

ПРОФ. Н.А. САКЕЛЛАРИ

МОРЕХОДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ



Военмориздат
1943

Проф. Н. А. САКЕЛЛАРИ

Д Е П

МОРЕХОДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

ОПИСАТЕЛЬНЫЙ КУРС

Издание 3-е



РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

УПРАВЛЕНИЕ ВОЕННО-МОРСКОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА НКВМФ СОЮЗА ССР
МОСКВА 1943

ЧАСТЬ I

НАВИГАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Глава I

ПРОКЛАДОЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

§ 1. Циркуль измерительный

Измерительный циркуль (рис. 1) служит для измерения или откладывания расстояний на морской карте. Он состоит из двух оканчивающихся острием ножек *A* и *B*, соединенных шарниром *C* с гайкой *D*.

Для измерения длины какой-нибудь линии на карте нужно раздвинуть ножки циркуля и осторожно приложить их к измеряемой линии так, чтобы острие одной ножки совпало с началом линии, а острие другой — с концом ее. Не изменяя затем величины угла раствора ножек, нужно приложить циркуль к вертикальной рамке карты в той же широте, в которой лежит измеряемое расстояние, или к масштабу и сосчитать число делений — миль, кабельтовых, сажен, метров, уместившихся между остриями ножек циркуля.

Циркуль нужно держать при этом так, чтобы плоскость его ножек была перпендикулярна к карте, чтобы не прорвать ее. Ножки циркуля не следует раздвигать больше, чем на прямой угол, так как иначе уколы получаются $\frac{3}{4}$ нат. вел.

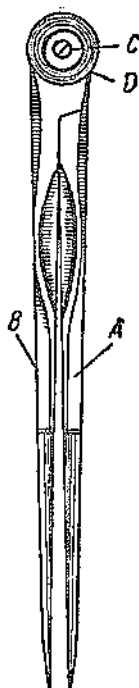


Рис. 1.
 $\frac{3}{4}$ нат. вел.

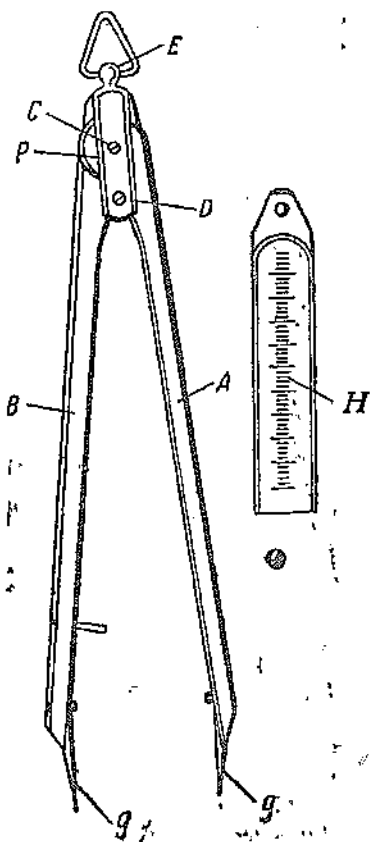


Рис. 2. Нат. вел.

неправильными и сама карта может быть легко испорчена острыми ножек. Длинную линию, не охватываемую одним раствором циркуля на прямой угол, нужно разбить на части и измерить по частям, не забывая снимать с рамки карты для каждой из измеряемых частей величину морской мили в той же широте, в которой лежит измеряемая часть данной линии.

Исправный циркуль должен обладать следующими качествами: 1) ножки, плотно сдвинутые, должны давать на бумаге один правильный укол, как бы от иглы. Если этого нет, острия ножек следует подточить на оселке. Это качество циркуля в кораблевождении практического значения не имеет и важно только при точных чертежных работах; 2) ножки циркуля должны раздвигаться плавно, не слабо и не туго, чтобы данное ножкам циркуля положение не могло произвольно измениться от легкого прикосновения или от собственного веса ножки. Соответствующим нажимом винта С увеличивается трение ножек в головке циркуля и тем самым достигается возможность плавно раздвигать последние.

Иногда острия ножек делаются в виде отдельных стальных иглонок, вставленных в специальные углубления на концах ножек циркуля и удерживаемых на месте особыми винтиками. Для предохранения от поломки или притупления острия, когда циркулем не пользуются, защищаются особым предохранительным колпачком или весь циркуль помещается в специальный футляр. Для замены

сломанного острия в ножках циркуля, в специально сделанных для этой цели углублениях, иногда помещаются два запасных острия, которые легко установить на место.

Последний образец циркуля (рис. 2), изготовляемый заводом «Тизприбор», очень практичен. На сложенные вместе ножки А и В надевается сверху вилка С, концы которой сжаты винтом D. Сквозь обе грани вилки, по оси вращения ножек, пропущены винтики Е, упирающиеся своими концами в ножки циркуля. Винтики Е ввинчиваются в нарезку в гранях вилки, служащую им гайкой. Гайки Р позволяют регулировать нажим винтиков Е на головку ножек. Благодаря такому устройству, если ножки циркуля станут двигаться слишком свободно, соответствующим нажимом гаек Р и винтиков

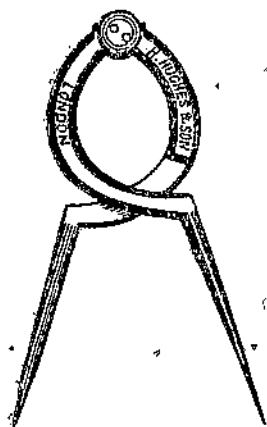


Рис. 3. 1/2 nat. вел.

Е легко усилить трение и добиться желаемого движения ножек.

Острия g съемные и настолько длинные, что в случае поломки конец острия можно вновь подточить и выдвинуть. Колпачок Н надевается на конец циркуля, когда последний не используется.

Существует еще так называемый одноручный (one-handed divider) циркуль (рис. 3), рекомендуемый, между прочим, капитаном Lecky в его известном сочинении *Wrinkles in Practical Navigation*. Преимущество этого циркуля в том, что его можно сдвигать и раздвигать, действуя одной рукой. Однако нужно иметь в виду,

что при переносе снятого этим циркулем расстояний к масштабу, вследствие произвольного движения руки, можно незаметно для самого себя изменить угол раствора ножек.

Считают, что полученная на карте путем укола циркулем точка при хорошо отточенном остром ножки представляет собой кружок с диаметром, равным 0,1 мм (0,005 дюйма). Это столь малая величина, что при обычных работах на карте в судовой обстановке укол исправного циркуля можно всегда принимать за идеальную математическую точку.

§ 2. Линейка обыкновенная

Внешний вид обыкновенной линейки общезвестен. При ее помощи на карте прокладываются прямые линии — линии курсов и пеленгов.

У хорошей линейки нижняя ее поверхность, которой она накладывается на карту, должна быть плоскостью. В этом легко убедиться, положив линейку на какую-нибудь гладкую плоскую доску. Отсутствие просветов между доской и линейкой покажет, что нижняя поверхность линейки действительно плоскость.

Срез линейки, вдоль которого проводят прямые линии, должен быть строго прямолинейен. Чтобы проверить это, кладут линейку АВ (рис. 4) на лист бумаги и прочерчивают вдоль среза линию ка-

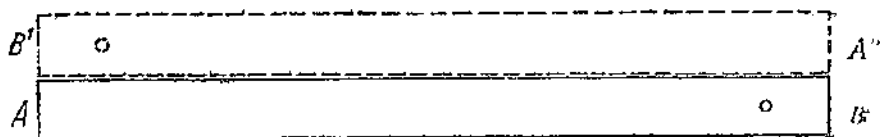


Рис. 4. $\frac{1}{16}$ nat. вел.

рандашом. Приложив затем линейку тем же ее срезом с другой стороны прочерченной линии (положение $A'B'$), смотрят, совпадает ли срез линейки в новом ее положении $A'B'$ с прочерченной линией АВ, что должно быть при прямолинейности среза.

Если срез криволинеен, то при переложении линейки в положение $A'B'$ он не совместится с прочерченной линией АВ на всем ее протяжении: между ними будет замечен или просвет (рис. 5), или

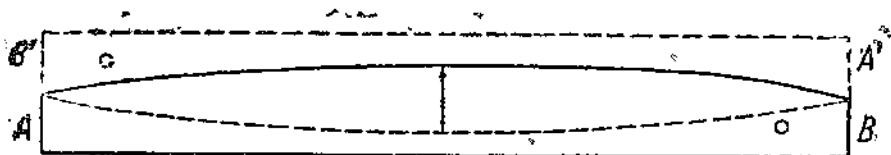


Рис. 5.

перекрыш (рис. 6). Считают, что величина просвета или перекрыша не должна превосходить 0,5 мм (0,02 дюйма), так как при длине

линейки около 60 см (2 фута) эта величина дает уклонение прочерченной линии от истинного ее направления на угол $\frac{5}{600} = \frac{1}{1200} = 3'$ приблизительно. Искривление среза линейки легко заметить на-глаз, если приставить линейку к глазу и посмотреть вдоль ее среза.

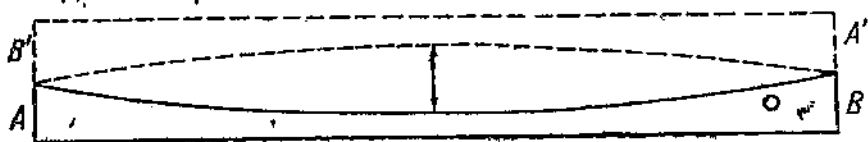


Рис. 6.

На корабли флота отпускаются обыкновенные деревянные чертежные линейки и медная 61-см (2-футовая) линейка с награвированным на ней нормальным поперечным сотенным масштабом, позволяющим измерять расстояния на карте с точностью до 0,25 мм (0,01 дюйма). При прокладке предпочтительнее пользоваться деревянной линейкой, так как медная тяжела, пачкает карту и ее острыми краями легко порвать последнюю.

Считают, что линия, прочерченная вдоль среза линейки остро отточенным твердым карандашом, представляет собою прямоугольник, меньшая сторона которого равна 0,1 мм (0,005 дюйма).

Прокладывая на карте какое-нибудь направление помощью линейки, приложенной к двум точкам, можно предположить в проложенном направлении ошибку, зависящую от размеров точек и расстояния между ними.

Так, обозначая диаметры точек буквой σ , а расстояние между ними буквой l , найдем (рис. 7), что наибольшая возможная ошибка x в проложенном направлении выразится формулой:

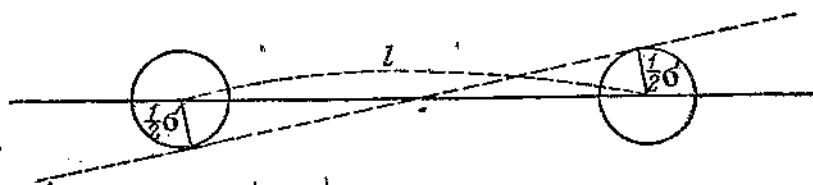


Рис. 7.

$$\sin x = \frac{\frac{1}{2} \sigma}{\frac{1}{2} l}$$

или, по малости угла x ,

$$x' = \frac{\sigma}{l \cdot \sin 1'} = 3438 \frac{\sigma}{l}.$$

Если $\sigma = 0,1$ мм, а $l = 25,4$ см, то $x' = 3438 \cdot \frac{1}{2540} < 2'$ при-

близительно, т. е. линия будет проложена с возможной ошибкой в направлении $\pm 2'$.

Очевидно, что для целей кораблевождения этой ошибкой графического построения можно вполне пренебречь, так как от нее погрешность в 1 милю получится только после плавания, примерно, около 2000 миль.

§ 3. Линейка параллельная

Несравненно удобнее при работах на карте пользоваться параллельной линейкой. Эта последняя (рис. 8) состоит из двух обычно-

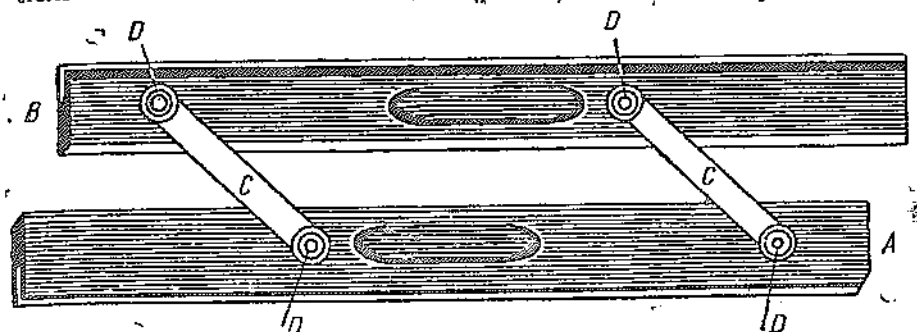


Рис. 8. 1/2, нат. вел.

венных линеек A и B, соединенных двумя медными одинаковой длины тягами C на шарнирах D. Установив линейку со сложенными вместе обеими ее половинками по желаемому направлению и плотно прижимая рукой нижнюю ее часть A к карте, другой рукой осторожно отодвигают верхнюю половинку B и переносят, таким образом, взятое направление к желаемой точке или на величину наибольшего растворения линеек.

Прямолинейность срезов линеек A и B проверяется, как у обыкновенной линейки.

Чтобы убедиться в том, что прочерчиваемые помощью параллельной линейки, при различном раздвижении линеек A и B, прямые линии действительно между собой параллельны, нужно положить линейку на чистый лист бумаги и прочертить карандашом вдоль линейки B линию a—a' при сложенных вместе линейках A и B (рис. 9). Удерживая затем линейку A на месте, отодвигают

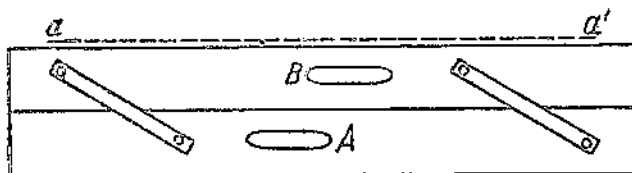


Рис. 9.

линейку B на некоторое расстояние и прочерчивают вдоль ее среза вторую линию b—b' (рис. 10). Сложив обе линейки вместе, пово-

рачивают всю линейку на 180° и прикладывают линейку В к линии $b-b'$ с другой ее стороны. Наконец, подведя при неподвижной линейке А линейку В к линии $a-a'$, убеждаются, совпадает ли срез линейки В с линией $a-a'$ или нет. Если совпадает, то линии $a-a'$ и $b-b'$ параллельны, и линейка, следовательно, исправна.

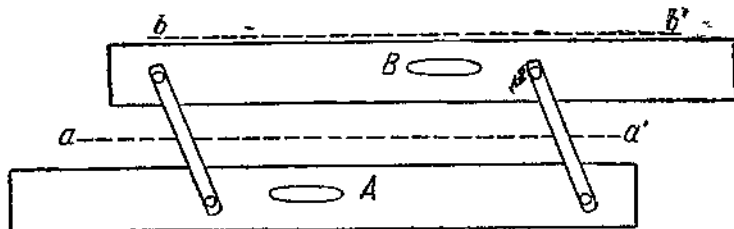


Рис. 10.

Надо иметь в виду, что вполне исправная параллельная линейка спустя некоторое время, особенно при небрежном обращении, может сделаться неисправной, так как от частого сдвигания и раздвигания линеек А и В и щелканья ими одна о другую в шарнирах D появляется слабина, и параллельность составных частей линейки нарушается. Поэтому, в случае сомнения в параллельности перенесенной линии, необходимо проверить ее направление посредством транспорта (см. § 5).

Чтобы не изменить направления линейки при ее раздвижении, нужно позаботиться, чтобы поверхность стола, на котором ведут прокладку в рубке, была вполне плоской и гладкой и чтобы все места перегиба карты были предварительно тщательно разглажены рукой.

В прежнее время корабли нашего флота снабжались 2-футовыми параллельными линейками пальмового дерева, вываренного в масле, работы мастерских Гидрографического управления. При длине соединительных планок в 15,2 см (6 дюймов) и ширине каждой линейки в 4,4 см (1¾ дюйма), помощью этой параллельной линейки можно провести две параллельные линии на расстоянии 12 см (4¾ дюйма) одна от другой, если пользоваться только срезом одной верхней линейки, и на максимальном расстоянии 21 см (8¼ дюйма), если первую линию провести по нижнему срезу нижней линейки. Эти линейки можно еще встретить на некоторых судах.

В настоящее время Завод штурманских приборов выделяет параллельные линейки трех размеров: большие, длиной в 60 см, средние — 45 см и малые — 30 см. Линейки выделяются из выдержанного твердого мелкослоистого дерева (пальма, грушевое или черное дерево), вываренного в парафине или масле. Тяги делаются латунные, никелированные. Ширина каждой половины большой линейки 40 мм, а средней и малой — 35 мм. Длина тяг между шарнирами у большой и средней линеек 125 мм, а у малой — 60 мм. Таким образом, при ширине сложенных вместе поло-

винок линейки большой — 80 мм, а средней и малой — 70 мм, наибольшие расстояния, на которые посредством этих параллельных линеек можно провести линию, параллельно данной прямой, оказываются равными: для большой линейки — 17,5 см, для средней — 17,0 см и для малой — 11,0 см.

При проверке параллельных линеек величина допускаемого просвета между половинками линеек не должна превышать: для больших линеек — 0,5 мм, для средних — 0,4 мм и для малых — 0,25 мм.

§ 4. Треугольник

Для проведения параллельных линий вместо параллельной линейки иногда предпочитают пользоваться обыкновенной линейкой и треугольником, специально с этой целью отпускаемым на суда. Треугольники отпускаются или обыкновенные деревянные чертежные или медные. И те и другие прямоугольные.

Положив Δ -к на карту так, чтобы его гипотенуза или один из катетов, например AC (рис. 11), были параллельны требуемому направлению, прикладывают к другому катету или к гипотенузе BC обыкновенную линейку MN и, удерживая последнюю левой рукой на месте, правой рукой передвигают Δ -к вдоль линейки на желаемое расстояние, например в положение $A'B'C'$. Прочерчивая по мере продвижения Δ -ка линии вдоль срезов его сторон, не прилегающих к линейке, получим, как видно из рис. 11, две системы параллельных линий AC и $A'C'$, AB и $A'B'$ и т. д. Таким образом, каждое направление можно перенести к любой точке карты.

Для того чтобы Δ -ком можно было пользоваться, он должен быть исправен, в чем и убеждаются его проверкой.

Прямолинейность сторон Δ -ка проверяется так же, как и у срезов обыкновенной линейки (§ 2). Величину же прямого угла Δ -ка можно проверить так: проведя на чистом листе бумаги посредством исправной линейки прямую линию MN (рис. 12), кладут на бумагу исследуемый Δ -к, совмещая один из его катетов, например меньший AB , с прочерченной линией, и проводят карандашом линию вдоль среза другого, большего катета AC . Повернув затем Δ -к на 180° , накладывают его на бумагу другой стороной (положение $A'B'C'$), совмещают опять катет AB' с проведенной на бумаге линией и вновь проводят линию вдоль другого катета AC' . Если угол A Δ -ка в точности прямой, обе линии AC и AC' совпадут. Если же угол A не прямой, то и линии AC и AC' разойдутся.

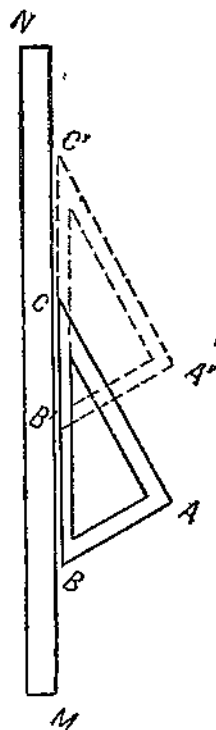


Рис. 11.

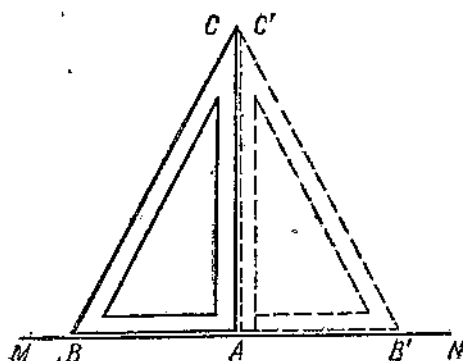


Рис. 12.

ной параллельной линейке, имеющей самое широкое распространение во всех флотах.

§ 5. Транспортир штурманский

Этот прибор служит для построения на карте заданных углов и измерения углов, уже начерченных.

Транспортир (рис. 13) состоит из металлического (листовая латунь) полукруга ADB , разделенного на градусы, через 1° или через $\frac{1}{2}^\circ$, с линейкой ACB по диаметру $0-180^\circ$. Посредине, на внутреннем срезе линейки AB , нанесен штрих C , отмечающий с собою центр делений дуги транспортира.

Имея в виду современную компасную картушку, разбитую на 360° , деления на транспортире наносятся и на внешней и внутренней кромке его дуги или только на одной внешней кромке. Надписи делений отличаются на 180° и идут: 1) по внешнему срезу дуги AD от 0 до 90° , по внутреннему срезу дуги AD от 180 до 270° ; 2) по внешнему срезу дуги DB от 270 до 360° и по внутреннему срезу той же дуги от 90 до 180° .

Чтобы проложить на карте направление, образующее заданный угол с меридианом

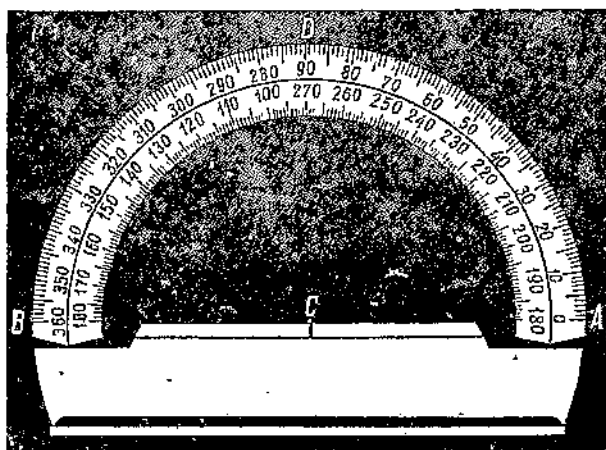


Рис. 13. $\frac{1}{2}$ нат. вел.

ном, нужно транспортир наложить на карту так, чтобы линия меридиана прошла через центр транспортира C и штрих с соответствующей заданному направлению надписью. Линия, прочерченная вдоль внешнего или внутреннего среза линейки транспортира в надлежащую сторону, и дает искомое направление.

Чтобы не ошибиться, вверх или вниз от центра транспортира должно идти прокладываемое направление, необходимо помнить, что все направления от 0 до 89° и от 271 до 360° составляют с N частью меридиана угол острый, а направления от 91 до 179° и от 181 до 269° — тупой. Для напоминания об этом обозначения делений, соответствующих направлениям, идущим вверх от параллели, нанесены сверху, на внешней кромке дуги транспортира, а обозначения направлений, идущих вниз от параллели, — на нижней, внутренней кромке.

Если заданное направление должно быть проложено от точки, лежащей в стороне от начерченного на карте меридиана, то определенное посредством транспортира направление переносят к данной точке помощью параллельной линейки. Установив транспортир по заданному направлению, осторожно, но плотно приставляют параллельную линейку к внешнему краю линейки транспортира. Проверив, не изменилась ли случайно от толчка при прикладывании параллельной линейки установка самого транспортира, убирают последний и, раздвинув параллельную линейку на требуемое расстояние, переносят данное направление к желаемой точке.

Для определения направления какой-нибудь уже проложенной на карте линии нужно, если эта линия пересекает меридиан карты, приложить к ней транспортир так, чтобы внутренний край его линейки совпадал с данной линией и центр транспортира был на меридиане; тогда деление транспортира, через которое проходит этот меридиан, и укажет искомое направление.

Если линия, направление которой требуется определить, не пересекает меридиана, то, приложив к ней линейку, приставляют транспортир к этой последней в том месте, где линейка пересекает меридиан, и определяют направление линейки, а следовательно, и самой линии, как сказано выше.

Вполне исправный транспортир должен удовлетворять следующим условиям: 1) разделенная его дуга должна быть дугой круга, и центральный штрих C должен совпадать с центром делений, т. е. лежать точно в пересечении прямых AB и CD ; 2) деления транспортира должны быть все одинаковой величины; 3) внешний срез линейки транспортира должен быть в точности параллелен внутреннему ее срезу, т. е. линии $0—180^\circ$.

1. Для проверки первого условия транспортир кладут на чистый лист бумаги и отмечают карандашом точки 0° , 90° , 180° и центральный штрих C . Затем тонко очиненным карандашом проводят линию $0—180^\circ$ по внутреннему срезу линейки транспортира и обводят внешнюю сторону его дуги. Убрав транспортир, делят прямую между точками A и B по правилам геометрии пополам. Середина прямой AB должна совпасть с центральным штрихом C , а перпендику-

ляр, восстановленный из середины этой прямой, должен пройти через штрих 90° . Если эти условия не выполнены — транспортир негоден к употреблению. Поставив одну ножку циркуля в середину разделенной геометрически прямой AB и вставив в другую ножку тонко очиненный карандаш, описывают полуокружность ADB и убеждаются, совпадает ли она с обведенной раньше внешней дугой транспортира.

2. Второе условие проверяется посредством полоски бумаги, на которой откладывают циркулем длину хорды внешней дуги, соответствующей, например, 10 или 15° . Прикладывая затем бумажку последовательно к различным штрихам дуги транспортира, смотрят, стягивает ли отложенная хорда в разных местах транспортира точно одну и ту же дугу.

Эту проверку можно выполнить просто циркулем, но при многократных прикладываниях циркуля к различным штрихам возникает опасность непроизвольным нажатием руки незаметно для самого себя изменить первоначальный раствор его ножек.

3. Для проверки третьего условия кладут транспортир на лист чистой бумаги и проводят тонко очиненным карандашом линию вдоль внутреннего (линия $0-180^\circ$) и внешнего срезов линейки транспортира. Параллельность прочерченных линий проверяют затем или исправной параллельной линейкой, или геометрическим путем, например, на геометрически построенном перпендикуляре.

У транспортиров прозрачных — целлулоидных, роговых — проверку первого и третьего условий можно сделать проще. Отметив точки 0° , 90° и 180° и проведя линию вдоль наружного среза транспортира, поворачивают транспортир на 180° и кладут его на бумагу обратной стороной. Совместив точки 0° и 180° с отмеченным раньше их положением на бумаге, смотрят, совпадает ли после переверачивания транспортира штрих 90° с точкой, обозначавшей его положение до переверачивания, а также и линия среза с ранее прочерченной линией. Если несовпадение значительно — транспортир не годится к употреблению. При небольшой неправильности нижнего среза и линии $0-180^\circ$ срез слегка можно подточить мелкой наждачной бумагой.

Отпускаемые на корабли флота медные транспортиры работы Завода мореходных инструментов разбиты через 1° . При радиусе внешней дуги в 84 мм и внутренней в 60 мм длина 1° внешней дуги выходит приблизительно $1,4$ мм, а длина 1° внутренней дуги — 1 мм. Таким образом, помощью этого транспортира вполне свободно можно прокладывать направления и измерять углы с точностью до $0,2^\circ$ на-глаз, что совершенно, конечно, достаточно для целей судовой практики.

Для предохранения транспортира от порчи, случайных ударов и т. п. он отпускается в деревянном ящике, в котором и должен храниться в то время, когда им не пользуются.

Выпускаемые Заводом мореходных инструментов 360 -градусные транспортиры последнего образца имеют деления только на внешней дуге транспортира, но с двойными надписями, обозначающими, как и раньше, прямое и обратное направления.

Чтобы транспортир не окислялся от сырости, полезно время от времени слегка смазывать его вазелином и насухо обтирать сухой ветошью.

§ 6. Параллельная линейка капитана Фильда

Капитан Фильд (Field) усовершенствовал обыкновенную параллельную линейку, нанеся на внешнем срезе одной ее половины (рис. 14) деления через $\frac{1}{4}$ румба, а на другой — градусные деления

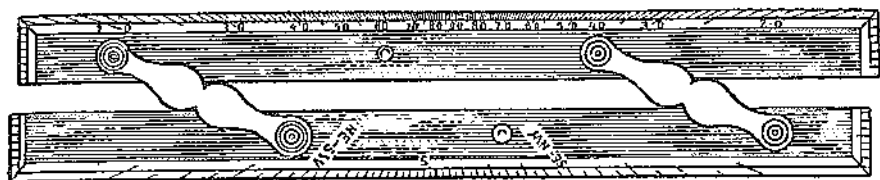


Рис. 14. $\frac{1}{4}$ нат. вел.

через 1° ; благодаря этому его линейка служит одновременно и транспортиром.

Сложив обе ее части вместе, прикладывают линейку к меридиану так, чтобы последний проходил через центральный штрих одной ее половины (через штрих 90° , когда направление откладывается в румбах, и через штрих $S-d$, когда оно откладывается в градусах) и соответствующий заданному направлению штрих другой половины. После этого линейка будет установлена параллельно требуемому направлению и дальше ею пользуются как обыкновенной параллельной линейкой, перенося это направление к желаемой точке.

Недостатки этой линейки сказываются при проложении направлений, близких к N и S или O и W . В первом случае трудно совместить точно центральный штрих с меридианом, так как последний почти сливается со срезом линейки. Во втором — вблизи направлений $O-W$ штрихи нанесены слишком близко один к другому, что не дает возможности отложить требуемое направление с необходимой точностью. Кроме того, и сами деления на деревянной линейке нанесены грубо, так что только в ограниченных пределах, приблизительно от 15 до 50° , можно рассчитывать отложить требуемое направление с точностью до $\frac{1}{2}^\circ$.

Таким образом, преимущество усовершенствованной капитаном Фильдом параллельной линейки состоит лишь в возможности обходиться при ее посредстве без транспортира; однако указанные недостатки линейки заставляют пользоваться при точной прокладке обыкновенной параллельной линейкой и хорошим транспортиром.

§ 7. Катящаяся линейка

Эта линейка (рис. 15), подобно усовершенствованной параллельной линейке капитана Фильда, совмещает в себе и параллельную линейку и транспортир.

На концах алюминиевого стержня AB (рис. 15) надеты медные цилиндры $C—C$, по производящим которых сделаны вырезы металла с целью устранить скольжение по азимуту при прокатывании линейки по карте. Стержень AB свободно проходит сквозь эбонитовый или деревянный брусок $D—D$, с которым скреплена целлу-

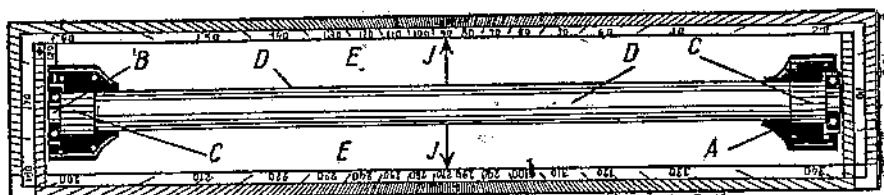


Рис. 15. $1/4$ nat. вел.

лоидная пластинка $E—E$, разбитая кругом на градусы от 0 до 360°. Против штрихов 90° и 270° имеются индексы J , острия которых служат центральным штрихом транспортира — каждый для противоположной ему стороны линейки.

Пользуются этой линейкой так же, как и линейкой капитана Фильда. Установив ее по заданному направлению относительно меридиана, нужно осторожно прокатить линейку по карте и подвести соответствующий срез к заданной точке. При таком движении нужно стараться надавливать на брусок $D—D$ в направлении, перпендикулярном к оси линейки, чтобы не изменить установки ее относительно меридиана.

Недостатки катящейся линейки те же, что и линейки капитана Фильда: затруднения при прокладке точных направлений вблизи 0—180° и 90—270°. К этим затруднениям присоединяется еще и неуверенность в сохранении катящейся линейкой своего направления относительно меридиана при прокатывании ее по карте. При нажатии на брусок линейки не строго в середине бруска легко изменить направление линейки по азимуту и не заметить этого.

Нужно сказать, что наряду с преимуществами (возможность обходиться без транспортира и прозрачность самой линейки) эта линейка обладает рядом существенных недостатков и было бы опасно рекомендовать пользоваться подобной линейкой, особенно молодым штурманам. В старом флоте катящаяся линейка одно время выдавалась на корабли, но затем была изъята из числа предметов снабжения по штурманской части.

§ 8. Прибор Арапова¹

Этот прибор совмещает в себе транспортир, параллельную линейку, курсовой указатель и циркуль.

Прибор представляет собой (рис. 16) квадратную целлулоидную пластину, размерами 225 × 225 мм и толщиной в 2 мм. Обе поло-

¹ На кораблях не отпускается

вины квадрата разграфлены двумя системами тонких, параллельных между собой в каждой системе линий, проведенных в расстоянии 5 мм друг от друга. Линии одной системы перпендикулярны к линиям другой.

Из середины квадрата вычерчена, радиусом в 91 мм, окружность, разделенная на градусы по часовой стрелке от 0 до 360° через 1°. Этой окружностью пользуются как транспортиром. Внутри нее прочерчены два взаимноперпендикулярных диаметра 0—180° и 90—270°, причем диаметр 0—180° параллелен одной системе параллельных прямых, прочерченных на приборе, а диаметр 90—270° параллелен другой системе прямых, и вырезано 4 дугообразных окна *a* от 0 до 55°, от 90 до 145°, от 180 до 235° и от 270 до 325°. Ширина каждого окна 16 мм.

Отступя от этих окон на 16 мм к центру окружности, вырезаны вторые 4 такой же формы окна *b* от 50 до 105°, от 140 до 195°, от 230 до 285° и от 320 до 15°. Ширина этих окон 13 мм.

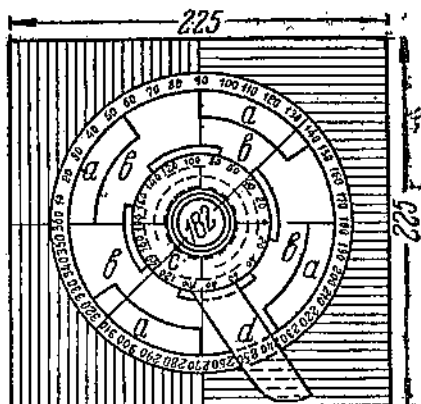


Рис. 16. 1/16 нат. вел.

Назначение и больших и малых окон — дать возможность внутри них отмечать на карте точки против соответственных штрихов разделенных кругов.

Вплотную к внутренним дугам малых окон прилегает накладной поворотный целлулоидный же кружок, диаметром в 36 мм, разделенный в обе стороны от 0 до 180° через 5°. Этот кружок играет роль курсового указателя и служит для определения курсового угла точки по известному ее пеленгу, или наоборот — пеленга точки по известному курсовому углу.

Кружок курсовых углов можно поворачивать вокруг медного цилиндра *c*, соединяющего все части прибора. Полый цилиндр, высотой в 10 мм с наружным диаметром в 40 мм и толщиной стенок в 2 мм, в нижней своей части имеет кольцообразный заплечик, выступающий на 2 мм от стенок цилиндра. На этот заплечик накладывается сперва основной целлулоидный квадрат, затем пальцеобразный указатель *c* и, наконец, круг курсовых углов. Затем на нарезки в верхней части цилиндра навинчивается гайка, нажимом которой закрепляется вся установка прибора.

Употребление прибора Арапова очень просто. Желая посредством этого прибора проложить заданный, истинный курс от какой-нибудь точки на карте, кладут прибор на карту, центром его на указанную точку, и поворачивают прибор так, чтобы диаметр 0—180° был параллелен меридиану карты или диаметр 90—270° был параллелен параллели карты.

Благодаря прочерченным на приборе двум системам параллельных прямых эта установка прибора выполняется без затруднений. Установив прибор, поворачивают указатель до совпадения его правого среза с заданным штрихом большого круга (транспортира) и в соответствующем окне (наружном или внутреннем) прочерчивают линию вдоль этого среза указателя. Сняв затем прибор со своего места и пользуясь им как линейкой, прикладывают любую сторону квадрата к заданной точке и отмеченной на карте черточке и прочерчивают требуемой длины линию курса. Подобным же образом определяют и направление проложенной на карте линии. Ориентировав прибор в одной из точек этой линии относительно меридиана, поворачивают указатель до совпадения с заданной линией и читают на большом круге отсчет проложенного направления.

Имея прибор установленным в заданной точке по определенному курсу, для прокладки направления на другую точку под определенным курсовым углом, поворачивают кружок курсовых углов так, чтобы его диаметр $0-180^\circ$ совпал с линией курса и 0° кружка был обращен в сторону движения корабля. Против деления кружка курсовых углов, соответствующего заданному курсовому углу, проводят в одном из окон *b* черточку и затем, пользуясь опять прибором как линейкой, проводят на карте линию от заданной точки на другую точку. Эта линия и составит указанный курсовой угол с курсом корабля.

Обратная задача решается подобным же образом.

Параллельными линиями, начерченными на основном квадрате прибора, можно воспользоваться для измерения на карте расстояний. Отметив, какой длине, в масштабе карты, соответствуют промежутки между прочерченными на приборе параллельными прямыми, можно по числу промежутков, уместившихся на данной прямой, узнать и длину измеряемой линии.

Таким образом, прибором Арапова можно воспользоваться и для измерения расстояний, т. е. он заменяет собою и циркуль.

Кроме задач навигационных, прибором Арапова с успехом решаются и все обычные задачи на маневрирование.

Возможность разнообразного использования прибора Арапова делает его весьма ценным прокладочным инструментом, а его сравнительно малые размеры позволяют с удобством использовать его на малых судах, где часто на небольших столах, в тесном помещении, трудно будет развернуться с обычными прокладочными инструментами.

§ 9. Протрактор

Протрактором называется прибор, посредством которого наносятся на карту место корабля, определенное по измерению двух углов между тремя видимыми с корабля предметами.

Протрактор (рис. 17) состоит из медного, разделенного через $1/2^\circ$ круга *A* с радиусом в 64 мм (2,5 дюйма) и трех медных же линеек *B* длиной около 23 см (9 дюймов), линии срезов которых проходят через центр протрактора. Средняя линейка неподвижна,

а две крайние, вращаясь около общей оси, проходящей через центр протрактора, могут поворачиваться относительно средней линейки на любой угол.

Соединение отдельных частей протрактора достигается посредством невысокого медного центрального цилиндра с заплечиком, на который ложатся последовательно надетые на цилиндр медные плоские кольца с боковыми линейками. Сверху на цилиндр надет круг с делениями, к одному из радиусов которого прикреплена средняя линейка. На выступающую часть центрального цилиндра надета шайба, свинченная с ним и с кругом тремя винтами F.

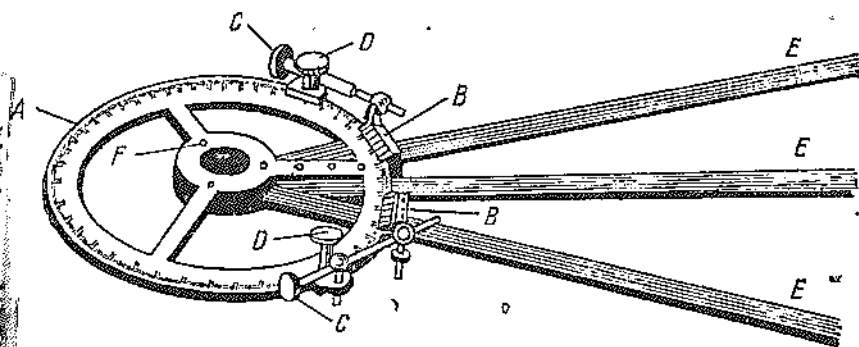


Рис. 17. $\frac{1}{6}$ нат. вел.

Внутри центрального цилиндра половина его основания закрыта медной пластинкой с небольшим вырезом в ребре, отмечающим центр протрактора.

Углы, под которыми устанавливаются подвижные линейки относительно средней, отсчитываются по разделенному кругу протрактора. У некоторых протракторов эта установка делается на глаз с точностью до $\frac{1}{4}^\circ$. Некоторые же протракторы снабжены верньерами B и микрометрическими винтами C. В этом случае установка боковых линеек может быть выполнена с точностью до $1'$.

Установив по очереди боковые линейки под нужными углами к средней, закрепляют их в этом положении посредством стопорных винтов D.

При наличии верньеров сперва устанавливают линейки по очереди на-глаз под заданными углами, зажимают стопорные винты D и затем, действуя микрометрическими винтами, добиваются точной установки боковых линеек — с точностью до $1'$.

Для нанесения на карту посредством протрактора точки, определенной по углам, поступают следующим образом.

Установив подвижные линейки, по отношению к средней под углами, равными измеренным углам между предметами, накладывают протрактор на карту так, чтобы срезы средней и одной из боковых линеек прошли через точки, изображенные на карте места соответствующих предметов. Если

изображенные на карте
причтомержкажеская
БИБЛИОТЕКА

срез 3-й линейки также проходит через изображение на карте 3-го предмета, то мы случайно установили протрактор правильно, и точка, нанесенная карандашом через отверстие в центре протрактора, и даст нам ту точку на карте, из которой предметы представляются под углами, равными измеренным.

Но обыкновенно бывает, что 3-я линейка не проходит через изображение 3-го предмета на карте, а проходит где-нибудь в стороне от него.

Тогда, удерживая две первые линейки все время совмещенными с изображениями двух первых предметов на карте, двигают и одновременно слегка поворачивают протрактор, в надлежащую сторону так, чтобы и 3-я линейка прошла через изображение 3-го предмета на карте. Добившись этого, наносят точку на карту уколom карандаша через отверстие в центре протрактора.

Иногда у некоторых протракторов в центре помещен особый штифт, оканчивающийся острием. Нажимая на головку этого штифта, мы уколom его отметим на карте точку — искомое место корабля, определенное по углам.

Если предметы очень удалены от корабля, то для нанесения места корабля на карту приходится удлинять линейки протрактора, привинчивая к ним дополнительные линейки, имеющиеся вместе с крепительными винтами в запасе в ящике протрактора.

В судовой практике протрактор часто заменяют листом прозрачной бумаги, на котором наносят измеренные углы согласно указаниям навигации.¹

Так как для целей кораблевождения не требуется строить углы с точностью до $1'$, то на корабле предпочтительнее пользоваться именно прозрачной бумагой, а не протрактором, тем более, что последний менее удобен, пачкает, а иногда и прорывает карту.

Когда же место корабля очень близко к наблюдаемым предметам, то протрактором вовсе нельзя воспользоваться, так как предметы будут закрыты его кругом или будут внутри круга протрактора. В этом случае полезнее специальный навигационный протрактор с прозрачным целлулоидным кругом, разбитым через 1° . При радиусе круга такого протрактора в 9,3 см, помощью его легко откладывать углы с точностью до $0,2^\circ$, что для целей кораблевождения практически вполне достаточно.

§ 10. Проверка протрактора

Вполне исправный протрактор обладает следующими качествами: 1) срезы его линеек точно прямые линии, 2) прямые, прочерченные вдоль срезов линеек, при различных положениях последних, всегда пересекаются в одной точке, и укол штифта или карандаша через центральное отверстие протрактора совпадает с этой точкой, 3) отсчеты по разделенному кругу строго соответствуют углам растворения линеек и 4) гнутые и мертвый ход линеек должны быть ничтожны.

¹ Н. Сакеялари. Навигация. Восмориздат, 1938 г., стр. 166.

1. Проверка прямолинейности линеек протрактора делается согласно изложенному в § 2, причем каждая линейка проверяется отдельно.

2. Для проверки второго условия протрактор кладут на лист чистой бумаги, наклеенной на доску, и при различных взаимных положениях линеек прочерчивают карандашом прямые вдоль их срезов, отмечая каждый раз положение центральной точки протрактора. Сняв затем протрактор с бумаги, посредством обыкновенной линейки проводят начерченные прямые до взаимного пересечения и смотрят, пересекаются ли они в одной точке, или их пересечение образует Δ -к и какое положение занимает отмеченный центр протрактора по отношению этого Δ -ка или точки пересечения прямых.

Обычно конструкция протрактора настолько хороша, что прочерченные прямые пересекаются всегда в одной точке, с которой совпадает и отмеченный центр протрактора.

При несовпадении центра протрактора с вершиной построенного угла не следует пользоваться протрактором, где это несовпадение больше 0,5—0,8 мм.

Действительно, пусть (рис. 18) прочерченные вдоль срезов линеек протрактора и продолженные до пересечения линии образуют Δ -к PQR , а отмеченный центр протрактора занимает положение M .

Соединив точки A, B и C , изображающие на карте предметы, между которыми были измерены углы, с точкой M , видим, что мы построили протрактором углы AMB и BMC , в то время как линейки были установлены под углами APB и BQC . Таким образом, из-за несовпадения точки M с точкой P вместо угла APB построен угол AMB .

Обозначим угол APB буквой P , угол AMB буквой M , угол PAM буквой α , угол PBM буквой β и угол ATB буквой T . Соединим P с M прямой линией и положим $PM = e$, $PA = a$, $PB = b$, а угол $PMA = E$.

Тогда из Δ -ков APT и BTM имеем

$$\begin{aligned} T &= P + \alpha, \\ T &= M + \beta, \end{aligned}$$

следовательно,

$$P - M = \beta - \alpha.$$

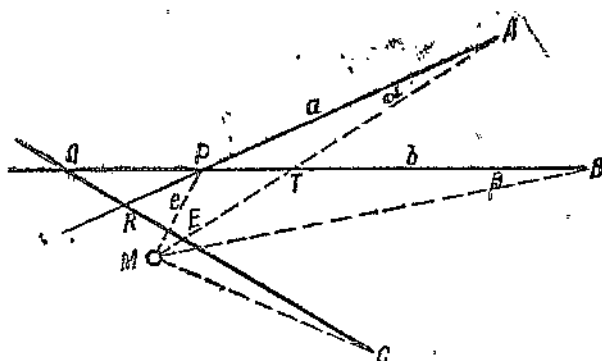


Рис. 18.

Из Δ -ков APM и BPM видно, что

$$\frac{\sin \alpha}{\sin E} = \frac{e}{a},$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin (M+E)} = \frac{e}{b}.$$

Или, так как углы α и β практически очень малы,

$$\alpha' = \frac{e}{a} \cdot \frac{\sin E}{\sin 1'},$$

$$\beta' = \frac{e}{b} \cdot \frac{\sin (M+E)}{\sin 1'},$$

следовательно,

$$P-M = \frac{e \sin (M+E)}{b \sin 1'} - \frac{e \sin E}{a \sin 1'} = \frac{e}{\sin 1'} \left[\frac{\sin (M+E)}{b} - \frac{\sin E}{a} \right].$$

Так выражается разность между углом P , под которым были установлены две линейки протрактора, и построенным этим протрактором углом M .

Эта разность $P-M$ достигнет максимальной величины, когда стоящее в скобках выражение получит наибольшее значение, что будет при $M+E=90^\circ$ и $E=270^\circ$ или наоборот.

В этом случае

$$P-M = \pm \frac{e}{\sin 1'} \cdot \frac{a+b}{ab}.$$

При нанесении протрактором места на карту, расстояния a и b до изображений на ней соответствующих предметов не превосходят, обычно, 25 см; если принять $e=0,25$ см, то при этих условиях, так как

$$\sin 1' = \frac{1}{3438},$$

$$P-M = 0,25 \cdot 3438 \cdot \frac{1}{15} = 57,$$

т. е. около 1° .

Поэтому, не желая допускать ошибки в построенном угле $> \frac{1}{4}^\circ$, необходимо иметь протрактор, у которого e не превосходило бы 0,5—0,8 мм.

3. Точное соответствие отсчетов по разделенному кругу протрактора углам раздвижения линеек зависит от многих причин, а именно:

а) от систематических и случайных ошибок подразделений круга;

б) от неправильности прикрепления верньеров к линейкам, что может вызывать постоянную погрешность в отсчетах;

в) от несовпадения осей вращения линеек, вызывающего ошибку в угле, которая зависит от самого угла;

г) от шатания линеек на осях.

Все указанные причины у хорошо сконструированного протрактора вызывают незначительные ошибки в углах, не имеющие практического значения. Однако полезно проверить общую ошибку угла раздвижения линейек, которая легко может быть определена следующим приемом.

На листе бумаги, наклеенном на гладкую доску, строят углы через 10° , пользуясь таблицей хорд, штанген-циркулем и масштабной линейкой.

Наложив затем протрактор на бумагу и совместив центр его с вершиной построенных углов, совмещают срез неподвижной линейки с начальной стороной начерченных на бумаге углов.

Совмещая затем подвижную линейку с прочерченными сторонами углов в 10° , 20° , 30° и т. д., убеждаются каждый раз, соответствуют ли отсчеты по кругу протрактора величинам построенных на бумаге углов. Если замеченные расхождения не превосходят $\pm 2'$ или $\pm 3'$, то общей ошибкой отсчетов пренебрегают. Если же расхождения больше $2-3'$, то составляют таблицу поправок различных отсчетов протрактора.

Отпускаемые на корабли протракторы должны быть предварительно проверены, и общие ошибки их отсчетов не должны иметь никакого значения для навигационных определений по углам.

4. Под гнутым и мертвым ходом линейек протрактора подразумевают некоторое изменение угла раздвижения линейек после закрепления их стопорными винтами. Вследствие гибкости линейек и большого трения их о бумагу карты закрепленные уже линейки протрактора при передвигании последнего по карте могут слегка изменить углы, под которыми они были первоначально установлены.

Исследования, произведенные гидрографом-геодезистом Г. С. Максимовым,¹ показали, что мертвый ход линейек представляет собою наибольшую из ошибок протрактора и может иногда достигать $10'$.

Так как для навигационных определений эта величина все же меньше точности самих определений ($1/4^\circ$), то, имея хорошо проверенный протрактор, мы можем пренебрегать ошибкой от гнутия линейек и мертвого хода, особенно если остерегаться передвигать бесцельно протрактор по карте.

Общая ошибка угла, измеренного секстаном между береговыми предметами и построенного после того протрактором на карте, получается также около $10'$.

Исследование интересного для гидрографов вопроса о точности определения положения точек на плане протрактором также можно найти в указанной статье Г. С. Максимова.

§ 11. Грузики для карт

Для того чтобы лежащую на столе в штурманской рубке карту, по которой ведется прокладка пути корабля, порывом ветра не

¹ «Записки по гидрографии», 1908 г., вып. XXIX, стр. 264 — 280.

сбросило на палубу или вовсе не унесло, по краям карты кладутся специально для этого отпускаемые грузики для карт.

Грузик представляет собой небольшой свинцовый цилиндр, диаметр которого раза в два больше высоты, весом около 375 г.

Кверху грузика припаяна медная никелированная головка, внизу грузик покрывается кусочком сукна; сукно это удерживается на грузике плотно простым тонким медным цилиндрическим кольцом. Покрытый сукном грузик не пачкает карты.

Грузики следует расположить по краям карты так: 3—4 грузика со стороны открывающейся двери рубки (обыкновенно подветренная) и 2—3 — с противоположной стороны. Если есть запас, то полезно положить 2—3 грузика по верхней рамке карты. При прокладке на карте грузики можно легко передвигать, так что ведению прокладки они мешать не могут.

§ 12. Картодержатель

Для удобства пользования морской картой на малых судах, где нет возможности установить специальный стол для прокладки, с успехом применяется картодержатель.

Картодержатель представляет собой деревянный ящик, размерами приблизительно 41×33 см. В сечении ящик овальной формы. Верхняя и нижняя половинки картодержателя соединяются шарниром, расположенным вдоль длинной стороны его. На этом шарнире обе половинки картодержателя могут раскрываться и закрываться.

Верхняя половинка, служащая крышкой, для прозрачности сделана из целлулоида. Нижняя половинка картодержателя деревянная. В ней имеется полка, играющая роль карточного стола, и два деревянных валика — впереди и позади полки. Для удобства поворачивания этих валиков на выступающих наружу концах их насажены медные насеченные круглые головки.

Карты, которыми намерены пользоваться, необходимо заранее разрезать на полосы, шириной немного уже ширины картодержателя, и склеить их между собой в последовательном порядке в виде длинной ленты. Намотав такую ленту на один из валиков, конец ее через полку соединяют со вторым валиком. Тогда, перематывая карту с одного валика на другой, всегда можно поставить на столик картодержателя нужную в данный момент часть карты. На противоположной от шарнира длинной стороне верхней крышки имеется изогнутый целлулоидный же язычок, который, будучи задвинут с наружной стороны на нижнюю половинку картодержателя, удерживает обе его половинки в соединении, т. е. картодержатель закрытым.

Прозрачная крышка позволяет с удобством читать карту и в то же время вполне защищает последнюю от дождя.

Картодержателем пользуются или держа его в руке, или укрепив на какой-нибудь стойке перед собой в удобном месте.

В настоящее время разрабатывается новая конструкция картодержателя из алюминия. Он будет легче деревянного и будет устанавливаться перед наблюдателем на специальных крючьях, посред-

ством которых картодержатель можно будет перемещать как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

§ 13. Штурманский дальномер-микрометр (ДМ)

Дальномер-микрометр предназначен для определения расстояний до предмета (цели) в пределах от 3 до 70 кабельтовых. Расстояние может быть определено лишь в том случае, если известна высота предмета (цели).

Настоящий прибор применяется главным образом в штурманской практике.

Дальномер-микрометр (рис. 19) представляет собой небольшой компактный ручной прибор, основанный на свойстве полуобъектива давать целое самостоятельное изображение. Он состоит из двух основных частей:

1. Призмной телескопической системы с разрезным объективом.
2. Приспособления для передвижения одного полуобъектива со счетным механизмом. Второй полуобъектив неподвижен.

Обе эти части заключены в корпус прибора.

Кроме этих двух основных частей дальномер-микрометр снабжен диском дистанций и шкалой высот. При вращении диска дистанций подвижный полуобъектив перемещается в вертикальном направлении, причем изображение, даваемое им, перемещается вдоль изображения, даваемого неподвижным полуобъективом. На диске дистанций нанесена шкала в кабельтовых от 3 до 70, которая разбита следующим образом:

От 3	до 10 каб.	через 0,1 каб.
от 10	до 20 "	" 0,2 "
от 20	до 50 "	" 0,5 "
от 50	до 70 "	" 1,0 "

Диск дистанций поворачивается на 471° .

Шкала высот разбита на метры от 5 до 60 м с ценой делений в 0,5 м.

Индекс шкалы дистанции нанесен на шкале высот, а индекс шкалы высот на кольце, закрепленном неподвижно на корпусе.

Для увеличения контрастности наблюдаемых предметов в приборе предусмотрены накладные светофильтры — желтый, дымчатый и оранжевый. Желтый светофильтр применяется при наблюдении предметов с ясно выраженными контурами, при наличии дымки. Дымчатый — при наблюдении ярко освещенных предметов или предметов, находящихся в полосе солнца. Оранжевый — при наблюдении предметов в тумане и для создания контрастности.

Фокусировка окуляра по глазу наблюдателя достигается путем вращения оправы наглазника в ту или другую сторону.

Благодаря наличию ручки и раздвижного упора с ремнем, который перекидывается через шею, дальномер-микрометр удерживается на груди наблюдателя.

Для определения расстояния до предмета поступают следующим образом:

1. Убеждаются в том, что прибор в исправности. Для этого

надо установить его в положение «бесконечность», т. е. штрихи «бесконечность» на наружном неподвижном диске и на диске дистанций совместить со штрихом, находящимся на шкале высот. Затем, наблюдая в окуляр прибора удаленный предмет (звезда, горизонт), убедиться в том, что оба изображения совпадают.

