Коли- чество	Водоиз- мещен., т над водой под водой	Дли- на, м	Шири- на, м	Осад- ка, м	Мощн. двигат. Е, Р дизелей электро- моторов	Максим. скорость, узлы над водой под водой	Запас топли- ва, т	Район плавания, милы	Торпедное воору- жение	Артилле- рийское воо- оружение	Мили- за- ция гражд.	Чис- лен- ность эки- пажа
АНГЛИЯ														
Thames	в постр.	1	1800											
Swordfish	в постр.	2	650											
Rainbow	в постр.	4	1475											
Parthian	1930	6	1475	79,3	8,51	4,12	4400	17,5				1-4" или 4,9"		
Odin	1928	6	2040	79,3	8,54	4,12	1350	9	200			1-4"		
Oberon	1927	1	1475				1320	15	200			1-4"		
X1	1924	1	2030				2950	9				4-5,2" и 2-автом.		110
M2 и M3	1920	2	1805	106,75	9,07	5,18	1350	19,5				1-3"		60
LE3-71	1924	6	2780	90,3	7,47	4,8	6000	9	70			2-автом.		40
L11-33	1926	16	1450	71,67	7,16	4,13	2400	15,5				1-4"		36
K26	1923	1	1950	72,74			1600	10,45				3-4" и 2-автом.	16	65
			1080	107,2	8,54	5,12	2400	23,5	300					
			1710				10000	9						
			2770				1400							
США														
V7-9	в постр.	3	1560	97,3	8,24	3,28		17				1-4"		88
V5-6	1930	2	2315	112,15	10,14	4,88	5417	8				2-8"		86
V4	1930	1	2760	116,3	10,2	4,82	3175	14,3				1-5"	80	86
V1-3	1925	3	2880	104,15	8,38	4,73	6500	19,25				2-автом.		86
T1-T3	1922	3	4080	81,9	6,86	4,32	4000	8	10 000 (11 узл.)					
S4S-S50	1922	3	2506	73,6	6,7	4,14	1910	20	7 000-9 000					
S42-S47	1925	6	1106	88,6	6,3	4,88	1820	11						
S10-S13	1923	10	993	70,4	6,61	4,0	2030	14,5						
S4-S6-S9	1921	10	1230				1500	11	8 000 (10 узл.)					
			876				2000	15	5 000 (11 узл.)					
			1092				1200	10,5						
							1400							
							1200							