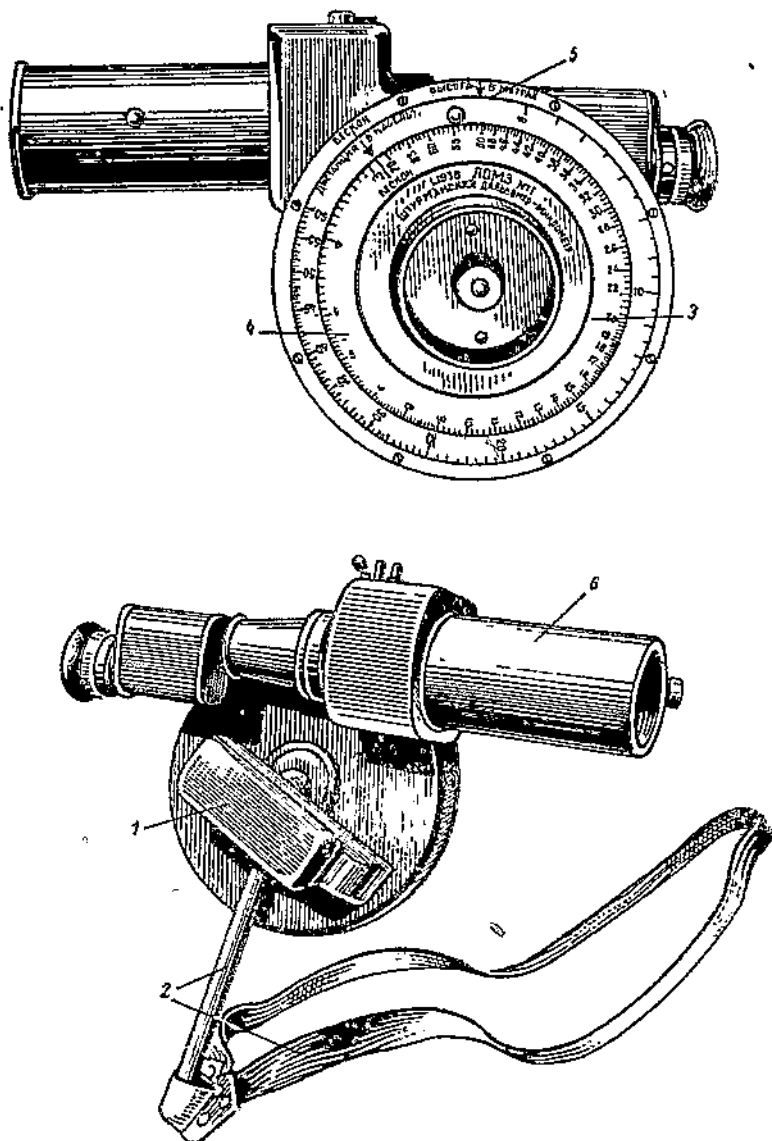


Рис. 19.

2. Шкалу высот устанавливают на высоту наблюдаемого предмета.
3. Путем вращения диска дистанций добиваются такого поло-

жения, чтобы основание изображения цели, даваемое подвижным полуобъективом, коснулось вершины изображения, даваемого неподвижным полуобъективом, т. е. чтобы получалось два изображения, расположенных вертикально одно над другим.

4. На диске дистанций против его индекса, находящегося на шкале высот, получают расстояние до предмета в кабельтовых.

Точность измеренного расстояния зависит от величины параллактического угла. Чем больше последний, тем точнее измерено расстояние.

Для параллактических углов до 6'	точность прибора 6%
" " " от 6' до 52'	точность прибора 4%
" " " свыше 52'	" " 2,5%

В случае наблюдения расстройств прибора при положении «бесконечность» прибор следует отрегулировать. Для регулировки на приборе имеется регулятор, который всегда закрыт колпачком и запломбирован. Регулировку следует производить следующим образом:

1. Отвернуть колпачок.

2. Установить шкалы на индексы «бесконечность» и, наблюдая в окуляр прибора удаленный предмет (звезда, горизонт), вращать винт регулятора влево или вправо, до устранения двоения изображения.

3. Завернуть колпачок и запломбировать.

Регулировка прибора производится только с разрешения штурмана.

Уход за дальномером-микрометром

Дальномер-микрометр, как и всякий оптико-механический прибор, требует бережного и осторожного обращения. Необходимо всегда помнить, что сильные и резкие механические удары могут повлечь за собой расстройство оптической системы, повреждение механических частей прибора, т. е. привести его в состояние, не годное для дальнейшего употребления.

Разборка и работы по исправлению дальномер-микрометра категорически воспрещаются.

В случае обнаружения ухудшения оптических качеств прибора, расстройства оптической системы, повреждения механических частей (нарушающих нормальную работу) дальномер-микрометр необходимо отправить на завод или в ремонтные мастерские для устранения обнаруженных дефектов. Каждый раз после работы с дальномером-микрометром следует удалять с его поверхности пыль и влагу, а также протирать механические части прилагаемой специально для этой цели фланелью.

Чистку наружных поверхностей стеклянных деталей прибора необходимо производить специально для этого прилагаемыми платком и кисточкой. Первоначально пыль и влагу смахивают кисточкой, а затем протирают платком.

Вытирание должно осуществляться кругообразными, а не прямолинейными движениями.

После каждого круга платок и кисточка встряхиваются. На чистоту платка и кисточки должно быть обращено особое внимание, чтобы не поцарапать стекло.

При транспортировке дальномер-микрометр должен быть уложен в свой укладочный ящик.

Основные данные прибора

Увеличение	11,5
Поле зрения	4
Наибольшая длина	289 мм
высота	104
ширина	192
Вес прибора	2,5 кг

Принадлежности

К каждому дальномеру-микрометру прилагаются:

1. Раздвижной упор прибора	1 шт.
2. Солнечная блenda	1 шт.
3. Светофильтры в оправках	3 шт.
4. Кисточка белитчя	1 шт.
5. Платок батистовый	1 шт.
6. Фланель	1 шт.
7. Краткое описание	1 экз.
8. Формуляр	1

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Витковский. Топография. Изд. 2-е, II, 1915 г.
2. К. Мордовин. Морская опись. СПб, 1911 г.
3. Г. Максимов. О протракторе и пользования им при гидрографических работах. «Записки по гидрографии», 1908 г., вып. XXIX.
4. А. Шейковский. Навигация, СПб., 1914 г.
5. Captain Lecky. Wrinkles in Practical Navigation. London, 1912.

Глава II

МАГНИТНЫЕ КОМПАСЫ

§ 14. Основания устройства компасов

Компасом называется мореходный инструмент, служащий для непрерывного указания в море компасного курса корабля и для определения, в случае надобности, направлений на различные видимые с корабля земные предметы или небесные светила.

Компас для мореплавателя — наиболее важный мореходный инструмент.

Существующие в настоящее время компасы по принципам своего устройства можно разделить на 3 категории: магнитные, электромеханические и особого устройства.

При устройстве магнитных компасов пользуются общеизвестным свойством магнитной стрелки, свободно вращающейся на вертикальной оси, устанавливаться в каждом месте земли по определенному направлению, именно по направлению магнитного меридиана, и, таким образом, указывать вполне определенное направление в горизонтальной плоскости. Относительно этого указываемого магнитной стрелкой направления и можно определять уже как курсы корабля, так и пеленги различных предметов.

Устройство электромеханического, или, иначе, гироскопического компаса основано на законах механики, относящихся к силам, действующим на вращающиеся тела у земной поверхности. Ось ротора мотора устанавливается в плоскости истинного меридиана и все время стремится не выходить из нее.

Преимущество гироскопического компаса перед магнитным в том, что на первый не действуют ни силы земного магнетизма, ни намагниченные массы судового железа и стали, ни электрические токи различных судовых установок. Недостаток — сложность устройства гироскопического компаса и потому отсутствие уверенности в исправности его действия в случае нарушения регулировки отдельных его частей, загрязнения контактов или других нежных частей механизма, высокая стоимость всей установки и необходимость наличия хорошо обученных специалистов для ухода за прибором.

Компасы особого устройства строятся в тех случаях, когда почему-либо нельзя воспользоваться ни магнитным, ни

гироскопическим компасом. Например, для полета Р. Амундсена к северному полюсу, т. е. в ту область, где не может работать ни магнитный, ни гироскопический компасы, германской фирмой Герца был построен специальный «солнечный компас», дававший возможность путешественникам держаться определенного направления, ориентируясь по солнцу, которое в полярной области в течение полугода остается, как известно, почти круглые сутки над горизонтом.

Некоторые изобретатели проектировали особые компасы, основанные, например, на свойстве селена менять свое сопротивление при освещении, были проекты компасов электромагнитных и т. д.

Так как устройство и употребление гироскопических компасов весьма подробно излагаются в специальных руководствах, а компасы особого устройства не имеют широкого распространения и представляют собою единичные экземпляры, изучение которых выходит за пределы этой книги, то в дальнейшем описываются только магнитные компасы, главным образом, принятых в нашем флоте образцов, а также некоторые из иностранных:

§ 15. Подразделение судовых компасов

По своему назначению компасы разделяются на главные и путевые.

Главным компасом называется тот, по которому назначается курс корабля и производится определение его места. Главный компас устанавливается на корабле по большей части на штурманской рубке или на специальной возвышенной площадке на мостике, вообще так, чтобы с этого компаса был открыт по возможности весь горизонт и чтобы большое удаление компаса от железного корпуса корабля гарантировало надежность его работы.

На больших судах устанавливают обыкновенно два главных компаса: главный носовой и главный кормовой — на переднем и заднем мостиках. Взаимный контроль компасов в значительной степени обеспечивает правильность курса корабля.

На малых судах довольствуются одним главным компасом, устанавливаемым преимущественно в носовой части судна.

Путевыми компасами называются компасы, по которым правят, т. е. удерживают корабль на заданном по главному компасу курсе.

Путевые компасы устанавливаются перед штурвалом во всех постах управления кораблем, обыкновенно на мостиках ниже главных компасов и часто в закрытых помещениях.

В зависимости от места своей установки некоторые компасы получают различные названия. Так, компас, установленный в боевой рубке корабля, называется боевым компасом. Во время боя боевой компас будет служить одновременно и главным компасом, если главные компасы для сохранности убраны вниз за прикрытие или сбиты неприятельским огнем.

Чтобы обеспечить кораблю возможность править по определенному курсу даже в случае выхода из строя верхних компасов, в

нижних помещениях корабля — в центральном посту и в рулевом отделении — также устанавливаются путевые компасы. Таким образом, на большом корабле кроме двух главных компасов устанавливается еще столько путевых, сколько на этом корабле имеется постов управления, т. е. всего устанавливается 6—8 компасов.

§ 16. Главные части и типы магнитных компасов

Каждый магнитный компас состоит из двух главных составных частей: 1) котелка и 2) картушки.

Котелок представляет собой медный цилиндрический сосуд, внутри которого помещается картушка. В центре котелка укрепляется на колонке медная шпилька, заканчивающаяся стальным или иридиевым острием. Сверху котелок закрывается стеклянной крышкой, состоящей из медной круглой оправы с нанесенными на ней градусными делениями — азимутальный круг — и вставленного в эту оправу круглого стекла.

Картушка представляет собой круглую металлическую оправу с прикрепленной к ней магнитной системой, состоящей из нескольких намагниченных стрелок. В центре картушки укреплена топка — маленький твердый камешек (сапфир или агат) в металлической оправе. Выемкой, сделанной в нижней части топки, картушка накладывается на острие шпильки. По окружности картушки укреплен бумажный или слюдяной кружок с градусными делениями от 0 до 360°.

Смотря по тому, наполнена ли внутренность котелка воздухом или жидкостью, котелок называется сухим или с картушкой в жидкости.

Названия магнитным компасам даются соответственно диаметрам их картушек. Так, в нашем флоте в настоящее время имеются компасы следующих образцов:

1. 127-мм (5-дюймовый) компас системы Гидрографического управления ВМФ Союза ССР.

2. 75-мм (3-дюймовый) компас для катеров.

3. Шлюпочный компас.

Кроме этих трех образцов можно встретить еще два:

1. 190-мм (7½-дюймовый) съемочный котелок.

2. 127-мм (5-дюймовый) креновый котелок.

Съемочный котелок на кораблях флота в настоящее время не отпускается. Им пользуются только при работах по компасной съемке на берегу, при определении склонения и при описных работах.

127-мм (5-дюймовый) креновый котелок на кораблях отпускается, но он предназначается исключительно для измерения вертикальных сил при уничтожении креновой девиации.

На кораблях компасы устанавливаются на деревянных шкапиках, называемых нактоузами, которые прочно прикрепляются к палубе.

Для освещения компасов ночью пользуются осветительными приборами, помещаемыми внутри медных колпа-

ков, которые надеваются на верхнюю часть нактоуза и служат для защиты котелка и внутренней части нактоуза от дождя и непогоды.

Для указания компасом курса корабля внутри котелка устраивается специальная курсовая черта, а для определения компасных направлений на различные видимые с корабля предметы на крышке котелка помещается особый визир — пеленгатор.

Каждый компас, пеленгатор, нактоуз и медный колпак имеют свой номер, выбитый на них самих.

Все части компаса выделываются из меди, не содержащей в себе никаких примесей железа.

§ 17. 127-мм (5-дюймовый) морской магнитный компас системы Гидрографического управления ВМФ

Этот компас относится к типу компасов с картушкой в жидкости и состоит из следующих частей: котелка, шпильки, картушки, пеленгатора, нактоуза и осветительного прибора.

1. Котелок (рис. 20) медный, цилиндрической формы, с коническим основанием, внутри разделяется на две камеры: верхнюю, большую *А*, и нижнюю, меньшую *В*. Разделяющая камеры переборка покатая к центру котелка и составляет одно целое с телом котелка.

В верхней камере *А*, окрашенной смесью калиевого и натриевого жидкого стекла со свинцовыми белилами и сплошь заполненной жидкостью — 42° смесь воды и спирта, на винченной в колонку *в* шпильке с помещена картушка *К*.

Для компасов кораблей, плавающих на севере, берется 80° смесь воды и спирта.

Колонка *в* винчивается во втулку, находящуюся в центре дна верхней камеры котелка. Внутри колонки высверлен круглый канал, имеющий в нижней своей части нарезку, в которую и винчивается шпилька.

Сверху камера *А* закрыта наглухо опорным кольцом *Н* со вставленным в него стеклом *М* толщиной в 4—5 мм. Стекло зажато между двумя резиновыми прокладками: снизу — из круглой резины, помещаемой в специально для нее выбранном в верхней части котелка пазу *п*, сверху — из плоской резины. Этим достигается полная герметичность котелка. 12 винтами *и* опорное кольцо надежно свинчивается с котелком.

С двух противоположных сторон камеры *А* укреплены вертикальные тонкие вычерненные гальваническим путем медные проволочки *Х*, служащие курсовыми чертами: одна — носовой, другая — кормовой.

На верхнем срезе кольца *Н* нанесены¹ по солнцу градусные деления от 0 до 360° через 1°. Этот круг с делениями называется

¹ С 1930 г. деления азимутального круга нумеруются от 0 до 180° в обе стороны с целью упростить расчет курсовых углов.

азимутальным кругом. Так как пеленгатор (см. ниже п. 4) 127-мм компаса, установленный визирной плоскостью в диаметральной плоскости котелка, т. е. в вертикальной плоскости, проходящей через его курсовые черты, закрывает своей дугой деления азимутального круга, приходящиеся около этой плоскости, то 0°

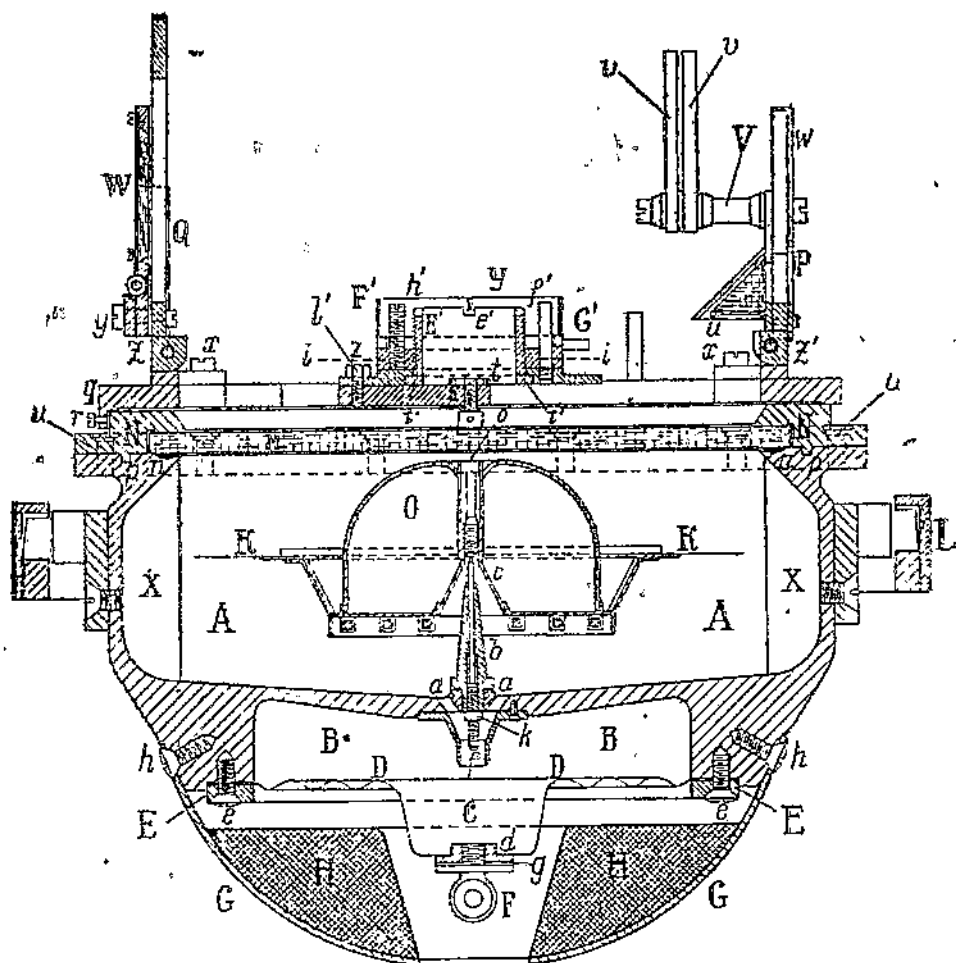


Рис. 20. $\frac{1}{2}$ nat. вел., вес 8,7 кг.

азимутального круга нанесен в расстоянии 30° влево от диаметральной плоскости котелка.

Чтобы при сборке котелка центр азимутального круга всегда совпадал с центром котелка, т. е. приходился на вертикальной оси, проходящей через острие иголки, в опрае N крышки выточен концентрический пояс p, а в верхней части котелка выбран соответствующий паз. Таким образом, центровка осуществляется сама собой.

Четырьмя каналами *a*, просверленными в дне верхней камеры, с общим выходным каналом по воронке *f*, верхняя камера *A* соединяется с нижней камерой *B*.

Дном нижней камеры служит легкая волнистая диафрагма *D*, которая медным концом *E* на резиновой прокладке помощью винтов *e* плотно привинчена к дну котелка. Резиновая прокладка гарантирует герметичность закупорки.

В центре диафрагмы имеется прилив *C* с втулкой *d*, в нарезку которой входит пробка с обушком *F*. Она ввинчивается во втулку на прокладке *g* из фольги.

Назначение диафрагмы — позволить жидкости свободно менять свой объем при изменении температуры. Камера *B* в нижней своей части заполнена жидкостью, покрывающей отверстие выходного канала *f* из камеры *A*. Верхняя часть камеры *B*, над жидкостью, заполнена воздухом. При расширении жидкости в камере *A* она частично по каналам *a* переходит в камеру *B*, сожмет находящийся в последней воздух и растянет несколько диафрагму *D*. При уменьшении объема жидкости — упругостью заключающегося в камере *B* воздуха и диафрагмы *D* жидкость по тем же каналам *a* перейдет в верхнюю камеру, заполнит ее и не даст образоваться воздушному пузырьку.

В верхней части котелка, с двух противоположных сторон, имеются цапфы *L*, оканчивающиеся трехгранными призмами, которыми котелок кладется на подцапфенные коробки карданова кольца *A* (рис. 21). Последнее своими цапфами, ось которых перпендикулярна к оси цапф котелка, кладется на подцапфенные коробки пружинного подвеса, укрепленного в верхней части нактоуза. Подцапфенные коробки закрыты сверху предохранительными планками, скрепленными с коробками двумя винтами.

Нижняя часть котелка, для предохранения диафрагмы от ударов, закрыта медным поддоном *G* (рис. 20), привинченным к телу котелка четырьмя винтами *h*. В центре поддона налит свинцовый груз *H* для придания котелку большей устойчивости при качке и для его уравнивания. Центральная часть поддона вместе с свинцом высверлена, и, таким образом, не отвинчивая поддона *G*, можно вывернуть пробку *F* и получить доступ внутрь котелка для: 1) осмотра шпильки и 2) доливки котелка жидкостью.

Устройство котелка 127-мм компаса позволяет в случае образования пузырьков воздуха легко убрать их из камеры *A*.

Чтобы убрать пузырек воздуха из камеры *A*, нужно положить котелок на стол стеклянной крышкой вниз. Тогда жидкость наполнит сплющ камеру *A*, а пузырьки воздуха пройдут через каналы *a* и соберутся в самой высокой части камеры *B*, т. е. у диафрагмы *D* и около пробки *F*. Потянув каким-нибудь крючком за обушек *F*, мы пошевелим диафрагму *D* и заставим где-либо прилипшие к ней пузырьки воздуха собраться вместе у пробки *F*.

Медленно и плавно переворачивая затем котелок, приводя его в нормальное положение, мы заставим собравшийся у *F* пузырек воздуха скользить вдоль диафрагмы по стенке камеры *B* и со-

браться в верхней части последней. Таким образом, мы уберём пузырек воздуха из камеры А. Если описанным приемом не удалось сразу убрать весь пузырек и в камере А он опять появится, уже, конечно, меньших размеров, необходимо еще раз повторить ту же операцию.

Если после вторичного переворачивания котелка пузырек все еще не исчез совершенно, то надо добавить в котелок жидкости.

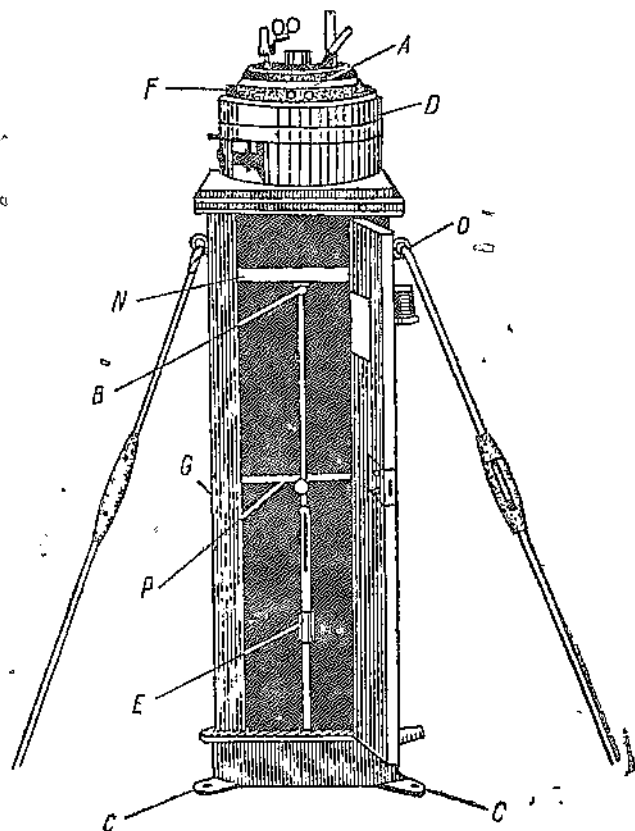


Рис. 21. $\frac{1}{14}$ nat. вел., вес 49,6 кг.

Для этого, положив котелок на стол стеклом вниз, отвинчивают пробку F, вставляют в открывшееся отверстие втулки d небольшую воронку и наливают через нее нужное количество 42° смеси спирта с дистиллированной водой или просто хорошо очищенной водой. Если жидкости требуется добавить немного, то можно налить одну чистую воду.

2. Шпилька с (рис. 20) представляет собой медный стержень длиной в 4,5 см. Один конец шпильки оканчивается конической формы острием из стали или осмистого иридия. На острие шпильки и накладывается своей топкой картунка.

Другой конец шпильки утолщен, имеет заплечик *k* и винтовую нарезку до и после заплечика: до заплечика правой резьбы, а после заплечика — левой.

Своей первой нарезкой шпилька ввинчивается в колонку до упора в заплечик. Обратная же нарезка на толстом конце шпильки служит для навинчивания особой отвертки, посредством которой шпильку можно ввинтить на место или вывинтить при наполненном жидкостью котелке. Эта отвертка хранится обычно в ящике с дефлектором. Она представляет собой медный цилиндрический стержень с деревянной ручкой. На конце отвертки высверлен круглый канал с внутренней нарезкой, соответствующей нарезке на конце шпильки.

Если нужно осмотреть или переменить шпильку, котелок кладут на стол поддоном вверх и отвинчивают пробку *F*. Вставив отвертку в открывшееся отверстие, вращением против часовой стрелки ее навинчивают на конец шпильки. Когда срез отвертки упрется в заплечик шпильки, то, продолжая вращать дальше отвертку в ту же сторону, шпильку вывинчивают из нарезки колонки и вынимают ее вместе с отверткой.

Осмотрев или заменив шпильку запасной, вставляют отвертку со шпилькой в канал колонки компаса и, вращая по часовой стрелке, сперва завинчивают шпильку на место, а когда заплечик последней упрется в основание канала колонки, то дальнейшим вращением отвертки в ту же сторону свинчивают ее со шпильки и завинчивают на место пробку *F*.

Длина шпильки определяется условием, что острие ее должно всегда приходиться на уровне цапф котелка.

3. Картушка *K* (рис. 20) 127-мм компаса состоит из пустотелого поплавка *O* с припаянными к его дну магнитными стрелками и прикрепленным к медной оправе слюдяным кружком. На последнем наклеен бумажный диск с нанесенными на нем делениями.

В центре поплавка просверлен канал, в нарезку которого ввинчен цилиндр *o* с топкой из белого шлифованного сапфира или агата. Внизу топки имеется круглая выемка в виде чашечки, которой топка и накладывается на шпильку.

Магнитных стрелок шесть. Они составляют одну магнитную систему и заключены каждая в вылуженный медный пенальчик. Стрелки парные, квадратного сечения $3,3 \times 3,3$ мм, длиной 56,4 мм, 69,6 мм и 77,2 мм.

Концы стрелок расположены по окружности, центр которой совпадает с центром картушки. Магнитный момент системы от 1250 до 1500 единиц CGS. Стрелки все параллельны между собой, обращены одноименными полюсами в одну сторону, расположены симметрично относительно параллельного им диаметра картушки и серединами своими находятся на одной прямой, перпендикулярной к их длинам.

На шести изогнутых под прямым углом радиусах, прикрепленных к основанию поплавка, укреплен слюдяной кружок, на котором наклеен бумажный диск, разбитый на румбы и градусы. Гра-

дусные деления нанесены по содину через 1° от 0 до 360° , причем длинные штрихи нанесены через 2° , а короткие штрихи (или точки между штрихами) обозначают нечетные градусы. Румбы нанесены только главные и четвертные и обозначены кроме того соответствующими буквами.

Наличие пустотелого поплавка обеспечивает ничтожное давление на картушку, так как почти весь вес картушки поглощается пловучестью поплавка и давление последней на шпильку, при наполненном жидкостью котелке и обыкновенной температуре, равняется всего $3,5 \pm 0,5$ г.

Понижение центра тяжести картушки относительно точки ее опоры — остря шпильки — сделано с расчетом обеспечить картушке достаточную устойчивость при качке и удерживать ее в горизонтальной плоскости даже при большой вертикальной составляющей силы земного магнетизма. Действительно, при плавании в больших широтах картушка не наклоняется больше чем на 1° , что не имеет практического значения.

Примечание. На некоторых судах еще можно встретить старый тип 5-дюймового компаса с картушкой в жидкости. Этот компас отличается от описанного новейшего образца 5-дюймового компаса устройством некоторых деталей, а именно у старого компаса: 1) стенки котелка прямые; 2) магнитные стрелки круглого сечения, диаметром в 2,3 мм и длиной в 77,5 мм, 69,5 мм и 57,0 мм; 3) картушка обладает меньшим магнитным моментом, всего 700 — 750 единиц CGS, и 4) шпилька не вывинчивается, так что для ее осмотра или замены приходится разбирать весь котелок.

4. Пеленгатор состоит из двух медных дуг (рис. 22) по 120° каждая, соединенных медными же диаметрами $A'B'$ и $C'D'$.

На концах C' и B' диаметров и в середине дуги $A'D'$ имеются лапки q (рис. 20), посредством которых надетый на котелок пеленгатор удерживается на нем, так как лапки упираются в срез оправы крышки котелка. Сквозь лапку на дуге $A'D'$ проходит винт r (рис. 20), которым можно регулировать свободу передвижения пеленгатора по азимутальному кругу котелка. Винт r должен быть нажат настолько, чтобы пеленгатор свободно вращался, но не мог перемещаться по диаметру котелка.

В середине дуги $A'D'$ укреплен предметная мишень Q (рис. 20, 22), а в середине дуги $C'B'$ — глазная мишень P . Основания обеих мишеней двумя винтами xx и $x'x'$ прикреплены к соответствующим выступам на дугах $A'D'$ и $C'B'$ (рис. 20 и 22).

Предметная мишень поворачивается на конической оси Z . Нажимом гайки, насаженной на нарезку этой оси, можно так регулировать трение, чтобы мишень поворачивалась без излишней слабости и не туго. Посредине предметной мишени натянута тонкая медная посеребренная нить.

Двумя винтами y к рамке предметной мишени привернута оправа черного зеркала W , служащего для отражения лучей высоко расположенных светил к глазной мишени пеленгатора.

Глазная мишень P , поворачивающаяся на такой же оси, как и у предметной мишени, представляет собой медную планку, с прорезью посредине. Внизу прорезь заканчивается овальным отвер-

ствием. Эта прорезь может закрываться откидным щитком с узкой щелью посредине. Днем щиток накинута и пеленгуют сквозь его узкую щель. Ночью щиток откидывают в сторону и пеленгуют сквозь более широкую прорезь в самой глазной мишени.

Глазная мишень, подобно предметной, поворачивается на конической оси Z' , на конце которой имеется гайка. Нажатием ее мож-

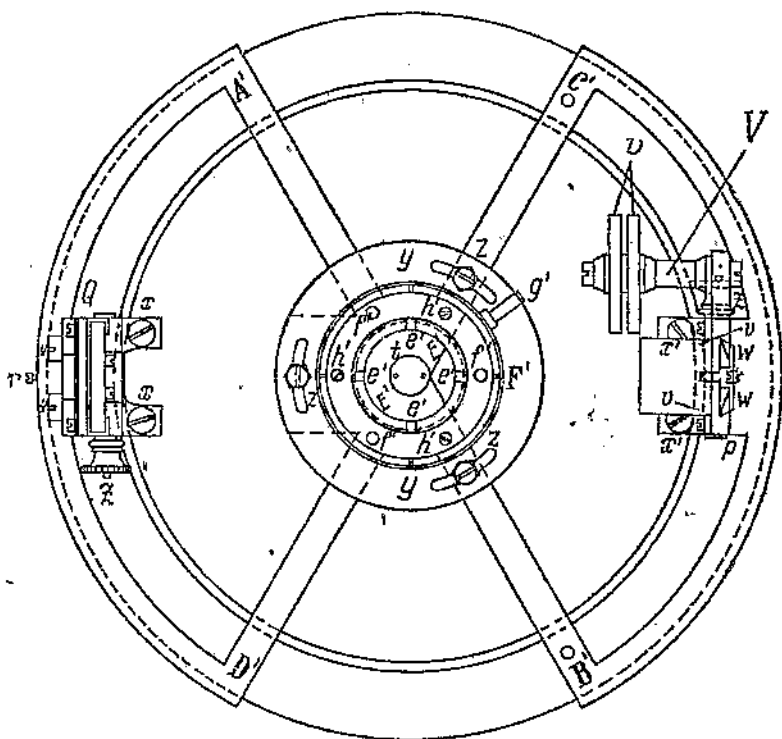


Рис. 22. $\frac{1}{2}$ nat. вел.

но добиться, чтобы глазная мишень поворачивалась свободно, не слабо и не туго.

Вдоль мишени скользит рамка с привинченной к ней четырьмя винтами оправой прямоугольной трехгранной призмы с увеличением в 4—5 раз. Отражающей гранью призмы является гипотенуза. Луч света от картушки входит в призму через одну грань (катет), отражается от гипотенузы и через другую грань (другой катет) проходит в круглое отверстие оправы, и через овальное отверстие в прорези мишени попадает в глаз наблюдателя.

Поэтому, смотря в призму, увидим штрихи картушки, а поверх призмы — нить предметной мишени, которая будет составлять продолжение какого-нибудь штриха картушки или приходиться между штрихами. Таким образом, благодаря призме, является возможность производить отсчеты по картушке положения пеленгатора.

Гипотенуза призмы закрыта откидным медным щитком, пово-

рачивающимся на оси u (рис. 20). Откинув щитик, можно протереть, если нужно, эту грань призмы мягкой сухой замшей.

К рамке с призмой, с правой стороны глазной мишени, укреплены на стойке V два поворотных цветных стекла $\mathcal{C}$ различной густоты. В зависимости от яркости солнца одно из них накидывается перед щелью глазной мишени при непосредственном пеленговании солнца.

Как рамка зеркала на предметной мишени, так и рамка с призмой на глазной мишени держатся только силой трения; подняв кверху, их легко можно снять. Подъемом призмы на известную высоту ее можно установить на фокус.

В центре пеленгатора тремя винтами прикреплено основание чашки пеленгатора.

Чашка пеленгатора (рис. 20) служит для установки на пеленгатор дефлектора де-Колонга при работах по уничтожению девиации. Она состоит из двух цилиндров — наружного F' и внутреннего E' . Наружный цилиндр имеет внизу с внутренней стороны кольцо с винтовой нарезкой, которая ходит по нарезке i внутреннего цилиндра E' . Сквозь это кольцо пропущено 6 стержней: 3 гладких, направляющих f' , не позволяющих наружному цилиндру вращаться, и 3 с винтовой нарезкой h' , для которых отверстия в кольце являются гайками. Гладкие стержни ввинчены в основание чашки. Винтовые стержни h' упираются своими концами в то же основание. Нажимая на них, мы можем зажать наружный цилиндр на определенной высоте.

Внутренний цилиндр имеет внизу заплечик t' , которым он упирается в основание пеленгатора, следовательно, этот цилиндр может только вращаться, но не подниматься кверху. Для вращения внутреннего цилиндра по верхнему его срезу сделаны вырезы e' , в которые вставляется специальный ключ.

Вращая ключом внутренний цилиндр по часовой стрелке, мы, через нарезку на кольце внешнего цилиндра, заставим последний подниматься вверх. Подняв его на некоторую высоту, зажем винтовые стержни h' ; этим мы плотно закрепим наружный цилиндр на желаемой высоте.

Если нам нужно опустить чашку пеленгатора, то, несколько вывинтив предварительно винтовые стержни h' , вращаем ключом внутренний цилиндр E' против часовой стрелки. Внешний цилиндр F' опустится, и мы сможем опять прочно зажать его винтовыми стержнями h' на желаемой высоте.

По образующим внешнего цилиндра до половины его высоты сделано 4 разреза, позволяющих сжимать или разжимать верхнюю часть цилиндра.

Таким образом, можно добиться, чтобы дефлектор плотно сидел на чашке пеленгатора, не болтаясь на ней.

У основания внешнего цилиндра F' имеется выступающий шпенец G' , который должен попасть в вырез насаженного на чашку пеленгатора основания дефлектора. Назначение шпеня — не позволять дефлектору вращаться по азимуту на чашке пеленгатора.

В основании чашки пеленгатора сделаны дугообразные прорезы;

проходящие через них винты V крепят основание чашки к пеленгатору. Отдав эти винты, можно повернуть всю чашку пеленгатора по азимуту на несколько градусов.

В круглое отверстие в центре основания чашки продевается внутренний цилиндр B' и своим заплечком t' упирается в основание чашки. Таким образом, чашка пеленгатора надежно соединяется со своим основанием.

Основание чашки пеленгатора приходится поворачивать при пригонке дефлектора к компасу, чтобы добиться полного совмещения оси измерительного магнита дефлектора с визирной плоскостью пеленгатора.

Подымать или опускать чашку приходится: 1) при установке чашки по нормальному дефлектору, чтобы обеспечить надлежащее расстояние от стрелок картушки до начального деления шкалы дефлектора, и 2) при прогонке одного и того же дефлектора к нескольким компасам.

Чтобы облегчить давление пеленгатора на азимутальный круг компаса, т. е. уменьшить трение, в центре пеленгатора ввинчен винт S со стопорной гайкой t (рис. 20). Этот винт должен быть вывинчен настолько, чтобы головка его только слегка упиралась в стекло крышки котелка, и тогда пеленгатор будет свободно на нем вращаться с минимальным трением, как на оси. Если же винт S вывинтить слишком много, то, опираясь на него, пеленгатор сможет изменять наклон плоскости своего основания относительно плоскости азимутального круга, вследствие чего и отсчеты под призмой по картушке будут получаться различные, соответственно этому наклону.

Для уменьшения трения полезно время от времени слегка смазывать азимутальный круг котелка вазелином или минеральным маслом.

Так как азимутальный круг котелка у глазной мишени закрыт дугой пеленгатора, то индекс для производства отсчетов по азимутальному кругу, как и 0° азимутального круга, нанесен на дуге пеленгатора не против глазной мишени, а в стороне, слева от нее, под углом в 30° от визирной плоскости пеленгатора.

5. Нактоуз 127-мм компаса (рис. 21), на котором устанавливается компас на корабле, представляет собой шкалик G из тикового дерева.

Нактоуз большего размера называется «высоким», им пользуются для установки главных судовых компасов. Более низкий называется «обыкновенным», на нем устанавливаются компасы путевые, боевые и пр. Устройство обоих нактоузов совершенно одинаково.

Тиковые доски, толщиной в 2,5 см, составляющие грани нактоуза, крепятся внизу, двумя медными винтами каждая, к сторонам медного основания E с четырьмя лапками C . Сверху боковые грани прикреплены одним винтом каждая к выступающим лапкам верхнего основания D — медной отливки, в верхней своей части выделанной в виде цилиндрического кольца.

К этому цилиндрическому кольцу прикреплены с двух противоположных сторон, тремя винтами каждая, две медные планки, под-

держивающие пружинный подвес F , на который и устанавливается котелок компаса цапфами своего карданова кольца.

Пружинный подвес помещен между нактоузом и котелком для уничтожения вредного влияния сотрясения корабля на картушку или шпильку компаса.

Пружинный подвес F состоит из двух медных пружин квадратного сечения, связанных вместе двумя соединительными планками, расположенными на двух противоположных концах одного и того же диаметра. Нижняя пружина в двух точках, отстоящих на 180° друг от друга, зажата в коробках на планках, прикрепляющих пружинный подвес к верхнему основанию нактоуза.

На двух противоположных концах диаметра верхней пружины закреплены две подцапфенные коробки. Между ними и соединительными планками пружины соединены еще четырьмя передвигными вертикальными клеммами по две с каждой стороны. Меняя положение этих клемм, можно изменять и упругость самих пружин. Если поставить вертикальные клеммы у соединительных планок, то упругость пружин будет наименьшая. Если поставить их у самих подцапфенных коробок, то подвес делается совершенно жестким, так как действие пружин уничтожится. Таким образом, поставив вертикальные клеммы в некоторое промежуточное положение, можно опытным путем найти такое их положение, при котором влияние сотрясений корпуса на компас будет при данном ходе корабля наименьшим.

Нактоуз устанавливается на корабле так, что планки, соединяющие пружины, приходятся в диаметральной плоскости судна, а подцапфенные коробки в плоскости шпангоута.

Нактоуз крепится к палубе четырьмя болтами, пропущенными сквозь отверстия в лапках C нижнего основания нактоуза. В палубу предварительно врезаются и привинчиваются специальные планки, в которые и ввинчиваются затем крепительные болты. Кроме того для большей устойчивости нактоуза при качке, он укрепляется с боков двумя медными бакштагами (они показаны на рис. 21) с талрепами для их обтягивания. Бакштаги берутся с одной стороны за ушки O планок, привинченных с двух сторон нактоуза, а с другой — за ушки таких же планок, ввинченных в палубу. Когда бакштаги обтянуты талрепами, последние зажимаются стопорными гайками.

Для предохранения нактоуза, а следовательно и картушки, от сотрясений корпуса, передаваемых через палубу, избегают устанавливать нактоуз непосредственно на палубу, а предварительно в назначенном для компаса месте крепят к палубе деревянную подушку из крепкого дерева — дубового или тикового, в которую затем врезают планки для крепительных болтов и планки с ушками для талрепов. Размерами подушка делается 150×75 см, толщиной не менее 8 см.

Две соседние грани нактоуза поворачиваются на петлях, образуя собой дверцы, запирающиеся на замок P . Открыв дверцы, мы

увидим внутри нактоуза центральный девиационный прибор системы ГУ ВМФ, установленный между дном или нижней полкой нактоуза и специальной верхней деревянной полкой *N*, укрепленной несколько ниже верхней грани нактоуза на определенном расстоянии от пружинного подвеса;

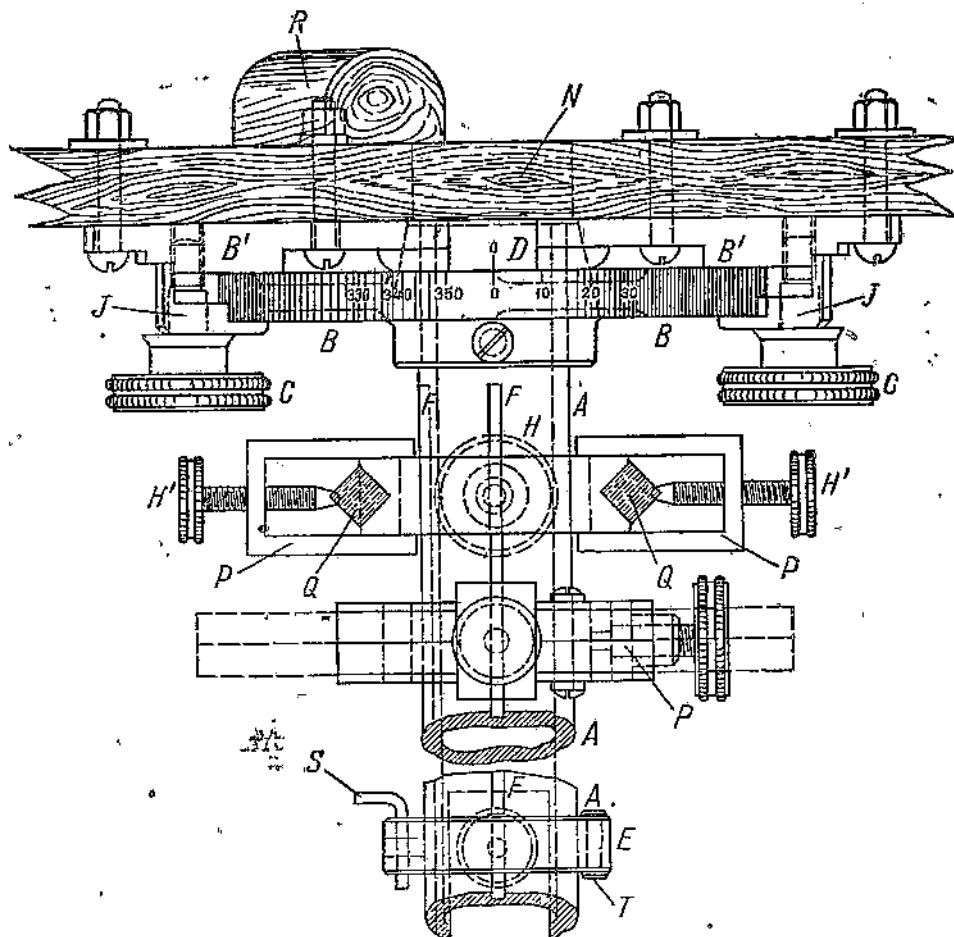


Рис. 23. $\frac{1}{2}$ nat. вел.

Девиационный прибор (рис. 23) состоит из вертикальной медной трубы *A*, вдоль которой передвигаются гнезда *P* с магнитами *Q* для уничтожения полукруговой девиации.

Нижний конец трубы *A* входит в цилиндр нижнего основания прибора, укрепленного на дне нактоуза. Тремя винтами, пропущенными сквозь навинтованные отверстия в стенках этого цилиндра, можно установить трубу строго вертикально.

На верхний конец трубы *A* надет (рис. 23) и тремя винтами прочно скреплен с трубой горизонтальный медный круг *B*, по ребру которого нанесены градусные деления от 0 до 360° через 10°.

Посредством двух винтов *С* с широкими головками, пропущенных сквозь заплечики двух планок *Л*, горизонтальный круг с делениями может быть прочно прижат к верхнему основанию *Р* прибора, прикрепленному к верхней полке *Н* нактоуза. Отдав винты *С* и вращая рукой вертикальную трубу, можно повернуть ее на желаемое число градусов, руководствуясь нанесенными на горизонтальном круге делениями и неподвижным индексом на привинченной к верхнему основанию прибора накладке *Д*.

Вдоль трубы *А* могут перемещаться гнезда *Р* для магнитов-уничтожителей. Одно гнездо служит для вкладывания магнитов

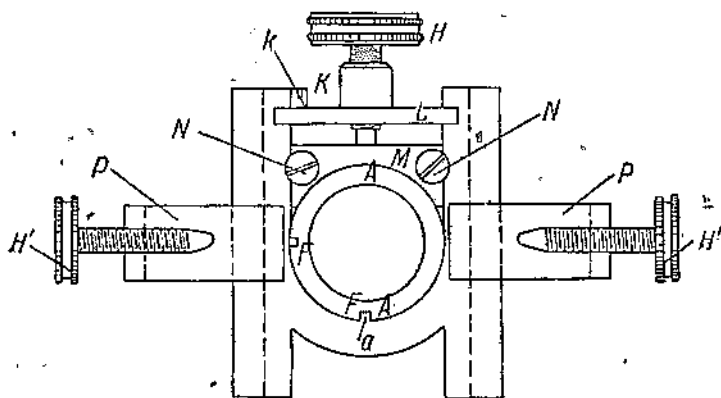


Рис. 24. $1\frac{1}{2}$ нат. вел.

продольных, другое — для поперечных. В каждое гнездо можно вложить по 2 магнита.

Устройство гнезда позволяет установить его на любом месте трубы *А* и приспособить по желанию для установки продольных или поперечных магнитов.

Внутренняя часть рамки гнезда (рис. 24) сделана круглой и плотно прилегает к трубе *А*. Так как на внутренней круглой части гнезда имеется шип *а*, входящий в соответствующий паз *Ф*, выбранный вдоль всей трубы *А*, то гнездо не может вращаться по азимуту, а перемещается строго параллельно самому себе.

На трубе *А* сделано два таких паза *Ф* по двум производящим поверхности трубы, отстоящим на 90° одна от другой.

Надев гнездо на трубу и вставив шип *а* в паз *Ф*, вкладывают в гнездо вкладыш *М* полукруглой стороной к трубе. Во вкладыш *М* ввинчены четыре винта *Н* с круглыми, чуть выступающими, головками, которыми он и держится в гнезде. Затем вкладывают на место планку *Л* с крепительным винтом *Н*. Эта планка вкладывается в пазы, сделанные на внутренних сторонах стенок гнезда.

На планке *Л* имеется втулка *К* с нарезкой внутри, в которую и входит винт *Н* с большой круглой головкой. Пройдя сквозь втулку *К*, винт *Н* своим концом упирается во вкладыш *М*. Нажимая винт *Н*, мы можем очень плотно прижать вкладыш *М* к трубе *А* и тем плотно зажать гнездо в данном месте вертикальной трубы. Практика показывает, что описанное устройство крепления гнезда

вполне целесообразно, так как надежно обеспечивает неподвижность гнезда на вертикальной трубе девиационного прибора.

Чтобы при отдаче винта H планка L вместе с ним не выпала из гнезда, сбоку этой планки имеется небольшой винт k , со спиленной с одной стороны головкой. Для удержания планки L на месте достаточно повернуть этот винт так, чтобы круглая часть его головки вошла в соответствующий вырез в теле гнезда. Наоборот, чтобы вынуть планку L из гнезда, надо повернуть винт k срезанной частью головки к стенке гнезда; тогда круглая часть головки выйдет из тела гнезда и планку можно будет снять.

В боковые приливы P гнезда вставляются магниты-уничтожители, которые в нашем флоте делаются квадратного сечения. Чтобы оси магнитов с поперечным сечением разных размеров приходились на одной и той же высоте в гнезде, выемки, куда вкладываются магниты, сделаны в виде двугранного прямого угла, с ребром, обращенным к трубе. Два солидных винта H' (рис. 23), пройдя сквозь нарезку в рамке прилива P , плотно зажимают магниты-уничтожители Q на месте. Чтобы винт не мог соскочить с ребра магнита, на магните посредине одного из ребер сделана выемка, в которую и упирается своим концом крепительный винт H' .

По правилам, изложенным в теории девиации компасов, магниты-уничтожители — продольные и поперечные — берутся надлежащих размеров, в нужном количестве и устанавливаются в гнездах на требуемой высоте, чтобы уничтожить полукруговую часть девиации, после чего магниты прочно зажимаются крепительными винтами H' .

Для отметки и записи положений гнезд на вертикальной трубе девиационного прибора нанесены деления. Обозначения делений идут снизу трубы кверху, причем цена деления в различных местах трубы различна, так как эти деления пропорциональны силам, посылаемым на компасные стрелки магнитами-уничтожителями, а силы эти, как известно, обратно-пропорциональны кубу расстояния от магнитов до стрелок.

Внутри вертикальной трубы подвешивается на медной цепочке вертикальный магнит, помещенный в медном футляре. Вертикальный магнит служит для уничтожения креновой девиации. Цепочка, по выходе из трубы A , перекидывается через деревянную подушку R (рис. 23) на верхней полке нактоуза и пропускается затем через круглую дыру в этой полке обратно внутри нактоуза. Здесь посредством медного крючка на конце цепочки последняя задевается за винт, имеющий с одной стороны планку, а с другой — барашек. Планка винта скользит внутри деревянного паза, укрепленного с левой стороны внутри нактоуза.

Зажав барашек, мы плотно закрепим конец цепочки на определенной высоте; следовательно, и вертикальный магнит нактоуза также будет висеть на определенной высоте. Высота этого магнита, а значит и место закрепления барашка, определяется по известным правилам уничтожения креновой девиации.

Чтобы при качке креновой магнит не бился о стенки верти-

кальной трубы девиационного прибора, но установке на определенную высоту, креновой магнит зажимается на месте особым, надеваемым на трубу *A* разрезным кольцом *E* (рис. 23). Проходящий сквозь это кольцо винт плотно зажимает креновой магнит на месте. Если кольцо *E* надо почему-либо снять, то, отдав крепительный винт, вынимают чеку *S*, после чего обе половинки кольца можно развернуть на шарнире *T* и снять с трубы. Внутри кольца *E* имеется шип, который при надевании кольца должен входить в паз *F* трубы девиационного прибора.

Таким образом, помещающийся внутри нактоуза девиационный прибор служит для установки магнитов, уничтожающих полукруговую и креновую девиации.

Для уничтожения же четвертной девиации нактоуз получает снабжение мягким железом различной формы и в надлежащем количестве. Мягкое железо помещается, главным образом, снаружи и отчасти внутри нактоуза. К верхней полке нактоуза сверху скамейки привинчивается необходимое число поперечных пластинок мягкого железа для уничтожения индукции стрелок компаса на мягкое железо снабжения.

Кроме перечисленных уже частей в нактоузе имеются еще приспособления для освещения компаса ночью электрическим светом и для звонковой сигнализации между различными компасами.

Для последней внутри нактоуза проведены звонковые провода и имеется звонок, а снаружи нактоуза 2 или 3 эбонитовых кнопки в медных оправках. Элементы для питания звонковой цепи устанавливаются в удобном месте где-нибудь внизу.

К верхнему основанию нактоуза, к которому снизу прикреплены его деревянные стенки, тремя винтами каждая, сверху привинчена четырьмя винтами, так называемая шейка — медный цилиндр высотой в 12,7 см. Внутри шейки, на заплечике в теле шейки, лежит медное кольцо с прикрепленным к нему на двух планках пружинным подвесом. Поддерживающее пружинный подвес кольцо двумя угольными планками, входящими в паз на кольце, плотно прижато к шейке нактоуза. Такое устройство позволяет: 1) отдав четыре винта, развернуть самую шейку на нактоузе в нужное положение и, 2) отдав зажимающее кольцо планки, развернуть кольцо, а следовательно, и самый пружинный подвес, внутри шейки. Эти операции приходится делать при сборке нактоуза, его установке и уничтожении несимметричной четвертной девиации. Требуемые положения кольца и шейки отмечаются, после зажатия соответствующих винтов, еще и рисками.

При установке 127-мм компаса на катерах и вообще мелких судах иногда вместо нактоуза, пользуются 127-мм колонкой. Колонка состоит из тиковой тумбы квадратного сечения, со стороной 15,8×15,8 см и высотой, равной высоте нактоуза 127-мм компаса, с двумя медными основаниями и шейкой.

Нижнее основание колонки представляет собой цельную медную отливку в форме прямой квадратной призмы, высотой в 8 см с широким прямоугольным основанием в виде пластины с проушинами по углам. В призму основания вставляется тумба, которая

укрепляется в ней восемью винтами — по два в каждой грани призмы.

Сквозь проушины пропускаются медные болты, которыми колонка крепится к палубе судна, подобно нактоузу.

Верхним основанием колонки служит также медная квадратной формы отливка высотой 4,8 см, надеваемая сверху на тумбу и удерживаемая на ней восемью винтами. На ребрах верхнего основания имеются приливы, в которые входят стопорные винты, закрепляющие на колонке обыкновенную шейку 127-мм нактоуза. На пружинный подвес, находящийся в этой шейке, и устанавливается 127-мм компас.

С левой стороны, обращенной в корму грани тумбы, высверлен ряд круглых гнезд, расположенных одно под другим в вертикальной плоскости, для вкладывания продольных магнитов-уничтожителей. С правой стороны перпендикулярной грани, обращенной к правому борту, сделан ряд таких же гнезд для помещения поперечных магнитов. Оба ряда гнезд прикрыты деревянными поворотными планками на петлях.

При уничтожении девиации магниты вкладываются в те или иные гнезда, в зависимости от требуемого удаления данного магнита-уничтожителя от компаса, затем все гнезда закрываются планками и последние привертываются к телу колонки двумя винтами — одним вверху, другим внизу планки.

На противоположных гранях колонки гнезда закрыты такими же планками, наглухо привинченными к тумбе.

В вертикальном положении колонка удерживается медными бакштагами, как и обыкновенный нактоуз.

Внутри тумбы вдоль ее оси просверлен круглый канал, в который вставлена узкая медная трубка. В этой трубке подвешивается на цепочке креновой магнит. Цепочка с наружной стороны задней (обращенной в корму) грани колонки пропущена сквозь небольшой медный цилиндр, укрепленный на колонке. Медная чека, проходя сквозь два диаметрально противоположных отверстия в стенках этого цилиндра и одно из колец цепочки внутри цилиндра, удерживает последнюю на месте, а следовательно, и креновой магнит на определенной высоте.

6. Осветительный прибор (рис. 25) помещается внутри медного колпака сферической формы, надеваемого на верхнюю часть нактоуза для защиты котелка и внутренней части нактоуза от дождя и брызг волн во время непогоды.

Колпак своим основанием становится на верхнее основание нактоуза и может на нем поворачиваться. Для облегчения этого вращения в основании колпака имеются шесть роликов А: три на горизонтальных и три на вертикальных осях. Два стопорных винта В, проходящие сквозь основание колпака в двух диаметрально противоположных его точках, позволяют закрепить колпак неподвижно в любом положении. Два направляющих винта С, концы которых скользят по выбранному в верхнем основании нактоуза пазу, устраняют перекос колпака при вращении и не дают ему свалиться при качке с нактоуза.

Осветительный прибор состоит из двух электрических ламп накаливания и двух масляных фонарей, так что компас, в случае прекращения электрического тока, имеет запасное масляное освещение. Два медных фонаря *D* цилиндрической формы, с масляными лампами *E* внутри, вставляются снаружи медного колпака в два специальных цилиндрических гнезда *F* по обеим сторонам колпака. Фонари имеют сверху ручки *g*, за которые их берут и вставляют на место зажженными. Масло для фонарей берется лучшего каче-

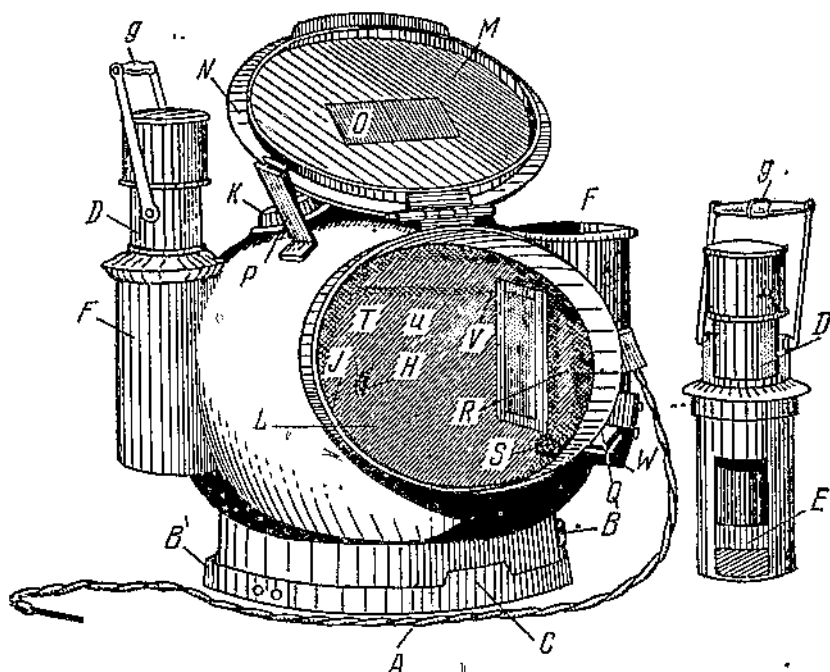


Рис. 25. $\frac{1}{3}$ nat. вел., вес 15,6 кг.

ства деревянное или пиронафт, так что лампы должны гореть ровно и без копоти. Фонари в своих гнездах могут разворачиваться, так что, повернув фонарь в гнезде, можно по желанию прекратить освещение, что иногда приходится делать при наводке пеленгатора на предмет.

Кроме этих гнезд для масляных фонарей медный колпак имеет еще три окна. Одно — круглое *H*, с той стороны колпака, которая при пеленговании всегда обращена к предмету. Оно закрывается откидной дверцей *J*, удерживаемой в своем поднятом положении специальной пружинной защелкой. Когда дверца опущена, она также задерживается на месте пружинной защелкой, которую приходится предварительно отжимать, чтобы поднять дверцу.

Второе окно *K* — в верхней части колпака, тоже круглое, закрытое толстым зеркальным стеклом, служит иллюминатором для освещения котелка днем, когда из-за плохой погоды котелок за-

крыт медным колпаком. Ночью это отверстие закрывается особой съёмной глухой медной крышкой.

Третье окно *L* — самое большое, эллиптической формы, расположено со стороны колпака, противоположной первому. В окно *L* смотрит наблюдатель, когда замечает курс или пеленгует. Оно закрывается двумя откидными дверцами: стеклянной *M* и медной *N*, в которой, однако, имеется небольшое оконце *O*, закрываемое по желанию двумя раздвижными дверцами. И стеклянная и медная дверцы могут быть по желанию опущены вниз или подняты вверх. И в том и в другом положении их удерживают на месте специальные пружинные защёлки *P* и *Q*:

Целесообразно в медном колпаке внутри, в центре, укрепить опускающуюся рамку с цилиндрическим кольцом, надеваемым на чашку пеленгатора. Этим приспособлением пеленгатор соединяется с медным колпаком, так что наблюдатель, поворачивая последний для пеленгования, поворачивает одновременно и пеленгатор внутри колпака.

Так как для масляного освещения требуется хорошее масло, тщательный уход за лампами, и все-таки в свежую погоду последние, задуваемые ветром, часто тухнут, то в настоящее время на масляное освещение смотрят как на запасное, на случай порчи электричества, а компас всегда освещают электричеством посредством двух ламп, укрепленных внутри медного колпака.

Одна пальцеобразная вертикальная лампочка, помещенная в медном цилиндрическом футляре *R* с узкой прорезью по образующей, укреплена с правой стороны эллиптического окна колпака. Помощью медного винтика *S* поворачивающийся несколько вокруг вертикальной оси, цилиндрический футляр этой лампы закрепляется в таком положении, при котором сквозь прорезь в цилиндре освещается нить предметной мишени. Следовательно, назначение этой лампочки освещать нить предметной мишени.

Другая пальцеобразная лампочка — горизонтальная, тоже заключенная в поворотный медный футляр *T*, укрепляется на кронштейнах в верхней части колпака. Эта лампочка служит для освещения картушки при производстве отсчетов пеленгов или при наблюдении за курсом.

Поворотным щитком *U*, закрывающим широкую прорезь в футляре этой лампы, можно регулировать силу освещения котелка. Поворачивая же несколько самый футляр вокруг своей оси, можно лучи света направлять к передней части котелка (когда нужно заметить курс) или к задней его части (когда нужно сделать отсчет под призмой пеленгатора). В желаемом положении цилиндрический футляр горизонтальной лампы закрепляется посредством особого винтика *V*, ось которого проходит сквозь вырез в дугообразной планке сбоку футляра.

Обе лампы включаются посредством общего выключателя *W*, укрепленного снаружи медного колпака с правой его стороны. При крайнем правом положении рычага выключателя обе лампы выключены. При среднем положении рычага выключателя обе лампы

включаются в цепь последовательно и горят с неполным накалом нити. При передвижении рычага в крайнее левое положение — вертикальная лампа должна тухнуть, а горизонтальная лампа, освещающая картушку компаса, гореть с полным накалом нити. Сделав отсчет, выключаем эту лампу, переставляя рычаг в крайнее правое положение.

Описанное устройство освещения выполняет свое прямое назначение, но обладает одним крупным недостатком.

Вследствие значительности размеров окон в сферическом колпаке и слишком яркого освещения, свет при пользовании этим прибором ночью виден со стороны на большом расстоянии от корабля, что с военной точки зрения является недопустимым, так как дает неприятелю возможность обнаружить присутствие нашего корабля.

Поэтому к нему сделаны крышки *N* и *K* (рис. 25) с раздвижными дверцами *O*.

Конический медный колпак (рис. 26) состоит из медного полого усеченного конуса *A*, прикрепленного к медному же кольцу *B*, служащему основанием. В основании, которым колпак надевается на нактоуз, имеются шесть медных роликов *C*: три на горизонтальных и три на вертикальных осях. Ролики служат для облегчения поворачивания колпака на нактоузе.

Сквозь основание, в двух противоположных точках диаметра, проходят два медных винта *D*, посредством которых колпак может быть неподвижно закреплен в желаемом положении.

С двух противоположных сторон конуса сделаны два окна *E* в виде трапеции.

На этот усеченный конус надет другой наружный медный усе-

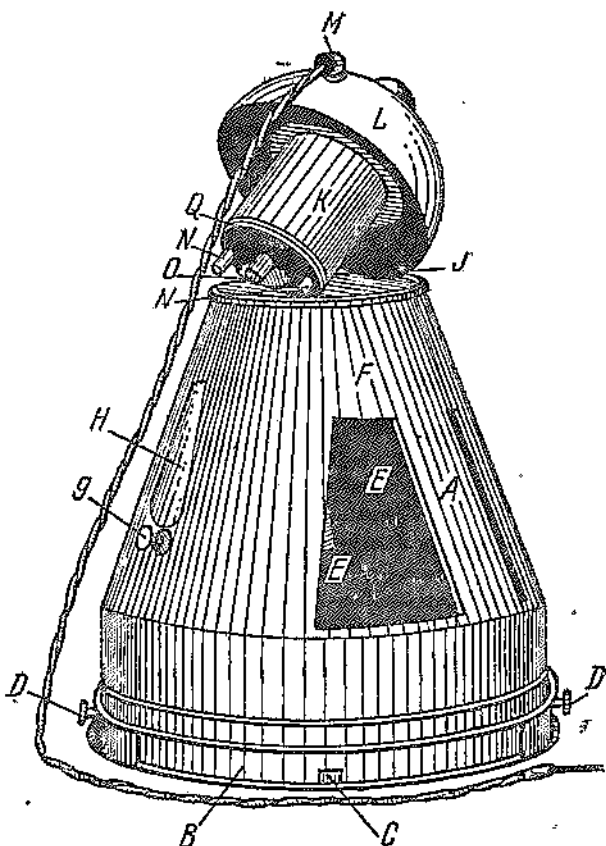


Рис. 26. $\frac{1}{6}$ nat. вел., вес 12,8 кг.

ченный конус F , служащий ширмой, такой же высоты и с такими же двумя окнами на противоположных сторонах. Посредством двух медных кнопок g наружный конус легко можно поворачивать на внутреннем. Можно поставить наружный конус в такое положение относительно внутреннего, что их окна совпадут, и тогда наблюдатель, стоя с одной стороны нактоуза, может видеть сквозь колпак горизонт и пеленговать различные видимые предметы.

На наружном конусе имеется еще одно малое окно H такой же формы, расположенное под прямым углом к линии, соединяющей два первых окна. Поэтому, если поворотом наружного конуса мы закроем оба окна, то сквозь это маленькое окно H сможем видеть картушку компаса и следить за курсом.

В верхнем основании конического колпака сделано круглое отверстие J , куда вставляется медный цилиндр K с электрической лампочкой внутри. Сверху этот цилиндр закрыт сферической медной крышкой L с медной же изогнутой трубочкой M , сквозь которую проходят провода для подачи тока судового освещения к лампе.

В закрытом основании цилиндра K имеется овальная прорезь, закрываемая по желанию диафрагмой Q , для регулирования силы света. Диафрагма Q поворачивается посредством двух изолированных стоек N и закрепляется в требуемом положении завертыванием навинченного на винт баранка O .

Концы проводов заделаны в эбонитовые наконечники с контактами в центре. Эти наконечники служат штепсельной вилкой и вставляются в укрепленные с правой стороны нактоуза коленчатые цилиндрические штепсельные втулки.

В случае порчи электрического освещения в круглое отверстие J в верхнем основании конического колпака вместо цилиндра K с электрической лампой можно вставить для временного освещения компаса масляный фонарь такого же устройства, как и у сферического колпака.

Относительно конических колпаков 127-мм компаса следует отметить их крупный недостаток — неудобство пользоваться ими на практике. Вследствие меньших размеров колпака и иного устройства пеленгатора 127-мм компаса вынимать последний из прорези в колпаке довольно затруднительно. При надетом же на котелок пеленгаторе заменить курс по компасу невозможно. Поэтому штурман испытывает большое неудобство, при пользовании коническим колпаком 127-мм компаса, вынужденный каждый раз вынимать через прорезь пеленгатор, чтобы заметить курс, и вкладывать пеленгатор обратно, чтобы взять пеленг.

Для 127-мм компасов, установленных в закрытых помещениях, вместо медного колпака с осветительным прибором Гидрографическим управлением ВМФ отпускаются бра с электрическим и масляным освещением и глухой медный колпак.

Для установки бра, с правой стороны нактоуза, на одной высоте со штепсельными втулками, укрепляется на трех винтах медный кронштейн, поддерживающий такую же цилиндрическую

обойму, в которую и вставляется бра. Обойма имеет по образующей вырез и наверху разрезанное стопорное кольцо с отогнутыми краями. Сквозь эти отогнутые края проходит винт с большой круглой головкой. Завинчивая винт, мы сближаем загнутые края разрезанного стопорного кольца и тем самым зажимаем бра в цилиндрической обойме на известной высоте.

Бра представляет собой изогнутую под прямым углом медную пустотелую трубку длиной в 90 см, внутри которой проходят провода электрического освещения. Длинное колено бра вставляется в обойму на кронштейне и зажимается стопорным кольцом. На коротком колене бра, у конца его, укреплен медный футляр с электрической лампой для освещения компаса.

В случае порчи электрического освещения компас можно осветить масляным фонарем. Фонарь этот вставляется в медное поддерживающее кольцо, укрепленное посредством зажима на длинном колене бра. Чтобы свет не слепил глаз рулевого, на поддерживающее кольцо предварительно надевается медный щитик, а затем в кольцо вставляется фонарь. Медный щитик представляет собой изогнутую пластинку с прикрепленным к нему кольцом. Последнее надевается на поддерживающее кольцо и удерживается на нем своими пружинящими выступами. Щитик располагается наклонно к горизонту, и от его нижней поверхности, окрашенной белой краской и служащей рефлектором, свет отражается и падает на компас.

Когда компасом не пользуются, его закрывают глухим медным колпаком, представляющим собой пустотелый медный цилиндр высотой в 21,5 см со сферическим дном. В основании цилиндра, с двух диаметрально противоположных сторон его, имеются два стопорных винта, как у медных колпаков компасов. Посредством этих винтов глухой колпак закрепляется на нактоузе в любом положении.

С 1932 г. в 127-мм компасах устроено донное освещение, исключаящее надобность в использовании неудобного конического осветительного прибора. Такой компас получил название «127-мм компас с донным освещением».

В связи с устройством донного освещения в котелке компаса произведены следующие изменения. В середине верхней камеры А (рис. 27) сделан конический вырез, соединивший ее с камерой В. В центре этого выреза на трех отстоящих друг от друга на 120° радиусах С укреплены круглая шайба D, в которую ввинчена шпилька E, поддерживающая картушку К компаса. На шайбе D находится наклонный отражатель F, отбрасывающий идущие снизу из камеры В световые лучи к краям картушки К, деления которой хорошо освещаются.

В камеру В световые лучи от электрической лампочки G попадают сквозь кольцевой стеклянный кружок H, прикрывающий вырезанное в диафрагме L круглое отверстие диаметром в 55 мм. Это отверстие прикрыто медной планкой M, привинченной двумя винтами N к диафрагме L.

Лампочка *G* в своем патроне вставляется в цилиндрический канал, просверленный в свинцовом приливе *P* так, что светящаяся нить лампочки приходится прямо против кольцевого стеклянного кружка *H*. Лампочка посредством проводника *Q* питается переменным током напряжением в 6—8 вольт и мощностью в 3 ватта.

Путь тока таков: от судовой цепи постоянного тока с напряжением 110 вольт ток идет к умформеру, где он преобразуется в переменный ток в 70 вольт. От умформера — к маленькому трансформатору, преобразующему его в 6—8-вольтный переменный ток. От трансформатора — посредством проводника *Q* к лампочке *G*.

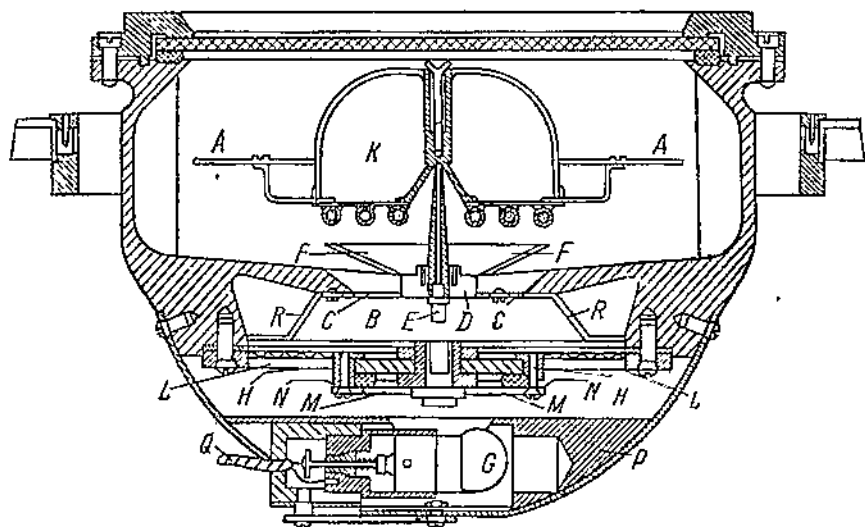


Рис. 27.

Для удержания воздуха в верхних частях камеры *B* в ней укреплен круговой конический щитик *R*, нижние края которого не доходят до стенки камеры *B* на 1—1,5 мм. Под этот щитик и попадают пузырьки воздуха при перевертывании котелка, в нормальном же положении последнего они попрежнему держатся в верхней части камеры *B*.

В остальном устройство котелка осталось без изменения.

Описанная система донного освещения оказалась на испытаниях весьма удобной.

§ 18. Выверка компаса

Из описания устройства компаса видно, что компас состоит из многих частей, изготовляемых отдельно, а затем собираемых в одно целое. Поэтому, прежде чем пользоваться компасом, надо убедиться, что как изготовление отдельных его частей, так и их сборка выполнены вполне правильно, т. е., другими словами, необходимо выверить компас.

Эта выверка частично выполняется на Заводе штурманских приборов, изготовляющем компасы для нашего флота, а затем, до отпуска на суда, компасы проверяются в лабораторных условиях в компасной части Гидрографического управления. Однако, и судовому штурману иногда приходится самому, на корабле, производить проверку некоторых частей компаса.

При изложении приемов выверки компаса преимущественное внимание будет обращено на выверку его в судовых условиях.

1. Выверка котелка. Вертикальная плоскость, проходящая через курсовые черты котелка, называется, как уже упоминалось, диаметральной плоскостью компаса. Необходимо, чтобы а) диаметральной плоскостью компаса проходила через центр котелка и чтобы б) острие шпильки лежало в диаметральной плоскости компаса на перпендикуляре, проходящем через центр азимутального круга.

а) Выполнение первого из этих условий достигается при изготовлении прибора в мастерских.

б) Второе условие для 127-мм компаса, где колонка ввинчивается наглухо во втулку, выточенную в центре котелка, также выполняется при выделке компаса в мастерских.

У сухих компасов, колонка которых посредством двух пар винтов перемещается, как мы видели, в горизонтальной плоскости, может встретиться надобность в проверке эксцентриситета шпильки. Эта проверка выполняется судовыми средствами следующим образом.

Установив котелок на берегу на треноге, кладут в него картушку и, дав ей успокоиться, пеленгуют какой-нибудь предмет, удаленный настолько, чтобы направления на него можно было считать параллельными при всяких положениях котелка. Если острие шпильки не лежит на оси котелка, т. е. на перпендикуляре к азимутальному кругу, проходящем через его центр, то при повороте котелка на 360° острие шпильки опишет окружность.

Пусть (рис. 28) точка O изображает центр компаса, A отдаленный предмет. Поставим пеленгатор на отсчет 0° и повернем котелок на вилке так, чтобы нить предметной мишени совпала с предметом. Если острие шпильки находится в точке E_1 , то меридиан картушки займет положение $n's'$, параллельное меридиану места NS , и по картушке мы прочитаем в призму отсчет b_1 вместо отсчета B , который должен был бы получиться при совпадении точки E_1 с точкой O , т. е. отсчет получится на величину b_1B больше действительного.

Поставив пеленгатор на отсчет 180° по азимутальному кругу, опять повернем котелок, пока нить не придет на предмет. Теперь острие шпильки будет находиться в точке E_2 , и сделанный по картушке отсчет b_2 будет на величину b_2B меньше истинного. Очевидно, что $b_1B = b_2B$.

Ввиду незначительности эксцентриситета можно принять дугу b_1b_2 за прямую линию и считать, что расстояние

$$E_1F = b_1B = \frac{b_1b_2}{2},$$

т. е. расстояние вершины шпильки от линии $0-180^\circ$ равно полуразности отсчетов пеленгов при направлении котелка по линии AB .
 Если пеленгатор поставить на отсчеты 90° и 270° и каждый раз поворачивать котелок, наводя нить пеленгатора на предмет, то в первом случае вершина шпильки займет положение E_2 , а во втором — E_4 . В первом положении отсчет пеленга c_2 будет на величину c_2B больше истинного, а при втором отсчет c_4 будет на величину c_4B меньше действительного. Очевидно, что и $c_2B = c_4B$.

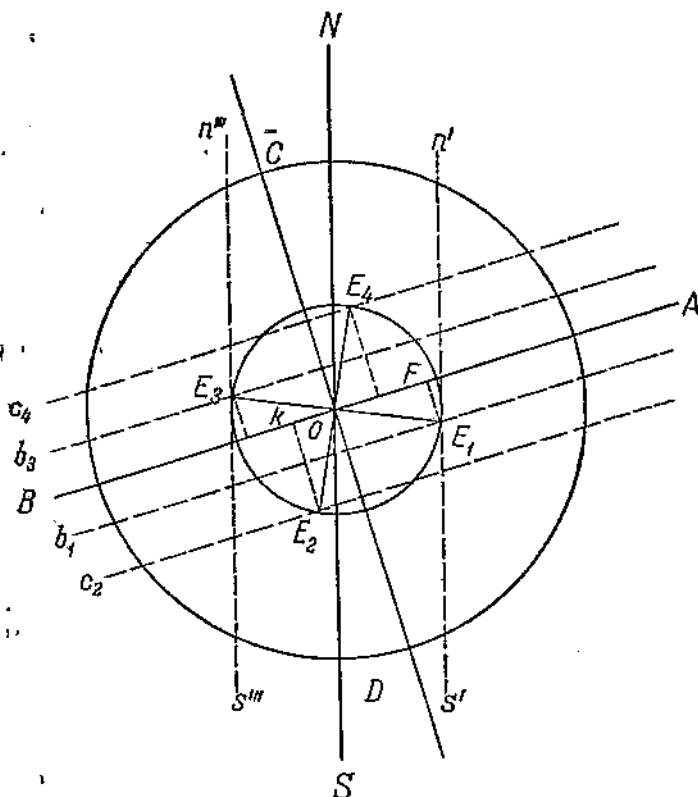


Рис. 28.

Нетрудно показать, что расстояние E_2K вершины шпильки от направления AB равно расстоянию ее OF от перпендикулярного к AB направления. Действительно, $\triangle OFE_1$ и OE_2 равны, так как у них равные гипотенузы и $\angle FOE_1 = \angle KE_2O$ как углы, составленные взаимно перпендикулярными сторонами. Следовательно; $OF = E_2k$.

Так как

$$E_2k = c_2B = \frac{c_2c_4}{2},$$

то, значит, из наблюдений легко получить и расстояние OF вершины шпильки от направления CD , перпендикулярного к AB .

Зная координаты E_1F и OF точки E_1 , нетрудно по таблице 34 «Мореходных таблиц 1933 г.» рассчитать, если нужно, величину эксцентриситета OE_1 в минутах дуги и угол $\angle FOE$.

Исправляют эксцентриситет посредством двух пар винтов, ввинченных в основание колонки.

Рассчитав средний отсчет пеленга предмета при положении пеленгатора 0° и 180° , действуют винтами, расположенными поперец диаметральной плоскости компаса, пока под призму не подойдет рассчитанный средний отсчет. Затем, рассчитав средний отсчет пеленгов при положении пеленгатора 90° и 270° , действуют винтами, расположенными вдоль диаметральной плоскости компаса, и опять приводят отсчет пеленга к рассчитанному среднему значению.

в) У поставленного на мактоуз котелка крышка его, а следовательно, и азимутальный круг должны быть горизонтальны. Это условие проверяется посредством маленького уровня, который кладут на стеклянную крышку котелка. Исправление производится изменением свинцового груза в поддоне котелка.

г) Ось вращения пеленгатора должна быть перпендикулярна к плоскости азимутального круга и проходить через его центр. Выполняется конструкцией компаса. При вращении пеленгатора отсчеты по обоим индексам — у глазной и у предметной мишени — должны сохранять одну и ту же разность с точностью до $0,1^\circ$.

д) Оси цапф котелка и карданова кольца должны пересекаться под прямым углом. Это условие выполняется при выделке котелка.

Цапфы должны ходить в подцапфенных коробках легко и без продольного движения. Нижние грани цапф полезно изредка смазывать густым вазелином.

2. Осмотр шпильки. Шпилька осматривается при помощи лупы. Острые шпильки должны быть совершенно чисто, без ржавчины или раковин и не затуплено. Если имеется небольшое пятнышко ржавчины, его можно свести, подточив шпильку на точильном камне (арканзас), хранящемся в ящике с дефлектором. Если значительная часть поверхности конуса шпильки покрыта ржавчиной или на ней имеются раковины, шпильку нужно заменить новой, исправной. Шпильку легко наточить, проводя ею по камню под углом $20-30^\circ$ к последнему и сообщая ей в то же время вращательное движение.

Вершина шпильки должна находиться в пересечении осей карданова подвеса. Это условие выполняется при выделке котелка; на корабле остается следить только за тем, чтобы шпилька была ввинчена в свое гнездо до места.

3. Топка котелка должна быть всегда чистой и гладко отшлифованной без всяких царапин или трещин. Топку осматривают на свет посредством лупы и, если нужно, осторожно очищают мягкой заостренной деревянной палочкой, например спичкой.

4. Выверка картушек выполняется в компасной части Гидрографического управления ВМФ, когда шпилька и топка уже осмотрены.

а) При исправной шпильке и топке картушка не должна иметь застоя. Для проверки застоя замечают в призму отсчет пеленга какого-нибудь предмета и, отклонив небольшим магнитом картушку на $1-2^\circ$, оставляют ее колебаться. Если картушка, успокоившись, остановится на прежнем отсчете или на отсчете, отличающемся от первоначального не более чем на $0,1^\circ$, то такая картушка застоя не имеет.

В противном случае необходимо осмотреть топку и шпильку или подмагнитить стрелки. Необходимость подмагнитить стрелки, при исправных топке и шпильке, обнаружится по колебаниям картушки. В Ленинграде, при местной горизонтальной составляющей силы земного магнетизма период полного колебания 190-мм картушки должен быть от 25 до 33 сек.

б) Стрелки картушки и ободок с делениями должны быть горизонтальны в пределах $\frac{1}{2}-1^\circ$. Проверяется на-глаз при установленном в горизонтальное положение посредством уровня азимутальном круге компаса. Наклон картушки можно исправить кусочком воска, прикрепленным к окружности картушки.

в) Линия NS картушки должна быть параллельна магнитной оси системы стрелок.

г) Центр круга делений картушки должен совпадать с вершиной топки.

Последние два условия проверяются вместе при определении совокупной ошибки делений, в которую входит еще и растягивание бумажного кружка при наклеивке его на ободок картушки.

Проверка состоит в определении посредством особой выверительной стрелки отсчетов азимутального круга, соответствующих положениям пеленгатора при наведении последнего на магнитные N, S, O и W. Поместив затем в котелок исследуемую картушку, наводят пеленгатор так, чтобы в призме на нити были n, s, o и w картушки, и опять делают отсчеты по азимутальному кругу. Разности первых и вторых отсчетов покажут, в какую сторону и насколько отстоят истинные точки N, S, O и W от нанесенных на картушке точек n, s, o и w.

На нижней стороне картушки обыкновенно надписываются полученные числа, что дает возможность судить о достоинстве картушки.

5. Проверка пеленгатора. Вертикальная плоскость, проходящая через нить предметной и середину прорези глазной мишени, называется визирной плоскостью.

а) Визирная плоскость должна быть перпендикулярна к плоскости азимутального круга и проходить через его центр.

Вертикальность нити предметной мишени проверяется по отвесу, лучше на берегу, оставив компас на треногу и укрепив на некотором расстоянии от компаса достаточной длины отвес. В вертикальное положение нить приводится посредством винтов хх (рис. 20 и 22), подкладывая под один из них, если нужно, прокладки из фольги.

Приведя помощью уровня котелок в горизонтальное положение, наблюдают через прорезь глазной мишени совпадение нити

пеленгатора с нитью отвеса. Совпадение не должно нарушаться при перемещении глаза вдоль прорези глазной мишени.

б) Вертикальность глазной мишени, а следовательно и ее прорези, можно проверить также по отвесу или по уже выверенной нити предметной мишени. Подкладывая, если нужно, под один из винтиков $x'x'$ прокладку из фольги, можно добиться, что нить или отвес будут строго параллельны краям прорези.

в) Плоскость зеркала предметной мишени должна быть перпендикулярна к визирной плоскости.

Для проверки этого условия, подвесив отвес в расстоянии 2—3 м от котелка, установленного на треноге на берегу, наводя пеленгатор на отвес. Найдя в зеркале изображение нити отвеса, смотрят, составляет ли оно одну прямую с прямовидимым отвесом. Если составляет, то плоскость зеркала перпендикулярна к визирной плоскости. Если не составляет, то, отдав винты, которыми оправа зеркала прикреплена к предметной мишени, поворачивают зеркало вокруг его продольной оси, пока отраженный и прямовидимый отвес не будут составлять одну прямую. Эта работа должна быть выполнена особенно тщательно, так как малейшая неперпендикулярность упомянутых плоскостей вызывает большую ошибку в определяемом помощью зеркала пеленге светила (см. ниже § 20, п. 2).

г) При проверке призма должна быть установлена так, чтобы все три ее грани были перпендикулярны к визирной плоскости пеленгатора. Для проверки этого условия пеленгатор ставится на отсчет 180° по азимутальному кругу. Так как центр вращения пеленгатора находится в визирной плоскости и в то же время лежит на перпендикуляре к азимутальному кругу, проходящем через его центр, т. е. лежит в диаметральной плоскости компаса, то при этой установке пеленгатора носовая курсовая черта должна быть в визирной плоскости пеленгатора, и, следовательно, при правильно установленной призме и правильном положении носовой курсовой черты мы должны увидеть нить и изображение в призме носовой курсовой черты составляющими одну прямую. Для этого приходится, глядя в нижнее отверстие глазной мишени, опускать немного глаз или немного наклонить самую глазную мишень к центру котелка.

Если изображение курсовой черты приходится в стороне от нити, то, отдав слегка винты v (рис. 22), несколько поворачивают призму в нужную сторону.

Когда призма правильно установлена и глазная мишень вертикальна, то всякий отсчет по картушке не должен меняться от подьема или опускания призмы вдоль глазной мишени.

Правильность установки призмы пеленгатора должна составлять одну из главных забот штурмана, так как из-за не вполне прочного прикрепления призмы последняя на корабле часто бывает свернута. А при неправильно установленной призме вся девнация, определенная по пеленгам, будет неверна на некоторую постоянную величину.

Эта ошибка в девнации не скажется при исправлении взятых

впоследствии компасных пеленгов для определения места судна, так как последние будут также ошибочны на ту же величину.

Но замеченный по курсовой черте, без помощи призмы, компасный курс корабля, исправленный неверной девиацией, даст и истинный курс, неверный целиком на величину, равную ошибке от неправильной установки призмы.

Поэтому проверку призмы полезно делать перед каждым походом и время от времени в походе, тем более, что эта проверка чрезвычайно проста.

Проверка положения чашки пеленгатора относится к пригонке дефлектора де-Колонга к котелку и рассматривается в курсах девиации.

6. Проверка нактоуза. Диаметральной плоскостью нактоуза называется вертикальная плоскость, проходящая через ось нактоуза и делящая его тело на две симметричные части. У восьмигранных нактоузов эта плоскость проходит через ребро, по которому смыкаются дверцы нактоуза. У четырехгранных — она проходит через середину грани с дверцами.

а) Диаметральной плоскостью компаса должна совпадать с диаметральной плоскостью нактоуза.

У 127-мм нактоузов, где пружинный подвес вместе с кольцом, к которому он прикреплен, может изменять свое положение в шейке нактоуза, могут быть случаи, когда придется совмещать диаметральной плоскостью компаса с диаметральной плоскостью нактоуза. Тогда, поместив котелок на пружинный подвес и отдав предварительно два винта, которыми пружинный подвес прикреплен к медному кольцу внутри шейки, поворачивают кольцо пружинного подвеса, пока диаметральной плоскостью котелка не совместится на-глаз с диаметральной плоскостью нактоуза, и зажимают винты.

Сама шейка 127-мм компаса с установленным на ней мягким железом должна быть предварительно установлена так, чтобы железо было расположено симметрично относительно диаметральной плоскости нактоуза или повернуто относительно нее на некоторый угол для уничтожения несимметричной четвертной девиации.

По установке шейки, четыре винта, которыми она крепится к нактоузу, должны быть туго зажаты, чтобы мягкое железо не изменило своего положения. Полезно это положение шейки отметить резкой или даже закрепить шейку наглухо особым сквозным штифтом, пропущенным сквозь кольцо шейки и основание нактоуза.

б) Ось трубы девиационного прибора должна: 1) совпадать с осью компаса, проходящей через центр картушки, перпендикулярно к плоскости азимутального круга и 2) должна быть вертикальна.

Для проверки первого условия нактоуз ставят на берегу на поворотную платформу, вынимают из него все мягкое железо и все магниты, кроме кренового. Последний поднимают на цепочке в крайнее верхнее положение.

Ложатся на четыре главных компасных курса, берут на каждом из них пеленг какого-нибудь (одного и того же) отдаленного предмета.

Если все эти пеленги будут, в пределах $0,2 - 0,3^\circ$, одинаковы, то труба установлена правильно. Если же пеленги получатся различные, то, следовательно, креновой магнит дает некоторую горизонтальную составляющую, которая производит девиацию полукругового характера.

В этом случае необходимо переместить всю трубу к правому или левому борту, в нос или в корму, в зависимости от знаков девиации на разных курсах и от наименования полюса верхнего конца магнита. Порядок выполнения этой работы излагается в курсах девиации.

Для перемещения трубы нужно действовать как верхними, так и нижними винтами, удерживающими трубу в ее втулках.

После проверки первого условия проверяют вертикальность трубы. Для этого, опустив магнит в крайнее нижнее положение, повторяют изложенную в предыдущем пункте работу. Теперь, если нужно, приводят трубу в вертикальное положение, действуя только одними нижними винтами.

в) При установленном на нуль индексе девиационного прибора оси продольных магнитов должны быть параллельны диаметральной плоскости компаса, а оси поперечных ей — перпендикулярны.

Для проверки этого условия компас свозят на берег и, вынув из нактоуза магниты и убрав мягкое железо, устанавливают компас точно на курс *N* или *S* и замечают по картушке пеленг отдаленного предмета. Вкладывают два 20-см продольных магнита *N*-ми концами в сторону *Nord*'а картушки и устанавливают их приблизительно на середине вертикальной трубы девиационного прибора.

Успокоив картушку, смотрят, изменился ли пеленг отдаленного предмета. Если не изменился, то оси магнитов параллельны диаметральной плоскости котелка. Если изменился, то, ослабив винты, крепящие к верхнему основанию круг девиационного прибора, поворачивают последний (прибор) в надлежащую сторону, чтобы пеленг отдаленного предмета и курс были прежние. Зажимают крепительные винты, а потом перемещают индекс так, чтобы он приходился против нуля на круге, и крепят индекс.

Взаимная перпендикулярность продольных и поперечных магнитов обеспечивается при изготовлении девиационного прибора на заводе, так как вертикальные пазы на трубе девиационного прибора отстоят друг от друга точно на 90° . Поэтому, добившись параллельности продольных магнитов диаметральной плоскости компаса, считают, что поперечные магниты будут к ней перпендикулярны.

Из изложенного ясно, что при несложности устройства и сборки отдельных частей магнитного компаса конструкция последнего настолько хороша, что правильно собранный и выверенный компас в дальнейшей своей службе мало изменяет первоначальную выверку. Опыт показывает, что единственной частью компаса, тре-

бующей периодической проверки, является призма. Однако вследствие своей простоты проверка призмы в судовой обстановке не представляет никаких затруднений.

§ 19. Установка компаса

В зависимости от выбранного для установки компаса места, последний может быть установлен на корабле в диаметральной плоскости судна или вне ее, на открытом месте, с которого достаточно виден горизонт, или в закрытом помещении.

Где бы ни устанавливали компас, установка его заключается в совмещении диаметральной плоскости компаса с диаметральной плоскостью корабля или, если компас своим центром устанавливается вне диаметральной плоскости, — в установке диаметральной плоскости компаса параллельно диаметральной плоскости корабля.

Так как линия $0-180^\circ$ азимутального круга должна совпадать с диаметральной плоскостью компаса, то у правильно установленного компаса на корабле визирная плоскость при установке пеленгатора на 0° или 180° совпадает с диаметральной плоскостью корабля или ей параллельна.

Установка компаса всегда производится в прямом положении корабля, т. е. когда нет крена.

Компас, как уже указывалось, всегда устанавливается на толстой деревянной подушке, надежно прикрепленной к палубе.

Если позволяет место, компасы удобнее ставить в диаметральной плоскости судна. Поэтому главные компасы так устанавливаются почти всегда.

Все компасы устанавливаются обычно так, чтобы дверцы нактоуза и 0° азимутального круга приходились в корму (номером котелка к корме).

Установка всякого компаса состоит из предварительной установки и окончательной.

Рассмотрим теперь различные случаи установки компаса на судне.

1. Установка компаса в диаметральной плоскости на открытом месте.

Предварительная установка заключается в назначении на подушке для компаса мест для планок, к которым посредством болтов будет крепиться нактоуз.

Сперва на подушке мелом прочерчивают след от диаметральной плоскости корабля. Для этого помощью рулетки измеряют или ширину палубы, или длину мостика, или ширину крыши рубки, на которой ставится компас, если рубка расположена симметрично относительно бортов судна, и т. п., и проводят черту, одинаково отстоящую от обоих бортов корабля, краев мостика и т. п.

Нактоуз ставят центром на прочерченный след диаметральной плоскости корабля, обычно дверцами в корму, и на-глаз поворачивают нактоуз так, чтобы его диаметральная плоскость совместилась с диаметральной плоскостью судна. Котелок на нактоуз ставят так,

чтобы 0° азимутального круга приходился в корму, и пеленгатор устанавливают на отсчет 0° или 180° по азимутальному кругу.

Выбрав в носу или в корме судна какой-нибудь предмет, расположенный в диаметральной плоскости — штаги, гюйсшток, флагшток, середину мачты, трубу или вентилятор и т. п., — поворачивают нактоуз так, чтобы выбранный предмет пришелся на нить пеленгатора, а центр компаса не сошел с начерченного следа диаметральной плоскости. Последнее, если нужно, можно проверить, вынув котелок и спустив отвес в трубу девиационного прибора. Если место компаса позволяет, то полезно проверить предварительную установку и по носовому предмету (пеленгатор на 0°) и по кормовому предмету (пеленгатор на 180°).

Затем обводят карандашом или очерчивают каким-нибудь острым предметом внутри круглых отверстий в лапках нактоуза и отмечают центр этих отверстий. Снимают нактоуз с подушки.

После этого на отмеченные центры кладут четыре медные планки центрами их отверстий, выравнивают эти планки и очерчивают их положение на подушке. Убрав планки, высверливают достаточное углубление для центральной втулки планки и выдалбливают соответствующее планке углубление в подушке. Врезанная в подушку планка должна приходиться заподлицо с подушкой. Затем планки на сурнике кладутся в приготовленные для них места и крепятся к подушке четырьмя медными шурупами каждая. После этого врезают в подушку компаса планки с ушками для бакштагов.

Окончательная установка компаса состоит в проверке предварительной установки и в закреплении нактоуза на врезанных планках. Выполняется она следующим образом.

Поставив вновь нактоуз на врезанные планки, ввинчивают в них крепительные болты, пропущенные сквозь лапку нактоуза, но не зажимают их окончательно. Ставят на нактоуз котелок нулем азимутального круга в корму.

Выбрав затем, подальше от компаса, несколько предметов на судне, расположенных симметрично относительно диаметральной плоскости судна, например кат-балки (около борта), края орудийной башни, расположенной в диаметральной плоскости судна, центры орудийных станков симметрично расположенных пушек, шлюпбалки, края мостиков, отличительные огни, края дымовых труб, если трубы не близко к компасу и т. п., берут пеленги этих предметов, делая отсчеты по азимутальному кругу. Желательно пеленговать предметы, расположенные и в нос и в корму от компаса, причем не ограничиваться только одной парой предметов, так как последние могут быть не вполне симметричны.

Если компас установлен правильно, то сумма отсчетов при наведении пеленгатора на носовые симметричные предметы должна быть равна 360°, при наведении на кормовые предметы должна быть также 360°. Если этого нет — значит диаметральной плоскостью компаса повернута на некоторый угол относительно диаметральной плоскости корабля.

Нетрудно сообразить, что если сумма отсчетов 360°, то диаметральной плоскостью компаса повернута по о л и ц у относитель-

по диаметральной плоскости корабля. Если же эта сумма получается $> 360^\circ$ (т. е. $> 0^\circ$), то диаметральная плоскость компаса повернута против солнца относительно диаметральной плоскости корабля.

Отсюда вытекает следующее правило для окончательной установки компаса. Рассчитав по наведении пеленгатора на каждую пару симметричных предметов сумму отсчетов, вычисляют среднее из всех этих сумм отсчетов и поворачивают нактоуз по солнцу, если сумма отсчетов $> 360^\circ$, и против солнца, если сумма отсчетов $< 360^\circ$.

Разность между суммой отсчетов и 360° или наоборот и определяет собою требуемый угол поворота нактоуза.

Повернуть нактоуз на требуемый угол проще всего так: заметив отсчет по азимутальному кругу положения пеленгатора при наведении последнего на какой-нибудь судовой предмет, ставят пеленгатор на отсчет, равный замеченному $\pm$ требуемый угол поворота ($+$ если нактоуз надо повернуть против солнца и $-$ если требуемый поворот должен быть сделан по солнцу), и затем поворачивают нактоуз до тех пор, пока нить пеленгатора не придет на выбранный предмет.

Поворачивать нактоуз следует осторожно, поколачивая мушкетом или каким-нибудь деревянным предметом по лапкам нактоуза.

Затем еще раз проверяют установку по носовым и кормовым предметам; если установка верна с точностью до $0,1-0,2^\circ$, зажимают крепительные болты и считают установку оконченной.

Иногда запаса прорезей в лапках не хватает для требуемого еще поворота нактоуза на $0,2-0,3^\circ$. В этом случае можно круглым напильником немного пропилить прорези в лапках с соответствующей стороны.

Установив компас и зажав крепительные болты, устанавливают и обтягивают бакштаги для укрепления компаса в плоскости шпангоута. Бакштаги нужно обтягивать талрепами вручную и одновременно. Так как неправильное обтягивание бакштагов может вывести на $1-2^\circ$ диаметральную плоскость компаса в сторону от диаметральной плоскости судна, то при обтягивании бакштагов нужно навести нить пеленгатора на какой-нибудь судовой предмет и следить, чтобы нить не сходила с этого предмета. Нажимая один талреп больше другого, можно опять вернуть нить на предмет, если она сошла с него. Обтянув бакштаги втугую, завертывают на талрепах стопорные гайки и кладут марки.

Так как правильная установка компаса имеет большое значение для безопасности плавания корабля, то важно иметь всегда полную уверенность, что правильная установка не изменилась. С этой целью, по установке компаса, полезно на мачте, на стенке рубки или на другом неподвижном предмете, против нити пеленгатора, установленного на 0° или 180° , нанести краской тонкую вертикальную марку (черту). Если этого по местным условиям сделать нельзя, то можно выбрать какой-нибудь определенный и неподвижный предмет на судне и записать отсчет его пеленга по азимутальному кругу. Тогда перед выходом в море для быстрой провер-

ки установки компаса достаточно будет навести пеленгатор на марку или на предмет и проверить отсчет по азимутальному кругу. Ночью, на время проверки, марку можно осветить фонарем.

2. Установка компаса в диаметральной плоскости судна в закрытом помещении.

Эта установка во всем сходна с только что описанной. Разница лишь в том, что след диаметральной плоскости судна отбивают не только на подушке компаса, но и на переборках данного помещения или на предметах, расположенных в нем в диаметральной плоскости. Марки наносятся примерно на уровне котелка. Если можно выбирать, то берут предметы и переборку возможно дальше от компаса. Можно посредством рулетки нанести на переборке две-три пары вертикальных штрихов, симметрично расположенных относительно отбитой диаметральной плоскости, и дальше поступать, как сказано в предыдущем пункте.

3. Установка компаса вне диаметральной плоскости на открытом месте.

Эту установку можно произвести двояко, в зависимости от того, виден ли или не виден с этого компаса какой-нибудь достаточно отдаленный предмет.

а) Когда ближайший к устанавливаемому главный компас уже установлен, пеленгуют с него какой-нибудь отдаленный предмет и замечают отсчет по азимутальному кругу. Поставив на этот отсчет пеленгатор устанавливаемого компаса, ворочают его нактоуз в надлежащую сторону до тех пор, пока нить не придет на отдаленный предмет. В этот момент диаметральной плоскости устанавливаемого компаса параллельна диаметральной плоскости главного компаса, т. е., следовательно, параллельна диаметральной плоскости судна.

Точность такой установки зависит от отношения расстояния между компасами к расстоянию от корабля до предмета.

Обозначая расстояние между главным компасом A и устанавливаемым компасом A' через d , расстояние от главного компаса до отдаленного предмета P через D , видим (рис. 29), что разность между направлением на P с компаса A и с компаса A' выражается углом $APA' = \alpha$. Если направление на предмет будет перпендикулярно к линии AA' , то из $\triangle$ -ка APA' легко найти наибольшее значение этого угла α . Действительно,

$$\sin \alpha = \frac{AA'}{AP} = \frac{d}{D}.$$

Отсюда, ввиду малости угла α , можно написать, что

$$\alpha = \frac{d}{D \cdot \sin 1^\circ} = 57,3 \frac{d}{D}.$$

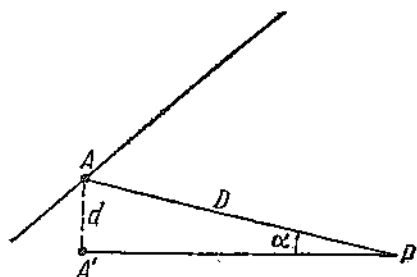


Рис. 29.

Из этого выражения расстояние отдаленного предмета D до корабля определится в зависимости от требуемой точности установки.

Например, если при $d=15$ м мы желаем установить компас с точностью до $0,1^\circ$, т. е. чтобы $\alpha=0,1^\circ$, то в этом случае D определится из условия

$$D = \frac{57,3 d}{\alpha} = \frac{57,3 \cdot 15 \cdot 10}{1852} = 4,6 \text{ м. миль},$$

т. е. надо отдаленный предмет брать не ближе 5 миль от корабля.

Для установки компаса этим способом необходимо, чтобы корабль был совершенно неподвижен. Если уверенности в этом нет, то нужно одному наблюдателю все время пеленговать отдаленный предмет по главному компасу и передавать отсчеты пеленгов по азимутальному кругу второму наблюдателю, устанавливающему новый компас. Второй наблюдатель должен поворачивать нактоуз, устанавливая каждый раз пеленгатор на отсчеты, передаваемые ему с главного компаса.

б) Если компас устанавливается вне диаметральной плоскости на открытом месте, но с него не видно никаких отдаленных предметов и нельзя нанести на чем-нибудь следов диаметральной плоскости судна на уровне котелка, то поступают следующим образом.

Отмечают центр компаса посредством спущенного через трубу девиационного прибора отвеса. Отбивают на палубе след диаметральной плоскости судна как против центра компаса, так и в нос и в корму от него на несколько метров.

Измерив расстояние от центра компаса до диаметральной плоскости судна, наносят на палубе марки в таком же удалении от диаметральной плоскости впереди и позади компаса, в расстоянии нескольких метров от его центра. Помощник наблюдателя становится с отвесом над носовой маркой, держа отвес точно над нею. Устанавливающий компас наблюдатель ставит пеленгатор на 0° и поворачивает нактоуз вокруг вертикальной оси, пока нить пеленгатора не придет на отвес. При этом нужно остерегаться, чтобы не сдвинуть центр компаса со своего места.

Затем помощник становится по другую сторону компаса и держит отвес над кормовой маркой. Наблюдатель наводит нить на отвес. Если отсчет по азимутальному кругу будет 180° , то компас установлен правильно и можно врезать планки. Если отсчет не равен 180° , то необходимо несколько передвинуть компас в направлении к диаметральной плоскости или от нее и повторить работу.

4. Установка компаса вне диаметральной плоскости в закрытом помещении.

Отмечают помощью отвеса положение центра компаса. Отбивают след диаметральной плоскости как на палубе данного помещения, так и на носовой и кормовой его переборках.

Измерив расстояние от центра компаса до диаметральной плоскости судна, наносят марки на носовой и кормовой переборках, на уровне котелка, на таких же расстояниях от следов диаметральной

ной плоскости на переборках. Таким образом, получают продольную плоскость, проходящую через центр компаса.

Затем, подобно изложенному в предыдущем пункте, поворачивают компас вокруг вертикальной оси, добиваясь, чтобы при установленном пеленгаторе на отсчеты 0° и 180° нить предметной мишени совпадала с марками на носовой и кормовой переборках.

Для каждого из путевых компасов также необходимо иметь свою контрольную марку и знать отсчет ее пеленга по азимутальному кругу для постоянной проверки правильности установки компаса.

§ 20. Употребление компаса

Главный компас на корабле предназначен для: 1) непрерывного указания курса корабля, 2) определения направления на различные видимые с корабля земные предметы и небесные светила, 3) определения курсовых углов различных точек и 4) определения направления ветра и течения.

1. Курс компаса замечается всегда по носовой курсовой черте, т. е. той, которая находится между центром компаса и носом корабля.

Чтобы заметить курс корабля, нужно стать между компасом и кормой судна, вблизи компаса, лицом к нему, и, стараясь удерживать глаз в диаметральной плоскости компаса, заметить деление картушки, совпадающее с носовой курсовой чертой. Если последняя приходится между штрихами картушки, то на-глаз оценивают дробную часть деления с точностью до $0^\circ,1$.

Вследствие невозможности, особенно в свежую погоду, идеально держать судно на курсе без всяких отклонений в сторону, картушка, по большей части, всегда отклоняется вправо и влево от курсовой черты. Поэтому, замечая курс, необходимо выждать, чтобы картушка стояла некоторое время неподвижно или, при непрерывных колебаниях картушки, заметить отсчеты курсов при крайних отклонениях картушки вправо и влево и рассчитать затем средний курс.

Чтобы лечь на заданный курс, нужно, стоя так же, как и в предыдущем случае, положить руля в надлежащую сторону и дать кораблю катиться до тех пор, пока обозначающее заданный курс деление картушки не совпадет с носовой курсовой чертой. При этом, чтобы судно не перекачилось больше, чем нужно, поступают следующим образом.

Сперва кладут руля побольше, причем штурман, с разрешения командира и предупредив вахтенного командира, командует «право (лево) руля столько-то градусов» или «право (лево) на борт». Когда судно покатится в нужную сторону, через некоторое время, в зависимости от угла поворота, штурман командует «отводи». По этой команде рулевой уменьшает угол положения руля.

Когда осталось несколько градусов ($10-8^\circ$) до назначенного курса, в зависимости от быстроты, с которой судно катится, штурман командует «одерживай» и затем говорит рулевому

«столько-то градусов осталось». По этой команде рулевой, следя за изменением курса по путевому компасу, еще больше отводит руль, ставит его прямо или даже перекладывает в другую сторону, стараясь, чтобы корабль перестал быстро катиться и стал медленно подходить к назначенному курсу. Сообщая рулевому, что «осталось 5°, 4°, 2° катиться», штурман в момент совпадения обозначающего заданный курс деления картушки с носовой курсовой чертой командует «так держать». Рулевой по этой команде замечает свой курс и докладывает его штурману «есть так держать столько градусов».

Так как по большей части не удастся сразу лечь на заданный курс, а корабль несколько перекатится, то штурман, продолжая стоять у компаса, должен заметить, на сколько градусов корабль перекатился, и сказать рулевому «перекатился столько-то градусов» и продолжать следить за компасом. Когда рулевой подведет корабль обратно к замеченному им курсу, он должен доложить «на румбе».

Если в этот момент курс по главному компасу соответствует заданному, штурман может считать, что корабль лежит на назначенном курсе; если не соответствует — штурман обязан поправить рулевого и добиться, чтобы рулевой заметил румб по путевому компасу, точно соответствующий назначенному по главному компасу курсу.

Компасные курсы исправляются, как известно, склонением и девиацией. Если диаметральной плоскостью компаса не вполне совпадает с диаметральной плоскостью судна, т. е. в установке главного компаса допущена некоторая ошибка, то все курсы будут ошибочны на величину этой ошибки. Следует помнить, что в этом случае, пользуясь таблицей девиации, определенной по пеленгам, мы этой ошибки курсовой черты не исключим, так как она не входит в определенную девиацию. Поэтому всегда важно иметь компас правильно установленным, чтобы не допустить ошибки в курсе из-за несовпадения курсовой черты с диаметральной плоскостью судна.

2. Для пеленгования видимых с корабля предметов и небесных светил пользуются пеленгатором.

Наведя пеленгатор на предмет, смотрят в щель глазной мишени и, совместив предмет, нить предметной мишени и середину прорези в одной вертикальной плоскости, быстро опускают глаз, смотрят в призму и замечают, против какого деления картушки приходится видимая непосредственно поверх призмы нить предметной мишени. Замеченное деление картушки дает нам, вследствие описанного выше устройства пеленгатора, отсчет компасного пеленга данного предмета, отличающийся на 180° от самого пеленга.

Если нить приходится между штрихами картушки, то на-глаз оценивают дробную часть деления, замечая отсчеты пеленгов предметов при определении места с точностью до 0,1—0,2, а при определении девиаций до 0°,1.

При пеленговании солнца накладывают перед глазной мишенью

одно из цветных стекол, в зависимости от яркости солнца. При пеленговании планет или звезд откидывают щитик с узкой щелью, если он имеется на глазной мишени, и пеленгуют сквозь широкую прорезь.

При пеленговании небесных светил никогда не следует пользоваться отражательным зеркалом, прикрепленным к предметной мишени пеленгатора, а пеленговать светила непосредственно, как и земные предметы. Для этого необходимо выбирать небесные светила, находящиеся вблизи горизонта.

Это выгодно по двум причинам: во-первых, азимут или пеленг его определяется при этом точнее, во-вторых, обходясь без отражающего зеркала, мы исключаем возможность ошибки в компасном пеленге: 1) от неполной перпендикулярности оси вращения зеркала к визирной плоскости пеленгатора, 2) от наклонности оси вращения зеркала к горизонту и 3) от непараллельности отражающей поверхности зеркала оси вращения его. Исследования гидрографа геодезиста В. В. Каврайского показали,¹ что влияние этих ошибок быстро возрастает с высотой светила, и так как рассчитывать на их уничтожение тщательной выверкой зеркала трудно, то лучше вовсе не пользоваться последним.

3. Курсовым углом какого-нибудь предмета называется, как известно, угол между диаметральной плоскостью корабля и вертикальной плоскостью, проходящей через данный предмет.

Курсовые углы принято считать вправо и влево от носа корабля от 0 до 180°. Каждый курсовой угол имеет, следовательно, наименование того борта, с которого предмет расположен.

Чтобы определить курсовой угол предмета главным компасом, наводят на предмет пеленгатор, как обычно, но отсчет делают не по картушке, а по азимутальному кругу компаса. При этом отсчеты от 0 до 180° будут прямо давать курсовые углы правого борта. Отсчеты от 180 до 360° будут соответствовать курсовым углам левого борта. Чтобы получить курсовой угол левого борта, нужно сделанный отсчет вычесть из 360°.

Пример 1. При наведении пеленгатора на неприятельский корабль сделали отсчет по азимутальному кругу 73°. Следовательно, курсовой угол неприятеля $\alpha = 73^\circ$ правого борта.

Пример 2. Наведя пеленгатор на неприятеля, сделали отсчет по азимутальному кругу 217°. Курсовой угол неприятеля $\alpha_1 = 360^\circ - 217^\circ = 143^\circ$ левого борта.

При подразделении азимутального круга компаса в обе стороны от 0 до 1800 курсовые углы и правого и левого борта определяются одинаково просто, как в примере 1.

4. Чтобы определить по компасу направление ветра, нужно поставить пеленгатор на-глаз параллельно вымпелу, вылетающему из трубы дыму и т. п. и заметить по картушке румб, соответствующий этому положению пеленгатора.

Так же определяется и направление течения.

¹ Н. Матусевич, Мореходная астрономия, 1922 г., стр. 519 — 521.

Необходимо только при определении наименования румба помнить, что ветер дует в компас, а течение идет из компаса.

§ 21. Уход за компасами

За компасом как важнейшим для мореплавателя прибором, от исправного действия которого зависит безопасность плавания корабля, должен быть, конечно, самый тщательный и внимательный уход. Компас должен быть всегда в полной исправности, и все его части должны содержаться в чистоте. За чистотой и содержанием компаса в порядке следит хозяин компаса, назначаемый обычно из числа рулевых.

Ночью, когда компасом не пользуются, его покрывают парусиновым чехлом. Днем, в хорошую погоду, чехлы с компасов снимаются по общему приказанию с вахты.

Если медный колпак компаса не окрашен, то его нужно ежедневно чистить. Другие наружные медные части компаса, покрытые металлическим лаком, следует просто протирать сухой мягкой ветошью. Колпак для чистки снимается с нактоуза и чистится в стороне на брезенте.

При обращении с компасом всегда надо остерегаться сдвинуть его со своего места или помять установленное на компасе мягкое железо, служащее для уничтожения четвертной девиации. Всякое изменение положения установленного железа нарушает правильность произведенного уничтожения девиации и делает компас негодным к употреблению, пока девиация не будет вновь уничтожена или определена. О всяком замеченном изменении в положении мягкого железа компаса нужно немедленно доложить старшему штурману.

Дверцы нактоуза должны быть всегда заперты на ключ, который должен храниться у старшего штурмана. Если иногда, в хорошую погоду, желательно открыть дверцы нактоуза для проветривания, необходимо поставить у компаса дневального для наблюдения за тем, чтобы кто-нибудь случайно, по незнанию, не передвинул или не вынул магнитов-уничтожителей со своих мест. В нактоузах никогда не следует хранить никаких посторонних вещей.

При работах у компаса никогда не следует иметь при себе никаких железных или стальных вещей, как то: ножей, ключей, цепочек, пряжек и т. п., так как даже маленькие металлические предметы на близком к компасу расстоянии вызывают изменение девиации.

При обтирании стекла крышки котелка надо пользоваться сухой, чистой и мягкой ветошью и отнюдь не употреблять для этого шерстяных тряпок.

Азимутальный круг компаса и пеленгатор время от времени нужно протирать мягкой тряпкой с вазелином, особенно если на компас попала морская вода. Азимутальный круг строго воспрещается чистить порошком, чтобы не испортить штрихов делений.

Когда котелок снимают с нактоуза или ставят на него, то следят за тем, чтобы не ударить котелок о нактоуз и не помять коте-

лок. При установке котелка на нактоуз удобнее всего держать котелок за кольцо карданова подвеса плоскостью кольца наклонно к одной из подцапфенных коробок пружинного подвеса. Заложив одну из цапф в эту коробку, опускают противоположную часть карданова кольца на другую подцапфенную коробку.

Снимая котелок, следует отвернуть предохранительную планку на одной из подцапфенных коробок пружинного подвеса, взяться руками за карданово кольцо с противоположной от себя стороны и поднять кольцо кверху. Выведя затем соответствующую цапфу из подцапфенной коробки и поднимая котелок за карданово кольцо одновременно вверх и вбок, легко снять котелок с нактоуза.

При снятии нактоуза со своего места, например, на зимнее время, следует магниты-уничтожители оставить на местах, смазав их, девиационный прибор и мягкое железо тонким слоем вазелина.

Звонковые провода и провода освещения надо разъединить, концы их изолировать и вместе с концом медной трубки, в которой провода выходят из палубы под компасом, обернуть непромокаемой материей и хорошенько обвязать.

Запасные магниты-уничтожители, отпускаемые обычно в особом деревянном ящике, следует хранить в сухом помещении и смазывать иногда вазелином. Такая смазка предохраняет магниты от ржавчины, которая портит хорошие качества магнитов, так как магнетизм последних сосредоточен на поверхности, а окраска магнитов не вполне предохраняет их от ржавчины.

Запасные магниты, во избежание их размагничивания, никогда не следует складывать одноименными полюсами вместе. Отпускаемые компасной частью Гидрографического управления ВМФ запасные магниты намагничены не до насыщения, а со сбавкой около 10% их полной силы. Поэтому при бережном обращении можно рассчитывать на постоянство силы магнитов в течение значительного промежутка времени.

§ 22. Лупа компасная

Часто трудно бывает точно держать корабль на курсе вследствие того, что деления картушки компаса слишком мелки. В этих случаях очень выгодно пользоваться специальной компасной лупой А (рис. 30), накладываемой своим основанием В на азимутальный круг компаса.

Лупа компасная представляет собой половину круглой оптической чечевицы, радиусом в 55 мм и толщиной в центре в 8 мм. Лупа своим срезанным диаметром установлена в вертикальном положении на горизонтальной медной планке С, толщиной в 4 мм, и удерживается на ней помощью медной дуги D с желобком внутри, охватывающей тонкий край окружности лупы. Дуга D является оправой, в которой держится лупа. Концы этой дуги D проходят через два отверстия на краях планки С. С другой стороны планки С на выступающие концы дуги D, на которых имеется нарезка, навинчиваются гайки, которые плотно прижимают лупу А к планке С.

Планка *С* таким образом поддерживает лупу и кроме того дает возможность наклонять ее под любым углом к плоскости азимутального круга, а также приближать или удалять ее от центра компаса на 25 мм в обе стороны.

Для этого с двух противоположных сторон круглого основания прибора *В* привинчены две направляющие планки *Е* с прорезями в них *Г*. Вдоль каждой из этих прорезей может перемещаться круглая шайба *Г* с выступающим цилиндром в центре, высотой в 4 мм. С двух противоположных сторон наружные стенки цилиндра срезаны в виде двух параллельных между собой плоскостей, расстояние между которыми равно ширине прорези в направляющих планках *Е*. Вставив эти шайбы в прорези плоскими стенками

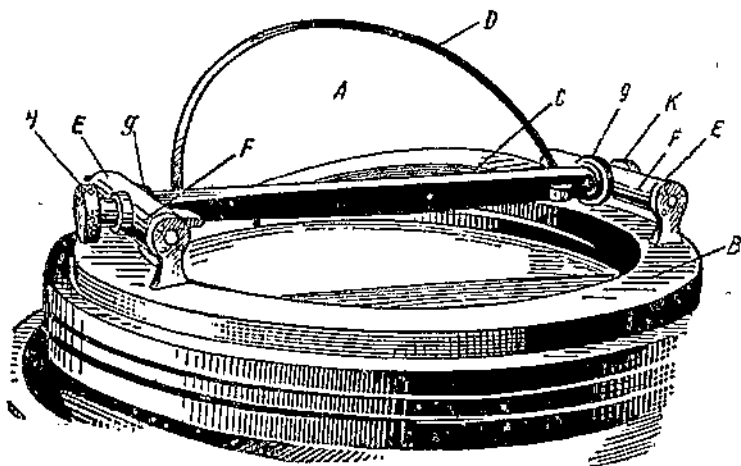


Рис. 30. Вес 0,5 кг.

цилиндров, можно передвигать их вдоль прорезей вперед и назад. Внутри цилиндров этих шайб выточены цилиндрические каналы, служащие подцапфенниками для цапф, поддерживающих горизонтальную планку *С* с лупой. С одной стороны планки *С* имеется цилиндрическая цапфа. Конец выступает из направляющей планки *Е*. На него надевается медная прокладка и навинчивается круглая гайка с насеченной головкой *Н*. С другой стороны планка *С* плоско срезана в направлении, перпендикулярном к своей оси. С этой стороны в теле планки *С* просверлен канал с внутренней нарезкой. С наружной стороны через прорезь направляющей планки *Е* и цилиндрический канал шайбы вставляется вторая цапфа. Наружный конец ее представляет собою насеченный цилиндр *К*, высотой в 10 мм, а внутренний конец своей нарезкой ввинчивается в указанный канал в теле планки *С*. Таким образом, вращением цапф в подцапфенниках меняется наклон лупы по отношению к плоскости азимутального круга компаса, а передвижением самих шайб *Г* с подцапфенниками вдоль прорезей направляющих планок *Е* — установка лупы относительно центра компаса. Лупу можно установить

ближе к центру или дальше от него, впереди или позади от центра компаса. Установив лупу так, чтобы она давала наиболее ясное изображение делений картушки, закрепляют ее в этом положении зажимом гаек на концах оси планки С.

Лупа рассчитана таким образом, чтобы при расстоянии глаза от нее в 50 см давать увеличение около 3 раз. В зависимости от роста рулевого и расстояния от штурвала до компаса, опытным путем выбирается наилучшее положение для лупы.

§ 23. Шлюпочный компас

Обыкновенные судовые компасы непригодны для пользования на гребных шлюпках, паровых или моторных катерах, так как эти малые суда постоянно подвергаются ударам, толчкам и сотрясениям, вредно отзывающимся на работе компаса. Поэтому для всех шлюпок выработан специальный тип маленького шлюпочного компаса (рис. 31) с картушкой в жидкости.

Котелок шлюпочного компаса (рис. 32) своим устройством напоминает 127-мм котелок, но имеет, конечно, меньшие размеры.

Стенки верхней камеры А прямые. С двух противоположных концов диаметра укреплены две вертикальные тонкие проволоочки С, служащие курсовыми чертами. Четырьмя каналами а верхняя камера А соединяется с нижней камерой В.

Картушка К, диаметром в 7,6 см (3 дюйма), с поплавком

В несет на себе систему из двух магнитных стрелок длиной в 64,0 мм, круглого сечения, диаметром в 3,3 мм. Объем поплавка рассчитан так, что вес картушки в 42° жидкости всего $1,5 \pm 0,2$ г. Магнитный момент картушки около 400 единиц CGS.

Картушка разбита через $\frac{1}{2}$ румба, а также на градусы через 2°. Главные и четвертные румбы обозначены соответствующими буквами. Надписи градусных делений идут через 10°, причем сделаны в десятках градусов, т. е. отбрасывая нуль каждого десятка, например 20° обозначено цифрой 2, 110° — числом 11, 270° — числом 27 и т. д. Старые картушки шлюпочных компасов были разбиты только через $\frac{1}{2}$ румба.

В центре диафрагмы D, закрывающей снизу нижнюю камеру В, имеется втулка F, куда ввинчена пробка G. Отвинтив пробку G,

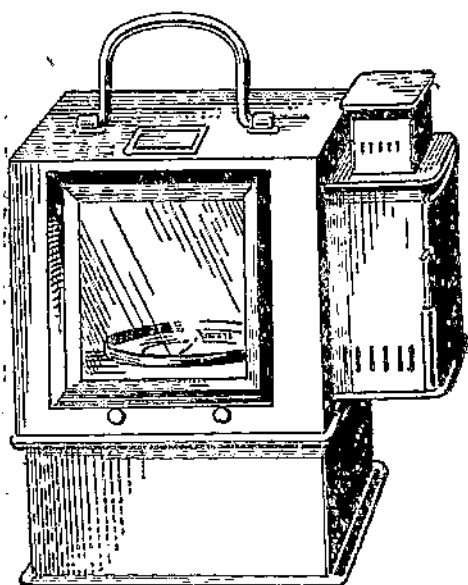


Рис. 31. $\frac{1}{4}$ nat. вел., вес 4,3 кг.

можно долить котелок жидкостью или переменить шпильку, как сказано в § 17, пп. 1 и 2.

Шпилька у шлюпочного компаса совершенно такая же, как и у 127-мм компасов. Котелок сверху закрыт толстым стеклом *H*, на

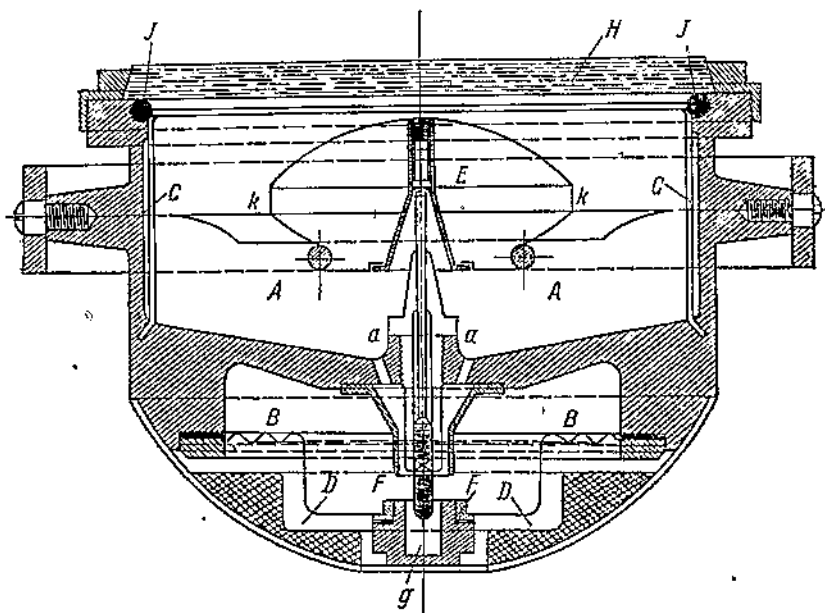


Рис. 32. $\frac{1}{6}$ нат. вел.

круглой резиновой прокладке. Азимутального круга шлюпочный компас не имеет.

Для удобства ориентировки по шлюпочному компасу диаметрально плоскость котелка отбита на крышке котелка черной тон-

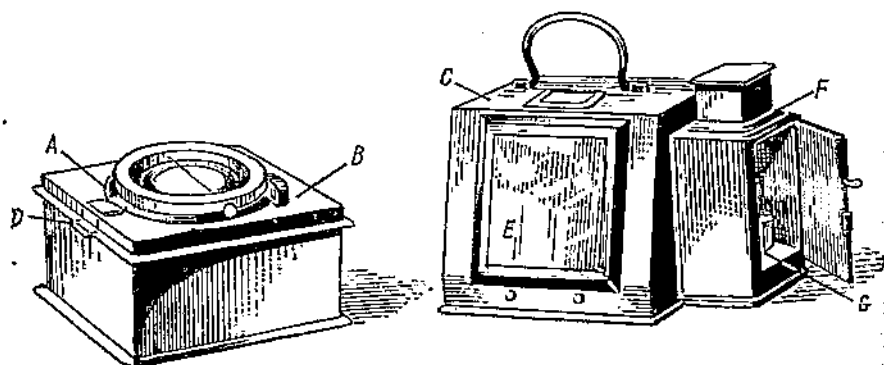


Рис. 33. $\frac{1}{5}$ нат. вел.

кой линией, а на поплавке толстой красной чертой отмечено направление компасного Nord'a.

Посредством карданова подвеса *A* (рис. 33) шлюпочный компас подвешен внутри медной четырехугольной открытой сверху короб-

ки В, служащей верхним основанием нактоуза шлюпочного компаса. Ко дну этой коробки привинчены две угловые медные планки, поддерживающие пружинный подвес, на подцапфенные коробки которого и кладется цапфами карданова кольца шлюпочный компас.

Сверху коробка закрывается медным колпаком С квадратного сечения, соединяемым с коробкой задвижными стержнями. Эти стержни с двух сторон колпака входят в соответствующие петли D на стенках коробки у ее верхнего среза.

Передняя стенка колпака несколько наклонена назад и в ней устроено квадратное окно Е со вставленным в него толстым зеркальным стеклом, через которое видны котелок и картушка (рис. 31).

В правой боковой стенке колпака сделано прямоугольное окно. Снаружи колпака к этому окну подвешивается масляный фонарик F четырехугольной формы. В фонарике имеется маленькая масляная лампочка G с рефлектором для освещения котелка и картушки через боковое окно колпака.

Сверху колпака приделана откидная ручка, служащая для переноски шлюпочного компаса, а на задней стенке колпака имеется медный угольник, посредством которого компас может быть подвешен на заспинную доску гребной шлюпки.

На некоторых судах и теперь еще можно встретить старый тип шлюпочного компаса. Шлюпочный компас старого типа состоит из ординарного котелка с прямыми стенками, закрытого снизу наглухо диафрагмой из гофрированной луженой меди. В нижней части котелка, в расстоянии 2,7 см от верхнего его среза, укреплен наклонно к стенкам котелка медный козырек шириной в 2 см. Так как свободный край козырька ниже края, прикрепленного к телу котелка, то воздух, попав под козырек, не сможет из-под него выйти в камеру с жидкостью. Расширение жидкости при повышении температуры вызывает растяжение диафрагмы. При образовании же небольшого пузырька воздуха его можно удалить, наклонив котелок и заставив пузырек уйти под козырек. Вывинтив нижний винт, закрывающий отверстие в стенке котелка, можно удалить излишнее количество воздуха, собравшегося под козырьком. Верхнее отверстие в стенке котелка, также закрытое винтом, служит для доливания жидкости, что приходится делать при образовании столь большого воздушного пузыря, что его не удастся убрать под козырек. Снизу к котелку привинчен тремя винтами медный поддон со свинцовым грузом для увеличения устойчивости котелка при качке.

Картушка с поплавком и двумя круглыми стрелками помещается в жидкости — 42° смеси чистого спирта с дистиллированной водой. Картушка разбита через $\frac{1}{2}$ румба.

Снаружи котелок имеет карданово кольцо с двумя цилиндрическими цапфами, которые входят в два круглых диаметрально противоположных отверстия в передней и задней стенках медного колпака компаса. Задняя цапфа укреплена в кардановом кольце наглухо; она вставляется в отверстие в задней стенке медного колпака. Передняя цапфа — съемная. Она предварительно пропу-

скается в круглое отверстие в передней стенке медного колпака и затем своим навинтованным концом ввинчивается в соответствующую нарезку в кардановом кольце. Таким образом, компас висит внутри медного колпака на цапфах карданова кольца без пружинного подвеса.

Медный колпак с осветительным прибором похож на колпак шлюпочного компаса новейшего типа, но вместо нижней коробки имеет только съемное дно, удерживаемое на месте двумя винтами, проходящими сквозь переднюю и заднюю стенки колпака и загнутые кромки съемного дна. Устройство осветительного прибора такое же, как и у шлюпочного компаса новейшего типа.

Шлюпочными компасами пользуются на шлюпках преимущественно в туманную погоду.

На паровых и моторных катерах, при невыгодном расположении переносного шлюпочного компаса, девиация последнего может быть довольно значительной. В этом случае для уменьшения влияния корпуса катера на компас, при определении компасного курса, нужно, стоя на верхней палубе катера, поднять компас над палубой на уровень своего лица и тогда замечать курс по компасу. Он будет вернее, чем при положении компаса вблизи палубы.

§ 24. 75-мм (3-дюймовый) морской магнитный компас

На корабельных, паровых и моторных катерах иногда устанавливаются 75-мм компасы, специально для них предназначенные (рис. 34). 75-мм компас в общем — тот же шлюпочный компас, но снабженный небольшим пеленгатором А обычного устройства и установленный внутри своей четырехугольной коробки С на пружинном подвесе.

Пеленгатор снабжен пеленгаторной чашкой В для насаживания дефлектора де-Колонга, что дает возможность произвести у такого компаса уничтожение полукруговой и креновой девиации по силам. Так как такой пеленгатор значительно закрывает катушку компаса, то в последнее время перешли к съемному пеленгатору без чашки.

Компас устанавливается на катере на деревянном нактоузе или на кронштейне вблизи штурвала. Нактоуз представляет собой тиковую тумбу квадратного сечения. В медном верхнем основании нактоуза сделаны по бокам две выступающие планки D, в которые выступами своего основания задвигается четырехугольная коробка С компаса и удерживается на месте защелкой E.

С боков нактоуза сделаны гнезда для продольных и поперечных магнитов, закрываемые деревянными планками F.

Внутри нактоуза имеется трубка, в которой висит креновой магнит на цепочке g.

В случае необходимости установить мягкое железо, таковое помещается на угольниках в виде поперечных брусков. Нактоуз прочно крепится к палубе двумя болтами, пропущенными сквозь проушины H в лапках основания нактоуза.

Осветительный прибор компаса для паровых катеров совершенно такой же, как и у шлюпочного компаса.

Иногда, за недостатком места, 75-мм компас устанавливается не на нактоузе, а на деревянном кронштейне, привинченном к переборке судна.

Деревянный кронштейн 75-мм компаса состоит из двух скрепленных под прямым углом деревянных досок, толщиной в 2 см. Вертикальная доска, размером 38,8×20,7 см, привинчивается к переборке на такой высоте, чтобы компасом удобно было пользоваться.

На горизонтальной доске, поддерживаемой двумя деревянными кронштейнами, устанавливается 75-мм компас. Для этого на горизонтальной доске имеются две направляющие угловые деревянные планки, под выступающие части которых и задвигается компас выступом своей нижней коробки. Когда компас задвинут на кронштейне до места, то двумя винтами, ввинченными в горизонтальную доску впереди компаса, и одним винтом, ввинченным позади него, компас прочно закрепляется на кронштейне.

На деревянный кронштейн для уничтожения четвертной девиации можно поместить мягкое железо, для чего горизонтальная доска имеет с боков приливы с прорезью. В эти прорези пропускаются стопорные винты с круглыми головками, закрепляющие в нужном положении деревянную планку с привинченным к ней брусом мягкого железа прямоугольного сечения. Обычно на кронштейн устанавливаются два 12-см поперечных бруска. Для помещения магнитов, уничтожающих полукруговую и креновую девиации, под серединой горизонтальной доски кронштейна укреплен вертикальный деревянный брусок квадратного сечения 7×7 см и длиной 22,9 см. Нижний конец этого бруска посредством небольшого

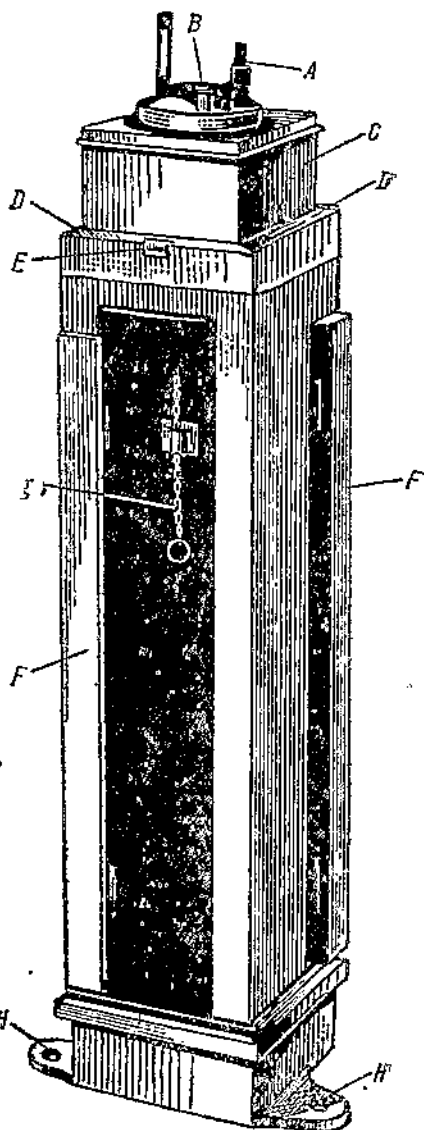


Рис. 34. 1/7 nat. вел., вес 30,1 кг

горизонтального бруска связан с вертикальной доской кронштейна.

Вдоль двух взаимно перпендикулярных граней вертикального бруска выточены два выступа в форме ласточкина хвоста. По этим выступам скользят деревянные коробочки с продольными и поперечными магнитами-уничтожителями. В качестве таковых употребляются самые малые магнитные стрелки 127-мм картушки, длиной в 56,4 мм и квадратного сечения $3,3 \times 3,3$ мм. В коробке имеется место для двух таких стрелок. Сверху коробочка закрыта деревянной крышкой, привинченной к ней четырьмя винтами. Коробочка с магнитами, передвигаясь по вертикальному бруску, может быть закреплена на нем в любом положении посредством

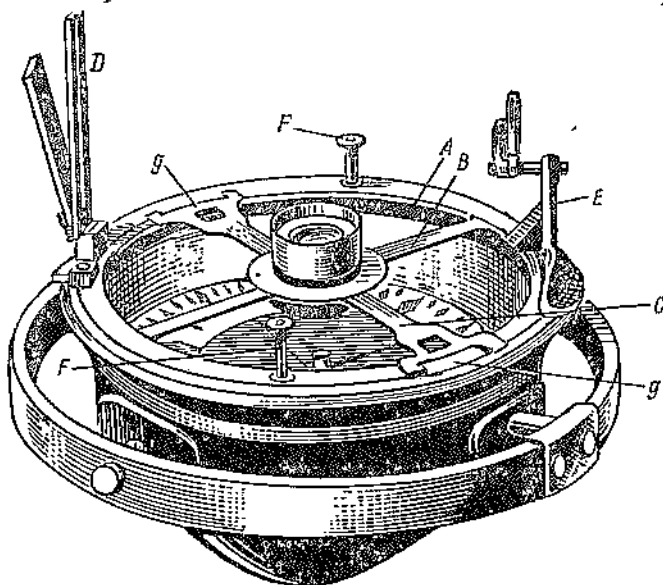


Рис. 35. $\frac{1}{4}$ тат. вел., вес 8,8 кг.

двух медных винтов, проходящих снаружи сквозь крышку и коробочку.

Внутри вертикального бруска, по оси его, высверлен цилиндрический канал, в котором ходит круглый деревянный стержень. На верхнем конце этого стержня высверлено цилиндрическое гнездо для кренового магнита — такой же магнитной стрелки, которой пользуются в качестве продольного и поперечного магнита. Осадив вниз стержень, можно снизу, рукою, приподнимать или опускать его, пока креновой магнитик не займет нужного положения. Тогда, в этом положении, деревянный стержень закрепляется медным винтом, пропущенным снаружи сквозь правую грань вертикального бруска.

§ 25. 190-мм (7 $\frac{1}{2}$ -дюймовый) съемочный котелок

Котелок этот (рис. 35) — простейшей конструкции, без погаше-

судах компасами более совершенной конструкции и в настоящее время употребляется только на берегу при съемочных работах.

Котелок съемочного компаса цилиндрической формы с плоским или сферическим дном. В центре дна укреплен медная чашка, в которой помещается колонка для шпильки. Котелок внутри выкрашен белой эмалевой краской и на внутренней стенке его с двух противоположных сторон нанесены черной краской две тонкие вертикальные линии, служащие курсовыми чертами.

Снизу, снаружи котелка, к его дну для увеличения устойчивости прикреплен свинцовый груз.

Сверху котелок закрывается стеклянной крышкой, состоящей из медной оправы со вставленным в нее стеклом. В верхнюю кромку оправы врезана тонкая кольцевая пластинка с нанесенными на ней по радиусу делениями от 0 до 360° через $\frac{1}{2}^\circ$ — азимутальный круг компаса.

Крышка плотно надевается на верхний срез котелка всегда в одном положении благодаря двум вырезам в боковой грани крышки, которыми последняя надевается на неподвижные шпильки, укрепляемые снаружи тела котелка на двух противоположных концах его диаметра.

Ниже шпильков снаружи котелка привинчены цапфы, которые ложатся на подцапфенные коробки карданова кольца. Последнее своими цапфами, ось которых перпендикулярна к оси цапф котелка, ложится на подцапфенные коробки пружинного подвеса или вилки на треноге.

Иногда для повышения точности работы употребляются старые катушки, разбитые через 20'.

В некоторых старых котелках имеется приспособление для отделения катушки от шпильки на время, когда катушка не нужна, например, при переносе котелка, чтобы не вынимать каждый раз катушки и не давать шпильке тупиться о точку. В прежнее время, когда этими котелками пользовались на судах, катушку поднимали во время стрельбы.

Это приспособление называется подъемником и состоит из медной трубочки, надеваемой на шпильку, и рычага, проходящего сквозь стенку котелка наружу. Нажимая на рычаг, поднимали катушку и удерживали ее в поднятом положении зажимом винта, упирающегося своим концом в подъемный рычаг.

Пеленгатор съемочного компаса состоит из медного круга *A* с двумя взаимно перпендикулярными медными диаметрами *B* и *C*. С двух противоположных сторон круга укреплены мишени — предметная *D* и глазная *E*. Предметная мишень имеет отражательное черное зеркало, глазная — цветные стекла.

Для удобства наведения пеленгатора служат две невысокие медные стойки *F*, укрепленные по концам диаметра круга, перпендикулярного к визирной плоскости пеленгатора.

При производстве отсчетов по азимутальному кругу пользуются индексами двух верньеров *g*, нанесенных на противоположных концах одного из медных диаметров круга.

Так как основания мишеней закрывают деления азимутального

круга под ним, то как линия, соединяющая индексы верньеров, так и линия $0-180^\circ$ азимутального круга повернуты относительно визирной плоскости пеленгатора приблизительно на угол в 38° вправо (по солнцу).

Устройство верньеров позволяет производить отсчеты по азимутальному кругу с точностью до $1'$.

В центре пеленгатора тремя винтами прикреплена медная втулка, надеваемая на штырь, укрепленный в центре стеклянной крышки котелка. Медный штырь с круглым плоским заплечиком протиснут своим навинтованным концом сквозь отверстие в центре стекла. С нижней стороны стекла на навинтованный конец штыря навинчена гайка. С обеих сторон стекла подложены прокладки из фольги.

Пеленгатор удерживается на штыре медным кольцом с шипом, входящим в соответствующее отверстие в головке штыря. Кольцо скрепляется со штырем небольшим винтом, проходящим через центр кольца в нарезку в теле штыря.

При работах на берегу съемочный компас устанавливается на треноге с вилкой (см. рис 40). Три деревянные ножки треноги (на рисунке не показаны) соединены на шарнирах с медной оправой *a*, в центре которой имеется вертикальный медный штырь *b*. На него надевается своей втулкой *c* медная раздвижная вилка *d* с подцепленными коробками *e* на концах своих рогов.

На концах деревянных ножек треноги имеются медные заостренные наконечники, входящие в грунт для более прочной установки треноги.

§ 26. Дефлектор де-Колонга

Дефлекторы, как известно, называются приборы, служащие для измерения или сравнения между собой магнитных сил, действующих на стрелку компаса. По измеренным дефлектором силам можно уничтожить или определить девиацию судового компаса.

В нашем флоте употребляется дефлектор системы де-Колонга, общий вид которого показан на рис. 36. Дефлектором де-Колонга можно измерить как горизонтальную, так и вертикальную силу, что выгодно отличает его от дефлекторов других систем, посредством которых измеряются только одни горизонтальные силы.

Детали устройства дефлектора де-Колонга показаны на рис. 37 — вид сбоку, со стороны шкалы, на рис. 38 — вид сзади и на рис. 39 — вид сверху.

Цилиндрической формы стакан с фланцем *1* (рис. 37), ступенчатое основание которого *2* держит на себе весь прибор, закрыт сверху плоским диском *a*, толщиной в 4 мм, четырьмя винтами *b*, скрепленными со стаканом *1*. В нижней кольцеобразной части основания *2* имеются четыре прямоугольных выреза *A*, шириной в 3 мм и высотой в 5 мм, в один из которых при помещении дефлектора на чашку пеленгатора входит имеющийся на последнем шпене *и* тем удерживает магнитную ось измерительного магнита *12*

дефлектора под определенным углом к визирной плоскости пен-
ленгатора.

Соединение стакана 1 с основанием 2 достигается (рис. 38) по-
средством трех винтов 24, пропущенных сквозь выступающий в
нижней части стакана 1 фланец С (рис. 37), шириной в 6 мм. В этом

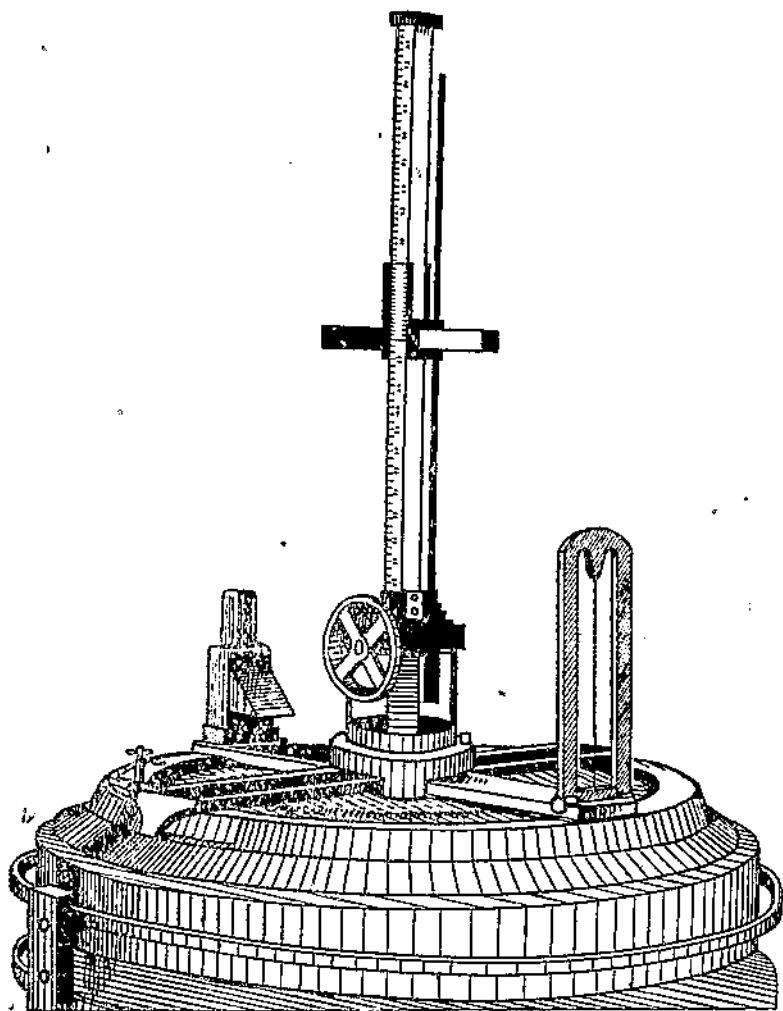


Рис. 36. $\frac{1}{3}$ nat. вел., вес 450 г.

фланце сделаны три продолговатых дугообразных выреза *D* (рис. 39), длиной в 14 мм и шириной в 3 мм, отстоящие друг от друга на 120°. Сквозь эти вырезы и проходят три винта 24, ввинчиваемые в тело основания 2 (рис. 38), и, будучи зажаты, скрепляющие основание дефлектора 2 со стаканом 1. Размеры вырезов *D* позволяют несколько разворачивать стакан 1 на основании 2 в обе

стороны от среднего положения, что приходится делать при пригонке дефлектора к компасу.

Стакан 1 представляет собой пустотелый цилиндр, высотой в 50 мм. Наружный диаметр этого цилиндра в средней части 40 мм

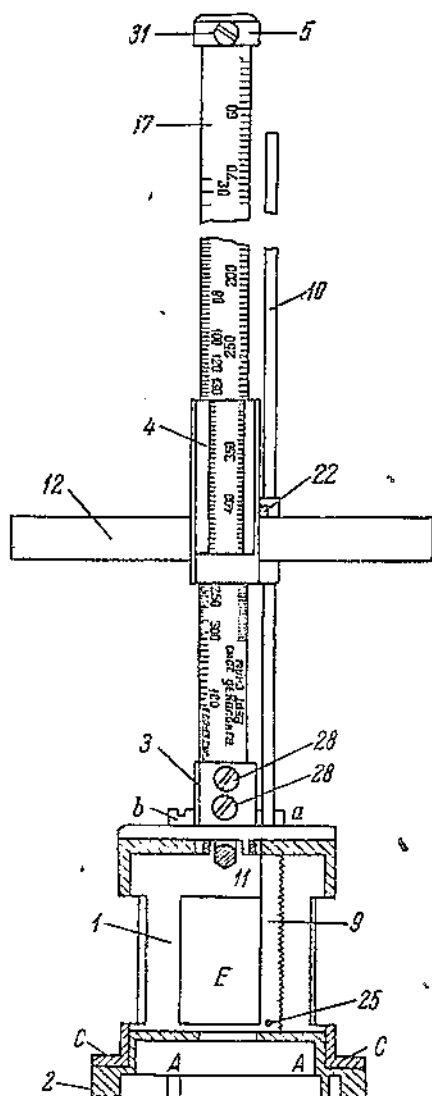


Рис. 37.

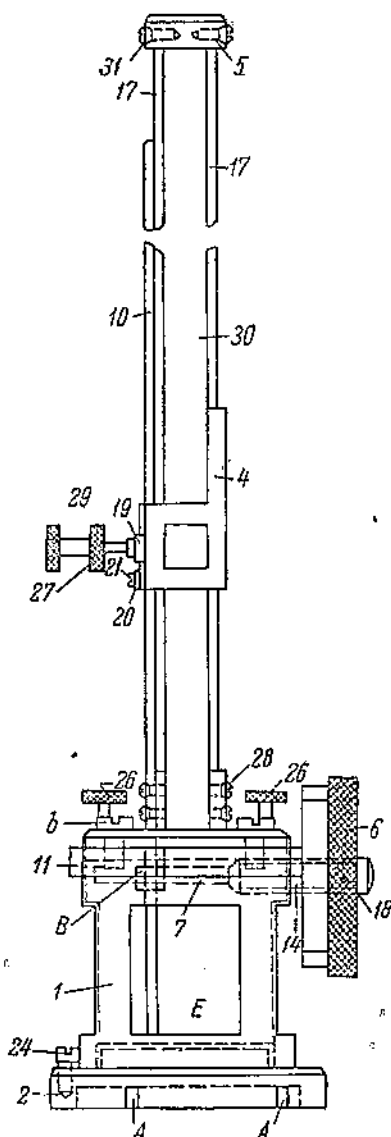


Рис. 38.

и толщина стенок 2 мм. В стенках вырезаны 4 прямоугольных, симметрично расположенных окна Е, размерами 30×23 мм, служащие для пеленгования.

В верхнем основании цилиндра на двух противоположных концах одного из его диаметров в стенках цилиндра сделаны два выреза шириной и глубиной в 5 мм, служащие подцапфенниками для вспомогательного магнита 11, называемого малым или перпендикулярным магнитом дефлектора. Два винта 26 с большими круглыми насеченными головками (рис. 38) проходят сквозь диск *a*, закрывающий стакан 1, и удерживают малый магнит на месте. Малый магнит цилиндрической формы, длиной в 66 мм и диаметром около 5 мм. N-й конец его отмечен риской, а со стороны S-го конца сквозь тело малого магнита, перпендикулярно к его оси, проходит медный штифт, упирающийся при вкладывании магнита на место в наружную стенку стакана 1. Малый магнит обычно вкладывается N-м концом в сторону линейки 17 со шкалой (рис. 37) делений дефлектора. Назначение малого магнита: 1) в начальный момент измерения силы вывести катушку из меридиана и 2) в момент равенства силы измерительного магнита дефлектора и измеряемой силы поставить катушку по направлению своей магнитной оси. Сила малого магнита в данном месте земли должна быть около $\frac{1}{2} H$, т. е. в Ленинграде около 0,078 CGS.

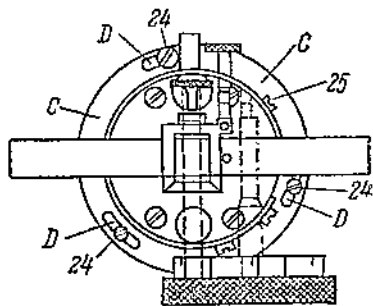


Рис. 39.

На диске *a* укреплены две вертикальные параллельные друг другу линейки 17, служащие направляющими, вдоль которых может перемещаться вверх и вниз медный движок 4 для измерительного магнита 12. Для укрепления вертикальных линеек 17 с двух противоположных сторон прямоугольного выреза в центре диска *a* имеются вертикальные прямоугольные основания трех линеек, поднимающиеся на 13 мм над верхней плоскостью диска *a*. С внутренней стороны этих оснований имеются выемки глубиной в 1 мм, куда и входят вертикальные линейки 17 и своими нижними концами крепятся к вертикальным стойкам 3 двумя винтами 28 каждая.

Верхние концы линеек соединены надетой на них квадратной медной обоймой 5, к которой каждая линейка привинчивается винтом 31. Таким образом, скрепленными снизу и сверху вертикальными линейками образуется жесткий стержень прибора; между линейками остается свободное пространство 30 (рис. 38) с сечением в 1 см².

На правой линейке дефлектора по обоим ее краям нанесены шкалы с делениями: левая шкала с делением от 30 до 400 для измерения горизонтальных сил, а правая с делением от 56 до 720 для измерения вертикальных сил. Деления левой шкалы идут от 30 до 100 через 1 единицу силы с выделением пятков единиц силы, от 100 до 170 — через 2 единицы, от 170 до 300 — через 5 единиц и от 300 до 400 — через 10 единиц силы с отметкой

более длинным штрихом силы, равной 350 единицам. По правой шкале деления сил идут от 56 до 100 через 1 единицу силы с выделением пятков сил более длинными штрихами, от 100 до 150 — через 2 единицы, от 150 до 350 — через 5 единиц, от 350 до 400 — через 10 единиц, от 400 до 720 — через 10 единиц с выделением пятидесятих делений более длинным штрихом.

Отсчеты по дефлектору де-Колонга дают силы в особых «дефлекторных» единицах, связь которых с абсолютной системой единиц легко устанавливается при помощи переводного множителя.

На той же линейке сверху имеется № дефлектора, а снизу под шкалами надписи: «Вертикальные силы» и «Горизонтальные силы». Заметим, кстати, что величины сил, измеряемых дефлектором де-Колонга, обратно пропорциональны третьей и пятой степеням расстояния от середины измерительного магнита до стрелок картушки.

Движок 4 для измерительного магнита 12 имеет форму прямоугольной призмы, высотой в 40 мм и основанием, размером в 18×15 мм. По правой грани движка, прилегающей к шкале с делением, сделан сверху вырез, длиной в 34 мм и шириной в 8 мм, сквозь который и видны деления шкалы. Остаточные края боков этой грани скошены внутрь выреза, чем поле зрения еще более расширяется. На левом и на правом срезах правой грани движка наносятся вычерченные перпендикулярные к ребрам грани рисунки, служащие индексами, которыми руководствуются при отсчете величины измеряемой силы. Передняя и задняя грани движка представляют собой небольшие квадратные площадки, размерами 18×18 мм, с вырезанными в них квадратными окнами 10×10 мм, в которые вставляется в горизонтальном положении (рис. 37) измерительный магнит 12 при измерении горизонтальных сил. Левая грань движка — сплошная медная пластинка с прямоугольным основанием, размерами 15×18 мм, и выступающей направляющей планкой 22×15 мм, составляющей одно целое с основанием левой грани. В центре основания левой грани ввинчена коническая втулка 19 (рис. 38), куда ввинчивается стопорный винт 27 движка, помощью которого можно застопорить движок, а вместе с ним и измерительный магнит, на любой высоте.

Внизу втулки 19 с внутренней стороны левой грани в специальной прямоугольной выемке помещается небольшая угловая пружинка 20 движка, длиной в 19 мм, загнутый вверх конец которой прихватывается винтиком 21. Эта пружинка регулирует свободу перемещения движка по линейкам прибора. Надо так выгнуть пружинку 20, чтобы движок перемещался по линейкам свободно, но в то же время не мог произвольно изменять своего положения, когда в него вложен измерительный магнит и отдан стопорный винт 27.

Отдав стопорный винт 27, можно свободно перемещать движок вместе с измерительным магнитом вверх или вниз по стержню прибора. Для микрометрических же перемещений движка с магнитом 12 имеется рейка 9 (рис. 37) с зубчаткой и соединенный с нею стержень рейки 10, которые перемещаются вместе вверх и вниз

посредством трибки 8 (рис. 38). Трибка 8 сидит на горизонтальной оси, параллельной малому магниту 11 дефлектора и сцеплена с зубчаткой, нарезанной на прилегающей к ней стороне рейки 9 (рис. 37). Ось трибки вращается посредством алюминиевого маховичка 6, диаметром в 45 мм, с насеченным ободом и 10 равноотстоящими друг от друга делениями, нанесенными по внутреннему краю ободка маховичка 6, расположенному на 2 мм ниже наружного насеченного его края. Длина нанесенных делений неодинакова: пять делений сделаны во всю ширину внутреннего края обода маховичка, а пять промежуточных между ними делений — в два раза короче.

Стержень рейки 10, цилиндрической формы, длиной 233 мм и диаметром 2 мм, проходит сквозь круглый канал в квадратном выступе на переднем ребре основания левой грани движка и соединяется с последним посредством длинного стопорного винта 29, ввинчиваемого в цилиндрическую втулку, имеющуюся на середине выступа. Для микрометрического перемещения движка надо зажать винт 29, отдалить винт 27 и медленно вращать маховичок 6, руководствуясь нанесенными на его ободке делениями. При вращении маховичка от себя — движок, а следовательно, и измерительный магнит в нем поднимаются вверх. При вращении маховичка на себя — движок и магнит опускаются вниз.

При микрометрических перемещениях движка в обоих направлениях посредством рейки и маховичка может случиться, что это приспособление перестает действовать, когда конец рейки при движении вниз упрется своим внешним концом в нижнюю планку стакана 1 с фланцем. То же случается и тогда, когда, поднимая движок вверх, дойдем до конца рейки и последняя остановится, упершись ввинченным на ее внешнем конце винтиком 25 о верхнюю крышку стакана 1. В обоих этих случаях следует застопорить движок стопорным винтом 27 и, отдав винт 29, вращением маховичка 6 вхолостую передвинуть рейку в нужном направлении на некоторое расстояние. Затем, зажав винт 29 и отдав винт 27, снова можно будет передвигать движок дефлектора микрометрически.

Измерительный магнит 12 дефлектора имеет форму прямой квадратной призмы, размерами $95 \times 10 \times 10$ мм, он изготавливается из лучшего сорта стали, имеет на одной из своих граней близ N конца поперечную вычерченную риску и на той же грани два круглых цилиндрических отверстия с внутренней нарезкой. В одном отверстии, ближайшем к N концу магнита, всегда ввинчен небольшой медный шпенец 22, в который должен упираться наружный край квадратного окна в движке, когда магнит вставлен на место в горизонтальном положении. Когда магнит ставится в движок в вертикальном положении, то магнит висит на этом шпенечке, упирающемся в верхний срез рамки движка, N вверх в N полушарии!

Шпенец должен быть всегда обращен к наблюдателю и касаться соответствующих срезов движка, так как таким его положением гарантируется правильное положение центра измерительного магнита и наблюдателю легко проследить за правильным положением измерительного магнита. При работах в S магнитном полушарии шпенец из отверстия, ближайшего к N концу магнита,

перевинчивается в отверстие, ближайшее к S полюсу магнита, так как при измерении вертикальных сил в S полушарии измерительный магнит располагается в дефлекторе S концом кверху.

Магнитный момент измерительного магнита около 2000 CGS, малого магнита — около половины горизонтальной составляющей силы земного магнетизма в Ленинграде.

Употребление дефлектора в различных случаях уничтожения или определения девиации подробно излагается во всех учебниках по девиации компаса и потому здесь не повторяется.

Выверка дефлектора также подробно изложена в новейших учебниках по девиации проф. Б. П. Хлюстина и Н. Ю. Рыбалтовского.¹

Когда дефлектором не пользуются, он всегда должен храниться в горизонтальном положении в своем специальном футляре. В этом же футляре, представляющем собою деревянный ящик, размерами $350 \times 152 \times 118$ мм, с откидной верхней крышкой, закрываемой на два медных откидных крючка, и поворотной ручкой для его переноски, помещаются и все принадлежности дефлектора: маленький плоский магнетик-успокоитель, длиной в 65 мм, катушка с запасной нитью для предметной мишени пеленгатора, обыкновенная отвертка для винтов, употребляемых на различных частях дефлектора, специальная отвертка для вывинчивания шпильки у 127-мм компасов, камень арканзас для подтачивания компасных шпилек и маленькая лупа для осмотра шпильки компаса или других деталей. Для каждой из этих принадлежностей в футляре дефлектора имеется специальное место, куда эта принадлежность укладывается и прихватывается или специальной поворотной деревянной планочкой, или удерживается на месте крышкой футляра, когда последняя закрыта. Благодаря этому при переноске дефлектора ни одна из его принадлежностей в футляре не двигается.

Когда с дефлектором не работают, он должен лежать на своем месте в штурманской каюте, вдали от компасных котелков, картушек и всякого железа, в сухом помещении, далеко от различных источников магнитных сил на корабле. При работах с дефлектором обращение с ним должно быть самое бережное и заботливое. В особенности надо охранять измерительный магнит дефлектора от случайных ударов, разных толчков или от выпадений из своего места, чтобы не изменить его магнитного момента.

§ 27. 127-мм (5-дюймовый) креновой котелок

Этот котелок отпускается на суда, снабженные компасами с картушкой в жидкости, специально для уничтожения креновой девиации. С ним производятся наблюдения на берегу при помощи картушки с качающейся системой стрелок и дефлектора де-Колонга.

¹ Проф. Б. П. Хлюстин, Девиация магнитного компаса. Военмориздат, 1939 г., стр. 186—190.

Н. Ю. Рыбалтовский, Практическая девиация. Изд. ГУ, Ленинград, 1932 г., стр. 7—31.

Креновой котелок (рис. 40) имеет простейшую конструкцию. Он цилиндрической формы с плоским дном, в центре которого укреплен раструбом вниз небольшая круглая чашка, внутри выточенная на конус. Внутри чашки помещается колонка. В колонку ввинчивается шпилька 190-мм компаса. Снаружи ко дну котелка прикреплен для остойчивости свинцовый груз А. -

Сверху котелок закрывается стеклянной крышкой В, состоящей из медной круглой оправы со вставленным в нее стеклом. Азиму-

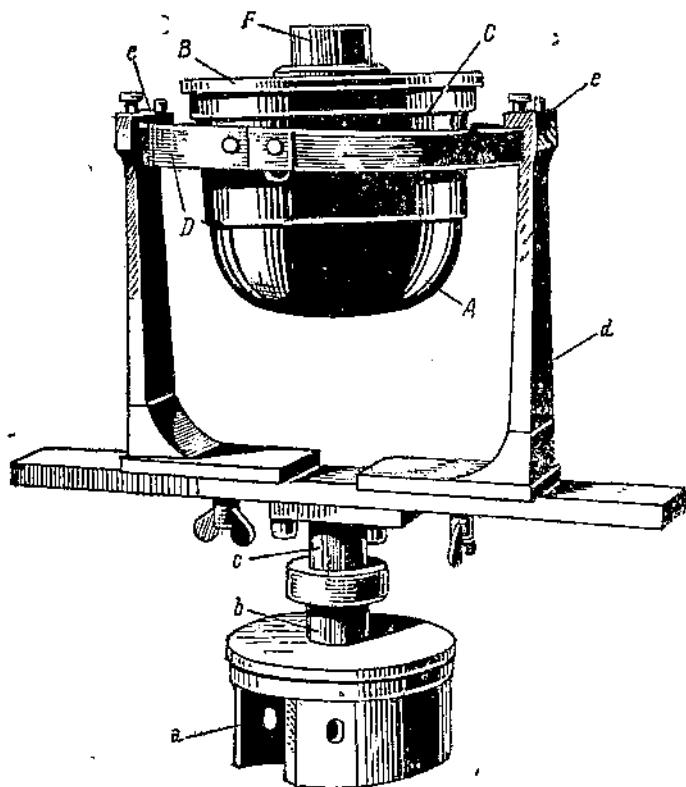


Рис. 40. $\frac{1}{10}$ нат. вел., вес 8,4 кг.

тального круга нет. Сбоку, на ободке крышки, имеется вырез, которым крышка надевается на шпенок С, укрепленный снаружи котелка вблизи его верхнего среза.

Стеклянная крышка плотно насаживается на верхний срез котелка. Чтобы ее надеть, нужно, держа крышку наклонно, надеть сперва вырез в оправе крышки на шпенок С, а затем, нажимая на противоположный край крышки, осадить ее на место. Снимая крышку, также удобнее сперва приподнять ее край над шпеньком, и, высвободив последний из выреза в крышке, затем уже поднимать противоположный край крышки.

Снаружи котелка привинчены цапфы, которыми котелок ложится на подцапфенные коробки карданова кольца. Цапфами послед-

него котелок ставится на подцапфенные коробки с пружинного подвеса на корабле или медной вилки с треногой на берегу.

В центре крышки укреплен пеленгаторная чашка *F* для насаживания дефлектора де-Колонга, но самого пеленгатора нет, так как он не нужен. Основание чашки пеленгатора тремя винтами прикручено к плоскому медному кругу. В центре этого круга имеется цилиндр с нарезкой и конический выступ. Пропустив цилиндр сквозь круглое отверстие в стекле, навинчивают на нарезку цилиндра с нижней стороны стекла плоскую медную шайбу. Под шайбу подкладывают прокладку из фольги. Назначение конического выступа — не дать картушке свалиться со шпильки при переносе котелка.

Внутри котелка кладется на шпильку своей топкой картушка с качающейся системой стрелок. Посредством сухого котелка, картушки с качающейся системой стрелок и дефлектора де-Колонга измеряется вертикальная составляющая силы земного магнетизма на берегу и вертикальная сила на корабле по правилам, излагаемым в курсах девиации.¹

В нашем флоте употребляются два типа картушек с качающейся системой магнитных стрелок: 190-мм и 127-мм. Устройство их совершенно одинаково, и отличаются они друг от друга только величиной своего диаметра.

Шесть парных круглых стрелок, таких же размеров, как и у картушки 190-мм компаса, укреплены в алюминиевой рамке, подвешенной на скрученных шелковых нитях, взятых с одной стороны за середины крайних стрелок, а с другой привязанных к осям, поворачивающимся посредством круглых головок во втулках на концах рамки, укрепленной в двух диаметрально противоположных точках ободка картушки.

Двойной коробчатый алюминиевый ободок картушки имеет два таких же взаимно перпендикулярных диаметра, в пересечении которых укреплен топка, которой картушка накладывается на шпильку котелка.

При этом система стрелок будет висеть на нити, т. е. будет поворачиваться около горизонтальной оси.

Бумажный диск с делениями наклеен так, что его точки *Оst* и *West* совпадают с точками прикрепления нити и, таким образом, магнитные стрелки будут в *N* полушарии опущены *N* концами вниз. 190-мм картушка с качающейся системой стрелок разбита через 20° по старой четвертной системе и через 1/2 румба, 127-мм — через 2° тоже по старой системе и через 1/2 румба.

Когда этими картушками не пользуются, их всегда хранят в специальном деревянном ящике, чтобы случайно не оборвать нить.

Порядок выверки картушек с качающейся системой стрелок и их употребления излагается в курсах девиации.²

¹ Проф. Б. П. Хлюстин, Девиация магнитного компаса, Военмориздат, 1939 г., стр. 96—99.

² Там же, стр. 185—186.

§ 28. 127-мм (5-дюймовый) морской магнитный компас системы Гидрографического управления ВМФ для коммерческих судов

Компас этот (рис. 41) имеет назначение служить путевым компасом на небольших коммерческих судах.

Устройство котелка (рис. 42) сходное с устройством котелка 127-мм компаса (см. § 17), позволяет быстро удалять пузырьки воздуха, если они образуются в верхней камере *А* котелка, тем же приемом, что и у 127-мм компасов.

Шпилька — из осмистого иридия; осмотр ее или замена делается указанным раньше приемом (см. § 17, п. 2).¹

Картушка *К* имеет такое же устройство, как и катушка 127-мм компаса, но магнитная система состоит не из шести, а всего из четырех магнитных стрелок *а* квадратного сечения $3,3 \times 3,3$ мм, длиной две 115,9 мм и две 84,8 мм. Магнитный момент системы около 1700 единиц CGS. Диаметр катушки 127 мм. Деления катушки нанесены по новой системе от 0 до 360° через 1° . Картушка помещается в жидкости — 42° смесь чистого спирта и дистиллированной воды.

Нактоуз — обыкновенный нактоуз 127-мм компаса, но без шейки и без приспособлений для электрического освещения (рис. 41), так как компас для коммерческих судов освещается масляным фонарем. На медную коробку *А*, внутри которой подвешивается компас, сверху надевается медный колпак *В* с осветительным прибором. И колпак и осветительный прибор такого же устройства, как у шлюпочного компаса. Небольшой фонарик *С* с масляной лампой освещает компас ночью. Днем же во время дождя, когда медный

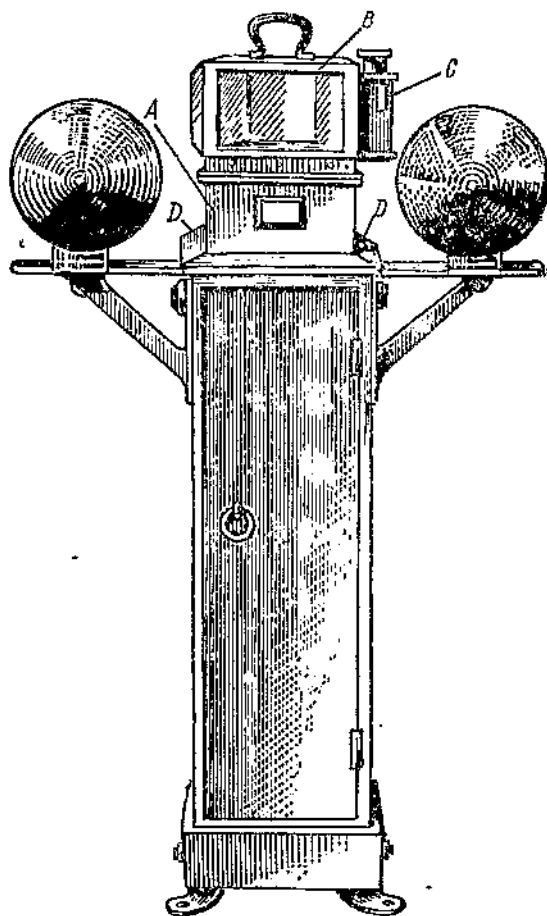


Рис. 41. $\frac{1}{4}$ nat. вел., вес 15,6 кг.

¹ В котелках старой системы для замены шпильки нужно было разбирать самый котелок.

колпак снимать нежелательно, в нем открывают слева дверцу для освещения картушки.

Коробка *А* своими выступами по бокам основания задвигается в две угольные планки *В*, укрепленные с двух сторон верхнего основания нактоуза.

При пеленговании днем посредством легкого пеленгатора, обычного типа нужно снимать верхний колпак с фонарем.

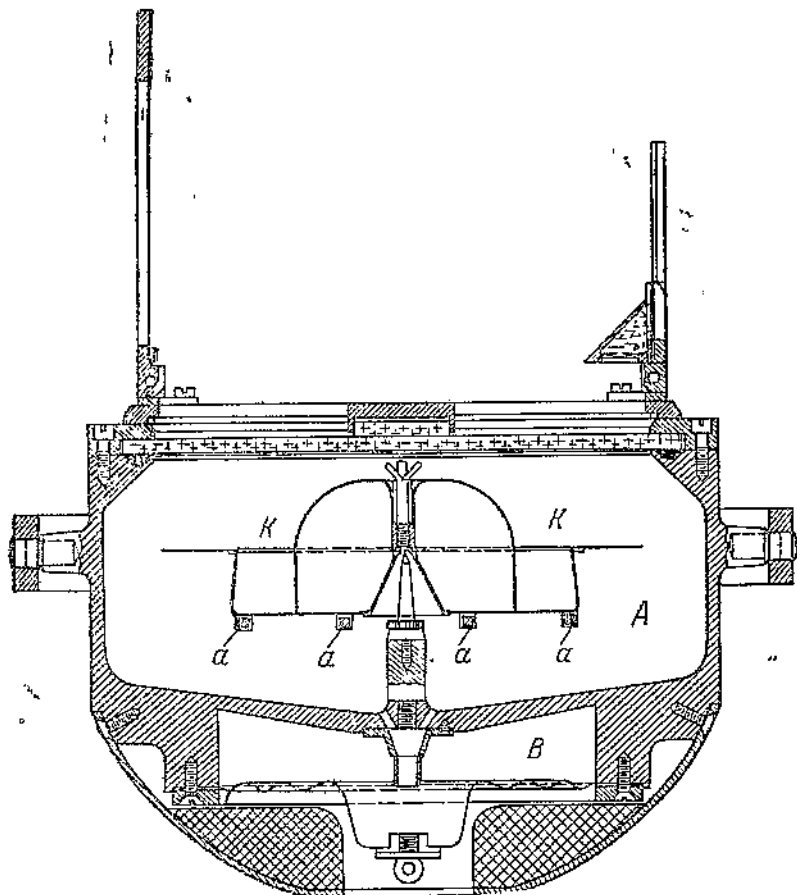


Рис. 42. $1\frac{1}{2}$ нат. вел.

Для пеленгования ночью имеется особый колпак с приспособлением для пеленгования, устроенным на верхней крышке колпака. Это приспособление состоит из стеклянного круга с делениями, как на картушке. Круг этот по особой курсовой черте устанавливается на курс, показываемый картушкой компаса. В центре круга имеется алидада, которой и берут пеленги. Деления стеклянного круга освещаются той же боковой лампочкой с рефлектором.

§ 29. Таксиметр (пеленгатор с глухой картушкой)¹

Этот прибор служит для пеленгования таких предметов, пеленги которых не могут быть почему-либо непосредственно взяты главным компасом, например, мешает край рубки, трубы, шлюпки и т. п. Таксиметры устанавливаются обыкновенно на крыльях мостиков или где-нибудь на борту судна и могут быть переставляемы с места на место.

Таксиметр имеет вид компасного котелка (рис. 43), цилиндрические стенки которого *С* к низу котелка закругляются. Сверху котелок наглухо закрыт стеклянным кругом *В*, вставленным в коническую медную оправу *А*, на наружной скошенной поверхности которой нанесены по солнцу деления азимутального круга от 0 до 360° через 1°.

Снизу к котелку привинчено съемное доньшко *Н* с открытой втулкой в центре.

В центре стеклянного круга *В* имеется также втулка с вставленной в нее осью *О*, к которой прикреплен стеклянный круг *К* с приклеенной к нему бумажной картушкой, разделенной по солнцу от 0 до 360° через 1°. С кругом *К* наглухо соединена зубчатка *Р*.

Сверху на коническую оправу *А* надет пеленгатор, представляющий собой глухую крышку *Р* со скошенными краями, скользящими по боковому скосу оправы *А*, и мишеням.

В одном месте скоса пеленгатора *Р* имеется оконце, сквозь которое видны деления азимутального круга *А*. Натянутая поперек оконца медная проволочка служит индексом при отсчетах по азимутальному кругу.

На пеленгаторе укреплены откидная предметная мишень *Л*, обычного устройства, и глазная мишень *Е* с призмой, которая устанавливается на фокус посредством подъемного винта *а*.

Пеленгатор *Р* скреплен с осью *О* посредством крепительного винта *г*, закрытого обыкновенно колпачком *в*, и может по желанию сцепляться с картушкой *К* посредством рычага *Г*. При нажатии рычага *Г* от центра к окружности пеленгатор сцепляется с картушкой посредством зубчатки *Р*. Тогда, поворачивая пеленгатор, будем вместе с ним поворачивать и картушку и сможем установить последнюю на желаемый отсчет по курсовой черте. Курсовой чертой служит тонкий медный индекс, привертнутый двумя винтиками к телу котелка в плоскости 0 — 180° азимутального круга. Если вращать пеленгатор, не нажимая рычага *Г*, то сцепления между ним и зубчаткой *Р* не будет, и картушка при этом вращении пеленгатора будет оставаться неподвижной.

Для поворачивания крышки служат две кнопки, расположенные по концам диаметра, перпендикулярного к визирной плоскости. Крышка имеет подъемный стопор, входящий в соответствующие дырочки в верхнем срезе котелка пеленгатора. Для освещения картушки днем служат два окна в глухой крышке. Через окно *г*, закрываемое подвижным щитком, освещается часть кар-

¹ Снят со снабжения и в настоящее время не выделяется.

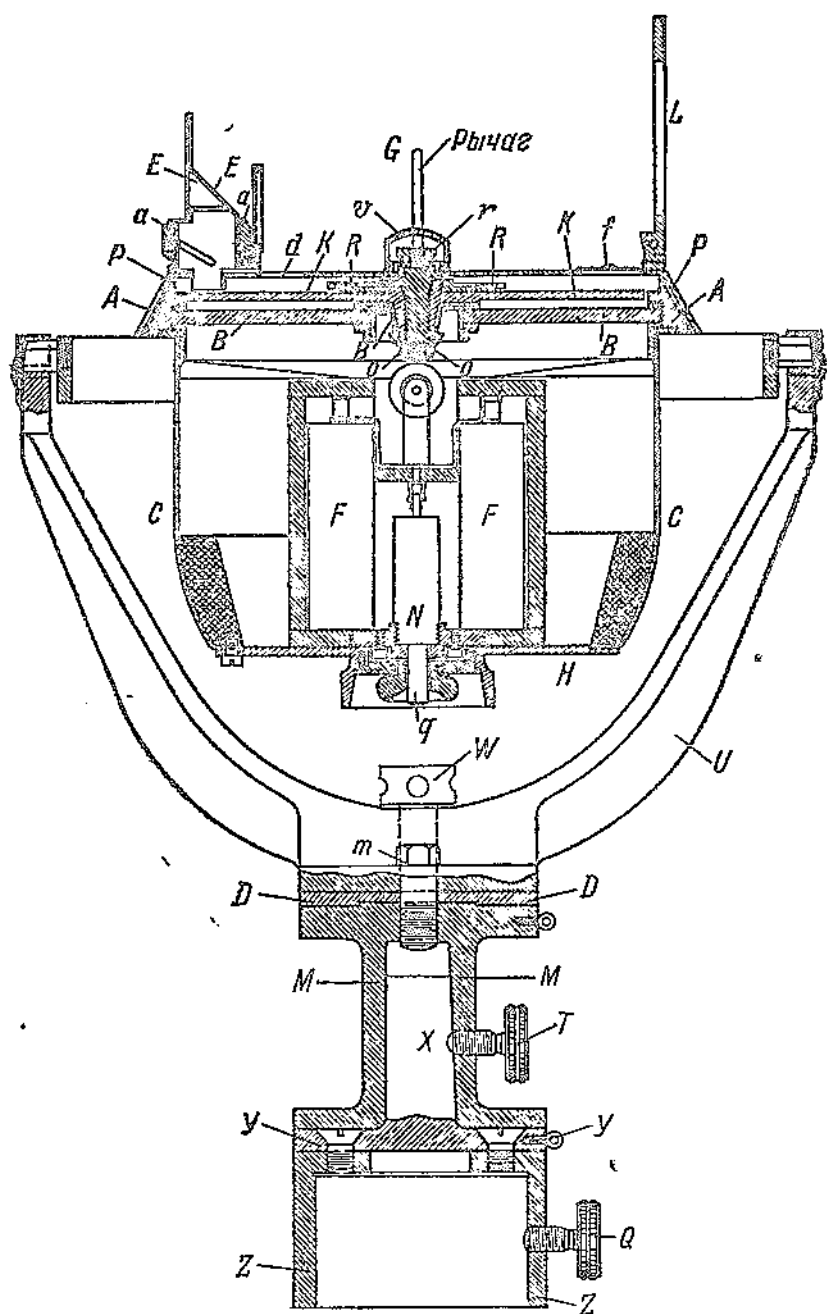


Рис. 43. $\frac{1}{3}$ нат. вел., вес 11,4 кг.

тушки у предметной мишени. Этим окном пользуются при установке картушки на заданный курс. Через окно *d* у глазной мишени, также закрываемое откидным щитком, освещается часть картушки под этой мишенью, вследствие чего является возможным сделать отсчет через призму пеленгатора.

Ночью картушка освещается снизу электрической лампочкой, питаемой от двух аккумуляторов *F*, помещенных внутри котелка на его дне. Аккумуляторы соединены последовательно и заряжаются от судовой цепи. Для зарядки аккумуляторы приходится вынимать из котелка.

Лампочка включается нажатием кнопки *q* в середине центральной втулки на дне котелка. Так как запас энергии аккумуляторов небольшой, никогда не следует оставлять лампочку включенной, если таксиметром не пользуются. По окончании наблюдений лампочку следует немедленно выключить.

У последних образцов таксиметров аккумуляторов нет, а ток к пальцеобразной 100-вольтовой лампе подводится от судовой цепи.

Для производства ночью отсчетов по азимутальному кругу приходится освещать последний посторонним источником света — удобнее всего карманным электрическим фонарем.

Снаружи котелка имеется карданов подвес, при посредстве которого котелок устанавливается на вилке *U*.

Основание вилки состоит из нескольких частей. В основании вилки имеется шип *D*, который входит в соответствующее углубление в верхней подвижной части стойки *M*. Эта подвижная часть стойки может поворачиваться на несколько градусов относительно основания стойки *M* и крепится винтами *m*.

Вилка *U* нажимным винтом *W* скрепляется со стойкой *M*. Последняя надевается на штырь *X*, укрепленный на поручне или на какой-нибудь другой подставке, в назначенном для установки таксиметра месте. Надетая на штырь стойка *M* закрепляется на нем посредством винта *T*.

Таких штырей может быть установлено несколько в разных местах корабля, и таксиметр по мере надобности переносят с одного штыря на другой.

Для установки таксиметра на пулеметной тумбе служит добавочная стойка *Z*, скрепленная со стойкой *M* винтами *Y*. Стойка *Z* на пулеметной тумбе закрепляется винтом *Q*.

§ 30. Установка таксиметра

При употреблении таксиметра неперемнным условием является установка диаметральной плоскости, таксиметра параллельно диаметральной плоскости корабля. Диаметральная плоскость таксиметра есть вертикальная плоскость, проходящая через его центр и через деления 0—180° азимутального круга. Так как курсовая черта лежит в вертикальной плоскости, проходящей через линию 0—180°, то и курсовая черта правильно установленного таксиметра должна быть параллельна диаметральной плоскости судна.

Для установки таксиметра отмечают на палубе положение его центра посредством отвеса и измеряют расстояние от этой точки до диаметральной плоскости судна. На расстоянии 8—10 м от центра пеленгатора впереди и позади него наносят марки или ставят людей с отвесом в таком же расстоянии от диаметральной плоскости судна, в каком отстоит от нее центр таксиметра.

Закрепив винты *W* и *m*, надевают стойку *M* на штырь *X* и зажимают винт *T*. Поставив пеленгатор на отсчет 0° , поворачивают пеленгатор вместе с штырем, пока нить не придет на носовую марку. Отметив точно положение основания штыря на той подставке, на которой устанавливается таксиметр, снимают его со штыря вместе со стойкой *M* и крепят шурупами наглухо основание штыря к этой подставке.

Поставив вновь таксиметр на штырь, проверяют его установку, и если окажется, что линия $0-180^\circ$ не вполне параллельна диаметральной плоскости судна, то, отдав винты *m*, поворотом верхней, подвижной части стойки *M* приводят опять нить предметной мишени на марку. Для контроля установки можно поставить пеленгатор на отсчет 180° и посмотреть, совпадает ли нить пеленгатора с кормовым отвесом.

Если штыри для помещения таксиметра установлены в разных местах корабля, то для переноса таксиметра с одного штыря на другой достаточно отдать винт *W*, снять таксиметр со стойки *M* и перенести его на другую стойку, где и закрепить опять винтом *W*. Выверка прибора от этого не изменится, если предварительно стойка *M* и ее подвижное верхнее основание уже были выверены.

При установке прибора на пулеметной тумбе, когда приходится пользоваться дополнительной, более широкой стойкой *Z*, нужно каждый раз вновь проверять установку пеленгатора, т. е. параллельность линии $0-180^\circ$ прибора диаметральной плоскости судна.

§ 31. Употребление таксиметра

1. Для установки таксиметра на заданный курс поворачивают пеленгатор, не трогая рычага *G*, до тех пор, пока не увидят в окно *f* соответствующее заданному курсу деление картушки. Нажав затем рычаг *G*, поворачивают пеленгатор, пока данное деление картушки не совместится с курсовой чертой, и отпускают рычаг *G*.

2. Желая посредством таксиметра взять пеленг какого-нибудь предмета, который не виден с главного компаса (закрит рубкой, трубой, шлюпкой и т. п.), устанавливают предварительно картушку таксиметра по истинному курсу, которым идет корабль в данный момент.

Пеленгуя затем таксиметром нужный предмет, как обычно, получают через призму пеленгатора отсчет истинного пеленга пеленгованного предмета.

Чтобы пеленг был верен, необходимо знать, что курс корабля в момент пеленгования действительно тот, на который установлена картушка таксиметра. Поэтому, приготовившись пеленговать, окли-

кают рулевого «на румбе ли?» и пеленгуют в тот момент, когда рулевой ответит «на румбе».

Если из-за плохой видимости трудно быстро взять пеленг, то нужно приказать рулевому громко докладывать, когда корабль «на румбе», и постараться взять пеленг предмета как раз в тот момент, когда рулевой скажет «на румбе».

3. Таксиметром удобно пользоваться при определении места одним из частных случаев способа крюйс-пеленга,¹ когда линии 1-го и 2-го пеленга составляют определенные углы с линией курса корабля. Опять-таки и здесь необходимо сохранение кораблем данного курса, особенно в момент пеленгования.

4. Также с удобством можно воспользоваться таксиметром для определения траверзного расстояния, в котором идущий определенным курсом корабль пройдет мимо какого-нибудь берегового предмета.

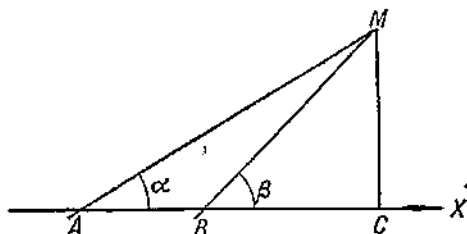


Рис. 44.

Пусть курс корабля (рис. 44) будет AX. Предмет находится в точке M; следовательно, искомое траверзное расстояние будет MC. Возьмем два пеленга предмета AM и BM через некоторый промежуток времени t. При каждом пеленге заметим момент по часам и отсчет механического лага. Тогда расстояние $AB = l_2 - l_1$ — разности отсчетов лага — и углы α и β нам будут известны.

Так как

$$AB = AC - BC,$$

а из $\triangle$ -ков AMC и BMC

$$\begin{aligned} AC &= MC \cdot \operatorname{ctg} \alpha, \\ BC &= MC \cdot \operatorname{ctg} \beta, \end{aligned}$$

то

$$AB = MC \cdot (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta)$$

или

$$MC = \frac{AB}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta}.$$

Если брать пеленги под углами, разность котангенсов которых равна 0,5 или 1, то можно сразу, зная эти углы и расстояние $AB = l_2 - l_1$, знать и траверзное расстояние MC.

Выпишем значения $\operatorname{ctg} \alpha$ для некоторых углов α :

α	18°25'	21°48'	26°34'	33°41'	45°0'	63°26'
$\operatorname{ctg} \alpha$	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5

Взяв посредством таксиметра два пеленга одного и того же предмета под двумя смежными в этой таблице углами к курсу и замечая при каждом пеленге отсчет механического лага l_1 и l_2 , бу-

¹ Н. Сакелларн, Навигация. Военмориздат, 1938 г., стр. 194 — 196.

дем знать, что траверзное расстояние до предмета равно двойному пути корабля между пеленгами; т. е.

$$MC = 2(l_2 - l_1).$$

При этом не должно быть, конечно, течения, и в моменты пеленгования корабль должен точно находиться на курсе.

5. Наконец, посредством таксиметра легко обнаружить, подвергается ли корабль действию течения поперек курса.

Для этого достаточно взять таксиметром три последовательных пеленга одного и того же предмета, через равные промежутки времени, и при каждом пеленге заметить отсчет лага. При отсутствии течения расстояния, пройденные кораблем между пеленгами, должны быть равны между собой. Простым геометрическим построением можно показать, что если расстояние, пройденное между 2-м и 3-м пеленгом, больше расстояния, пройденного между 1-м и 2-м пеленгом, то корабль относит от предмета; если же последующий отрезок пути меньше предыдущего, то корабль подносит к предмету.

Конечно, при этих наблюдениях должна быть полная уверенность в принимаемой поправке компаса, и опять-таки корабль в момент пеленгования должен точно находиться на курсе.

Это последнее условие, соблюдение которого обязательно при всех работах с таксиметром, делает употребление этого прибора желательным только тогда, когда нет возможности воспользоваться главным компасом. При возможности же пеленговать этим последним никогда не следует прибегать к таксиметру, а всегда пеленговать по компасу, замечая отсчеты пеленгов по картушке, а не по азимутальному кругу, чем совершенно исключается влияние ошибки от влияния рулевого на курс.

§ 32. Курсовой указатель

Назначение курсового указателя — дать возможность рулевому вести корабль на заданном курсовом угле относительно какой-нибудь точки.

Так как прибор помещается вблизи магнитного компаса, то все его части сделаны из немагнитных материалов, преимущественно из меди.

Главной составной частью курсового указателя (рис. 45) является азимутальный круг *A*, толщиной в 4 мм и диаметром в 100 мм, разделенный по радиусу от 0 до 360° через 5°. С нижней стороны азимутального круга имеется шейка, высотой в 14 мм, которой азимутальный круг насаживается на цилиндр *B* и закрепляется на нем двумя винтами. Цилиндр *B*, высотой в 200 мм, подвешен в кардановом подвесе *C*. Наружное кольцо карданова подвеса привинчено к кронштейну *D*, который своим утолщенным концом *E* с винтовой нарезкой внутри навинчивается на специальный медный шток, укрепленный в вертикальном положении в двух обоймах с левой стороны нактоуза компаса. Таким образом, курсовой указатель оказывается подвешенным над компасом на такой

высоте, чтобы рулевому, стоящему на штурвале, было удобно пеленговать.

На азимутальном круге сверху наложен поворотный круг *F* с двумя мишенями: предметной — *g* и глазной *H*. Вертикальная плоскость, определяемая створом нити предметной мишени *g* и серединой прорези глазной мишени — *H*, представляет собой визирную плоскость курсового указателя.

Посредством стопорного винта, головка *J* которого выступает в центре круга с мишенями, а конец ввинчивается в крестовину, имеющуюся в шейке азимутального круга, поворотный круг *F* можно закреплять в желаемом положении относительно азимутального круга *A*. Для установки поворотного круга на заданный курсовой угол на скошенном срезе поворотного круга *F* нанесен индекс, вынесенный от визирной плоскости мишеней влево на 20° . Отдав стопорный винт *J*, поворачивают круг *F* в нужную сторону и, совместив индекс со штрихом азимутального круга, обозначающим заданный курсовой угол, зажимают стопорный винт. Визирная плоскость будет установлена под заданным курсовым углом к диаметральной плоскости курсового указателя.

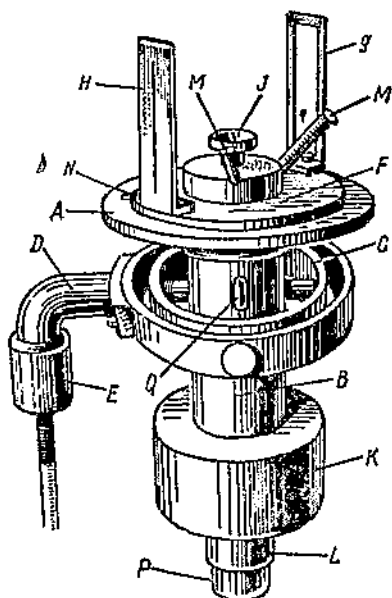


Рис. 45. $\frac{1}{4}$ nat. вел., вес 2,6 кг.

Для увеличения остойчивости азимутального круга при качке и удержания его плоскости всегда в горизонтальном положении на цилиндре *B* свободно надет цилиндрической формы свинцовый груз *K*, весом около 1,1 кг. Когда прибор установлен на место, груз *K* находится внизу цилиндра *B*, способствуя удержанию оси цилиндра в вертикальном положении. При этом груз *K* упирается в заплечик, имеющийся у медной пробки *L*, ввинчиваемой снизу в основание цилиндра. При укладке прибора в ящик груз устанавливается на середину цилиндра *B*.

Для возможности использования курсового указателя и ночью последний имеет электрическое освещение, устроенное следующим образом.

На ввинчиваемой снизу в цилиндр *B* медной пробке *L* помещается в патроне небольшая 10-свечевая пальцеобразная электрическая лампочка, входящая внутрь цилиндра. С наружной стороны пробки выступает штепсельная вилка, на которую надевается обмоточный штепсель *P* с проводниками, подводящими к лампочке ток от судовой цепи. Таким образом, лампочка, находясь внутри цилиндра, бросает свет вверх и освещает концы трех стеклянных палочек, вставленных в медные трубочки *M* и *N*, укрепленные на

поворотном круге *F* с мишенями. На выступающих из трубочек *M* и *N* закругленных концах стеклянных палочек образуются светящиеся точки. Створ двух таких светящихся точек на концах палочек *M* дает линию, параллельную визирной плоскости курсового указателя. Этой линией и пользуются при пеленговании ночью, как визирной плоскостью мишеней днем. Третья светящаяся палочка, находящаяся в горизонтальной трубке *N*, своим выступающим и прикрытым сверху концом освещает индекс и приходящиеся против него деления азимутального круга, чем дает возможность установить ночью курсовой указатель под заданным курсовым углом.

Освещение посредством стеклянных палочек, вполне достаточное для тех целей, для которых оно предназначается, в то же время настолько слабое, не дающее отблесков, что совершенно незаметно со стороны и не выдает собою места корабля, идущего ночью с потушенными огнями.

Так как от горящей-внутри цилиндра *B* электрической лампочки воздух внутри цилиндра и сам цилиндр *B* значительно нагреваются, то в цилиндре *B* устроена очень простая вентиляция. Наверху цилиндра, на двух противоположных концах одного и того же диаметра, сделано два круглых отверстия, прикрытых снаружи закругленными и открытыми снизу щитками *Q*. Внизу цилиндра имеется третье отверстие, прикрытое свинцовым грузом *K*. Для облегчения доступа воздуха к этому отверстию внутри свинцового груза *K* сделана кольцеобразная выточка металла, а в нижней кромке ее имеется круглая дыра.

Прежде чем пользоваться курсовым указателем, его необходимо правильно установить, т. е. совместить визирную плоскость указателя с диаметральной плоскостью корабля или сделать визирную плоскость указателя параллельной диаметральной плоскости корабля.

Для такой установки пользуются азимутальным кругом уже установленного компаса. Наведя пеленгатор компаса на какой-нибудь достаточно отдаленный предмет, замечают отсчет положения пеленгатора по азимутальному кругу компаса. Установив затем на тот же отсчет поворотный круг курсового указателя, зажимают стопорный винт *J* и поворачивают в обоймах поддерживающий указатель шток до тех пор, пока тот же отдаленный предмет не придет на нить предметной мишени курсового указателя. Тогда вертикальный шток зажимают в этом положении стопорным винтом обоймы. При этом полезно на штоке и на обойме сделать риски, чтобы, выполнив точную установку в гавани, можно было впоследствии в море быстро установить курсовой указатель в правильное положение по совмещению рисков штока и обоймы при плотно завернутом на штоке самом курсовом указателе. Положение указателя на штоке также полезно отметить риской.

Имея перед собой правильно установленный курсовой указатель, рулевому, для удержания корабля на заданном курсовом угле относительно указанной точки, следует так править рулем, чтобы удерживать эту точку в визирной плоскости курсового указателя, т. е., смотря в глазную мишень, видеть точку на нити предметной мишени.

Практика доказала полную целесообразность описанного прибора и простоту и удобство его использования.

§ 33. Бортовой пеленгатор

Бортовыми пеленгаторами называются приборы для определения траверзного расстояния корабля при прохождении мимо какого-нибудь берегового предмета. Из существующих различных образцов этого несложного прибора, имеющих в общем почти одинаковое устройство, в последнее время наибольшей известностью в нашем торговом флоте пользуется бортовой пеленгатор системы Ф. Т. Мирошниченко.

Бортовой пеленгатор системы Ф. Т. Мирошниченко представляет собой небольшую медную доску размерами $210 \times 135 \times 5$ мм, укрепляемую за бортом корабля своей длинной стороной параллельно диаметральной плоскости корабля.

На доске вдоль стороны, прилегающей к борту, проведена параллельная длинному срезу доски черная прямая линия, из середины которой проведена перпендикулярная к ней прямая. Из точки пересечения этих двух взаимно перпендикулярных прямых описаны две полуокружности радиусами в 70 и 92 мм. Меньшая полуокружность разделена на градусы через 1° с цифровым обозначением делений через 10° . Деление 0° поставлено у обоих концов длинной стороны, прилегающей к борту, а деление 90° — в пересечении дуги полуокружности с прямой, перпендикулярной к борту корабля. На внешней полуокружности против делений $26\frac{1}{2}^\circ$, 30° , 34° , 39° , 45° , 53° , $63\frac{1}{4}^\circ$, 76° и 90° сделаны неглубокие ямки, куда при передвижении пеленгатора заскакивает служащий защелкой небольшой стерженек, помещающийся у внешнего конца линейки пеленгатора со стороны, прилегающей к доске прибора.

Пеленгатор вращается на штыре, проходящем сквозь линейку пеленгатора у внутреннего конца его вблизи глазной мишени. Штырь, на котором вращается пеленгатор, проходит через точку пересечения взаимно перпендикулярных прямых 0° — 0° и 90° . Навинченная на головку штыря гайка удерживает пеленгатор прочно на месте, позволяя ему в то же время свободно поворачиваться в стороны.

Мишени пеленгатора, и предметная и глазная, имеют почти одинаковое устройство. В середине прорези предметной мишени натянута медная нить. Такая же нить натянута и посредине прорези в линейке пеленгатора. Посредине глазной мишени вырезана тонкая щель, сквозь которую пеленгуют выбранный предмет, как обыкновенным пеленгатором, стараясь привести в одну вертикальную плоскость предмет, нить предметной мишени, нить линейки и середину щели глазной мишени.

Благодаря имеющимся защелкам пеленгатор, установленный под определенным углом к диаметру 0 — 0° , даже при качке не может произвольно сместиться со своего места, и нужно приложить известное усилие, чтобы данную установку пеленгатора изменить.

Бортовой пеленгатор устанавливается на обоих бортах корабля, обычно на поручнях командного мостика, на небольших, специально для него устроенных, деревянных полках, прикрепленных к поручням. При установке пеленгатора на полке необходимо позаботиться, чтобы нанесенный на доске диаметр $0—0^\circ$ был строго параллелен диаметральной плоскости корабля.

Для осуществления этой установки проще всего воспользоваться азимутальным кругом главного компаса, уже установленного на своем месте. Наведя пеленгатор главного компаса на какой-нибудь одинаково хорошо видимый как от компаса, так и от бортового пеленгатора, и достаточно отдаленный предмет, замечают по азимутальному кругу компаса курсовой угол этого предмета. Установив затем на тот же курсовой угол и бортовой пеленгатор, кладут его на укрепленную уже заранее полку с соответствующего борта так, чтобы длинная сторона доски с нанесенным диаметром $0—0^\circ$ была обращена к борту корабля. Затем поворачивают доску пеленгатора на полке до тех пор, пока тот же предмет не придет в визирную плоскость бортового пеленгатора. Отметив карандашом найденное положение пеленгатора, четырьмя шурупами крепят доску пеленгатора к поддерживающей его деревянной полке, и установка закончена. Конечно, корабль во время установки бортового пеленгатора должен быть вполне неподвижен, почему ее удобнее всего производить в гавани, когда корабль яшвартован у стенки.

Употребление бортового пеленгатора аналогично уже описанному в § 31 п. 4 употреблению таксиметра для определения траверзного расстояния берегового предмета.

Если угол $\alpha = 45^\circ$, то в прямоугольном $\triangle$ -ке АМС (рис. 44) траверзное расстояние МС равно расстоянию АС, которое определяется как разность двух отсчетов лага, замеченных в момент траверза и в момент, когда брали первый пеленг, под углом $\alpha = 45^\circ$ к курсу корабля.

Так как траверзное расстояние

$$MC = \frac{AB}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta},$$

где АВ — плавание между пеленгами, равное разности $l_2 - l_1$ отсчетов лага при втором и первом пеленге, а углы установки пеленгатора на бортовом пеленгаторе Мирошниченко выбраны так, что их котангенсы отличаются друг от друга на 0,25, то помощью этого прибора траверзное расстояние определяется весьма просто и до прихода на траверз предмета.

Именно, взяв первый пеленг под любым, отмеченным ямкой на внешнем круге, углом α к курсу и заметив отсчет лага l_1 , переставляют пеленгатор на соседнюю точку, и когда предмет придет на нить пеленгатора, опять замечают отсчет лага l_2 . Тогда очевидно, что траверзное расстояние

$$MC = \frac{l_2 - l_1}{0,25} = 4(l_2 - l_1).$$

Если после первого пеленга переставить пеленгатор на две точки вперед или назад, то получим

$$MC = \frac{l_2 - l_1}{0,50} = 2(l_2 - l_1).$$

Переставив пеленгатор на три точки вперед, получим

$$MC = \frac{l_2 - l_1}{0,75} = \frac{4}{3}(l_2 - l_1).$$

Наконец, если после первого пеленга переставить пеленгатор на четыре точки вперед или назад, то

$$MC = \frac{l_2 - l_1}{1,0} = l_2 - l_1.$$

Описанная работа по расчету правверзного расстояния бортовым пеленгатором Мирошниченко даст хорошие результаты только тогда, когда корабль точно лежит на курсе в моменты пеленгования и когда за время между пеленгами он хорошо держится на курсе и не подвергается действию течения.

На военных кораблях бортовые пеленгаторы не употребляются, так как там при навигационных определениях всегда предпочитают пользоваться компасом во избежание ошибок от случайных уклонений корабля от курса в момент пеленгования.

§ 34. Компас В. Томсона (лорда Кельвина)

На некоторых наших торговых судах и на многих иностранных в качестве главного и путевого компаса пользуются английским компасом В. Томсона.

Поэтому мы помещаем здесь краткое описание последнего усовершенствованного образца этого компаса.

Общий вид компаса показан на рис. 46, 47 и 48.

Компас состоит из следующих частей: 1) котелка А с картушкой В, 2) нактоуза С, 3) пеленгатора Q и 4) медного колпака N.

Устройство деталей отдельных частей компаса В. Томсона следующее.

1. Котелок А (рис. 48) — сухой, т. е. картушка находится в воздухе. Он состоит из двух частей: верхняя — медная цилиндрической формы со стеклянным дном и такой же крышкой, нижняя — сферической формы из толстого отожженного стекла, обладающая такой же прочностью, как и обыкновенное металлическое дно.

В верхней цилиндрической камере помещается картушка, в нижней налито немного касторового масла или глицерина для большей остойчивости котелка во время качки.

Стекло верхней крышки котелка вставлено в медную оправу, внутренняя кромка которой сточена на конус и на ней награвированы градусные деления через 1° от 0 до 180° в обе стороны.

Этот разделенный круг называется азимутальным кругом (круг *R* на рис. 48).

Котелок устанавливается так, чтобы 0° азимутального круга приходился в нос; такая установка при соответствующем устройстве пеленгатора дает возможность при пеленговании замечать по азимутальному кругу и курсовой угол.

2. Картушка *B* (рис. 48), диаметром в 25,4 см, крайне легкой конструкции, с 4 парами коротких стрелок малого магнитного момента. Стрелки в общей оправе подвешены на шелковых нитях к алюминиевому кольцу, образующему ободок картушки. На него наклеен бумажный диск с литографированными делениями на румбы и градусы. Бумажный диск в нескольких местах надрезан, чтобы он не коробился в жарких странах. Ободок картушки в свою очередь на 32 шелковинках подвешен к небольшому алюминиевому кружку. Сквозь круглое отверстие в центре последнего продевается оправа топки *T* из шлифованного сапфира с чашечкой в нижнем основании. Картушка своей топкой накладывается на острие шпильки, ввинченной в колонку, укрепленную в центре дна котелка.

Пространство от внутреннего края бумажного диска до центра картушки закрыто диском *S* из вычерненной воценой или лакированной бумагой, натертой алюминиевым порош-

ком. Диск *S* задерживает при ночном освещении компаса лучи света, падающие снизу на картушку, вследствие чего освещен только бумажный кружок с делениями.

Так как центр тяжести картушки ниже центра опоры, то она очень устойчива (период колебания около 42 секунд), и, вследствие ничтожного трения тонки о шпильку, весьма чувствительна.

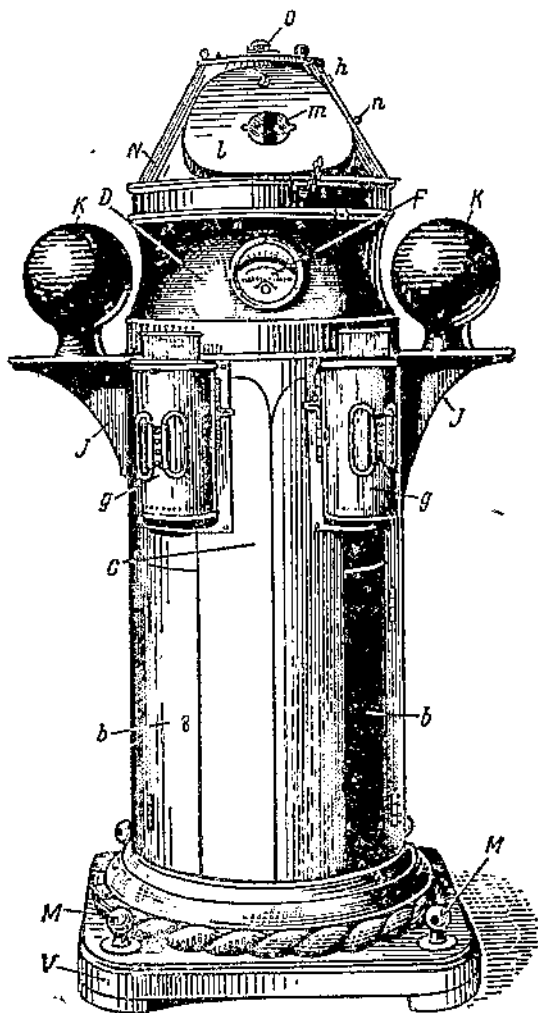


Рис. 46. $\frac{1}{12}$ nat. вел.

3. Пеленгатор Q (рис. 48 и 49) состоит из основания с тремя лапками, оканчивающимися заплевками, которые при наложении пеленгатора на котелок задевают за выступающую внешнюю кромку азимутального круга, благодаря чему пеленгатор, свободно вращаясь, в то же время прочно сидит на котелке и не упадет с него при случайном толчке или при качке.

К основанию пеленгатора под углом прикреплена трубка U с увеличительным стеклом (на рис. 48 его не видно) и стеклянной призмой W сверху. Внизу трубки U на пеленгаторах нового образца имеются два индекса, скользящих один над делениями картушки, другой над делениями азимутального круга (на рис. 49 их нет).

Призма W может вращаться около горизонтальной оси, и положение ее острого угла (кверху или книзу) указывается стрелкой на головке X, надетой на ось вращения; вращая головку X в ту или другую сторону, будем поворачивать и призму. О горизонтальности пеленгатора судят по маленькому спиртовому уровню y, помещенному на одной из лапок.

Взять пеленг предмета или светила посредством пеленгатора Томсона можно двумя способами.

1-й способ — стрелка направлена вверх. Этот способ (рис. 50) применяется главным образом при пеленговании высоко расположенных предметов, например, небесных светил. Поставив на глаз пеленгатор в вертикал светила, смотрят через трубку на картушку и вращением призмы W подводят отраженное изображение предмета (светила) на деления картушки. Деление картушки, на которое падает отраженное изображение предмета, и дает пеленг этого предмета.

Чтобы пеленг был взят точно, нужно, чтобы изображение предмета совпало с индексом, находящимся внизу трубки U и скользящим над картушкой; тогда призма будет строго перпен-

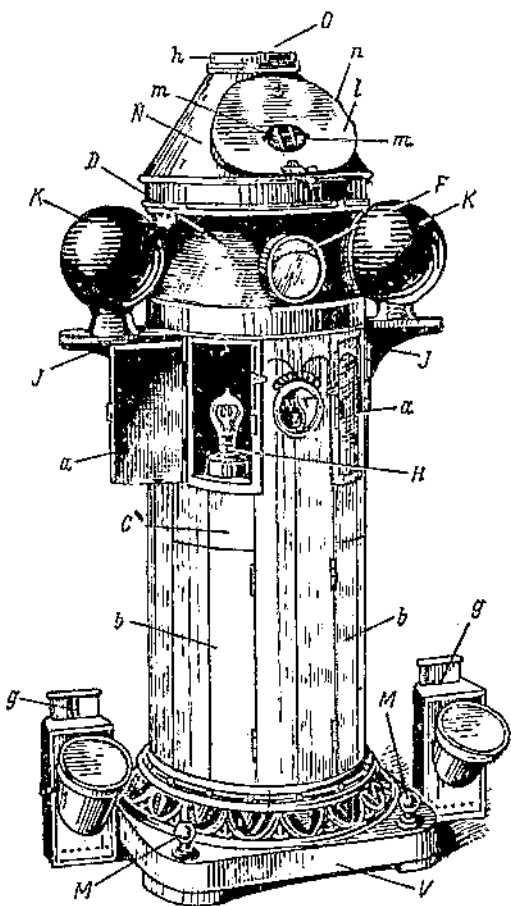


Рис. 47. $\frac{1}{15}$ nat. вел.

Пе
бобом
прове
ством
накид

дикулярна вертикалу. Если пренебречь этим, то для высот предметов или светил, меньших 38° , ошибка, происходящая отсюда, будет ничтожна; но с дальнейшим увеличением высоты светила ошибка будет быстро возрастать. Поэтому при точных наблюдениях избегают пеленговать светила, высоты которых больше 38° .

2-й способ — стрелка направлена вниз. Этот способ (рис. 51) удобнее при пеленговании предметов, близких к горизонту или плохо видимых.

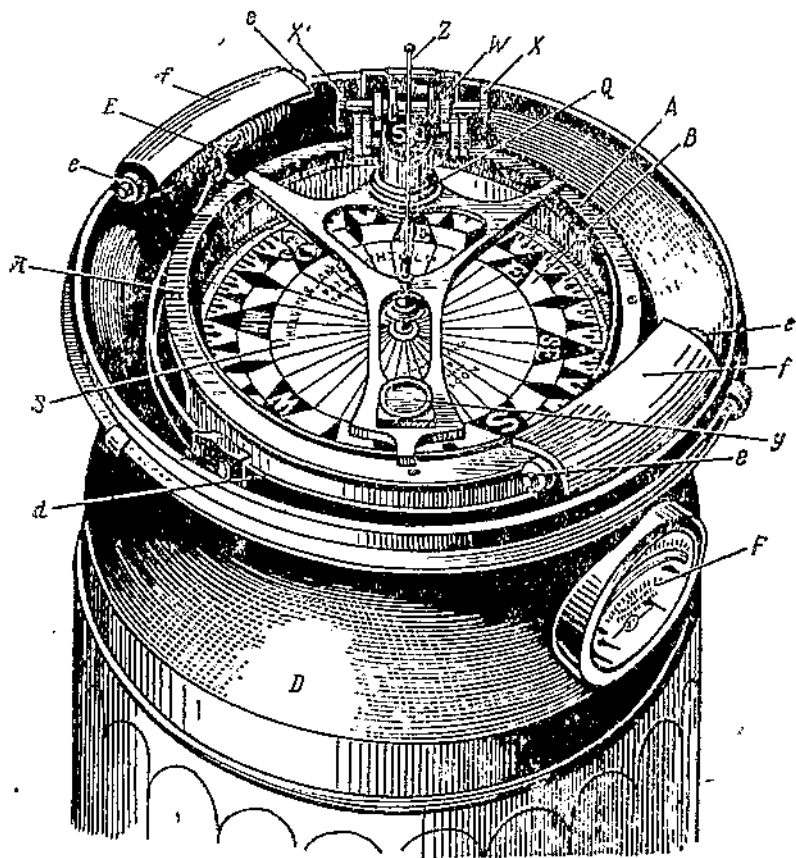


Рис. 48. $\frac{1}{6}$ нат. вел.

Поставив пеленгатор на-глаз трубкой U против предмета, смотрят вверх призмы W на предмет, а призму поворачивают так, чтобы видеть отраженное изображение индекса и части картушки.

Преимущество этого способа в том, что при пеленговании нескольких предметов не надо менять установки призмы.

Котелок в момент пеленгования должен быть горизонтален, в чем убеждаются по уровню y ; нужно заметить, что в момент наблюдения нельзя касаться руками ни котелка, ни пеленгатора.

М
небол
ние п
тикал
увиде
Точн
дурну
П
ввать

д-
за,
ла
ях

1)
ин

Пеленг одного и того же предмета, взятый тем и другим способом, должен быть, конечно, одинаков; это дает возможность проверить положение призмы и, если нужно, исправить его посредством имеющихся винтов. При наблюдениях солнца перед призмой накладывается одно из цветных стекол *R*.

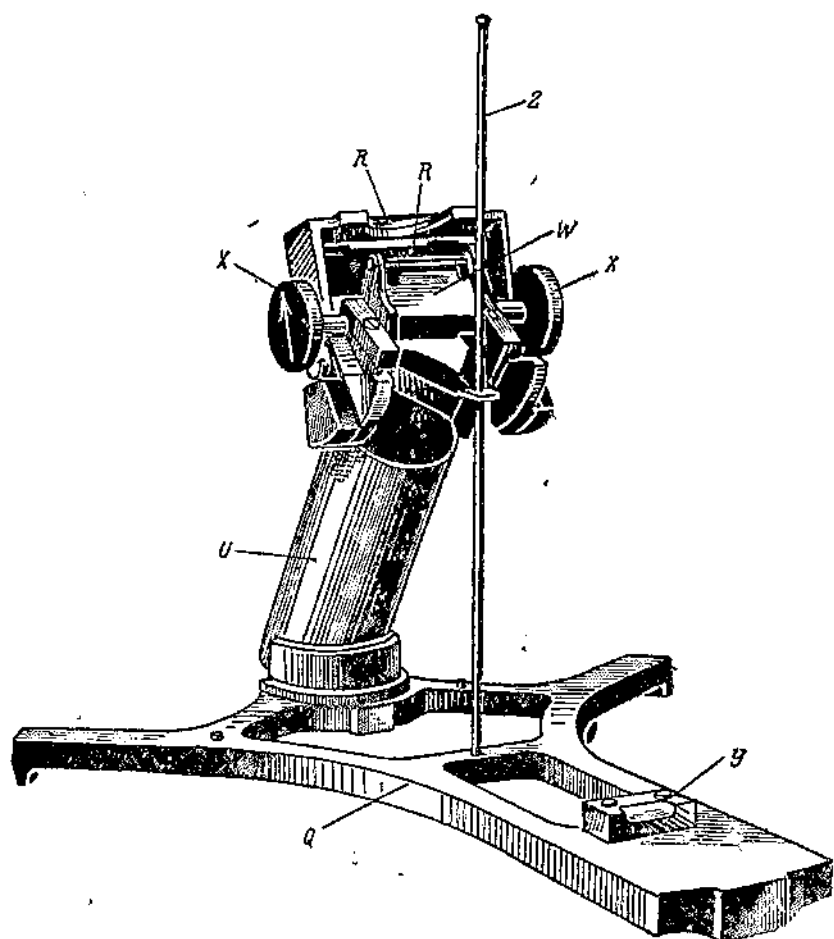


Рис. 49. $\frac{1}{8}$ нат. вел.

т-
к.
н.
е.
н.
ат

Можно пеленг предмета взять и без призмы, пользуясь небольшой медной шпилькой *Z*, ввинчиваемой для этого в основание пеленгатора. Совместив глаз, шпильку и предмет в одной вертикальной плоскости, можно, приподнимая глаз вдоль шпильки, увидеть в трубку *U*, какое деление картушки покрывает шпилька. Точность этого способа невелика, но к нему часто прибегают в дурную погоду.

При очень ярком солнце можно, повернув пеленгатор на 180° , взять пеленг солнца по тени, падающей от шпильки на призму.

Преимущество пеленгатора Томсона в том, что он дает сразу пеленг предмета, а не отсчет пеленга, как наш пеленгатор. Наш же удобен тем, что кроме своего прямого назначения служит еще и для установки дефлектора при работах по уничтожению девиации.

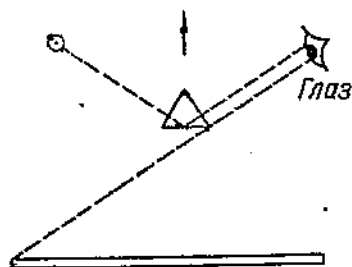


Рис. 50.

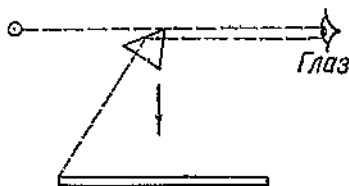


Рис. 51.

4. Нактоуз С (рис. 46 и 47) круглой формы, прочно строится из крепких тиковых досок на тиковом основании *V*, которое четырьмя медными болтами *M* крепится к палубе.

Сверху нактоуз скреплен медной шейкой *D*, вогнутой формы; внутри шейки укреплен пружинный подвес *E* (рис. 48), на котором на кардановом подвесе *d* висит котелок *A*.

С двух сторон нактоуза имеются две пары дверей: верхние *aa* закрывают камеры с электрическими лампами, нижние *bb* закрывают гнезда для магнитов-уничтожителей.

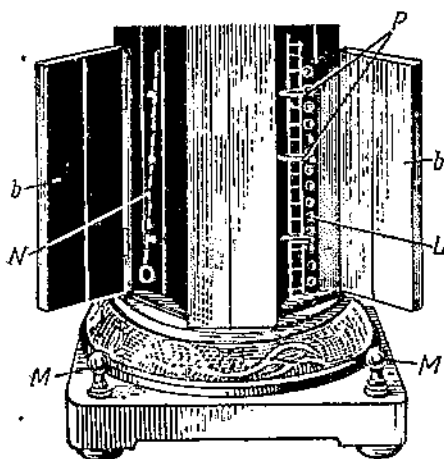


Рис. 52. $\frac{1}{10}$ нат. вел.

На рис. 52 нижние двери *bb* открыты и видно два ряда, с каждой стороны по одному, продольных отверстий—гнезд *L* и один ряд поперечных; в них и вкладываются магниты-уничтожители *P*. Гнезда перенумерованы, чтобы можно было записать положение магнитов, двери снабжены замками с ключами.

Внутри нактоуза в медной трубе, помещенной вертикально под центром котелка, на медной цепочке (рис. 52) висит медный футляр, в который вкладываются магниты для уничтожения креновой девиации. Посредством этой цепочки футляр с магнитами можно

передвигать вверх и вниз и закрепить на надлежащей высоте в окончательном положении.

С каждой стороны нактоуза прикреплены на угольниках железные шары *K* (рис. 46 и 47) для уничтожения четвертной девиации.

Угольники и шары устанавливаются так, что центры шаров приходятся в одной горизонтальной плоскости с компасными стрелками.

Карданов подвес d котелка (рис. 48) подвешен в нактоузе на пружинах.

Пружины своей упругостью противодействуют как вертикальным сотрясениям, так и боковым колебаниям котелка при качке; упругость пружин можно регулировать посредством гаек ee , расположенных по обе стороны щитиков f , под которыми помещены пружины. Этот способ подвешивания котелка оказался весьма удачным при больших вибрациях корабельного корпуса.

Снаружи шейки D нактоуза к ней прикреплен клинометр F (спиртовой) со шкалой для указания числа градусов крена корабля.

5. Освещение компаса ночью производится исключительно снизу. Внутри нактоуза помещен (рис. 47) патрон для обыкновенной электрической лампочки накаливания. Лампочка расположена на таком расстоянии от котелка, чтобы исключалась всякая возможность влияния тока на компас.

Если на корабле нет электрического освещения или им временно нельзя пользоваться, для освещения компаса имеются две специальные масляные лампы g , бросающие свет вверх к котелку. Чтобы поставить лампы на место, нужно снять предварительно дверцы aa . На рис. 46 масляные лампы показаны поставленными на места.

Сила электрического освещения компаса может регулироваться специальным механическим регулятором от полной силы до любой степени ее; силу света приходится уменьшать при пеленговании звезд или слабых огней.

6. Медный колпак N (рис. 46 и 47), конической формы, служит для защиты котелка от дурной погоды и для покрытия его ночью. Верхнее стекло колпака закрывается ночью крышкой h , переднее стекло — висящей на петлях крышкой l с маленькими раздвижными дверцами m . С правой стороны колпака имеется большая выдвижная дверца n , сквозь которую можно просунуть пеленгатор и пеленговать в дурную погоду под прикрытием колпака. Сверху колпака устроена мишень O , которой можно удобно пользоваться, если нужно быстро заметить пеленг солнца, маяка, бакана и т. п. Верхнее стекло снабжено приспособлением, позволяющим придать предметной мишени желаемое возвышение. Отсчет пеленга можно сделать по картушке, совмещая линию, начерченную на переднем стекле, с другой линией, начерченной на стекле с противоположной стороны котелка.

§ 35. Английский компас Четвина

На большинстве судов английского военного флота в качестве главного компаса употребляется компас Четвина. Котелок этого компаса (рис. 53) состоит из двух камер. Верхняя камера $ABV'A'$ представляет собой латунный цилиндр, закрытый сверху и снизу двумя плоскими стеклянными дисками AA' и BB' . В центре нижнего диска укреплен колонка D , в которую ввинчивается

шпилька. Верхняя камера сплошь заполнена жидкостью — 50° смесь спирта и дистиллированной воды.

На шпильку накладывается картушка *NS* с поплавком. Курсовой чертой служит индекс *l*, укрепленный горизонтально внутри котелка на уровне картушки.

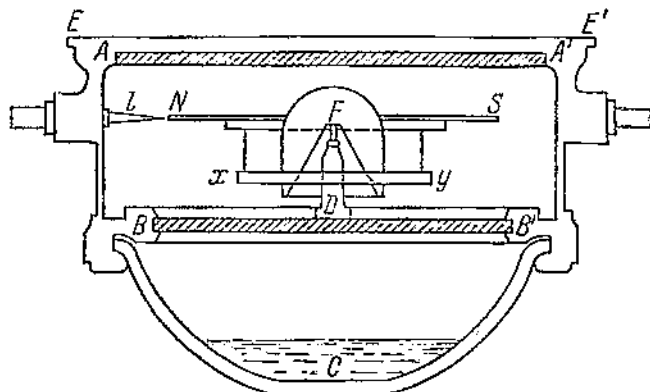


Рис. 53.

Для предоставления жидкости и котелку возможности расширяться и сжиматься с изменением температуры по бокам котелка устроены две небольшие диафрагмированные камеры расширения *g* (рис. 54).

Каждая камера каналом *h* соединяется с верхней камерой *ABB'A'* котелка. Стенки камер расширения поддаются расширению и сжатию как жидкости, так и котелка. Сбоку в котелке имеется отверстие, через которое, если нужно, можно добавлять жидкость. Это отверстие закрывается винтом с кожаной прокладкой.

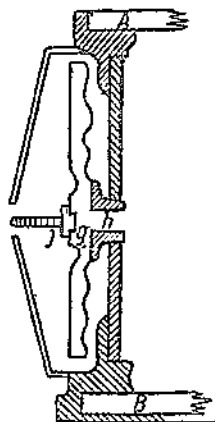


Рис. 54.

Для удаления пузырька воздуха из камеры *ABB'A'* снимают котелок с нактоуза, кладут его отверстием для наполнения вверх и вывинчивают закрывающий это отверстие винт. Навинтив на винтики *j* специальные гаечные ключи, расширяют до максимума диафрагмированные камеры. После этого вливают через отверстие для наполнения некоторое количество дистиллированной воды, повертыванием гаечных ключей сжимают слегка камеры расширения, вследствие чего часть жидкости через отверстие *h* войдет внутрь котелка и вытолкнет остатки воздуха. После этого кладут на место кожаную прокладку и завинчивают винт в отверстие для наполнения. Гаечные ключи убирают.

Если сразу не удастся удалить весь воздушный пузырь, то описанная операция повторяется еще раз.

К нижней части котелка прикреплен стеклянный поддон *BCB'* (рис. 53), наполненный касторовым маслом или глицерином. На-

значение последнего — придать котелку большую остойчивость и рассеять лучи света от лампочки, помещенной под котелком в нактоузе и освещающей картушку снизу через поддон и жидкость в нем.

Котелок на кардановом подвесе помещается на нактоузе.

Медный круг EE' , удерживающий на месте верхнюю стеклянную крышку AA' , разбит на градусы и служит азимутальным кругом компаса, причем деления идут от 0° в обе стороны до 180° . Нуль азимутального круга приходится в нос судна, так что отсчеты по азимутальному кругу дают курсовые углы пеленгованных предметов.

§ 36. Большой германский компас М/08 с картушкой М/09 в жидкости

Главным компасом на всех крупных судах и больших миноносцах германского флота служит компас М/08 с картушкой М/09 в жидкости.

Этот компас (рис. 55) состоит из медного цилиндрической формы котелка a со стеклянным дном f , покрытым сверху кружком h из синего стекла.

Сверху котелок закрыт крышкой, состоящей из круглой медной оправы d , со вставленным в нее зеркальным стеклом e . Стекло на резиновой прокладке прижато к оправе d верхним металлическим кольцом g посредством пропущенных сквозь него крепежных винтов.

На верхнем кольце нанесен азимутальный круг с делениями по солнцу от 0 до 360° . Штрихи 0° , 90° , 180° и 270° отмечены особо — черными штрихами на белом фоне.

С двух противоположных сторон на котелке имеются цилиндрические подцапфенники, в которые входят тупые ножи с цапф, ввинченных в карданово кольцо b , с такими же цапфами.

Цилиндрический кожух l разделяет внутренность котелка на две камеры, внутреннюю и внешнюю.

Внутренняя, в которой находится картушка, сплошь заполнена жидкостью — смесью $\frac{1}{3}$ чистого спирта с $\frac{2}{3}$ дистиллированной воды.

Внешняя камера внизу наполнена также жидкостью, а сверху воздухом. Назначение этой камеры дать возможность жидкости расширяться с изменением температуры без вреда для котелка. Для отвода излишнего воздуха из котелка, при повышении давления внутри последнего, служит капиллярная трубка R , посредством которой разность давлений медленно выравнивается.

Для удаления пузырьков воздуха из внутренней камеры во внешнюю кожух l в передней части котелка против носовой курсовой черты S имеет наклонную стенку O .

Подняв котелок передней частью (где носовая курсовая черта S) вверх, поворачивают его почти на 180° и затем медленно возвращают в нормальное положение. Если после этой операции пузырьки воздуха не уйдут из внутренней камеры, то следует долить жидкости. Для этого служит отверстие, закрытое винтом t . Винт t

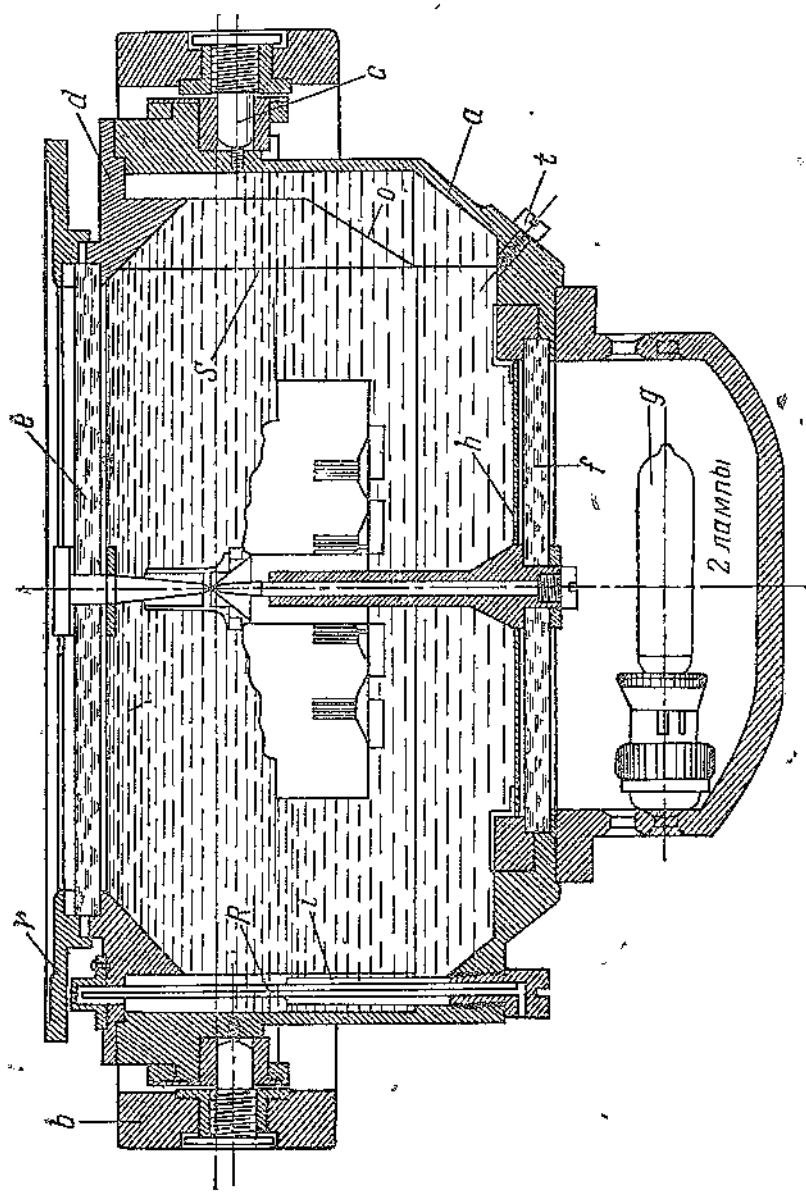


Рис. 55. $1\frac{1}{3}$ nat. вел.

нужно отвернуть, через открывшийся канал долить жидкости и затем винт *f* плотно завернуть на место.

К нижнему основанию котелка на шарнире прикреплен для увеличения остойчивости котелка тяжелый поддон, внутри которого помещаются две включенные в судовую цепь электрические лампы *G* для освещения картушки компаса.

В центре стеклянного дна котелка укреплена пустотелая колонка, в которую снизу ввинчивается шпилька, поддерживающая картушку. Положив котелок на стол стеклом вниз, открывают поддон, убирают лампы и вывинчивают шпильку для осмотра или для замены запасной.

Картушка компаса, диаметром в 196 мм (7 1/2 дюймов), состоит из пустотелого поплавка, несущего на себе две магнитные системы стрелок из четырех стрелок каждая.

Стрелки плоские прямоугольного сечения. Четыре стрелки припаяны плашмя к дну котелка; четыре других стрелки поставлены на ребро внутри поплавка. Объем последнего рассчитан так, что вес картушки в жидкости всего 10—15 г.

Топка из сапфира ввинчена своей оправой в гофрированную крышку поплавка. Сверху поплавок укреплен цилиндр, в который входит ввинченный в центре стеклянной крышки *e* компаса шпенец, не дающий картушке свалиться со шпильки при наклонении котелка.

Картушка разбита на градусы через 1°, причем надписи через 10° сделаны двойные: для отсчета курсов — прямые и для отсчетов в призму пеленгатора — обратные (зеркальные). Кроме того, картушка разбита на румбы через 1/4 румба, а главные и четвертные румбы обозначены соответствующими буквами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Описание 5-дюймового компаса с картушкой в жидкости. СПб, 1913 г.
2. Правила штурманской службы № Г-10. Ленинград, 1934 г.
3. Правила штурманской службы № Г-13. Ленинград, 1935 г.
4. Описание пеленгатора с глухой картушкой. Модель 1912 г. СПб, 1912 г.
5. Ф. Ридигер и Н. Оглоблинский, Руководство по девиации компаса. СПб, 1895 г.
6. В. Лукин, Навигация. Таганрог, 1906 г., глава V.
7. В. Павлинов, Магнитный компас на корабле. Петроград, 1918 г.
8. Главное Гидрографическое Управление. Компас для коммерческих судов.
9. Г. Шольц, Учебник для рулевых. СПб, 1907, глава II.
10. Руководство для штурманов. Перев. под ред. В. Ахматова. Ленинград, 1924 г.
11. Lehrbuch für den Unterricht in der Navigation. Berlin, 1917.
12. Чертежи компасов Гидрографического отдела УМС РККА.

Глава III

ЛАГИ

§ 37. Подразделение лагов

Лагами называются мореходные инструменты, предназначенные для определения скорости корабля, т. е. пространства, проходимого кораблем под действием своего двигателя в стоячей воде в единицу времени, или пройденного кораблем за известный промежуток времени расстояния.

Скорость корабля можно измерить различными способами.

Во-первых, бросив в море какой-нибудь буюк с привязанным к нему линем, можно, непосредственно потравливая лить, определить, на какое расстояние удалится от этого буйка корабль за известный промежуток времени, а затем рассчитать и скорость корабля.

Во-вторых, буксиря за кормой какой-нибудь предмет, устроенный таким образом, что от давления на него воды он начинает вращаться тем быстрее, чем больше это давление, т. е. чем больше скорость корабля; по числу оборотов этого предмета за известный промежуток времени судят о скорости судна.

В-третьих, о скорости судна можно судить по давлению воды или по высоте подъема воды в трубке, укрепленной внутри корабля и выступающей своим закрытым концом в подводной части корабля за борт. На стороне трубки, обращенной в сторону движения корабля, имеется отверстие, через которое вода и проникает в трубку. Чем больше скорость хода, тем выше будет подниматься вода в такой трубке и тем сильнее будет в ней давление.

Наконец, в-четвертых, на небольших глубинах скорость судна можно определить по длине вытравленного за известный промежуток времени лотлиня, если лот предварительно брошен на дно.

Идеей первого способа пользуются при устройстве ручного лага. Второй способ служит основанием устройства механических лагов разных систем. На измерении сопротивления воды зиждется устройство всех новейших электромеханических лагов. Наконец, последняя идея использована в так называемом донном лаге.

§ 38. Ручной лаг

Ручной лаг состоит из следующих составных частей: 1) сектора, служащего поплавком; 2) тонкого лня, называемого лаглинем, и 3) вьюшки, на которую этот лаглинь наматывается.

1. Назначение сектора — быть той неподвижной на поверхности воды точкой, от которой корабль отмеряет пройденное расстояние.

Сектор делается из дубового дерева (рис. 56) толщиной около 1 см ($1\frac{1}{2}$ дюйма). Радиус сектора 15—18 см, а угол ACB при вершине приблизительно равен прямому.

Внизу сектора, по всей длине дуги AB , сделана выемка, в которую врезана и прихвачена двумя медными шпильками свинцовая пластинка такого веса, чтобы опущенный в воду сектор погружался в нее на $\frac{2}{3}$ своего радиуса.

В вершине угла C просверливается круглая дыра, в которую продевается и заделывается очком лаглинь CF . В точке D лаглиня вплеснивается путик DE с деревянным клевантом E на конце. Клевант E втыкается в соответствующую дыру в секторе. Иногда в точку D вплесниваются для большей устойчивости сектора два путика с двумя одинаковыми клевантами, для которых в этом случае делаются и две дыры в секторе. Длина путика DE должна быть такова, чтобы при вставленном на место клеванте и вытянутом лаглине угол DCE был прямым.

2. Лаглинь вырубается из белого трехпрядного лня, толщиной около 2,5 см, с тремя нитями в каждой пряди.

Перед разбивкой лаглинь хорошо вымачивают в воде, подвешивают в удобном месте длинными бухтами и, привесив в нескольких местах балластины, оставляют висеть некоторое время. Если лаглинь вырубается из нового лня, то его вымачивают и вытягивают несколько раз. Когда лень хорошо вытянется, приступают к его разбивке.

Один конец лаглиня всплеснивают в очко сектора C и, отмерив $1\frac{1}{2}$ —2 длины судна, всплеснивают кусок красного флагдука. Затем, пользуясь марками, вбитыми в палубу для разбивки и проверки лотлиния (см. § 59), начинают разбивку лаглиня.

Разбивку лаглиня начинают не сразу от сектора лага, а от красного флагдука, т. е. отступя от сектора на $1\frac{1}{2}$ —2 длины судна для того, чтобы обеспечить сектору необходимую неподвижность. Брошенный в воду сразу за кормой судна сектор сперва подвергается действию струн возмущенной кораблем воды и только на расстоянии $1\frac{1}{2}$ —2 длин судна можно считать, что действие кормовой струи на сектор прекращается.

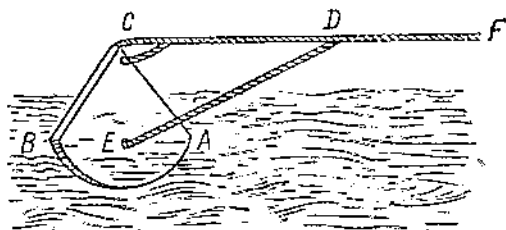


Рис. 56. $\frac{1}{6}$ пат. вел.

Отмерив от флагдука 14,6 м, вплеснивают кончик а (рис. 57) с одним узелком, затем через каждые 14,6 м (48 футов)—кончики б, с и т. д. с двумя, тремя и т. д. узелками. В зависимости от быстроходности корабля лаглия разбивается на меньшее или большее число узлов. Ясно, что нужно разбить лаглия не менее чем

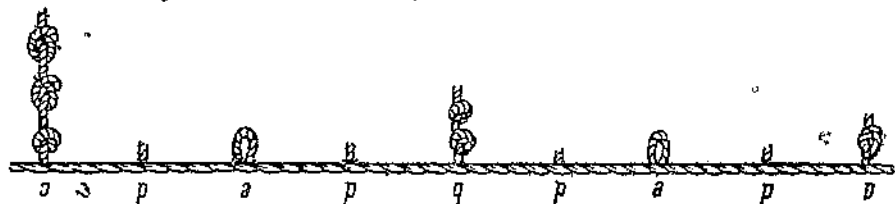


Рис. 57.

на половину наибольшего числа узлов, которое может дать судно, чтобы быть уверенным, что этим лагом может быть измерена всякая скорость данного корабля.

Каждые $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ узла, т. е. 3,7 м (12 футов), 7,3 м (24 фута) и 11,0 м (36 футов), также отмечаются особыми марками: $\frac{1}{4}$ узла и $\frac{3}{4}$ узла—кончиками д, а $\frac{1}{2}$ узла—петелькой е. При такой системе разбивки лаглия всегда можно узнать скорость судна наощупь.

Так как при употреблении лаглия намокает и вытягивается, затем при высыхании садится, то необходимо время от времени проверять по палубным маркам правильность разбивки лаглия и перевязывать его заново, если величина узлов изменилась.

3. Свободный конец лаглия крепится к выюшке (рис. 58).

Выюшка делается из крепкого дерева и состоит из двух деревянных круглых щек А и В, диаметром в 27,9 см (11 дюймов), соединенных между собою четырьмя или пятью деревянными стержнями а длиной около 68,5 см (27 дюймов). Через центр щек проходит железная ось, концы которой выходят наружу выюшки, обделываются деревом и служат ручками, за которые держат выюшку при бросании лага.

Лаглия наматывается на выюшку правильными и чистыми шлагами, начиная с коренного конца. Выюшка с намотанным лаглем должна свободно вращаться вокруг своей оси, чтобы лаглия легко сматывался с нее от хода судна. Лаглия всегда хранится намотанным на выюшку.

Когда сектор брошен в воду, он становится в воде вертикально, погрузившись на $\frac{2}{3}$ своего радиуса и при дальнейшем движении корабля представляет собой неподвижную на поверхности воды точку, от которой корабль отходит с известной скоростью. Расстояние, на которое корабль удалится от сектора за известный промежуток времени, и измеряется длиной вытравленного лаглия. Так как для непосредственного определения расстояния, пройденного

за 1 час, пришлось бы вытравливать несколько миль лаглиня, что практически невозможно и внесло бы большие ошибки, то на практике, обычно, непосредственно измеряют расстояние, пройденное кораблем за $\frac{1}{120}$ часа, т. е. за $\frac{1}{2}$ минуты (при небольших скоростях 4—8 узлов и в $\frac{1}{4}$ минуты при больших скоростях), а затем уже по пропорции рассчитывают расстояние, проходимое кораблем в час, считая, что в течение часа скорость судна не меняется. Длина морской мили принята у нас, как известно, равной 1852 м. Поэтому если судно в 1 час проходит 1 милю, то в $\frac{1}{2}$ минуты оно должно проходить $\frac{1852}{120} = 15,43$ м. Однако практика показала, что разбитый

через 15,43 м лаглинь показывает скорость судна неверно, именно скорость по лагу всегда оказывается меньше действительной скорости. Из опытов выяснилось, что вернее всего ручной лаг показывает скорость судна при длине узла в 14,6 м (48 футов), каковая длина узла и принимается при развязке лаглиня.

Для измерения промежутков времени в настоящее время пользуются секундомером или хорошими часами с секундной стрелкой, но в старое время при употреблении ручного лага пользовались всегда песочными часами, называемыми склянками.

Склянка (рис. 59) представляет собой две стеклянные отлитые из одного куска стекла воронки А и В, соединенные узким каналом. В одну из воронок насыпается сухой мелкий песок в таком количестве, чтобы он пересыпался из одной половины склянки в другую в определенный промежуток времени, например в $\frac{1}{2}$ минуты.

В настоящее время склянки выделяются $\frac{1}{4}$ -минутные, $\frac{1}{2}$ -минутные и 1-минутные. Прежде на судах употреблялись еще $\frac{1}{2}$ -часовая и 1-часовая склянки для измерения больших, сравнительно, промежутков времени, но в настоящее время они заменены морскими часами, хотя выражение «бить склянки» или «5 склянок» сохранилось во флоте и до настоящего времени.

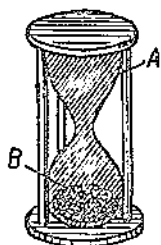


Рис. 59.
 $\frac{1}{2}$ нат. вел.

§ 39. Употребление ручного лага

Для измерения скорости судна ручным лагом назначаются четыре человека, которых выводят из вахтенного отделения. Двое из них назначаются к выюшке, один — к склянке и один — к лаглиню.

По команде «на выюшку» двое назначенных на выюшку людей берут выюшку, несут ее на ют, где становятся на подветренной стороне палубы лицом к корме в 2—3 шагах от гакаборта.

Подняв выюшку на руках, они держат ее на такой высоте, чтобы при сматывании лаглиня с выюшки последний не задевал и не терся о гакаборт.

Третий человек со склянкой в руке становится около выюшки, опустив вниз ту половину склянки, где находится песок.

Четвертый, назначенный к лаглюню, становится на подветренной стороне юта лицом к борту, берет сектор и втыкает в дыру деревянный клевант настолько, чтобы его легко потом можно было выдернуть. Для этого клевант рекомендуется предварительно смывать мылом. Затем, набрав с выюшки достаточную бухту лаглюня, он бросает сектор вместе с бухтой за борт, стараясь не запутать бухту и не ударить сектором о борт, после чего командует «товсь».

Лаг следует всегда бросать с подветренной стороны корабля, чтобы его не нанесло ветром в струю, при этом бросать как можно дальше от струи. При сматывании лаглюня его нужно пропускать через руку, регулируя его скорость вращения выюшки и не допуская дерганья лаглюня при качке.

В момент, когда через руку бросающего лаг проходит флагдук, он командует «ворочай». Услыхав эту команду, человек со склянкой быстро опрокидывает ее пустой половиной книзу и начинает следить за пересыпанием песка, держа склянку вертикально и неподвижно.

В момент, когда весь песок пересыпается из верхней половины склянки в нижнюю, человек со склянкой командует «стоп». По этой команде бросавший лаг задерживает лаглюнь и замечает марку, которая придется у него в руке.

Если пользовались $\frac{1}{2}$ -минутной склянкой, то марка на лаглюне прямо и покажет скорость корабля. При этом, если в руке окажется петелька или кончик, то надо выбрать лунь до ближайшей марки с узлами и к числу их прибавить $\frac{1}{2}$ узла, $\frac{1}{4}$ или $\frac{3}{4}$, смотря по тому, на какой марке задержан лаглюнь.

Дернув затем сильно за лаглюнь, бросавший лаг выдергивает клевант из дыры в секторе; сектор ложится при этом плашмя на воду и выбирается тем же человеком без труда на судно.

При больших ходах пользуются $\frac{1}{4}$ -минутной склянкой. Ясно, что за $\frac{1}{4}$ минуты корабль при постоянном ходе проходит в 2 раза меньшее расстояние, чем в $\frac{1}{2}$ минуты. Поэтому число узлов, пройденных в $\frac{1}{4}$ минуты, надо умножить на 2, чтобы получить действительную скорость корабля. Так, например, если по $\frac{1}{4}$ -минутной склянке корабль прошел $3\frac{1}{4}$ узла, то скорость его $6\frac{1}{2}$ миль в час. При очень малых ходах употребляют 1-минутную склянку; нетрудно сообразить, что в этом случае для получения верного хода корабля нужно число узлов, полученных по лагу, разделить на 2. Например, если за 1 минуту корабль прошел 3 узла, то его скорость в час— $1\frac{1}{2}$ мили.

Определив скорость корабля, человек, назначенный к склянке, докладывает о ходе судна вахтенному командиру и штурману, затем ставит склянку на место и идет помогать выбирать лаглюнь.

Лаглюнь выбирается бегом, и люди, держащие выюшку, наматывают его по всей длине выюшки прямыми редкими шлагами, чтобы лунь скорее мог просохнуть.

После нескольких бросаний лага нужно переменить выюшку, а бывший в употреблении лаглюнь просушить.

При плавании под парусами ручной лаг обыкновенно бросают каждые $\frac{1}{2}$ часа при всякой перемене ветра и изменении площади

наружности. По окончании перехода все бывшие в употреблении лаглины просушиваются, проверяются, сухими наматываются на вьюшки и убираются в назначенные для их хранения места.

§ 40. Ошибки ручного лага

Скорость судна ручным лагом определяется только приближенно вследствие многих ошибок, возможных при таком определении.

Во-первых, сектор не остается вполне неподвижным на поверхности воды, даже если он и плавает в стороне от струи, оставляемой кораблем за кормой. Попутный или противный ветер и волна будут подносить или относить сектор от корабля, и вследствие этого, идя бакштаг или фордевинд, мы получим скорость корабля меньше истинной, а при бейдевинде — больше истинной.

Чтобы уменьшить влияние этой ошибки на результат, в первом случае слегка надергивают рукою лаглинь, помогая ему сматываться с вьюшки. Во втором — его немного придерживают, не давая сматываться слишком быстро. Ясно, что нужно обладать достаточной опытностью, чтобы правильно учесть влияние ветра и волн на сектор лага.

Во-вторых, лаглинь каждый раз при намокании вытягивается, а при высушении садится. Поэтому не может быть уверенности, что однажды правильно развязанный лаглинь не изменил длины своего узла. Очевидно, что при неверной длине узла нельзя получить верной скорости хода. Вследствие этого надо принять за правило время от времени проверять развязку лаглиня по маркам, вбитым в палубу специально для развязки и проверки лотлиня (см. § 59), и определять поправку своего лага или перевязывать его заново.

Если показанная лагом скорость равнялась v узлам, а по проверке лаглиня, длина его узла оказалась равной не 14,6 м, а l м, то истинная скорость судна v_0 найдется из пропорции:

$$\frac{v_0}{v} = \frac{l}{14,6},$$

откуда

$$v_0 = v \cdot \frac{l}{14,6}.$$

Например, при $l=14,0$ м получили $v=6$ узлов. Следовательно,

$$v_0 = 6 \cdot \frac{14,0}{14,6} = 5,8 \text{ узла.}$$

Таким расчетом нетрудно определить истинную скорость судна, зная ошибку длины узла своего лаглиня.

В-третьих, употребляемые при бросании ручного лага склянки также не всегда показывают один и тот же промежуток времени.

Время пересыпания песка в склянке может измениться от двух

причин: 1) от перетирания узкого канала, соединяющего обе половины склянки, и 2) от разбухания песка, вследствие своей гигроскопичности намокающего в сырую погоду. В первом случае песок будет пересыпаться скорее, чем надо, во втором — медленнее. Поэтому необходимо время от времени проверять склянки по хронометру или по хорошему секундомеру и, если нужно, вводить поправки за неверность показываемого склянкой промежутка времени.

Если песок в склянке пересыпается не в 30, а в t секунд, и, пользуясь этой склянкой, получили скорость корабля v , то истинная скорость судна v_0 найдется из пропорции.

$$\frac{v_0}{v} = \frac{30}{t},$$

откуда

$$v_0 = v \cdot \frac{30}{t}.$$

Например, при $t=28$ секунд получили скорость судна $v=7$ узлов.

Истинная скорость

$$v_0 = 7 \cdot \frac{30}{28} = 7,5 \text{ узла.}$$

Согласно тройному правилу можно сразу учесть и влияние ошибки в длине одного узла и ошибки в показываемом склянкой промежутке времени.

Так, если длина узла l м, а промежуток времени, показываемый $\frac{1}{2}$ -минутной склянкой, t секунд и определенная при этих условиях скорость судна v узлов, то истинная скорость судна v_0 найдется из пропорции:

$$v_0 = \frac{v \cdot l \cdot 30}{14,6 \cdot t} = \frac{15}{7,3} \cdot \frac{v \cdot l}{t}.$$

Например, при $t=33$ секунд, $l=14,3$ м и $v=6$ узлов,

$$v_0 = \frac{15 \cdot 6 \cdot 14,3}{7,3 \cdot 33} = 5,3 \text{ узла.}$$

§ 41. Уход за ручным лагом

После нескольких бросаний лага необходимо переменить выюшку, взяв другую с сухим лаглинем, а бывшую в употреблении — просушить на палубе.

По приходе на якорь все бывшие в употреблении лаглини просушиваются, проверяются по палубным маркам, сухими наматываются на выюшки и убираются в назначенные для их хранения места.

Если по проверке склянки окажется, что песок пересыпается быстрее, чем нужно, то следует добавить песку через закрытое

пробкой отверстие, обыкновенно для этого оставляемое в крышке одной из воронок. Для предохранения же песка от сырости склянки следует хранить всегда в сухом, закрытом помещении и выносить на палубу только при бросании лага.

§ 42. Механические лаги

Несовершенства ручного лага и большие скорости современных судов заставили отказаться от употребления на паровых судах ручного лага и привели к изобретению механических лагов, действие которых основано на возрастании сопротивления воды с увеличением скорости судна.

Из множества предложенных разными конструкторами образцов таких лагов мы рассмотрим подробнее английские патентованные лаги Уокера (Patent Ship-Logs, Thomas Walker and Son, Ltd, Birmingham, England) как наиболее совершенные и потому принятые во всех флотах, в том числе и в нашем.

Кроме лагов Уокера укажем еще на некоторые другие образцы лагов.

Лагов Уокера имеется несколько образцов. Мы рассмотрим из них только наиболее распространенные для быстроходных судов и для судов с скоростями, меньшими 14 узлов.

§ 43. Механический лаг Уокера «Нептун»

Механический лаг Уокера марки «Нептун» относится к типу гакабортных лагов и сконструирован для измерения скоростей корабля, больших 14 узлов. Этот лаг, при желании, может иметь электрическую передачу своих показаний на ходовой мостик.

Полный комплект принадлежностей лага с электрической передачей состоит из: 1) двух вертушек, 2) бухты лаглиня, длиной в 118,87 м (65 англ. саж.), 3) латунного маховика, 4) гака, 5) счетчика, 6) двух башмаков для укрепления счетчика на гакаборте, 7) двух или трех запасных стекол, 8) счетчика, помещаемого в ходовой рубке, 9) соединительной коробки, 10) батареи элементов.

Лаг работает следующим образом: за кормой судна на длинном лаглине буксируется вертушка, вращающаяся вследствие давления воды на ее перья. Через лаглинь вращение вертушки передается счетчику, показывающему, в зависимости от числа сделанных вертушкой оборотов, число пройденных кораблем миль.

Устройство отдельных частей лага следующее:

1. Вертушка лага (рис. 60) представляет собой медный пустотелый цилиндр a , диаметр основания которого равен 3,4 см и высота 34,1 см. В передней своей части цилиндр переходит в конус b , оканчивающийся очком c . К телу цилиндра на равных расстояниях друг от друга прикреплены особой формы 4 пера d под углом около 10° к оси цилиндра. Длина перьев 15,7 см, наибольшая ширина 5,2 см. Ближайший край пера отстоит от вершины конуса на расстоянии 6,8 см.

При буксировке вертушки на лаггине за кормой судна давлением воды на поверхности этих перьев вертушка приводится во вращение в направлении стрелки часов, если смотреть с кормы корабля. Числом оборотов этой вертушки измеряется скорость судна. Чем больше скорость судна, тем, очевидно, больше оборотов сделает вертушка за один и тот же промежуток времени.

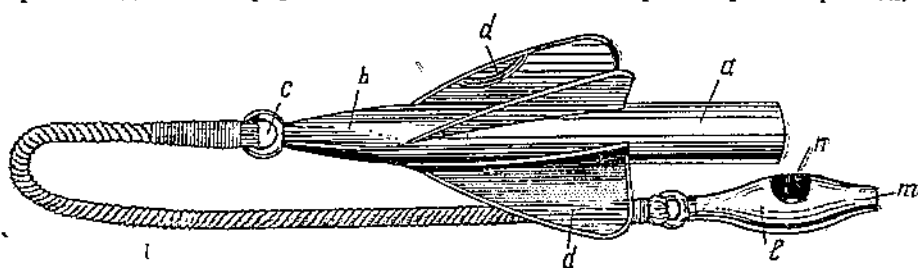


Рис. 60. $\frac{1}{6}$ nat. вел., вес 1,3 кг.

Опытным путем было найдено, что при прохождении кораблем одной мили вертушка делает около 900 оборотов и в соответствии с этим циферблат счетчика лага регистрирует не число оборотов вертушки, а соответствующее ему количество пройденных кораблем миль.

В очко с вертушки вплеснен 0,6-м конец плетеного линия, другой конец которого вплеснен в очко медного пустотелого соединительного звена *l* (рис. 60) яйцевидной формы, посредством которого вертушка соединяется с лаггином. Лаггильн пропускается в отверстие *m* соединительного звена и выводится через одно из отверстий *n* в выпуклой части звена. После этого на лаггине делается кноп, который мог бы через отверстие *l* войти внутрь звена *l*.

Чтобы при вращении вертушки лаггильн не вращался внутри соединительного звена *l*, на внутренней поверхности последнего вблизи отверстия *m*, параллельно оси яйца, сделаны два выступа, которые врезаются в кноп и удерживают его и лаггильн от вращения внутри самого звена.

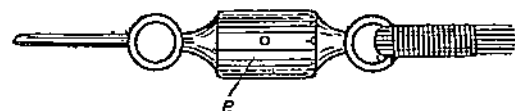


Рис. 61. $\frac{1}{8}$ nat. вел.

Описанное устройство соединительного звена неудобно в том отношении, что для замены повре-

жденной вертушки новой приходится каждый раз отрезать кноп на лаггине и затем делать его вновь. Поэтому лучше пользоваться соединительным звеном *e* (рис. 61) другой конструкции, позволяющей быстро заменить поврежденную вертушку запасной.

Усовершенствованное соединительное звено (рис. 62) состоит из двух цилиндров: внутреннего *a* и наружного *b*.

Внутренний цилиндр пустотелый, разрезан на две части *a₁* и *a₂*. Основания его снаружи конические и оканчиваются очками *c*.

В одно очко закладывается конец от вертушки, в другое — лаглись. Разрез цилиндров имеет выступы d , которыми обе половинки цилиндров сцепляются вместе так, что их не разъединить, если тянуть по оси цилиндра, а для разъединения половинок цилиндра надо разнимать их в направлении, перпендикулярном к оси.

В середине половинки a_1 цилиндра, соединенной с вертушкой, укреплена небольшая скобка, сквозь которую проходит стержень e с заплечиком. Между заплечиком стержня и стенкой цилиндра

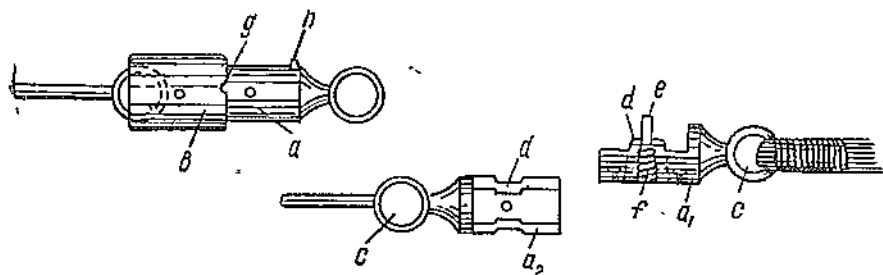


Рис. 62.

помещена медная пружинка f . Когда обе половинки цилиндра a_1 и a_2 сложены вместе, стержень e немного выступает из круглого отверстия в половинке a_2 цилиндра.

Сложенные вместе обе половинки внутреннего цилиндра удерживаются в таком положении надетым на них сплошным наружным цилиндром b с круглым отверстием посредине. В это отверстие входит выступающий из внутреннего цилиндра стержень e . Чтобы наружный цилиндр b от давления воды не соскочил с внутреннего a , в основании наружного цилиндра b имеется вырез g , в который входит винченный со стороны вертушки в тело одной из половинок внутреннего цилиндра шпенец h .

Для разъединения вертушки от лаглись достаточно утопить пальцем выступающий из внешнего цилиндра b стержень e , отодвинуть внешний цилиндр b по направлению от вертушки и разнять половинки a_1 и a_2 внутреннего цилиндра.

Соединительное звено введено с целью облегчить замену поврежденной вертушки, а также для того, чтобы своим весом оттягивать лаглись вниз и делать горизонтальной часть лаглись между ним и вертушкой. Последнее важно для правильной работы лага.

Никогда не следует бросать вертушку на палубу или при бросании и выбирании лага ударять вертушкой о борт корабля, так как при этом легко можно погнуть перья и тогда точность показаний лага значительно понизится.

2. Вертушка буксируется за кормой судна на лаглись.

Лаглись изготовляется из хорошего льняного троса 8-прядного в 10 нитей, особой выделки. Лаглись должен быть непременно плетеный, чтобы он не закручивался.

Точность показаний лага в значительной степени зависит от длины лаглиня, а так как эта последняя при одной и той же скорости хода различна у судов разных обводов, то поэтому для каждого судна весьма важно установить опытным путем надлежащую длину лаглиня, при которой лаг работает лучше всего.

В табл. 1 показаны найденные из опыта длины лаглиня, наиболее соответствующие разным скоростям хода судов с нормальными обводами.

Таблица 1

Скорость хода в узлах	Длина лаглиня	
	в метрах	в 6-фут. саж.
10	73	40
15	91—100	50—55
18	110—119	60—65
20	128—146	70—80
25	183—219	100—120

Выбрав из этой таблицы длину лаглиня, соответствующую данной скорости хода, необходимо потом, в плавание, проверить работу лага, как это будет объяснено ниже (см. § 44).

3. Маховик (рис. 63) представляет собой латунное массивное колесо с тремя такими же диаметрами длиной около 25,4 см и с двумя очками в центре. Диаметр обода 1,3 см.

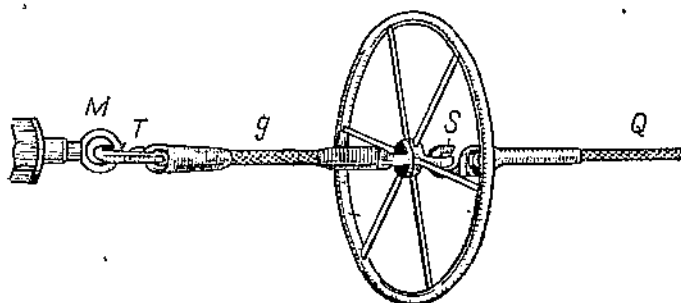


Рис. 63. $1\frac{1}{2}$ лат. вел.

В одно очко маховика вплеснен конец лаглиня g длиной 43,2 см, оканчивающийся латунным же плоским гаком T , который закладывается в очко M (рис. 64) на хвостовой части счетчика.

В противоположное очко маховика закладывается такой же плоский гак S , с лаглинем a , на котором буксируется вертушка. Таким образом достигается соединение вертушки со счетчиком лага.

Назначение маховика — служить уравниателем движения, т. е. регулировать вращение центрального стержня K счетчика (рис. 65), делая это вращение более равномерным вследствие поглощения

самым маховиком различных вибраций и дерганий, всегда имеющих место при длинном лаглине.

4. Соединительные гаки *T* и *S* — плоские латунные — имеют на носках надрезы, специально сделанные для закабливания гаков, чтобы последние случайно не выложились во время работы лага.

5. Счетчик лага (рис. 64), устанавливаемый на гакаборте судна, состоит из двух различного диаметра медных цилиндров

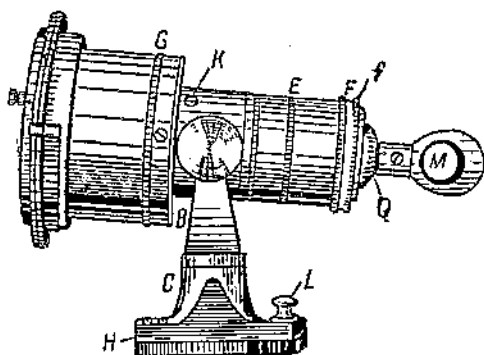


Рис. 64. $\frac{1}{4}$ nat. вел., вес 5,1 кг.

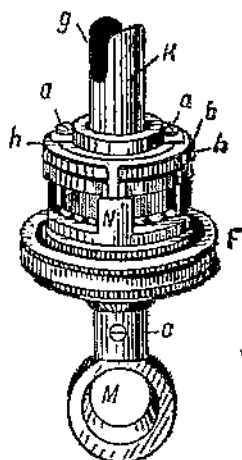


Рис. 65. $\frac{1}{3}$ nat. вел.

G и *E*, скрепленных друг с другом четырьмя соединительными винтами *K*. Цилиндр *G* содержит внутри себя систему зубчатых колес, передвигающую стрелки на циферблате, т. е. регистрирующую пройденное кораблем расстояние.

Внутри цилиндра *E* помещается хвостовая часть лага, вращение которой лаглином передается системе зубчатых колес в цилиндре *G*.

Цилиндр *E* имеет цапфы, которыми весь счетчик лежит на вилке *B*, ось которой вращается во втулке *C*. Благодаря такому устройству ось счетчика всегда составляет одну прямую с направлением лаглина. Основанием втулки *C* служит медная планка, задвигаемая в башмак *H*, прочно привинченный шестью винтами к планширю на гакаборте судна. В середине башмака имеется на пружине подъемный штырь *L*, который при задвигании планки в башмак плотно заскакивает в находящееся на планке круглое отверстие и надежно удерживает счетчик в башмаке.

Чтобы вынуть счетчик из башмака, необходимо предварительно поднять штырь *L* и затем уже выдвинуть планку основания из башмака.

Отдав винт *f* и вращая крышку *F* вправо (от себя), мы вывинтим хвостовую часть счетчика (рис. 64) из цилиндра *E*. Цилиндр *E* имеет овальное отверстие, закрываемое поворотным щи-

тиком. Это отверстие служит для осмотра хвостовой части и ее смазки.

Хвостовая часть (рис. 65) состоит из центрального стержня *K* и служащего шариковым подшипником барабана *N*.

Отдав винт *c* и держа левой рукой стержень *K*, вращаем очко *M* вправо (от себя) и свинчиваем его со стержня *K*, после чего центральный стержень *K* вынется прямо из барабана *N* и крыш-

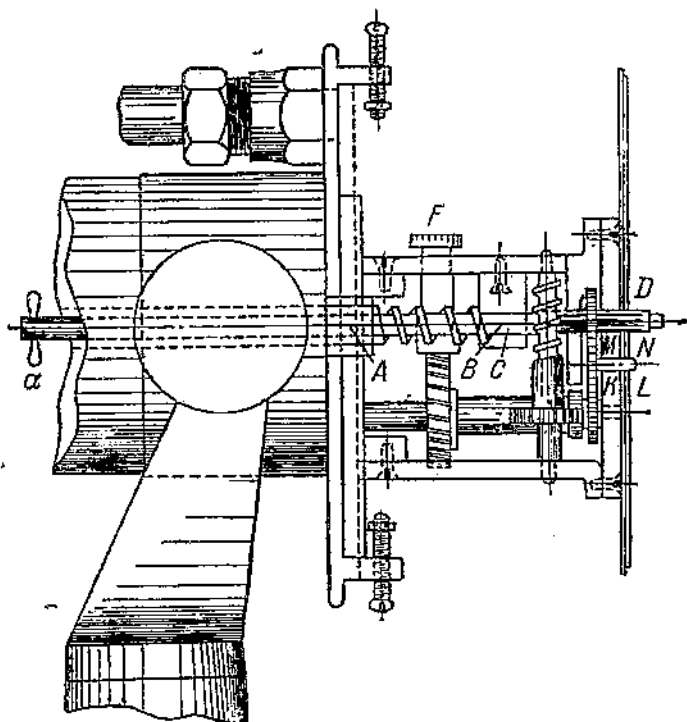


Рис. 66. $\frac{2}{3}$ nat. вел.

ки *F*. Держа затем барабан *N* левой рукой, правой вращаем крышку *F* влево (к себе) и разобщаем барабан от крышки *F*.

Стержень *K* имеет в передней утолщенной части вырез *g*, в который входит крестовина *a* (рис. 66) на главной оси *A* счетного механизма. Этим достигается соединение обеих частей счетчика.

В средней части стержня *K* имеется шпонка, которая, входя в соответствующий вырез на внутренней поверхности колеса *l* (рис. 67), скрепляет последнее со стержнем *K* и заставляет, таким образом, вместе со стержнем *K* вращаться и это колесо *l*.

Назначение барабана *N* (рис. 65) — уменьшить трение и регулировать вращение стержня *K*. С этой целью колесо *l* лежит между двумя рядами стальных шариков по 15 шариков в каждом ряду. Как в колесе *l*, так и в подушках *d* и *e* имеются соответствующие круговые желобки, в которых лежат шарики.

Давление воды на вертушку через колесо *l* передается ряду

шариков, ближайшему к линю и подушке *e*. Передний же ряд шариков служит для регулировки вращения стержня *K*. Благодаря второму ряду шариков устраняется возможность шатания оси при вращении. Надлежащая регулировка достигается завинчиванием крышки *b* (рис. 65), которая, в свою очередь, сжата двумя винтами *a*, нажимающими на особой формы кольцо *h*.

Внутренние поверхности обоих цилиндрических выступов *q* (рис. 67) барабана имеют одинаковую нарезку, поэтому барабан *N* можно винтить в крышку *F* (рис. 65) любой стороной. Это сделано для того, чтобы, когда один ряд шариков и соответствующие ему подушки сработаются, барабан *N* можно было повернуть на 180° и таким образом передать все давление на другой ряд шариков, который еще сравнительно мало работал. Этот поворот барабана *N* на 180° производится без его разборки, т. е. не вынимая шариков из барабана.

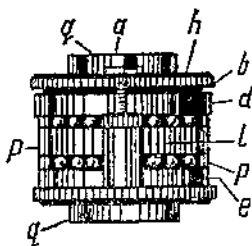


Рис. 67. $1\frac{1}{2}$ нат. вел.

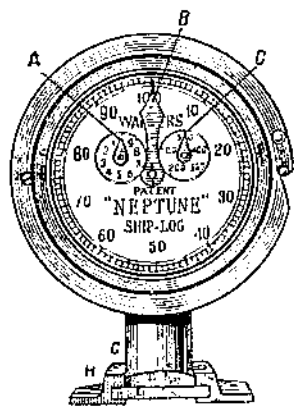


Рис. 68. $1\frac{1}{2}$ нат. вел.

Для разборки барабана *N* нужно отжать оба винта *a* (рис. 65), снять из-под них особые прокладки, которыми кольцо *h* прижато к крышке *b*, снять кольцо *h* и отвинтить крышку *b*. Тогда явится возможность вынуть колесо *l* (рис. 67) с одним рядом шариков на нем и получить доступ к другому ряду шариков.

Задний желобок выбран в нижней крышке барабана *e*, которая вместе с четырьмя соединительными ребрами *p* и верхним кольцом *d* составляет одно целое. В кольцо *d* ввинчивается съемная крышка *b*.

Крышка *F* (черт. 65) содержит в себе втулку, направляющую стержень *K*. Отдав три винтика, находящиеся снаружи крышки *F*, и отняв щитик *Q* (рис. 64), можно вынуть и эту втулку.

В щитике *Q* имеется выходное отверстие для масла, которым смазывается шариковый подшипник и центральный стержень *K*. Система зубчатых колес (рис. 66) состоит из четырех осей с червяками и шестеренками, посредством которых вращение главной оси *AB*, соединенной с центральным стержнем хвостовой части, передается трем осям *CD*, *KL* и *MN*. На выступающие наружу концы этих осей надеты стрелки, скользящие по трем циферблатам.

Одна стрелка *A* (рис. 68) показывает каждую $\frac{1}{10}$ мили пройденного расстояния, другая *B* — каждую милю, а третья *C* — каждую сотню миль до 500 миль.

Система зубчатых колес закрыта медным цилиндром G (рис. 64) со стеклянной откидной крышкой и поворотной ширмой.

Откинув стекло, можно пальцем поставить стрелки на желаемый отсчет, так как последние держатся на осях одним трением.

Поворотом ширмы открывается овальное отверстие в теле цилиндра G, сквозь которое можно осмотреть и смазать счетный механизм.

§ 44. Употребление механического лага

К бросанию механического лага Уокера назначаются два члена, обычно из числа рулевых. Получив приказание бросить лаг, они приносят на корму счетчик, бухту с лаглинем и маховик.

Вставляют счетчик в башмак, укрепленный на гакаборте судна или на небольшом выстреле, специально устроенном для отвода вертушки от кормовой струи. Убеждаются, что счетчик свободно вращается вокруг горизонтальной и вертикальной осей, и ставят стрелки счетчика на нуль. Закладывают как соединенного с маховиком короткого конца в очко счетчика и закабливают его.

Закладывают и закабливают как лаглиня в очко маховика. Укладывают лаглинь по палубе в длинную бухту, чтобы при вытягивании лаглиня свободно и чисто шел в воду.

Один рулевой, взяв правой рукой лаглинь в расстоянии около 1 м от вертушки и набрав в левую руку небольшую чистую бухту лаглиня, в назначенный момент высовывается за борт и бросает в воду вертушку и бухту с набранным лаглинем, стараясь не перепутать шлагов и не ударить перьями вертушки о борт судна.

Другой рулевой берет обеими руками маховик и держит его так, чтобы на соединительном конце между счетчиком и маховиком была небольшая слабина.

Когда вертушка упадет в воду, то давлением на нее воды вертушку будет относить от корабля назад. Поэтому бросавший лаг рулевой обеими руками постепенно перепускает лаглинь, слегка его задерживая. На большом ходу нельзя давать лаглиню слишком быстро бежать за борт. В противном случае лаглинь трудно будет удерживать, он может дернуть счетчик и сорвать его.

Когда лаглинь будет уже подходить к концу, первый рулевой, продолжая удерживать руками натянутый вращением вертушки лаглинь, осторожно передает его на маховик, а второй рулевой, постепенно отпуская слабину соединительного конца, передает натяжение линя на счетчик. Указанный порядок бросания лага имеет целью предохранить счетчик от резкого толчка при внезапной передаче на него натяжения лаглиня. От такого толчка можно повредить механизм счетчика и даже сорвать его.

Когда натяжение линя передано на счетчик, второй рулевой резким поворотом маховика по часовой стрелке приводит его и ось счетчика во вращение.

Пока лаглинь постепенно травится, а счетчик еще не работает, лаглинь несколько закручивается вращением вертушки. Поэтому

в первый момент после передачи натяжения на счетчик маховик и ось счетчика будут вращаться быстрее, чем следует, пока лаг-линь не раскрутится. Этим моментом пользуются для смазки счетчика.

Открыв поворотные щитки на цилиндрах G и E (рис. 64), обильно смазывают систему зубчатых колес и хвостовую часть счетчика костяным или прованским маслом, пока через отверстие в щитке Q не начнет вытекать чистое масло.

После этого тщательно закрывают поворотные щитки на цилиндрах G и E, чтобы механизм счетчика не засорился вылетающими из труб мелкими частицами угля.

Один из рулевых докладывает вахтенному командиру и штурману, что лаг брошен и отсчет его такой-то.

В дальнейшем необходимо внимательно следить за работой лага и смазывать счетчик каждые 12 час.

Чтобы лаг верно показывал пройденное кораблем расстояние, он должен работать исправно, а потому является необходимость в проверке работы лага. Эта проверка заключается в сравнении пройденного за известный промежуток времени расстояния между двумя обсервованными местами (снимается с карты) с расстоянием, показанным лагом за тот же промежуток времени.

Разность этих двух расстояний, деленная на расстояние, показанное лагом, и умноженная на 100, и представит поправку лага, выраженную в процентах и с соответствующим знаком.

Пример 1. За известный промежуток времени между двумя обсервованными местами корабль прошел 60 миль, а лаг показал 63 мили, т. е. на 3 мили больше. Ошибка лага x в процентах найдется из выражения

$$x = \frac{60 - 63}{63} \cdot 100 = -\frac{300}{63},$$

откуда

$$x = -4,8\%.$$

Пример 2. Корабль за известный промежуток времени прошел 56 миль между двумя обсервованными местами. За то же время лаг показал 54 мили. Определить поправку лага x .

$$x = \frac{56 - 54}{54} \cdot 100 = +\frac{200}{54},$$

т. е.

$$x = +3,7\%.$$

Зная поправку лага и пройденное по лагу расстояние, легко рассчитать и истинное расстояние, пройденное кораблем относительно воды.

Пример 3. За 4 часа корабль прошел по лагу 73 мили. Поправка лага $x = -3,8\%$. Рассчитать истинное расстояние d , пройденное кораблем за 4 часа.

Истинное расстояние d будет, очевидно, равно показанному лагом расстоянию минус поправка лага на 73 мили, показанных лагом, т. е.

$$d = 73 - \frac{73 \cdot 3,8}{100}.$$

Так как

$$\frac{73 \cdot 3,8}{100} = 2,77 \approx 2,8,$$

то пройденное кораблем за 4 часа истинное расстояние

$$p = 73 - 2,8 = 70,2 \text{ мили.}$$

Если поправка лага выходит большой, то ее нужно уменьшить соответствующим изменением длины лаглиня, подбирая нужную длину опытным путем. При этом необходимо помнить, что удлинение лаглиня заставляет обыкновенно счетчик работать быстрее, а укорачивание лаглиня—медленнее. Во всяком случае предпочтительнее пользоваться скорее слишком длинным лаглинем, чем слишком коротким, так как в первом случае вертушка идет в воде глубже, не будет на волнении выскакивать из воды и дергаться лишь, что вредно отражается на работе счетчика.

Пользуясь новым лаглинем, необходимо после первого же перехода проверить его длину, так как, обыкновенно, новый лаглинь в значительной степени вытягивается.

Так как лаг не сразу начинает работать равномерно, то необходимо бросать лаг заранее, чтобы в нужный момент он уже работал правильно.

Каждую вахту необходимо лаг осматривать. Часто бывает, что маховик застывает и потом начинает вращаться быстрее, чем нужно, т. е. вращается неравномерно. Это случается вследствие того, что на вертушку намотался кусок ветоши или пакли, выброшенной с корабля в воду, или плавающие в воде водоросли. В этом случае необходимо с разрешения вахтенного командира выбрать, осмотреть и очистить вертушку и затем бросить лаг снова.

Если вертушка окажется чистой, то осматривают механизм счетчика, не попало ли какое-нибудь постороннее тело, и, если нужно, промывают механизм керосином или пиронафтом, после чего вновь смазывают счетчик костяным или прованским маслом.

Полезно снять пальцем вытекающую из отверстия Q (рис. 64) каплю старой смазки и посмотреть, нет ли в ней мелких медных стружек, присутствие которых в капле покажет, что механизм счетчика работает неправильно. В этом случае необходимо убрать счетчик и заменить его новым. Причина такого явления, по большей части—перекос оси вращения счетчика, что имело место в лагах старых систем (см. ниже) и исключено в лагах «Нептун» устройством шарикового подшипника с двумя рядами шариков.

Отсчеты лага замечаются и записываются с точностью до $\frac{1}{10}$ мили, причем при отсчетах глаз надо держать прямо против циферблата. Замечают отсчет лага каждые полчаса, кроме того при всяком повороте судна и при всяком определении места.

Перед входом на рейд лаг заблаговременно убирают. К уборке лага назначаются также двое рулевых.

Заметив и записав момент уборки лага и его отсчет, оба рулевых берутся за лаглинь ниже маховика, натягивают его, и, когда получится слабина, один рулевой раскабливает как лаглинь и выкладывает его из очка на маховике, раскабливает как, заложенный в очко счетчика, и, разоблив маховик от счетчика, убирает счетчик со своего места.

В это время другой рулевой обеими руками выбирает лаглинь, перепуская его конец с гаком через руки обратно в воду для

того, чтобы лить раскручивался сам собою без образования на нем колышек. Когда вертушка будет поднята на корабль (нужно сстерегаться ударов перьев вертушки о борт судна), лаглинь быстро выбирается на палубу.

§ 45. Уход за лагами Уокера

Выбрав лаглинь на палубу, его необходимо предварительно подвесить длинными бухтами для просушки, а потом уже свернуть в короткую бухту и подвесить для хранения в назначенном месте.

Вертушку следует обмыть пресной водой, обтереть сухой мягкой ветошью и слегка смазать вазелином.

Счетчик после долгого похода нужно промыть керосином или пиронафтом и смазать костяным или прованским маслом.

Фирмой Уокера продается в полулитровых жестянках очень хорошее специальное масло для смазки лагов. Это масло не содержит в себе никаких примесей, кислот, не оказывает никакого химического действия на металл, не густеет и обладает высокими смазывающими качествами. При чистке или смазке хвостовой части счетчика нужно повернуть в сторону наружный цилиндр *E* (рис. 64) и наливать керосин или масло в открывшееся отверстие до тех пор, пока чистая жидкость не потечет из круглой дырочки *Q* на щитке крышки задней стенки счетчика.

§ 46. Лаг «Нептун» с электрической передачей

На современных длинных судах, где управление по большей части сосредоточено в передней части корабля, на переднем мостике, штурману было бы чрезвычайно неудобно посылать каждый раз рулевого на ют, чтобы заметить показание лага, теряя на это время и рискуя ввести в счисление ошибку, сделанную другим наблюдателем при отсчете лага.

Для устранения этого неудобства, с целью предоставить штурману возможность, не сходя с мостика, самому замечать показания установленного на корме счетчика лага лаг «Нептун» снабжается специальным приспособлением для передачи электрическим путем показаний гакабортного счетчика особому указателю, установленному в ходовой рубке на мостике или в любом месте корабля.

Электрическая часть такого лага состоит (рис. 69) из следующих частей: 1) прерывателя в гакабортном счетчике *H* с гибким бронированным кабелем *A*, 2) соединительной коробки *B*, 3) электрических проводов *D*, 4) электрической батареи из четырех элементов *E* и 5) указателя *F*, устанавливаемого в ходовой рубке корабля.

1. Прерыватель помещается в счетчике (рис. 70) на особой площадке над системой зубчатых колес внутри цилиндра *G* (рис. 64) и состоит из медного поворотного цилиндра *A* (рис. 70) со срезанной наполовину верхушкой. Каждую $\frac{1}{10}$ мили этот ци-

линдр, благодаря скрытой внутри широкого цилиндра *B* пружинке, быстро поворачивается вокруг своей оси. Скользя при этом повороте своей высокой частью по двум пластинкам *C*, цилиндр *A* замыкает в этот момент ток в цепи; когда же пластинки *C* приходятся против выреза в цилиндре *A*, то ток прерывается. Нахо-

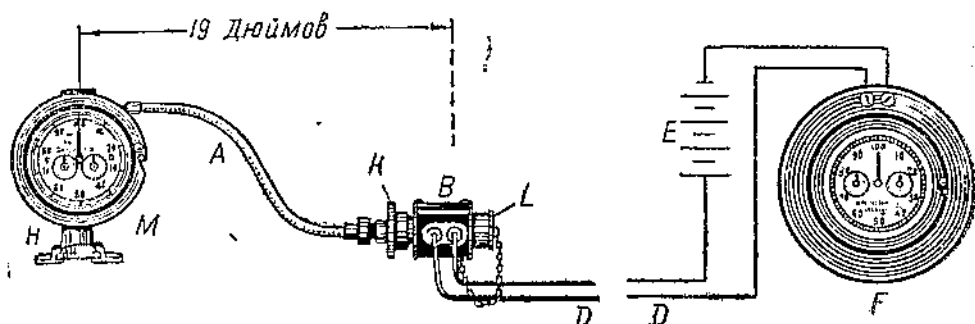


Рис. 69. $\frac{1}{10}$ нат. вел.

дящаяся внутри цилиндра *B* пружинка взводится благодаря тому, что цилиндр *B* искусственно задерживается особым рычагом *D*. На зубчатом колесе *E*, приводимом во вращение надетой на вертикальный вал счетного механизма шестерней *F* (рис. 66), имеется

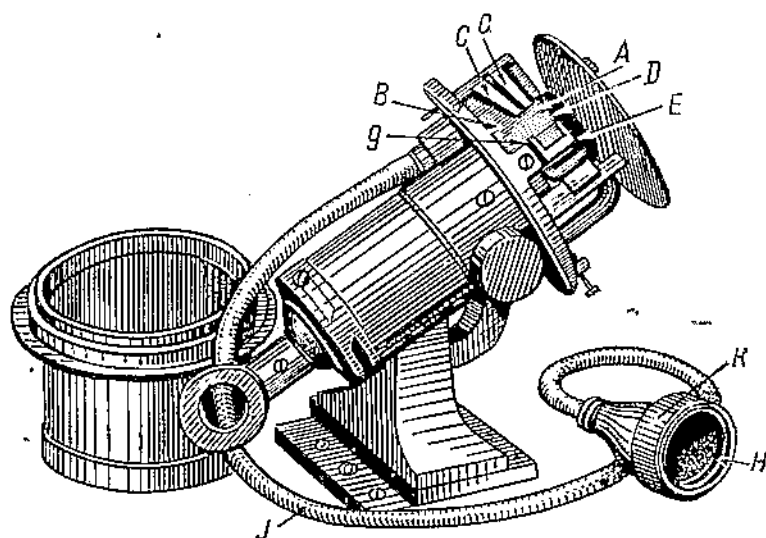


Рис. 70.

кулачок *g* (рис. 70), который один раз за время полного оборота колеса *E* отжимает рычаг *D*, освобождает цилиндр *B*, и последний силой упругости взведенной пружины быстро поворачивается вокруг своей оси. Вместе с ним делает полный оборот и цилиндр *A* и на момент замыкает ток, а затем вновь его прерывает.

Провода от концевых пластинок *C* выходят наружу счетчика,

защищены изоляцией, оцинкованы и покрыты медной оплеткой, так что имеют вид бронированного кабеля *J* (рис. 70). На конце этого кабеля имеется штепсельная вилка *H* и медная заворачивающаяся крышка *K*.

Штепсельная вилка вставляется в соответствующий штепсель в соединительной коробке *B* (рис. 69) и удерживается на месте навинченной на специальную нарезку крышкой *K*.

2. Соединительная коробка *B* (рис. 69) представляет собой водонепроницаемую коробку кубической формы, прочно привинченную к планширю в расстоянии 48 см от башмака *M*, в который вставляется гакабортный счетчик.

На одной грани коробки *B* имеется штепсельное гнездо, куда вставляется штепсель на кабеле *A*. Вставив штепсель на место, нужно еще плотно завинтить крышку *K*, удерживающую штепсель на месте. С другой стороны коробки *B* имеется нарезка, на которой навинчена глухая крышка *L*. Когда кабель *A* разобщен с коробкой *B*, то, чтобы не держать штепсель открытым, на него навинчивают глухую крышку *L*, плотно его закрывающую.

3. На третьей грани соединительной коробки *B* (рис. 69) имеются два отверстия для проводов *D*, идущих к указателю *F*, установленному в ходовой рубке.

Один из проводов присоединяется к элементам *E*, так что образуется цепь тока, которую замыкает и размыкает прерыватель гакабортного счетчика.

Провода обыкновенные с хорошей водонепроницаемой изоляцией.

Таким образом, благодаря соединительной коробке имеется возможность снимать и убирать счетчик, когда лаг не нужен, оставляя неприкосновенной остальную цепь электрической передачи на мостик.

4. Для питания цепи тока употребляются обыкновенные элементы с нашатырем, так что при ослаблении тока необходимо подбавить нашатырю и долить воды.

Если же вместо специальной батареи пользуются током от цепи судового освещения или звонковой проводки, то необходимо ввести в цепь сопротивление, чтобы получить соответствующее напряжение. Если же судовая цепь переменного тока, то необходимо, конечно, установить еще и трансформатор для преобразования переменного в постоянный ток. В цепь тока вводится выключатель, помещаемый где-нибудь в рубке вблизи указателя.

5. Указатель, устанавливаемый на мостике (рис. 71), имеет внутри себя небольшой электромагнит и систему зубчатых колес, передвигающих три стрелки на циферблате.

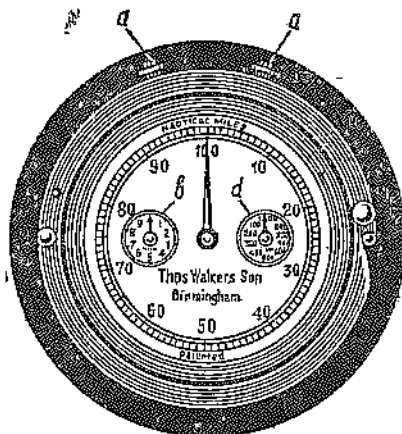


Рис. 71. $\frac{1}{4}$ нат. вел., вес 2,6 кг.

Когда при замыкании тока, подведенного к указателю через зажимы *a*, якорь электромагнита притягивается к сердечникам, он поворачивает на одно деление левую маленькую стрелку *b* счетчика. А так как прерывателем гакабортного счетчика ток замыкается каждую $\frac{1}{10}$ мили, то, следовательно, и стрелка указателя в рубке через каждую $\frac{1}{10}$ мили будет перескакивать на 1 деление, т. е. показывать каждую $\frac{1}{10}$ мили.

Когда стрелка *b* сделает полный оборот по своему циферблату, то большая стрелка повернется на одно деление своего (большого) циферблата, т. е. укажет, что корабль прошел одну милю.

Когда корабль пройдет 100 миль, т. е. большая стрелка сделает полный оборот, то третья стрелка *d* повернется на одно деление и зарегистрирует 100 миль пройденного расстояния.

Таким образом указатель регистрирует пройденное кораблем расстояние в пределах от 0 до 1000 миль через $\frac{1}{10}$ мили.

Притягивание якорька к сердечнику электромагнита сопровождается легким ударом, звук которого дает возможность, не глядя на счетчик, знать, что стрелка перескакивает с деления на деление, т. е. что лаг работает. Определяя по секундомеру промежуток времени между двумя или тремя такими ударами якорька счетчика, нетрудно рассчитать и скорость корабля в данный момент.

Чтобы показания указателя в рубке вполне соответствовали показаниям гакабортного счетчика, их необходимо согласовать, для чего нужно поставить стрелки обоих счетчиков на нуль или на один и тот же отсчет.

Так как все стрелки на своих осях держатся только трением, то переставляют стрелки на нуль или на определенный отсчет просто рукой, в любую сторону, за исключением стрелки *b* электрического указателя в рубке. Эту стрелку, чтобы не испортить механизма, нужно поворачивать только против стрелки часов, т. е. в сторону уменьшения цифр на ее циферблате.

Механическая часть лага «Нептун» с электрической передачей, а также его употребление и уход за ним совершенно такие же, как и у описанного уже лага «Нептун» без электрической передачи (см. §§ 43—45).

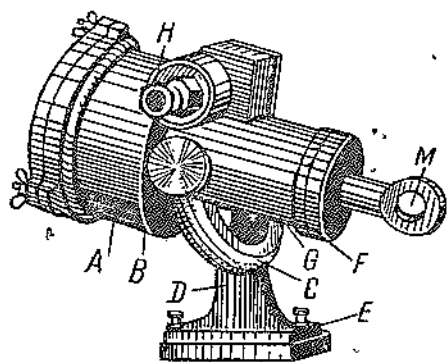


Рис. 72. А—кожух механизма лага, В—упорный диск, С—поворотная вилка, D—стойка, Е—нижняя планка, F—крышка, G—кожух передаточного механизма, H—вилка для ввода проводника, M—очко.

§ 47. Механический лаг Уокера «Тридент»

Устройство этого лага совершенно сходно с устройством лага «Нептун». Единственное различие—в устройстве системы зубчатых колес и в вертушке, которая такая же, как у лага Уокера «Черуб II» (см. ниже, § 48).

Эти незначительные изменения делают однако лаг «Тридент» пригодным к измерению скоростей, несколько больших, чем это доступно лагу «Нептун», но все же не превышающих 20 узлов.

У некоторых образцов лага «Тридент» соединительная коробка для проводов электрической передачи на мостик помещается не вблизи счетчика, как у лага «Нептун», а на самом счетчике (рис. 72).

Употребление лага и уход за ним остаются те же, что и у лага «Нептун» (см. § 44 и 45).

§ 48. Механический лаг Уокера «Черуб II»

Этот механический лаг Уокера, выпущенный фирмой под маркой «Черуб II», сконструирован для скоростей судна, меньших 14 узлов.

По внешнему виду он похож на лаг «Нептун», но отличается от последнего меньшими размерами и устройством некоторых деталей.

Счетчик лага «Черуб II» (рис. 73) состоит из двух частей: 1) системы зубчатых колес, помещенной внутри цилиндра А и передвигающей стрелки на циферблате, и 2) хвостовой части В, с центральной осью, приводимой во вращение лаглинем, заложенным в очко М.

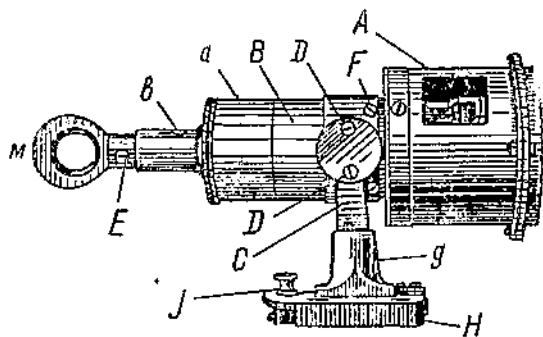


Рис. 73. $\frac{1}{3}$ nat. вел., вес 2,6 кг.

Наружный цилиндр В хвостовой части своими круглыми цапфами лежит в подцапфенниках поворотной вилки С. Подцапфенники закрыты предохранительными планками, вставленными в вырезы подцапфенников и привинченными к телу вилки двумя винтами D.

Внутри цилиндра В проходит центральная ось лага такого же устройства, как и у лага «Нептун» (рис. 65). Передняя часть оси утолщена, имеет вырез, в который входит своей крестовиной главная ось системы зубчатых колес.

На центральной оси счетчика имеется заплечик, которым ось упирается на шариковый подшипник с одним рядом шариков. Конеч оси, выходящий из цилиндра В, имеет нарезку, на которую навинчено и закреплено винтом В очко М.

Отдав соединяющие обе части счетчика четыре винта F, вывинтив винт Е и свинтив вращением по часовой стрелке очко М с центральной оси, можно вынуть из хвостовой части центральную ось и шариковый подшипник.

Так как от вращения лаглиня центральная ось вращается против часовой стрелки, то очко М не может свинтиться с оси, даже если будет срезан винт Е.

Хвостовая часть покрыта сверху поворотным медным цилиндром *В*, закрывающим два отверстия *а* и *б*. Одно отверстие *а* служит для смазки шарикового подшипника, другое *б* — для смазки оси.

Система зубчатых колес помещается внутри цилиндра *А* и состоит из четырех осей с червячками и шестеренками, передвигающимися на циферблате две стрелки: одну маленькую, указывающую каждую $\frac{1}{10}$ мили пройденного расстояния, и другую большую, отмечающую каждую пройденную милю до 100 миль.

Цилиндр *А*, так же как и хвостовая часть *В* (рис. 73), покрыт поворотной ширмой с двумя окнами — прямоугольным и круглым,

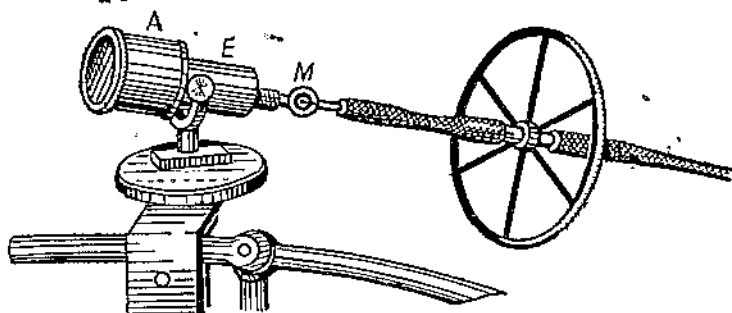


Рис. 74. Гакбортная установка лага: *А* — механизм лага, *Е* — передаточный механизм, *М* — очко.

служащими для осмотра и смазки зубчатых колес. Ось вилки счетчика входит в вертикальную втулку *г*, плоское основание которой вкладывается в башмак *Н*, привинченный к планширю на гакборте судна четырьмя винтами. Счетчик удерживается в башмаке вертикальным штифтом *Ј* на пружинке. Штифт входит в круглое отверстие в планке основания втулки *г*, и чтобы вынуть счетчик из башмака, надо предварительно оттянуть вверх штифт *Ј*.

Устройство остальных частей лага «Черуб II», кроме маховика, совершенно такое же, как и у лага «Нептун», но соответственно меньших размеров. Маховик у лагов «Черуб» не латунный, а чугунный литой (рис. 74).

Вертушка лага «Черуб II» в общем похожа на вертушку лага «Нептун» (рис. 60). При одинаковой длине в 34,1 см вертушка лага «Черуб II» имеет больший диаметр, именно 4,2 см, и перья ее, более короткие и более широкие (длина пера 14,2 см, наибольшая ширина 6,0 см), чем у вертушки лага «Нептун», отнесены несколько дальше от вершины конуса, чем у последней. У вертушки лага «Черуб II» перья укреплены в расстоянии 9,6 см от этой вершины. Эта вертушка годится как для лага «Черуб II», так и для лага «Тридент».

Употребление лага и уход за ним те же, что и для лага «Нептун» (см. § 44 и 45).

В настоящее время Гидрографическим управлением ВМФ предложено изготавливать лаги для малых скоростей по типу «Черуб II», но со звонком и с электрической передачей на мостик, как у лага «Черуб» (см. § 49).

§ 49. Механический лаг Уокера «Черуб»

Этот образец лага, первый по времени, предназначен также для судов со скоростью не выше 14 узлов. Размеры и внешний вид лага «Черуб» (рис. 75) такие же, как и у более усовершенствованного лага «Черуб II». Однако в устройстве своих деталей счетчики этих лагов имеют существенное различие.

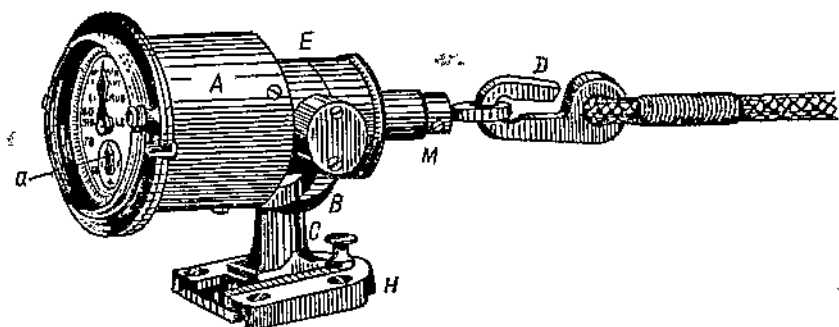


Рис. 75. $\frac{1}{4}$ нат. вел., вес 2,6 кг. А — кожух механизма лага, В — поворотная вилка, С — стойка, D — гак, Е — кожух передаточного механизма, М — очко, Н — башмак, а — стрелка малого циферблата.

Главное отличие лага «Черуб» от лага «Черуб II» в устройстве подшипника, в наличии сигнального звонка, электрической передачи показаний гакабортного счетчика на мостик и в разбивке малого циферблата счетчика через $\frac{1}{4}$ мили вместо $\frac{1}{10}$.

Центральная ось *a* лага «Черуб» оканчивается (рис. 76) усеченным конусом *b*, на верхнем основании которого имеется эксцентрический выступ *c*. При вращении оси *a* выступ *c* задевает за насаженную на главной оси счетного механизма крестовину и таким образом приводит счетный механизм в действие.

Боковая поверхность конуса *b* имеет, по образующим надрезы для устранения скольжения.

Этим конусом центральная ось ложится на конический подшипник *d*, состоящий из трех стальных конусов *f*, вращающихся на осях, перпендикулярных к центральной оси *a*. Оси конусов *f* ввинчены в кольцо *d*, надеваемое на центральную ось *a* счетчика. На ввинтованный конец *e* оси *a* выходит из тела хвостовой части счетчика, и на него навинчено очко *M* (рис. 75), в которое закладывается гак *D* с лаглинем. В остальном устройство хвостовой части лага «Черуб» одинаково с устройством хвостовой части лага «Черуб II».

В счетном механизме этого лага, в отличие от лага «Черуб II», имеется звонок, подающий сигнал каждую $\frac{1}{8}$ мили пройденного расстояния. На оси, вращающей стрелку *a* малого циферблата счет-

чика (рис. 75), насажено эксцентрическое колесо с зубом. К этому колесу специальной пружиной прижимается язык, насаженный на цилиндр с молоточком, ударяющим по звонку. Когда при вращении оси под язык подходит более широкая часть эксцентрического колеса, язык начинает отходить, и молоточек взводится. Когда под язык подойдет вырез в эксцентрическом колесе, действием пружины язык падает, молоточек ударяет по звонку, и раздавшийся сигнальный звонок дает знать, что корабль прошел $\frac{1}{6}$ мили.

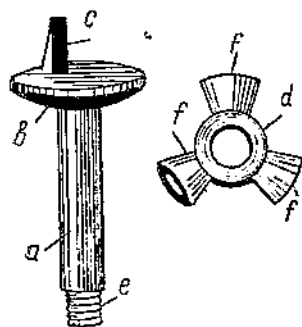


Рис. 76. $\frac{1}{2}$ nat. вел.

Отходя от звонка в крайнее положение, молоточек в этот момент прижимается к пружинке и тем замыкает цепь тока от батареи. В эту цепь можно ввести указатель, подсбный указателю лага «Нептун», и таким образом электрическим путем передавать показания лага на мостик.

Определяя по секундомеру промежутков времени между двумя последовательными звонками, нетрудно рассчитать и скорость судна в данный момент. Например, промежутков времени между двумя последовательными звонками лага 75 сек. Определить скорость корабля v .

Так как 1 час времени содержит в себе 3600 секунд, то скорость судна v найдется по пропорции

$$v : \frac{1}{6} = 3600 : 75,$$

откуда

$$v = \frac{3600}{6 \cdot 75} = \frac{600}{75} = 8 \text{ миль.}$$

Чтобы не производить каждый раз подобных вычислений, можно заранее составить таблицу, в которой для различного числа секунд между звонками лага давалась бы соответствующая скорость судна в узлах.

Остальные части лага «Черуб» такие же, как и у лага «Черуб II»: Употребление и уход за лагом «Черуб» такие же, как и у лага «Нептун» (см. § 44 и 45).

В качестве электрического указателя пройденного пути Гидрографическим управлением ВМФ отпускался к лагу «Черуб» электрический счетчик системы И. И. Конюшкова.¹

На этом счетчике (рис. 77) три малых циферблата: левый разбит через $\frac{1}{6}$ мили от 0 до 10 миль, средний разбит через 1 милю от 0 до 100 миль, а правый разбит через 10 миль от 0 до 1000 миль.

При каждом замыкании тока звонком такабортного счетчика сердечник маленького электромагнита, помещенного внутри счетчика Конюшкова, притягивает свой якорек.

Небольшой рычажок, соединенный с якорьком, каждый раз при этом приподнимается и своим концом передвигает на один зубец

¹ В настоящее время не отпускается.

зубчатое колесо, на оси которого и сидит стрелка левого циферблата. Таким образом, эта последняя при каждом замыкании тока передвигается на одно деление левого циферблата. Когда эта стрелка сделает шесть скачков, то стрелка среднего циферблата посредством зубчатой передачи передвинется на одно деление и покажет, что корабль прошел одну милю, и т. д.

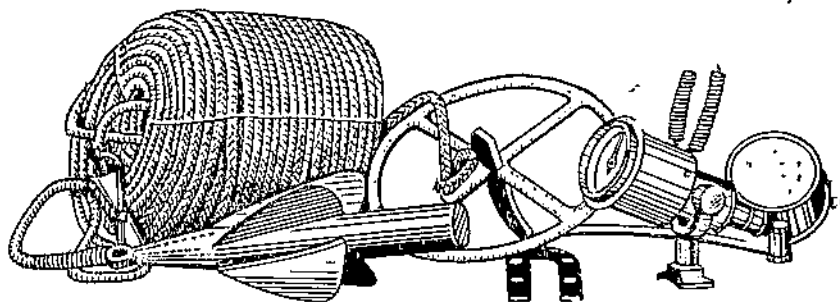


Рис. 77.

Недостатком счетчика Конюшкова нужно считать малые размеры его циферблатов, вследствие чего приходится подходить к счетчику вплотную, чтобы сделать отсчет.

§ 50. Советские лаги

В настоящее время описанные английские механические лаги фирмы Уокера на кораблях ВМФ постепенно вытесняются подобными же советскими лагами производства Завода мореходных инструментов в Ленинграде.

Завод мореходных инструментов изготавливает два типа механических лагов: механический лаг для малых скоростей от 6 до 14 узлов типа «Черуб» и для больших скоростей от 14 до 25 узлов типа «Нептун».

Конструкция этих лагов мало чем отличается от описанных уже конструкций английских лагов.

Все подробности их устройства и употребления изложены в «Правилах штурманской службы № Г—1 и 2», 1933 г.

В качестве указателя пройденного расстояния, вместо электрического счетчика системы Конюшкова, отпускается указатель системы Гидрографического управления ВМФ, похожий по внешнему виду на английский указатель к лагу «Нептун». Он не имеет недостатков указателя Конюшкова — трудность отсчета из-за малых размеров циферблатов — и хорошо регистрирует каждую $\frac{1}{10}$ мили пройденного расстояния.

К лагу типа «Черуб» отпускается бухта плетеного лаглиня, длиною в 75 м, и еще одна бухта такой же длины в запас, а к лагу типа «Нептун» — тоже две бухты плетеного лаглиня по 125 м каждая.

Практика показала, что советские механические лаги вполне удовлетворяют своему назначению и по качеству работы несколько не уступают уокеровским лагам.

§ 51. Соединительный вертлюг

Стремление освободить буксируемую за кормой судна вертушку механического лага от действия на нее струи возмущенной кораблем воды, а также дать возможность штурману и вахтенному командиру в любой момент самому отсчитать показание лага привело к изобретению соединительного вертлюга, вводи-

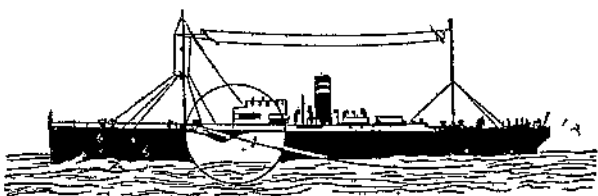


Рис. 78.

мого между маховиком лага и гакабортным счетчиком, установленным в этом случае на ходовом мостике.

Фирмой Уокера (Th. Walker & Son, Birmingham, England) предложены

два типа такого вертлюга для механической передачи вращения лаглиня гакабортному счетчику, установленному на мостике судна.

Первый образец соединительного вертлюга — «Викинг» (Walker's Patent «Viking» Ship-Log Connector) разрешает обе поставленные выше задачи. Вертушка лага (рис. 78) идет в невозмущенной кораблем воде, сбоку судна, в некотором расстоянии от борта. Гак короткого тросового конца, соединяющего маховик лага, а следовательно и лаглинь, со счетчиком, закладывается не в очко счетчика, а в очко соединительного вертлюга «Викинг» (рис. 79),

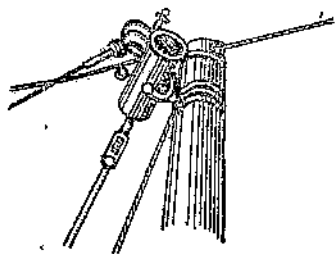


Рис. 79.

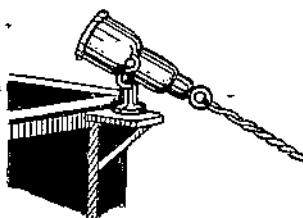


Рис. 80.

установленного на шпоре выстрела. Выстрел должен быть отпущен с наветренного борта судна и надежно укреплен. Верхняя часть вертлюга соединяется гибким проволочным тросом с хвостовой частью гакабортного счетчика, установленного на мостике (рис. 80). В это соединение вводится небольшой винтовой талреп для обтягивания троса втугую.

Опыты показали, что на судах, длиною в 122 м и больше, такая установка механического лага дает более точные и постоянные показания последнего, чем при буксировке вертушки за кормой судна.

Второй образец соединительного вертлюга („Trident“ or „Chevib“ Ship-Log Connector, рис. 81) служит только для механической передачи вращения буксируемой за кормой вертушки гака-

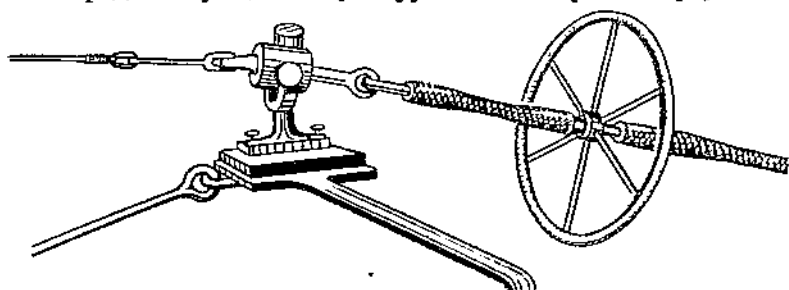


Рис. 81. $\frac{1}{8}$ nat. вел., вес 0,8 кг.

бортному счетчику, установленному на мостике, и употребляется на судах длиною менее 122 м. Соединение между вертлюгом и счетчиком осуществляется, как и в первом случае, также посредством гибкого проволочного троса.

Применение соединительных вертлюгов, хотя и дает возможность осуществить чисто механическим путем передачу показаний лага на мостик, при наличии описанной уже электрической передачи, вряд ли можно назвать рациональным. Несмотря на шариковые подшипники в вертлюгах и обильную их смазку, рекомендуемую фирмой, возникающее здесь добавочное трение, а также скручивание соединительного проволочного троса являются, несомненно, недостатком этой системы.

Возможность буксировать вертушку лага у борта судна, а не за кормой составляет ценное преимущество вертлюга «Викинг», однако необходимость периодической его смазки, трение лаглина о борт судна при крутых поворотах и неудобство обращения со всей системой в свежую погоду понижают, по нашему мнению, практическую ценность этого изобретения.

§ 52. Механические лаги других систем

Помимо рассмотренных выше механических лагов Уокера существует еще много других образцов лагов, менее совершенных и поэтому менее распространенных, но все же по оригинальности своего устройства представляющих известный интерес. Из большого числа патентованных лагов, выпущенных на рынок различными фирмами, мы вкратце упомянем только о двух категориях таких лагов.

1. Лаги, у которых счетчик соединен с вертушкой и находится в воде.

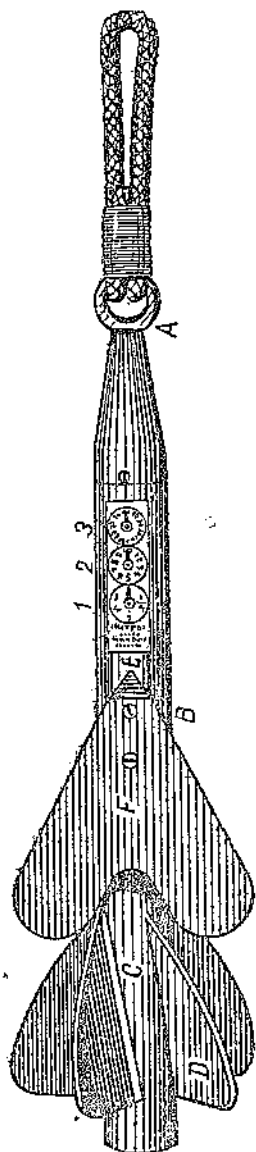


Рис. 82.

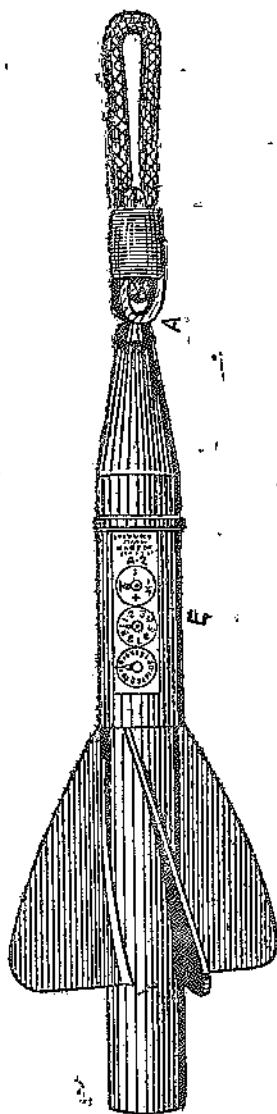


Рис. 83.

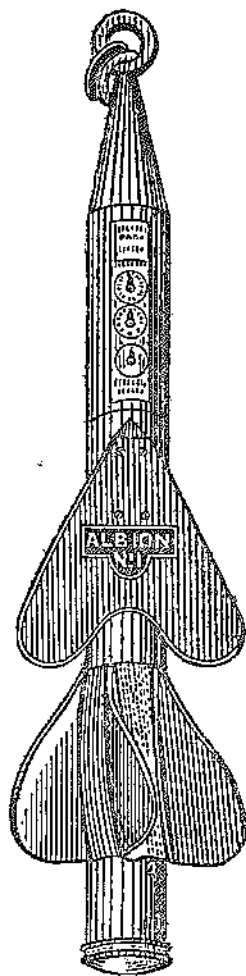


Рис. 84.

К этой категории относятся лаги Уокера „Гарпун“ (А, „Harpoon“, рис. 82 и А, „Harpoon“, рис. 83), сходные с ними лаги той же фирмы „Anchor № 1“ и „Anchor № 2“, лаги Массея „Альбион“ („Albion“, рис. 84) и „Фрикшнлесс“ („Frictionless“, рис. 85) и др.

Преимущество этих лагов перед обыкновенными уокеровскими лагами в том, что здесь счетчик в точности регистрирует число оборотов вертушки, так как последняя непосредственно вращает главную ось счетчика, без участия лаглиня. Лаглинь, в особенности цо-
вый, обыкновенно скручивается, и часть оборотов вертушки при этом теряется и не регистрируется счетчиком.

Недостаток же этой категории лагов — необходимость выбирать лаг из воды каждый раз, когда нужно посмотреть отсчет лага. Это является крупным недостатком этих лагов и делает их практически неудобными. Кроме того, с потерей вертушки у этих лагов теряется и счетчик вместе с зарегистрированным им числом пройденных миль.

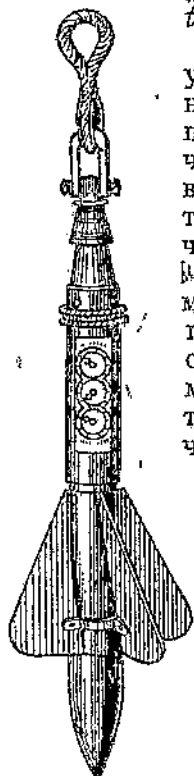


Рис. 85.

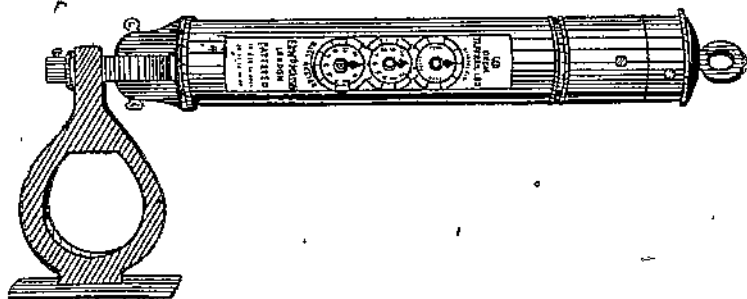


Рис. 86.

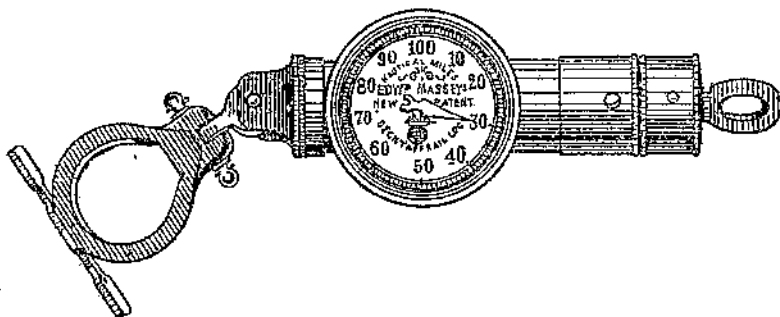


Рис. 87.

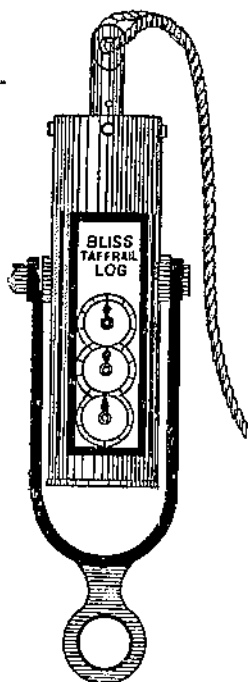


Рис. 88.

2. Лаги, счетчики которых можно установить не только на корме, но и на мостике или в любом месте борта.

Таковы лаги фирмы „Массей“ („Massey“), „Клиппер“ („Clipper“, рис. 86), той же фирмы „Дек Таффрайл“ („Deck Taffrail“, рис. 87), лаги Уокера „Блисс“ („Bliss“, рис. 88) и „Рокет“ („Rocket“, рис. 89) и др.

Эти лаги укрепляются обычно на небольшом выстреле, устанавливаемом или на самом мостике, или где-нибудь у борта вблизи мостика, так что всегда находятся у штурмана перед глазами. В этом и состоит их главное преимущество.

Однако при поворотах судна лаггильн ложится на борт, трется о борт, и в это время лаг работает, конечно, неправильно. В настоящее время, при электрической передаче показаний гакабортного счетчика на мостик, преимущество лагов этой категории становится несущественным, а непрочность их конструкции и не столь удачное устройство подшипника, как у уокеровских лагов, делает их менее надежными по сравнению с гакабортными лагами Уокера.



Рис. 89.

§ 53. Ошибки механических лагов

Кроме указанной уже причины неверности показаний механических лагов из-за несоответствия длины лаггильн скорости хода есть еще и другие причины, понижающие точность этих приборов.

Вертушка механического лага при плавании на волнении не все время остается погруженной в воду на одну и ту же глубину 91,4—182,9 см (3—6 футов), но глубина ее погружения изменяется, а иногда вертушка даже выскакивает вовсе из воды и тогда, вследствие ослабления давления, вращается медленнее, чем нужно. Поэтому механическим лагам вообще свойственно показывать пройденное расстояние больше действительного и тем больше, чем больше скорость хода.

Затем в самом принципе устройства механических лагов допущена некоторая неточность именно в предположении, что скорость судна пропорциональна числу оборотов вертушки. В действитель-

ности же скорость судна пропорциональна числу оборотов вертушки в степени 0,9. Поэтому если за 1 час корабль проходит 1 милю и вертушка делает 900 оборотов, то когда вертушка за 1 час сделает N оборотов, скорость корабля v найдется из пропорции:

$$1 : v = 900^{0,9} : N^{0,9},$$

т. е.

$$v = \left(\frac{N}{900} \right)^{0,9}.$$

Таблица 2

Скорость по лагу v (в узлах)	Истинная скорость v_0	$v_0 - v$
6	6,3	+0,3
8	8,2	+0,2
10	10,0	0,0
12	11,8	-0,2
15	14,4	-0,6
18	17,0	-1,0
20	18,7	-1,3
22	20,3	-1,7
25	22,8	-2,2

Кроме того механические лаги по изготовлении выверяются для какой-нибудь определенной скорости, например, для 10-узловой, 12-узловой и т. п. При этой скорости судна лаг будет показывать верно. Но если скорость судна будет меньше той, для которой лаг выверен, то лаг будет показывать скорость корабля меньше истинной. При скорости судна больше той, для которой лаг выверен, лаг будет показывать скорость больше истинной.

Существует эмпирическая формула, позволяющая рассчитывать истинную скорость корабля по скорости, показываемой механическим лагом. Именно, если лаг выверен для 10-узловой скорости, то при другом ходе истинная скорость судна v_0 может быть найдена из формулы

$$v_0 = 10^{0,1} \cdot v^{0,9},$$

где v — скорость судна, показываемая лагом.

Вышеприведенная таблица показывает, какова разность между истинной скоростью судна v_0 и показываемой лагом скоростью v , если пользоваться лагом, выверенным для 10-узловых хода.

Из этой таблицы видно, что ошибки лага будут ничтожны только если скорость судна приблизительно равна той скорости, для которой лаг выверен; на ходу же, сильно отличающемся от того, для которого лаг выверен, пользоваться таким лагом, без введения поправок, нельзя.

Автору приходилось при плавании на миноносце пользоваться уокеровским лагом «Черуб», выверенным для 10-узловой скорости. Вскдя на 20-узловом ходу поправки по вышеуказанной формуле, он всегда получал достаточное соответствие между показанным лагом и действительно пройденным расстоянием, определенным из наблюдений.

Наконец, большое натяжение лаглиня и вызываемое им усиление трения в подшипниках на больших скоростях хода делают механические лаги непригодными для больших скоростей: счетчик неправильно регистрирует обороты вертушки, маховик часто останавливается и потом начинает вертеться с чрезвычайной быстротой, вследствие чего ошибочность показаний лага увеличивается.

Поэтому для больших скоростей лучше пользоваться новейшими электромеханическими лагами.

§ 54. Самопишущий лаг Никольсона¹

Лаг Никольсона отличается от описанных выше механических лагов тем, что указывает не только пройденное кораблем расстояние, но и скорость корабля в любой момент, причем эта последняя записывается кроме того и на бланке, так что впоследствии всегда можно узнать скорость, с которой шел корабль в любой момент перехода.

Устройство лага основано на увеличении сопротивления воды с возрастанием скорости хода.

Внутри корабля, в плоскости шпангоута, устанавливаются (рис. 90) две медные вертикальные трубы *A* и *B*, диаметром 7,6 см (3 дюйма), различной длины.

Труба *A* называется трубой грузовой ватерлинии. Верхний ее конец только немного возвышается над самой глубокой ватерлинией, когда судно имеет наибольшее углубление, а нижний конец настолько же ниже самой низкой ватерлинии, когда судно имеет наименьшее углубление.

Труба *B* называется трубой скорости. Нижний ее конец находится на одном уровне с нижним концом трубы *A*, а верхний конец возвышается тем выше над соответствующей наибольшему углублению ватерлинией, чем больше скорость судна.

Труба *A* сообщается с забортной водой посредством небольшой коленчатой трубки *a*, диаметром 3,2 см. Трубка *a* укреплена над сделанным в дне корабля отверстием, и водонепроницаемость обеспечивается соответствующим сальником. Очевидно, что уровень воды в трубе *A* всегда соответствует уровню забортной воды.

Труба скорости *B* посредством гибкого шланга *b*, диаметром в 19 мм и длиной в 91,4 см, соединяется с небольшой впускной трубкой *c*, проходящей сквозь днище корабля и выступающей под днищем примерно на 15,2 см. Наружный диаметр впускной трубки равен 2,7 см. Она закрывается поворотным краном *d*. Выступающий

¹ На снабжении не состоит.

под днищем корабля конец впускной трубки с низу закрыт, а сбоку, на стороне, обращенной к носу судна, имеет круглое отверстие, через которое вода входит в впускную трубку и поступает в трубу скорости *В*. При плавании на мелководье впускная трубка *с*, во избежание ее загрязнения или поломки, может убираться внутрь корабля.

Когда корабль не имеет хода, уровень воды в трубе *В* будет такой же, как и в трубе *А*, т. е. будет соответствовать уровню

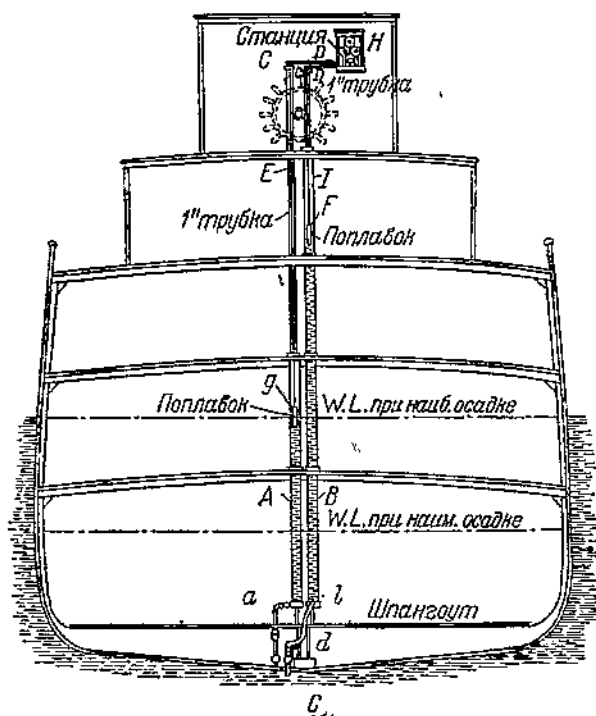


Рис. 90. *А* — труба уровня, *В* — труба скорости, *С* — передаточные зубчатые колеса, *Д* — $\frac{1}{4}$ " валики, *Е* — проволока для поплавков.

заборной воды. Когда корабль на ходу, то уровень воды в трубе скорости *В* будет повышаться тем больше, чем больше скорость судна.

В трубе *В* имеется поплавок *Г*, от которого тонкая медная цепочка *Е* идет в ходовую рубку. Здесь цепочка *Е* перекинута через колеса *С* так, что звенья цепочки задевают за зубцы зубчатых колес *С*. Другой конец цепочки *Е* спускается в узкую железную 1,9-см трубу, укрепленную над трубой *А* для защиты цепочки. К концу цепочки *Е* привешен в качестве противовеса груз *г*.

От зубчатых колес *С* идут тяги *Д* к указателю скорости *Н*, помещенному в удобном месте в ходовой рубке на мостике, где ведется прокладка.

Счетчик лага Никольсона (рис. 91) включает в себе следующие части:

1. Хорошие часы *A*, показывающие время и одновременно приводящие во вращение барабан *B* с надетым на него листом бумаги, специально разграфленной для отметки дней недели, момента времени и скорости судна.

2. Указатель скорости *C*, стрелка которого указывает, с какой скоростью идет корабль в данный момент. С изменением скорости и стрелка указателя меняет свое положение на циферблате.

3. Циферблат *D*, разбитый через $\frac{1}{10}$ мили. Стрелка на этом циферблате показывает каждую $\frac{1}{10}$ мили пройденного расстояния.

4. Указатель пройденного пути *E*, регистрирующий число пройденных миль до 9999 миль.

5. Рычаг *F*, оканчивающийся пером с чернилами, как у барографа. Этот рычаг чертит на бумаге барабана кривую скорости. Горизонтальные линии на бланке проведены через 1 узел, вертикальные — через 1 час от 0 до 24 часов.

По мере увеличения хода корабля рычаг с пером постепенно поднимается кверху, и когда скорость установится, перо будет чертить на бланке кривую вблизи прямой, обозначающей данную скорость. Опускаясь и поднимаясь

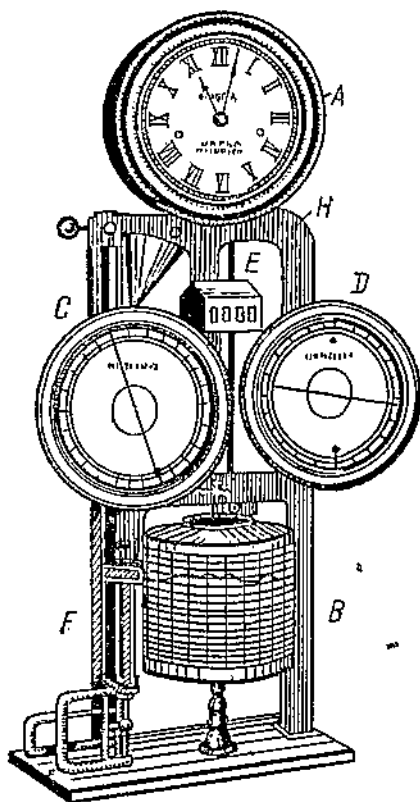


Рис. 91.

при колебаниях хода судна, перо будет отмечать всякое малейшее изменение скорости.

Лаг Никольсона отличается большой точностью своих показаний и как действующий автоматически не требует за собой большого ухода. Необходимо во время заводить часы и ежедневно менять бланк. На бланках против наименований дней недели проставляют число и месяц плавания.

В старой конструкции этого лага впускная трубка не убиралась внутрь корабля, так что на мелководье ее можно было забить илом, что и имело место на некоторых судах нашего флота, где такой лаг был установлен.

§ 55. Шведский автоматический лаг «Сал»

За границей большим успехом пользуется шведский автоматический гидроэлектрический лаг «Сал» (Sal-log) для скоростей

до 25 узлов, указывающий и скорость судна в данный момент и пройденное кораблем расстояние.

Устройство лага основано на возрастании давления воды с увеличением скорости судна. Давление воды через диафрагму передается механизму, указывающему скорость судна.

Ниже ватерлинии устанавливается металлический сосуд *A* (рис. 92), разделенный на две камеры *B* и *C* посредством мехов *D*, прикрепленных к диафрагме *E*. Внутренняя камера *B* посредством трубы *F* соединена со «статическим» отверстием *f* в днище корабля, закрытым предохранительной решеткой-фильтром. Через это отверстие *f* и трубку *F* камера *B* сплошь заполняется заборной водой. Внешняя камера *C* посредством трубки *g* (трубка Питб) также заполнена заборной водой. Трубка *g* выступает из днища корабля, внизу закрыта, а на стенке, обращенной к носу судна, имеет круглое отверстие *g*.

Длина выступающей наружу части трубки *g* должна быть такова, чтобы расстояние от наружной обшивки нижнего дна до отверстия *g* равнялось 250 мм ($9\frac{7}{8}$ дюйма). Пока корабль не имеет хода, давление воды в обеих камерах *B* и *C* будет одинаково, и диафрагма *E*, испытывая с обеих сторон одинаковые давления, остается неподвижной.

Следует отметить, что статическое отверстие *f* должно быть прорезано на минимальном расстоянии 300 мм (12 дюймов) впереди трубки *g*, но ни в коем случае не сзади нее, так как иначе

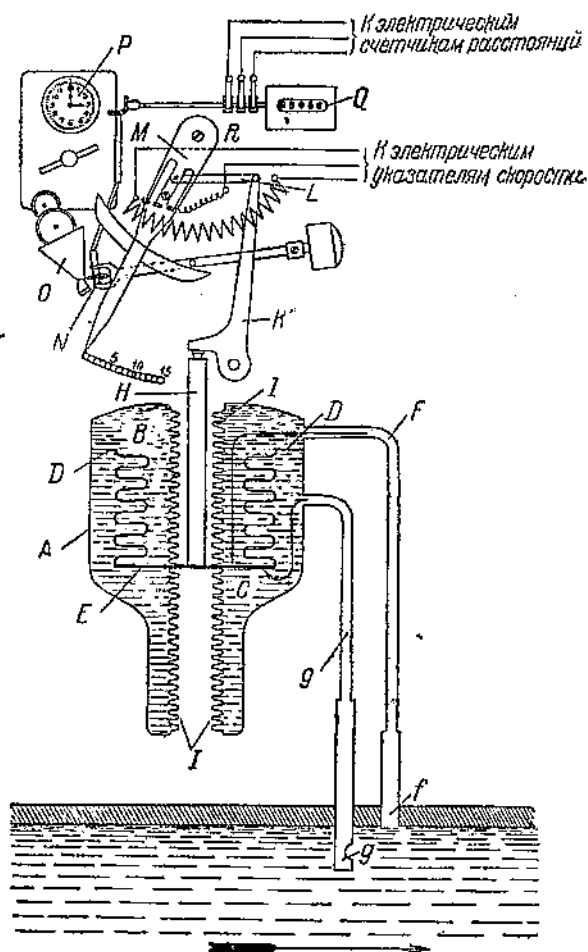


Рис. 92.

водовороты, создаваемые трубкой *g* при движении судна, окажут влияние на статическое давление в сосуде *B*.

Когда корабль имеет ход, то вода, поступающая через отверстие *g* и трубку *g* в камеру *C*, будет давить на диафрагму *E* снизу и заставит ее подниматься вверх тем выше, чем больше скорость судна.

К диафрагме *E* прикреплен шток *H*, который перемещается вместе с диафрагмой. Чтобы шток при своем движении испытывал меньшее трение, внутри камер *B* и *C* устроены водонепроницаемые меха *I*, так что шток *H* двигается в воздухе.

Конеч штока упирается в конец углового рычага *K*. Поднимаясь, шток *H* будет отклонять верхний конец углового рычага вправо. Угловой рычаг посредством тяги *L* соединен с указателем скорости *M*, конец которого скользит по шкале, разбитой на узлы. Таким образом, давлением воды, соответствующим данной скорости хода, диафрагма *E* будет приподнята на известную высоту, и посредством штока *H* и углового рычага *K* указатель скорости *M* будет поставлен против деления шкалы, указывающего скорость судна в данный момент.

Специальной системой передаточных рычагов указатель скорости *M* поддерживает небольшое фрикционное колесико *N*, катящееся по поверхности конуса *O*. Конус *O* посредством часового механизма *P* вращается с постоянной скоростью. С увеличением скорости хода указатель скорости *M*, отклоняясь, как указывалось выше, вправо, заставит в то же время колесико *N* подни-

маться вверх, перемещаясь по боковой поверхности конуса от вершины к его основанию. Вследствие этого колесико *N* станет делать все большее число оборотов, и механический счетчик расстояний *Q*, приводимый в действие осью, на которой сидит колесико *N*, за этот же промежуток времени зарегистрирует большее число пройденных миль.

Общий вид основного гидравлического прибора, т. е. механического указателя скорости и механического счетчика расстояния, вместе с сосудом *A*, внутри которого помещены обе водяные камеры, показан на рис. 93.

Для отвода пузырьков воздуха, находящихся в морской воде и могущих проникнуть в трубопровод, имеются специальные воздухособиратели, которые, по мере накопления в них воздуха, необходимо продувать посредством специальных кранов.

Показания механического указателя скорости и механического

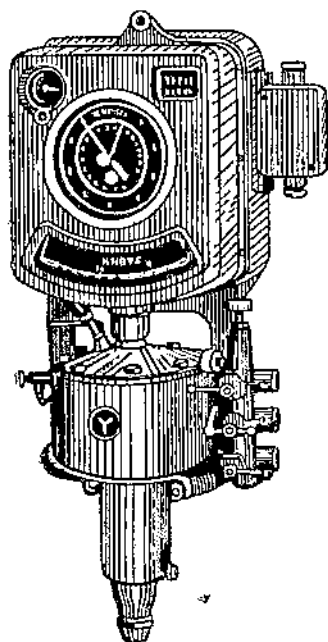


Рис. 93.

счетчика расстояний передаются электрическим путем на мостик или в любое место корабля, где установлены электрический указатель скорости *A* и электрический счетчик расстояний *B* (рис. 94). На оси, приводящей в движение механический счетчик расстояний *Q* (рис. 92), имеется контактное приспособление *R*, замыкающее цепь питания электрических счетчиков расстояний от батареи всякий раз, как корабль прошел $\frac{1}{100}$ морской мили. Имеются счетчики, где ток замыкается каждую $\frac{1}{40}$ мили. Таким образом, электрические счетчики расстояний повторяют показание основного механического счетчика с точностью до $\frac{1}{100}$ или $\frac{1}{40}$ морской мили.

Для передачи к электрическим указателям скорости положения механического указателя *M* (рис. 92) на последнем имеется контакт, который, при изменениях положения указателя *M*, меняет величину сопротивления в цепи батареи, питающей электрические указатели скорости. Вследствие этого каждому положению механического указателя скорости *M* соответствует определенное

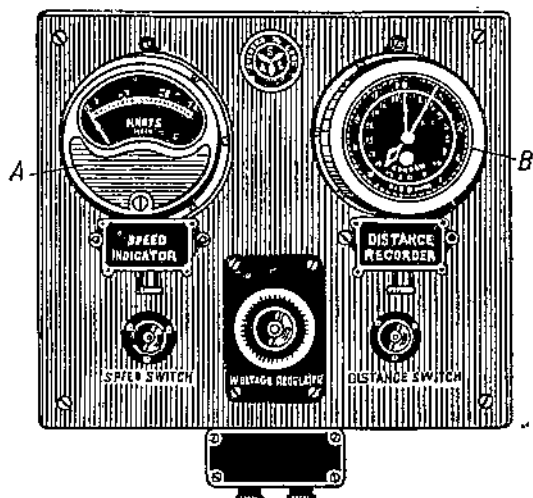


Рис. 94.

напряжение в цепи батареи, которое и измеряется специального типа вольтметром, представляющим собой электрический указатель скорости. Шкала его разбита на узлы, пропорционально напряжению в цепи батареи.

Так как вся система будет работать исправно только при условии постоянства напряжения самой батареи, то является необходимость регулировать время от времени это напряжение посредством специального регулятора напряжения. Регулировку напряжения батареи следует производить каждые 12 час. одновременно с заводом часового механизма *P*, вращающего конус *O* основного прибора.

Соединение основного гидравлического прибора, устанавливаемого ниже ватерлинии в защищенном отделении судна, с электрическими повторительными приборами выгодно тем, что повреждение кабеля выводит из строя только один повторительный прибор, оставляя в действии все остальные. Выход из строя батареи остановит действие всех повторительных приборов, но не отразится на работе основного гидравлического прибора.

По установке прибора корабль должен выполнить испытания его на мерной миле и отрегулировать лаг для двух определенных скоростей в соответствии с типом прибора и типом корабля. Так

как напор P , создающийся в трубе Пито на ходу корабля, выражается формулой

$$P = k \cdot v^2,$$

где v — скорость судна, а k — так называемый коэффициент Пито, различный для судов разных типов, то для регулировки лага необходимо определить из наблюдений величину этого коэффициента. При изготовлении лага фирмой принято некоторое определенное значение для k , обыкновенно $k = 0,88$, но для данного судна величина k может отличаться от этого значения.

Если k — коэффициент Пито, принятый фирмой, x — судовой коэффициент Пито при данной скорости s по лагу, а v — соответствующая ей действительная скорость судна, то

$$x = k \left(\frac{s}{v} \right)^2.$$

Если l — пройденное расстояние, указанное лагом, а d — соответствующее ему действительное расстояние, то

$$x = k \left(\frac{l}{d} \right)^2.$$

Данные для вычисления этих формул и получаются из наблюдений на мерной миле, после чего лаг регулируется обыкновенно для следующих двух скоростей в зависимости от типа судна:

для миноносцев с указателями на 40 узлов	—	для 13 и 28 узлов.
„ линейных кораблей с указателями на 25 „	—	„ 9 и 18 „
„ подводных лодок „	25 „	— „ 7 и 15 „
„ „ „ „ „	20 „	— „ 6 и 13 „

§ 56. Донный лаг

Все вышеописанные механические лаги давали возможность определить скорость судна относительно воды. Однако иногда при плавании на небольших глубинах, в узких проливах, на сильном течении, чрезвычайно важно бывает узнать действительное пройденное кораблем расстояние относительно дна моря.

Для этого применяют так называемый «донный лаг», используя ручной лот или дип-лот и секундомер или склянки.

Бросив лот на дно, замечают марку у воды, когда лотилин примет вертикальное положение, и записывают момент по часам или пускают секундомер или ворочают склянки. Затем через определенный промежуток времени вновь замечают на лотилине марку у воды или же определяют промежуток времени, в который уйдет в воду определенное число сажен лотилина, например, 10, 20 или 30 м.

Тогда (рис. 95), если глубина моря h , а длина вытравленного лотилина l , то расстояние x , пройденное кораблем за известный промежуток времени t , найдется из прямоугольного Δ -ка ABC , именно:

$$x = \sqrt{l^2 - h^2}.$$

Так как лотлинь разбит на метры, то и x получится в метрах; t мы знаем в секундах. Зная x и t , легко рассчитать и скорость корабля v из пропорции

$$v : x = 3600 : t,$$

откуда

$$v = \frac{x \cdot 3600}{t}$$

или, в морских милях,

$$v = \frac{3600 \ x}{1852 \ t} = 1,944 \text{ м. миль.}$$

Подобным же образом можно рассчитать и скорость судна, если известна глубина моря h , число метров выправленного

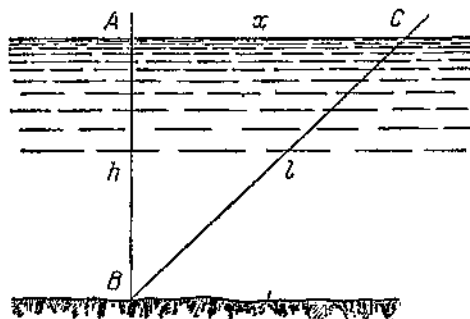


Рис. 95.

линия l и затем число метров $(y + l)$ выправленного линия за известный промежуток времени.

Нетрудно составить заранее таблицу, из которой, по данным наблюдений, можно было бы сразу находить скорость судна без всяких вычислений.

Следует еще отметить, что, заpendговав уходящий наклонно в воду лотлинь, можно рассчитать и курс корабля относительно дна моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Th. Walker & Son. Ltd. Patent Ship-Logs, Birmingham, 1914.
2. Я. Павлинов, Описание лага Уокера, его употребление и уход за ним. СПб, 1891 г.
3. П. Палецкий, Руководство для рулевых. Л., 1926 г., глава V.
4. В. Лукин, Навигация. Таганрог, 1906 г., глава VII.
5. Г. Шольц, Учебник для рулевых. СПб, 1907 г., глава VI.
6. Правила штурманской службы № Г-1. Ленинград, 1933 г.
7. Правила штурманской службы № Г-2. Ленинград, 1933 г.
8. Lehrbuch für den Unterricht in der Navigation. Berlin, 1917 г.
9. General Descriptions with Adjusting Rules for 25 knots Sal-Log Marine Type.

НАВИГАЦИОННЫЕ ЛОТЫ

§ 57. Подразделение лотов

Лотами, как известно, называются приборы, посредством которых измеряют глубину моря под килем судна.

Для обеспечения безопасности кораблевождения достаточно иметь средства для измерения сравнительно больших глубин — до 200 м (или до 100 саж.), но такого устройства, которое 1) позволяло бы пользоваться ими на ходу и 2) обеспечило бы получение глубин достаточно быстро с удовлетворительной для целей навигации точностью. Поэтому обыкновенными навигационными лотами, которыми снабжаются все плавающие суда, можно измерять глубины, не превышающие указанных пределов. Для измерения же больших океанских глубин существуют глубоководные лоты, подробно описываемые в курсах океанографии¹. Помощью глубоководных лотов можно измерить самые большие океанские глубины до 10 000 м (около 5½ тыс. морских сажен). Глубоководные лоты отпускаются на гидрографические суда, специально предназначенные для океанского промера.

Навигационные лоты по роду своего устройства разделяются на: 1) ручной лот, 2) дип-лот, 3) механические лоты и 4) электрические лоты.

Пользуясь ручным лотом или дип-лотом, мы непосредственно измеряем глубину моря длиной выпущенного лотлиня. В механических и электрических лотах глубина моря определяется косвенным путем.

Устройство механических лотов основано по большей части на изменении давления воды с глубиной: по величине давления судят о глубине погружения лота, т. е. определяют глубину моря.

Электрические лоты, или так называемые «эхолоты», основаны на знании скорости распространения звука в воде. Зная эту скорость, можно по времени, потребному звуку, чтобы дойти от корабля до морского дна, отразиться от последнего и вернуться

¹ Шокальский, Океанография, стр. 17 — 30.

И. Шпиндер, Гидрология моря. Ч. II, стр. 28 — 44.

М. Никитин, Курс океанографии, стр. 28 — 37.

на корабль, рассчитать и глубину моря под килем судна. Эхолоты представляют собой последнее слово в технике измерения морских глубин, пока еще сложного устройства и дорого стоят. Можно думать, что с течением времени конструкция их упростится, стоимость будет меньше и ими будут снабжаться все суда дальнего плавания.

Глубины менее 3,7 м (12 футов) обыкновенно измеряются футштоками — шестами, разбитыми на футы, глубины от 4 до 40 м (от 2 до 20 сажен) — ручным лотом и глубины более 40 м — механическим лотом или дип-лотом.

§ 58. Ручной лот

Ручной лот на корабле служит: 1) для измерения с корабля или шлюпки на ходу небольших сравнительно глубин, не превосходящих 40 м (20 сажен) при ходе судна до 5 узлов, 2) для определения направления движения корабля при съёмке с якоря и разворачивании машинами на месте и 3) для определения, дрейфует ли корабль во время якорной стоянки в свежую погоду.

Ручной лот состоит из свинцовой или чугунной гири, называемой лотом, и лотлиня. Чугунная гиря употребляется при твердом каменистом грунте. Гиря (рис. 96) весом в $3\frac{1}{4}$ —5 кг (8, 10 или 12 фунтов) продолговатой пирамидальной или конусообразной формы, чтобы лот быстро погружался в воду, высотой около 30 см. Вес лота обыкновенно вырезают на самом лоте сбоку.

На верхнем конце лота или делается свинцовое же ушко, составляющее одно целое с телом лота, или же верхний конец лота сплющивают и в нем пробивается отверстие, куда продевается надежная оклетневанная или обшитая кожей стропка длиной около 30 см, в которую уже ввязывается лотлинь. С этой целью на последнем делается длинная петля. Назначение стропки — предохранить лотлинь от окисления и перетирания.

В нижнем широком основании лота сделана выемка в виде чашечки, в которую перед бросанием лота вмазывают массу из обыкновенного сала, смешанного с толченым мелом. При ударе лота о морское дно частицы грунта — песок, ракушки, камешки — пристанут к этой массе и тем самым дадут возможность, по подъеме лота на палубу, определить характер или качество грунта.

Чтобы приготовить сало для лота, берут обыкновенное сало и толченый мел, заворачивают их вместе в кусок парусины и поколачивают полегоньку мушкетом то с одной, то с другой стороны. Приготовленное таким образом сало позволяет легче снять ножом верхушку сала с образчиком грунта. Одно сало без мела слишком скоро тает. Приготовленное сало хранится в ведре с водой или в куске клетневины в холодном месте. Иногда сало с мелом заменяют твердым, размятым руками, мылом.



Рис. 96.

ВЪ
В
ВА
4-
Ж
ПО
ВЪ

Таблица 3

ни
гл.
вя
ко.
хо.
да
ма
ли
раз
об
ду
са
ви
то
са
п
пер
жел
кус
рем
рек
на
рем
же
7-й,
же.
дун
рак
зуб
зуб
ком
8-я
зуб
зуб
чик
ввя

дун
рик
зуб
зуб
ком
8-я
зуб
зуб
чик
ввя



Рис. 97.

До развязки лотлиня его нужно предварительно хорошенько вытянуть. Для этого лотлинь сперва в течение ночи вымачивают в воде, затем, вынув из воды, складывают в 4—8 раз, протягивают вдоль борта и прихватывают на кольях через каждые 4—6 м, чтобы на этих точках лотлинь крепко держался. В промежутках подвешивают балласты весом в 32—65 кг. В таком положении оставляют лить до тех пор, пока он совершенно не высохнет, после чего его снимают и разбивают.

Разбивка лотлиня начинается от вершины лота, не принимая во внимание высоты самого лота, так как при измерении глубины лот обычно ложится на дно, а при вязком грунте — уходит в грунт.

Деления лотлиня отмечаются марками из кожи и флагдука или иногда из парусины и холста. Форма этих различных марок (рис. 98) дает возможность и ночью наощупь узнать марку и таким образом определить, сколько лья ушло в воду.

В обозначении делений старого лотлиня, разбитого на футы, не было полного единообразия. Обычно лотлинь разбивался по следующей системе. На 5-й, 10-й, 15-й и т. д. саженьях вплеснивали кожаные марки в виде ремешка и с одним, двумя, тремя и т. д. топориками. Следовательно, пятки и десятки сажень отмечены ремешками с топориками, и каждый топорик означал 5 сажень. Далее первые 5 сажень разбивались так: на 1-й сажени вплеснивали длинный ремешок, на 2-й — кусок красного флагдука, на 3-й — длинный ремешок с тремя зубчиками, на 4-й — длинный ремешок. Первые 5 или 6 сажень разбивали на футы, отмечая их короткими кожаными ремешками. Дальнейшая разбивка лотлиня продолжалась по той же системе: сажени отмечались длинными ремешками кроме 7-й, 12-й и 17-й, на которых вязывались куски синего, белого и желтого флагдука.

Таким образом, разбивали лотлинь и дальше, обозначая каждую сажень длинным ремешком, а каждые пять сажень — топориком.

Иногда 1-я сажень отмечалась длинным ремешком с одним зубчиком, 2-я — красным флагдуком, 3-я — ремешком с тремя зубчиками, 4-я — ремешком с четырьмя зубчиками, 5-я — топориком, 6-я — ремешком с одним зубчиком, 7-я — синим флагдуком, 8-я — ремешком с тремя зубчиками, 9-я — ремешком с четырьмя зубчиками, 10-я — двумя топориками, 11-я — ремешком с одним зубчиком, 12-я — белым флагдуком, 13-я — ремешком с тремя зубчиками и т. д. На 17 саженьях иногда вместо желтого флагдука вязывали куски белого и красного флагдука.

На коммерческих судах встречаются обозначения флагдуком

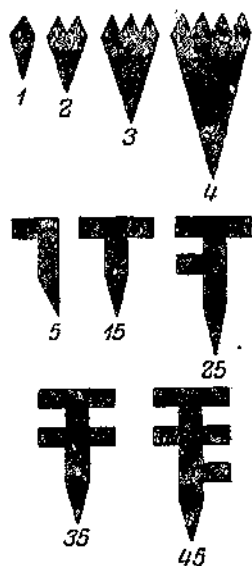


Рис. 98.

не вторых саженей каждого пятка, а третьих или четвертых. Там же бывает, что нижняя марка из материи располагается в зависимости от осадки судна и отмечает собою глубину, не опасную для судна; так, если углубление судна 3,5—4,5 м, то марка из флагдука вяжется на 6 м, при осадке судна в 5,5—6,0 м — на 8,5 м и т. п. Таким образом пока марка из флагдука уходит в воду, — глубина моря для данного судна не опасна.

Отсчеты глубины до 50 м производятся по марке, погруженной в воду. Лотовый называет глубину, соответствующую марке.

Если в воду погружен, например, первый кончик после марки с двумя зубцами после красного флагдука (10 м), то лотовый говорит: «двенадцать и две».

Запись глубины производится со слов лотового, в данном примере 12,2, т. е. 12 м и 20 см.

Доли метра (до 25 м) при записи отделяются от целых метров запятой.

§ 59. Употребление ручного лота

К бросанию лота назначается лотовый, обыкновенно из числа рулевых. На новейших судах для бросания лота в носовой части

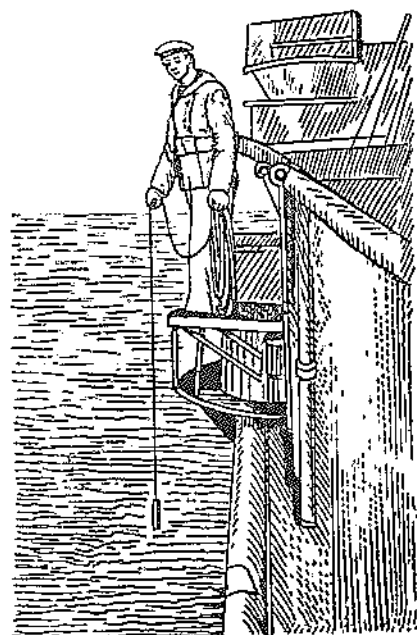


Рис. 99.

судна вблизи мостика устраивают с обоих бортов специальные откидные площадки, выступающие за борт. В прежнее время на парусных судах лот бросали с какого-нибудь удобного места, выдающегося над водой, например, с бака, с русленей или с висящей за бортом шлюпки. Чтобы лотовый при бросании лота не свалился случайно в воду, он надевает на себя брест-строп — широкий тканый севень, охватывающий плечи и грудь лотового (рис. 99). Оба конца брест-строп за спиной лотового надежно привязываются к какой-нибудь стойке, к катерной шлюпбалке, к талрепу вант и т. п. Упираясь грудью в брест-строп, лотовый несколько свешивается над водой и, не рискуя свалиться в воду, имеет в то же время обе руки свободными.

Приготовление лота к бросанию состоит в наполнении чашечки на нижнем основании лота заранее приготовленным салом. Сала нужно класть столько, чтобы оно заполнило целиком всю выемку и полушарием выступало наружу. Тогда при ударе лота о морское дно частицы грунта легче пристанут к салу.

По команде «лотовые на лот» лотовые надевают брест-строп, stanовятся на свое место, после чего их надежно привязывают концами брест-стропы, как сказано выше. Правой рукой лотовый берет лотлинь за клевант, специально для удобства лотового продетый в лотлинь на расстоянии 2—3 м от лота, в зависимости от возвышения лотового над водой. Лотлинь пропускается между указательным и средним пальцами правой руки. В левую руку лотовый набирает небольшую бухту лотлиня, наблюдая, чтобы шлаг в ней лежали чисто, не перепутавшись.

По команде «как глубина», лотовый, упираясь грудью в брест-строп, начинает раскачивать лот над водой сперва вперед и назад, а затем, когда лот достаточно раскачается, делает им круговые размахи снизу вверх и спереди назад. Сделав таким образом 3—4 оборота и приведя этим лот в быстрое вращение, в момент, когда лот, пройдя самую нижнюю точку, начнет подниматься вверх, лотовый выпускает клевант из правой руки и одновременно спускает с другой руки лотлинь, чтобы не задерживать полета лота. Лот летит вперед и упадет тем дальше вперед места лотового, чем сильнее лотовый раскачал лот бросанием и, следовательно, чем дальше его закинул. Раскачивание лота перед бросанием, для того чтобы как можно дальше его забросить, вызывается необходимостью дать лоту время дойти до грунта, пока движущийся корабль не подойдет к тому месту, на которое ушел лот. В зависимости от глубины моря и скорости хода лотовый травит лотлинь до тех пор, пока лот не достигнет дна. Если же лотлиня выпущено больше, чем требуется, лотовый должен быстро подобрать слабинку. Когда лотлинь примет вертикальное положение, лотовый, приподнимая лот и ударяя им о дно, должен заметить марку у воды и определить глубину моря.

Ночью лотовый замечает марку, которая у него в руке, и, зная высоту своего места над водой, рассчитывает глубину моря.

Нужно особенно внимательно следить за тем, чтобы в момент отсчета глубины по лотлиню последний шел в воду отвесно, ибо если лотлинь будет уходить в воду наклонно, то глубина моря будет измерена неверно.

Для того чтобы лотовый отчетливее чувствовал рукою прикосновение лота к грунту, необходимо, чтобы лотлинь соответствовал весу лота: лотлинь не должен быть тяжелее лота, так как иначе трудно быть уверенным, один ли лотлинь в руке или с лотом. Чрезмерно тонкий лотлинь, однако, неудобен, так как он режет руки.

Измерив глубину, лотовый быстро выбирает лот, перехватывая лотлинь обеими руками и громко передает «столько-то метров». Достав лот и осмотрев сало, лотовый выкрикивает «грунт такой-то». Например, «двадцать метров, ил», «двадцать пять метров, ил с песком!» и т. д.

Лот всегда бросают с наветренной стороны корабля, чтобы вследствие дрейфа судна лот не мог упасть под судно.

Если лот достал дно, то сало не может остаться нетронутым; при ударе о камень оно сравняется с основанием лота, при ударе

же о мягкий грунт покрывается частицами этого грунта: ила, песка, ракушки и т. п.

Иногда бывает, что лотовый выберет лот раньше, чем последний достигнет дна, или что глубина моря больше длины выправленного лотлиня. В этих случаях глубина моря не будет измерена, лот, как говорят, пронесло, лотовый не почувствует уменьшения веса лота в руке, и сало останется чистым и непомятым. Тогда лотовый, смотря по марке у воды, выкрикивает: «столько то метров, пронесло!», выбирает лот и снова, если нужно, пытается измерить глубину моря.

Для удачного бросания лота необходимо обладать известным искусством. Опытный лотовый закинет лот достаточно далеко вперед, уверенно почувствует прикосновение лота ко дну и измерит глубину в тот момент, когда лотлинь будет вертикально идти в воду. Поэтому всегда, когда представляется возможность, необходимо время от времени упражнять лотовых и подручных в бросании лота, чтобы они не забывали своего искусства.

При бросании лота со шлюпки во время шлюпочного промера лотовый помещается на баке шлюпки, надев для защиты себя от брызг воды дождевое платье или специальный фартук для лотовых. Лотовый берет правой рукой за нижнюю оклетневанную часть лотлиня, в левую руку набирает небольшую бухту лотлиня. Бросая лот, лотовый делает сильный взмах правой рукой и старается закинуть лот как можно дальше вперед и чуть в сторону от шлюпки.

Кроме измерения глубины на ходу ручной лот служит еще для определения направления движения корабля при съемке с якоря и разворачивании машинами.

В этом случае лотовый, стоя на своем месте, по команде «куда идет» (подразумевается корабль) бросает лот вертикально вниз перед собой и, когда лот достигает дна, подбирает слабинку лотлиня, замечает марку у воды и, продолжая держать лотлинь в горизонтально вытянутой руке, по отклонению его от первоначального положения определяет направление движения судна и тотчас же громко выкрикивает: «восемь метров, вперед идет», «остановился», «восемь метров и два, назад пошел», «семь метров и восемь, вправо катится» и т. д. При съемке с якоря или при постановке на якорь лоты бросаются с обоих бортов попеременно или одновременно.

Наконец, стоя на якорю в свежую погоду, для определения, дрейфует ли корабль, бросают лот обыкновенно с верхней площадки трапа, несколько назад, и привязывают лотлинь со слабиной к поручням трапа. Замечают направление лотлиня и курс по компасу. Если через некоторое время, при прежнем курсе по компасу, направление лотлиня изменится, он натянется и будет смотреть вперед, то это покажет, что судно подрейфовало и якорь, следовательно, не держит. Иногда бывает, что первоначальное направление лотлиня изменяется оттого, что корабль несколько развернуло (курс его изменился) вследствие перемены ветра. В этом случае изменение в направлении лотлиня нельзя приписы-

вать дрейфу корабля. Вот почему при бросании лота с целью определения дрейфа судна на якорной стоянке важно заметить их курс корабля.

Следует заметить, что иногда при определении дрейфа корабля во время якорной стоянки вместо лота бросают за борт обыкновенную балластину, привязанную к тонкому концу.

§ 60. Проверка лотлиня

Вследствие частых переходов из сухого состояния в мокрое и обратно лотлинь, несмотря на предварительное вымачивание и вытягивание, все же может во время службы несколько изменить свою длину. Эти изменения длины лотлиня будут тем больше, чем лотлинь новее. Поэтому необходимо, в особенности при новом лотлине, время от времени проверять правильность его развязки.

Для проверки развязки лотлиня на палубе судна посредством выверенной рулетки отмеривают 15 м, отмечают метровые деления соответствующим числом медных гвоздиков, вбитых поперек доски. Первые 4 м разбивают еще на дециметры, обозначая каждые 2 дм вбитой медной шпилькой.

Имея такую заблаговременно разбитую в удобном месте на палубе шкалу, можно всегда, когда потребуется, легко проверить развязку лотлиня и или исправить ее перестановкой марок или просто определить поправку лота и исправить ею измеренные глубины. На кораблях с железной палубой можно или покрасить марки белой краской или проверить лотлинь по футштоку или хорошей рулетке.

При точных измерениях глубин ручным лотом, например, при шлюпочном промере, необходимо проверять лотлинь перед началом дневной работы и по окончании ее и непременно исправлять полученные глубины поправкой лотлиня.

Если обозначим длину нормального метра через l , а среднюю длину метра лотлиня через l' , то поправкой лотлиня Δl называется разность $l - l'$, т. е.

$$\Delta l = l - l'.$$

Величина Δl представляет собою, иначе говоря, укорочение или удлинение одного метра лотлиня.

Положим, что этим неверным лотлинем измерена глубина моря z' метров, в то время как истинная глубина моря в данной точке z . Тогда, так как

$$zl = z'l',$$

то
$$zl = z'(l - \Delta l),$$

откуда
$$z = z' - \frac{z'}{l} \cdot \Delta l$$

или
$$z = z' + \Delta z,$$

где
$$\Delta z = - \frac{z'}{l} \cdot \Delta l.$$

Δz называют поправкой глубины за неверность лотлиня. Как видно из последнего выражения, Δz зависит от поправки лотлиня — Δl , и так как z' и l — величины всегда положительные, то знак поправки глубины Δz всегда обратный знаку поправки лотлиня Δl .

Пример. При проверке длины лотлиня оказалось, что длина 17 м по лотлиню в действительности равна 17 м и 6 дм. Затем этим лотом получили глубину 8,5 м. Определить глубину моря.

Сперва определим поправку лотлиня Δl .

Считая, что по всей длине лотлинь растянулся одинаково, найдем, что удлинение одного метра лотлиня Δl равно

$$\Delta l = \frac{17 \text{ м} - 17,6 \text{ м}}{17} = -\frac{0,6}{17} \text{ м} = -0,035 \text{ м}.$$

Значит, так как $l = 1 \text{ м}$,

$$\Delta z = 8,5 \cdot 0,035 = +0,3 \text{ м}.$$

Следовательно, истинная глубина моря z равна

$$z = z' + \Delta z = 8,5 \text{ м} + 0,3 \text{ м} = 8,8 \text{ м}.$$

Приведенный вывод поправки глубины за неверность лотлиня, принадлежащий Г. С. Максимова,¹ можно заменить простым mnemonicическим правилом: «лотлинь сел — поправка глубины с минусом, лотлинь вытянулся — поправка глубины с плюсом». Действительно, когда лотлинь сел, в воду уйдет его более высокая марка, чем следует при данной глубине моря, и потому лот покажет глубину больше истинной. Если лотлинь вытянулся, то соответствующая данной глубине моря марка останется над водой, т. е. лот покажет глубину меньше истинной.

Обыкновенно поправка лотлиня до 20 м определяется через каждый метр и заносится с соответствующим знаком в табличку, причем обработке глубин табличная поправка лотлиня до 10 м интерполируется на каждые 2 дм с точностью до 0,5 дм.

§ 61. Дип-лот и его употребление

Обыкновенным или ручным лотом редко пользуются для определения глубин, превышающих 40 м. При больших же глубинах прибегают к механическим лотам (см. ниже), а на гидрографических судах иногда бросают дип-лот.

Дип-лоты отличаются от ручных лотов большим весом: именно, дип-лоты весят от 8 до 16 кг (от 20 до 40 фунтов). К дип-лотам употребляется дип-лотлинь кабельной работы в 27 нитей, длиной в 155 м.

Так как дип-лот предназначается для измерения сравнительно больших глубин, то дип-лотлинь на дециметры не развязывается. Развязка дип-лотлиня на метры до 50 метров такая же, как и у

¹ Г. Максимов, Курс гидрографии. Петроград, 1917 г., стр. 33 — 34.

лотлиня ручного лота (см. табл. 3), причем иногда вместо топори-
ков на гидрографических судах вплеснивают кусочки кожи с на-
писанными на них тушью цифрами.

Разбивка дип-лотлиня от 50 до 150 м показана в табл. 4.

Таблица 4

Разбивка дип-лотлиня от 50 до 150 м

Меры дип-лотлиня					Марки
От 0 до 50 м дип-лотлинь разбивается как лотлинь ручного лота					См. табл. 3
52	62	72	82	92	Кож. марка с 1 зуб.
54	64	74	84	94	" " 2 "
56	66	76	86	96	" " 3 "
58	68	78	88	98	" " 4 "
60					Красный флагдук
	70				Синий " "
		80			Белый " "
			90	100	Желтый " "
105					Бело-красный флагдук
	110				Кож. марка с 1 топорик.
		115			Красный флагдук
			120		Кож. марка с 2 топорик.
				125	Синий флагдук
			130		Кож. марка с 3 топорик.
				135	Белый флагдук
					Кож. марка с 4 топорик.
				140	Желтый флагдук
					Кож. марка с 5 топорик.
				145	Бело-красный флагдук
				150	

Как видно из табл. 4, разбивка дип-лотлиня от 50 до 100 м производится через 2 м, а от 100 до 150 м — через 5 м. Марки из кожи и флагдука употребляются того же образца, что и на лотлине ручного лота.

Чтобы бросить дип-лот, нужно сперва обнести дип-лотлинь с юта на бак, почему и дип-лот называют «обносным» лотом. По команде «дип-лот обнести» вышку с дип-лотлинем приносят на ют и конец лотлиня обносят по наветренному борту с юта на бак снаружи всех вант, фордунов, шлюпбалок и пр. Дип-лот приносят на бак, пристопоривают к нему дип-лотлинь, и лотовый набирает в руку бухту дип-лотлиня метров в 20. По борту, в зависимости от длины судна, ставят несколько человек, и каждый из них набирает в руку небольшую бухту дип-лотлиня. На юте к наветренному фордуну, шлюпбалке и т. п. привязывают лотлинь-блок, сквозь который пропускают лотлинь. Лотовый становится на юте.

Когда все готово, человек на баке, получив приказание бросить дип-лот, раскачивает дип-лот, забрасывает его вперед и кричит «бросил». Стоящие по борту, как только лотлинь будет к ним подходить, по очереди бросают свои бухты и предупреждают

следующего криком «бросил». Когда лотлинь подойдет к юту, лотовый быстро выбирает слабину, ударяет лотом о грунт, замечает марку у воды и передает «столько-то метров». Если около кого-нибудь из стоящих по борту лотлинь перестанет травиться, то этот человек должен подобрать слабину и заметить марку у воды.

Когда глубина измерена, то лотлинь через дип-лотлинь-блок выбирают бегом, поднимают дип-лот на палубу и определяют характер грунта. Затем вынутый из воды дип-лот помощью особой оттяжки опять обносят снаружи борта с кормы на бак, потравливая дип-лотлинь на юте. На гидрографических судах, где часто приходится бросать дип-лот, устраивают особые приспособления для переноски дип-лота с юта на бак и автоматического бросания дип-лота.

Если лотовый не успел постучать лотом и дип-лотлинь оказался уже за кормой, то лотовый кричит «пронесло», и дип-лот обносят и бросают снова.

При ходе в 4 узла дип-лотом можно измерить глубину до 85 м. При большем ходе и глубине дип-лот обыкновенно проносит. Поэтому приходится или уменьшать или вовсе останавливать ход на время бросания лота.

В настоящее время на военных судах, снабженных механическими лотами, дип-лоты не употребляются. Но ими и сейчас пользуются на судах гидрографических при производстве морского (судового) промера, так как при опытных лотовых дип-лотом измеряются глубины хотя и медленнее, но точнее, чем лотом механическим.

§ 62. Уход за ручным лотом и дип-лотом

Ручной лот и дип-лот не требуют за собой особого ухода. Необходимо только после употребления этих лотов тщательно просушить лотлини, подвесив их в определенных местах для просушки, например, под мостиком, на баке и т. п. После просушки лотлинь необходимо проверить по маркам на палубе, скружить в бухту и хранить в специально назначенном месте.

Перед походом, после долгой стоянки, следует вновь проверить по маркам, не изменилась ли длина лотлиня.

§ 63. Преимущества механических лотов

Главными недостатками измерения больших глубин дип-лотом являются: 1) необходимость во время измерения глубины уменьшать ход судна до 3—4 узлов, а иногда даже стопорить машину, 2) отклонение дип-лотлиня от вертикального направления, особенно при качке, при большом дрейфе или течении, 3) медленность производства работы, 4) трудность определения момента прикосновения лота ко дну на больших глубинах при большом весе вытравленного лотлиня.

В механических лотах указанные недостатки не имеют места благодаря специальному устройству этих лотов. Так как навига-

онными механическими лотами глубина определяется не непосредственно длиной выпущенного линя, а по большей части измерением гидростатического давления на данной глубине, то отвесное положение лотлиня, при пользовании механическими лотами, очевидно, не играет роли. Замена тросового дип-лотлиня металлической проволокой, не намокающей в воде и вследствие своего меньшего диаметра и гладкой поверхности испытывающей меньшее трение об воду, ускорило процесс измерения глубины. Устройство специальных лотовых станков, заключающих в себе вышку с намотанной на нее проволокой, снабженных тормозами трения и приспособлениями для выбора лота, облегчает определение момента прикосновения лота ко дну, сокращает промежуток времени между измерениями глубин и делает возможным пользование механическими лотами на ходу судна до 16 узлов.

§ 64. Основания устройства механических лотов

Устройство существующих в настоящее время механических лотов основано на известном законе возрастания давления воды с глубиной.

Если взять стеклянную трубку, закрытую с одного конца и открытую с другого, и погружать ее вертикально открытым концом в воду, то, по мере опускания трубки, вследствие постепенного увеличения давления воды, последняя начнет входить внутрь трубки и подниматься в ней все выше и выше, сжимая все сильнее и сильнее заключающийся в трубке воздух.

Действительно, до погружения в воду заполняющий трубку воздух находится только под одним атмосферным давлением. Когда же трубка погрузится на глубину d , то к атмосферному давлению присоединится еще и давление столба воды высотой d . Вследствие этого вода войдет внутрь трубки и поднимется в ней на некоторую высоту x , уменьшив первоначальный объем, который занимает в трубке воздух.

Между первоначальным объемом воздуха в трубке v_0 и тем объемом, до которого воздух будет сжат при погружении трубки на глубину d , легко установить зависимость на основании известного закона Бойля-Мариотта. Этот закон говорит, что объемы, занимаемые каким-нибудь газом, при неизменной температуре обратно пропорциональны давлениям, под которыми газ находится. Значит, если обозначить внутренний объем трубки через v_0 , давление атмосферы через p_0 , давление, испытываемое воздухом в трубке на глубине d , через p , а занимаемый им на этой глубине объем через v , то можно написать такое соотношение:

$$\frac{v}{v_0} = \frac{p_0}{p}.$$

Обозначив через w вес единицы объема морской воды, найдем, что на глубине d давление столба воды равно wd , а следовательно, давление

$$p = p_0 + wd,$$

тогда

$$\frac{v}{v_0} = \frac{p_0}{p_0 + \omega d}.$$

Если площадь сечения трубки обозначить (рис. 100) через S , высоту трубки через h , а высоту подъема воды в трубке через x , то

$$v_0 = Sh,$$

$$v = S(h - x).$$

Следовательно,

$$\frac{S(h - x)}{Sh} = \frac{p_0}{p_0 + \omega d},$$

откуда

$$d = \frac{p_0}{\omega} \cdot \frac{x}{h - x}. \quad (*)$$

Таким образом, если бы нам удалось как-нибудь отметить ту высоту x , на которую поднималась вода в трубке на глубине d , мы могли бы по формуле (*) рассчитать и самую глубину d .

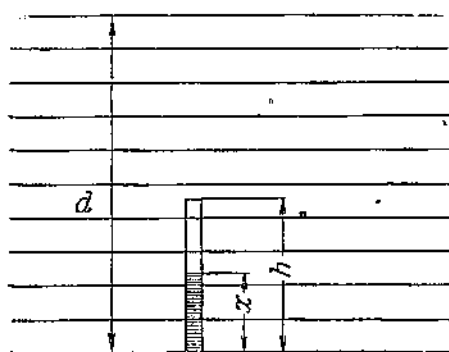


Рис. 100.

Высота x , как увидим ниже, в лотах Томсона отмечается границей смытия специальной краски, которой окрашивается внутренняя поверхность трубки, в лоте Клаузена — переливанием столбика воды из одного колена трубки в другое, для чего последняя делается двойной. Следовательно, высота x будет известна, а значит, будет известна и глубина d .

Чтобы каждый раз не вычислять глубины по формуле (*), погружаемую трубку можно заранее калибровать, опре-

деляя значения x для разных заранее заданных глубин при нормальном давлении атмосферы.

Действительно, известно, что 1 см³ ртути при 0° весит 13,596 г, следовательно, давление атмосферы

$$p_0 = 13,596 \cdot H \text{ г}$$

на 1 см², где H — высота барометра, выражена в см.

Так как удельный вес морской воды равен 1,025, то

$$\omega = 1,025 \text{ г на 1 см}^3.$$

Следовательно,

$$d = \frac{13,596}{1,025} H \cdot \frac{x}{h - x} \text{ см},$$

$$d = 0,13264 H \cdot \frac{x}{h - x} \text{ м}, \quad (**)$$

где H , x и h выражены в см.

Если, как это делается в английских приборах, h , x и H выражены в дюймах, давление воды в фунтах, а глубину моря в морских саженях, то из формулы (*) получим выражение для d в морских саженях следующим расчетом.

Вес 1 куб. дюйма ртути равен 0,49 фунта; следовательно,

$$p_0 = 0,49 \cdot H \text{ фунтов на 1 кв. дюйм,}$$

где H — высота барометра в дюймах.

Вес 1 куб. фута морской воды равен 62,5 фунта. Значит,

$$w = 1,025 \frac{62,5}{12^3} = 0,0371 \text{ фунта на 1 кв. дюйм.}$$

Тогда

$$d = \frac{0,49}{0,0371} H \cdot \frac{x}{h-x} \text{ дюйма} = 13,213 H \frac{x}{h-x} \text{ дюйма} \quad (*)'$$

или, разделив на 72, получим d в 6-футовых саженях:

$$d = 0,835 H \cdot \frac{x}{h-x} \text{ морских сажен,} \quad (**)'$$

где H , x и h , как сказано выше, выражены в дюймах.

Пользуясь полученными формулами, нетрудно уже градуировать шкалу трубки в зависимости от разных глубин погружения. Для этого, задавая заранее глубину моря d , нужно рассчитать высоту x поднятия воды в трубке при нормальном давлении атмосферы H .

Из формулы (*) видно, что

$$x = \frac{hd}{d + \frac{13,596}{1,025} H} \text{ см.}$$

Примем для английской трубки $h = 24,016$ дюйма, для $H = 29,921$ дюйма и рассчитаем величину x для различных, наперед заданных глубин d . Результат вычисления показан в табл. 5.

Таблица 5

Высота x поднятия воды в стеклянной трубке лота Томсона на разных глубинах

Глубина в м	x в см	Глубина в м	x в см	Глубина в м	x в см	Глубина в м	x в см
10	30,38	50	50,77	90	54,85	160	57,39
20	40,56	60	52,23	100	55,41	180	57,77
30	44,62	70	53,32	120	56,27	200	58,07
40	48,72	80	54,17	140	56,93		

Из этой таблицы видно, что высота поднятия воды возрастает не пропорционально увеличению глубины, а медленнее, и что, следовательно, на больших глубинах, больших 100 м, этот метод измерения глубин становится менее чувствительным. Однако, для

целей кораблевождения не вполне точное определение таких больших глубин не имеет, конечно, практического значения.

Составленный по данным настоящей таблицы график (рис. 101) наглядно подтверждает сказанное.

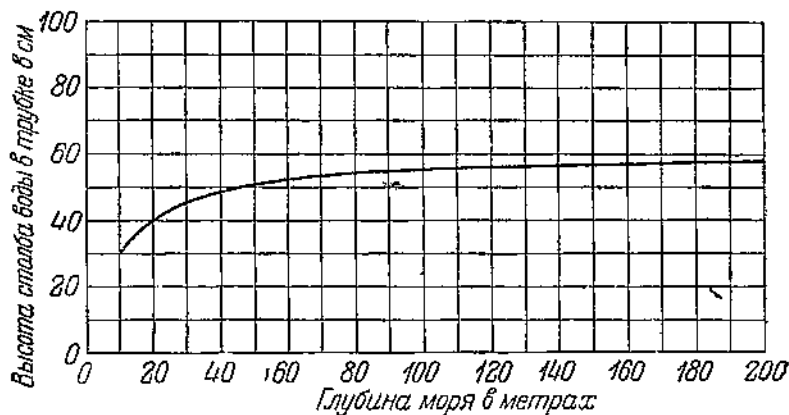


Рис. 101.

§ 65. Устройство лота Томсона «Марка IV»

Механический лот Томсона, изобретенный в конце 70-х годов прошлого столетия известным английским ученым Вильямом Томсоном (лордом Кельвином), с течением времени подвергался некоторым изменениям в конструкции отдельных своих частей.

Современный новейший тип этого патентованного лота, изготовляемого заводом «Kelvin, Bottomley & Baird, Ltd» в Глазго в Шотландии, известен под названием «Адмиралтейский тип, марка IV» (Admiralty Pattern, Mark IV).

Поэтому мы опишем сначала лот этого образца, а затем укажем на отличие от него более старых образцов лота, которые еще и теперь можно встретить на некоторых судах, как военных, так и торговых.

Лот Томсона типа «Марка IV» состоит из следующих главных составных частей: 1) станка, 2) отводного роульса, 3) свинцовой гири, 4) медного пенала, 5) глубомерной трубки, 6) медного пальца и 7) деревянной шкалы с делениями.

1. Станок (рис. 102 и 104) состоит из двух чугунных боковых рам *A* и *B*, связанных внизу друг с другом четырехугольным основанием *C*, к которому каждая рама прикрепляется тремя болтами. Спереди и сзади боковые рамы связаны двумя крестовинами *D*, а сверху к ним привинчена четырьмя винтами круглая головная часть прибора *E* с циферблатом *F*. Такая конструкция станка обеспечивает его большую прочность.

Каждая боковая рама *A* и *B* представляет собой цельную отливку, оканчивающуюся внизу двумя круглыми лапками *G*. Четырьмя болтами *J*, пропущенными сквозь проушины в этих лапках, весь прибор надежно крепится к палубе судна.

В верхней половине боковых рам устроены вырезы для втулок *P*, в которых лежит и вращается ось *H* вьюшки *K* прибора с намотанной на ней проволокой *L*, служащей лотлинем. Вьюшка *K*, диаметром 30 см, свободно вращается на оси *H* между двумя дисками *m* из букowego дерева (рис. 103). Один диск — левый — скреплен наглухо с осью *H*, другой соединен с зубчатым колесом *M* (рис. 102 и 103). Колесо *M* вместе со своим боковым диском является главным тормозом как вьюшки, так и самой оси прибора.

Благодаря имеющейся нарезке на оси *H* (рис. 103) и во втулке колеса *M* это последнее вместе с диском может несколько перемещаться по оси *H* вправо и влево. Если ручками *N* (рис. 102), надетыми на ось вьюшки, вращать ось *H*, то при убранном стопорном болте *O* зубчатое колесо *M* будет вращаться вместе с осью. Если же стопорный болт *O* вдвинуть между зубцами колеса *M* и тем застопорить последнее, то при вращении оси *H* в одну сторону колесо *M* вместе с буковым диском будет перемещаться по нарезке в направлении к вьюшке и, зажав ее между букowymi дисками, может тем самым силой трения совершенно, затормозить последнюю.

При обратном вращении оси *H* колесо *M* со своим буковым диском отойдет от вьюшки *K*, освободит ее и предоставит ей свободно вращаться.

Вьюшка защищена двумя круглыми защитными дощечками *X*, соединенными между собой четырьмя болтами *Z* и двумя вырезанными пластинами *y*, образующими так называемую защитную подставку. Эта последняя сверху четырьмя винтами прикреплена к головной части прибора, а снизу двумя винтами — к передней и задней крестовинам *D*, скрепляющим боковые рамы станка. Назначение защитной подставки — предохранить лотлинь от возможности попасть в наружную сторону щек вьюшки, т. е. между вьюшкой и боковыми рамами прибора, так

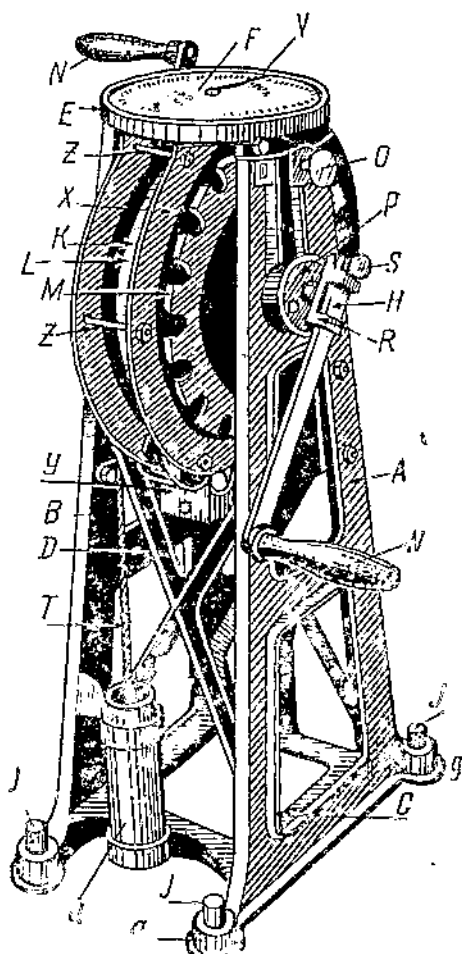


Рис. 102. $\frac{1}{10}$ nat. вел., вес 76,8 кг.

как в этом случае лотлинь наматывается на ось прибора и может оборваться.

Втулки *P* представляют собой бронзовую отливку в виде цилиндра с заплечиком по окружности основания. Внутренний диаметр втулки несколько больше диаметра оси *H* вьюшки, так что втулка свободно надевается на эту ось. Наружная поверхность втулки с одной стороны, снизу, цилиндрическая и плотно прилегает к цилиндрической же поверхности выреза в боковой раме

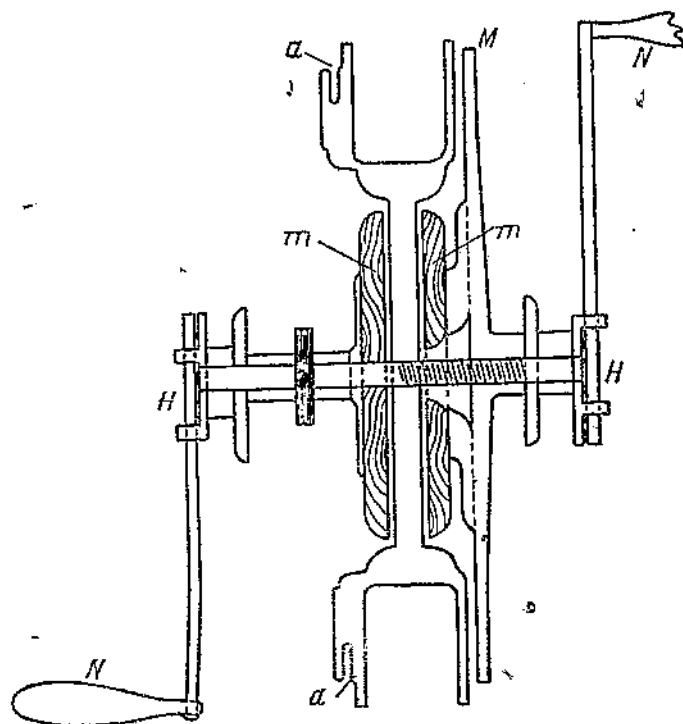


Рис. 103. $\frac{1}{6}$ нат. вел.

станка. Верхняя часть втулки сделана плоской с отверстием в центре, через которое наливается масло для смазки оси и внутренней поверхности втулки. От чистоты и хорошей смазки этих частей зависят свобода вращения вьюшки и быстрота сматывания лотлиня. Посредством трех винтов, пропущенных сквозь отверстия в заплечиках втулок *P*, последние надежно крепятся к боковым рамам станка.

Ось *H* стальная, диаметром 2,5 см, длиною в 29,2 см. На концы ее надеваются стальные втулки с гнездами *R*, в которые вставляются рукоятки *N*. Сама втулка *R* скрепляется с осью *H* посредством круглой чеки, пропущенной сквозь соответствующие отверстия во втулке и на концах оси. На навинтованный конец чеки навинчивается гайка.

И
ход
ляю
тки
нх
общ
или
ны.
что
лок
лот
ром
лыш
мож
н
прог
но
нару
зыва
кп. I
прие
трос
же,
Г
край
имеи
полс
(рис
зовь
авт
моз
реки
свое
ее п
сящи
цит
104),
нию
стор
обра
вани
мати
поло
когда
легк.
В
обра
вслед
собст

Вставленные на место рукоятки *N* посредством болтика *S*, проходящего через вырезы на концах плеча рукоятки, надежно скрепляются с осью прибора. Такое устройство позволяет иметь рукоятки съемными и убирать их, когда прибором не пользуются.

Лотлинь выделяется или из нескольких (7—12) сплетенных вместе стальных оцинкованных гальваническим путем проволок общим диаметром $2\frac{1}{2}$ —3 мм, или в виде фортепианной струны. В первом случае бывает, что рвутся отдельные проволоки, вследствие чего крепость лотлиня уменьшается; во втором — иногда образуются колышки, из-за которых лотлинь может разорваться.

Коренной конец лотлиня пропускается наружу и обратно сквозь два отверстия на наружной щеке выюшки и связывается узлом внутри выюшки. К ходовому концу лотлиня привязывается посредством тросового конца гири (см. ниже, п. 3).

По внешнему наружному краю одной из щек выюшки, именно со стороны, противоположной зубчатому колесу (рис. 103 и 104), имеется бронзовый жолоб *a* для бечевы автоматического тормоза. Бечева *T* (рис. 102) перекидывается через жолоб своей серединой, а к концам ее подвешиваются грузы, висящие внутри открытых защитных трубок *и* (рис. 102 и 104), прикрепленных к основанию прибора *C*. С передней стороны прибора (рис. 104), т. е. обращенной в сторону сматывания лотлиня, к бечеве автоматического тормоза подвешивается гиря весом в 410 г, с противоположной стороны — гиря в 2,4 кг. Бечева берется такой длины, что когда более тяжелая гиря лежит на дне задней трубки, более легкая висит на высоте 2,5—4 см над дном передней трубки.

Вес задней тяжелой гири, действуя на выюшку в направлении, обратном ее вращению, слегка тормозит вращающуюся выюшку, вследствие чего хорошо пригнанный автоматический тормоз способствует равномерности спуска лотлиня. В зависимости от скоро-

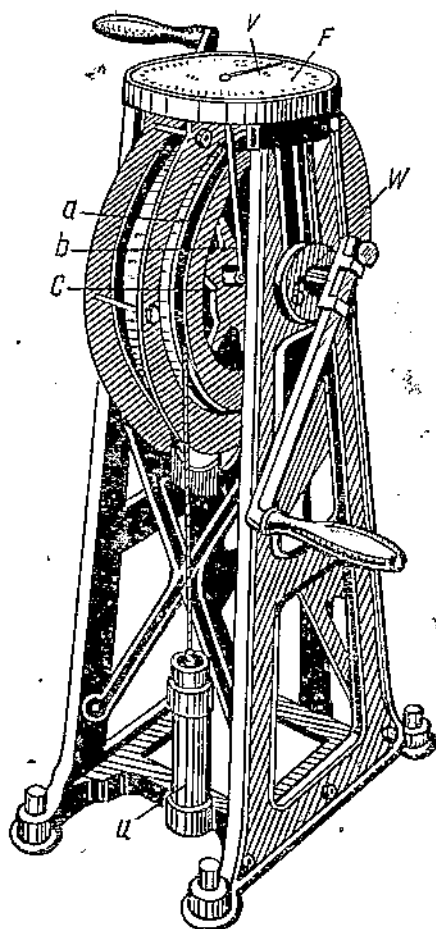


Рис. 104. $\frac{1}{10}$ nat. вел.

сти хода приходится изменять нагрузку тормоза. Так, при 13-узловом ходе достаточна нагрузка в 2,5 кг; при увеличенном ходе, когда при бросании лота в 2,5 кг гири начнет легко выскакивать из задней трубки, нагрузку тормоза нужно соответственно увеличить. Для этого имеются четыре запасных гири по 410 г; посредством которых нагрузку тормоза можно по мере надобности постепенно увеличить до 4 кг. По достижении лотом дна автоматический тормоз на момент заstopирует выюшку и таким образом позволит определить момент измерения глубины.

Опыты показали, что при употреблении автоматического тормоза длина выпущенного лотлиня остается одинаковой при одной и той же скорости хода и одной и той же глубине. Это дает возможность судить о глубине моря по длине выпущенного лотлиня, пользуясь приведенной ниже специальной таблицей (см. табл. 6).

Длина вытравленного лотлиня определяется (рис. 102 и 104) указателем *V* (стрелкой), скользящим по циферблату *F*, разбитому в английских приборах на морские сажени и помещенному на головной части прибора. Циферблат разбит от 0 до 300 сажен через 1 сажень. Так как по мере сматывания длина сбегавшего за один поворот выюшки лотлиня будет все уменьшаться, то расстояния между штрихами делений на циферблате *F*, взятые через одинаковое количество сажен, постепенно увеличиваются, т. е. деления нанесены пропорционально длине лотлиня, сбегавшего с выюшки за один оборот ее, при данном количестве вытравленного лотлиня.

Деления 0, 30, 60 и т. д. обозначены через 30 сажен более крупными цифрами, и штрихи, соответствующие пяткам сажен, отмечены на конце ромбом.

В лотах Томсона, изготовленных ЗМИ, намотано на барабане 550 м стального лотлиня диаметром 1,7—1,9 мм.

Указатель *V* держится на своей оси силой трения, так что его можно ставить на любое деление, передвигая просто рукой. Сверху указатель укреплен шайбой, надетой на ось и закрепленной ввинченным в нее винтом. На оси указателя под циферблатом, внутри головной части прибора, имеется зубчатое колесо, вращаемое шестерней, насаженной на верхний конец *b* (рис. 104). На нижнем конце этой оси имеется также зубчатка с меньшего диаметра. Эта последняя сцепляется с червяком на внешней поверхности надетой на ось выюшки втулки. Втулка посредством рычага соединяется с выюшкой.

Таким образом при вращении выюшки будет вращаться и втулка, и ее вращение посредством описанной передачи будет передаваться указателю *V*. Ось *b* передаточного механизма проходит сквозь поддерживающую раму, которая двумя винтами *W* привинчена к левой боковой раме станка.

2. Отводный роульс. Для того чтобы сбегавший за борт лотлинь не терся о борт корабля, его пропускают через отводный роульс *A* (рис. 105), прочно укрепляемый четырьмя винтами на гакаборте корабля. Этот роульс из оцинкованного железа, диамет-

ром около 16,5 см и шириной до 5 см, снабжен спереди и сзади усами В для предохранения лотиния от соскакивания с роульса. Иногда с целью подальше отвести лотиний от борта корабля роульс устанавливают на специальной площадке, выдающейся за борт настолько, чтобы при выбирании из воды лота последний не мог задеть ни за какие выступающие части борта.

Станок устанавливается в расстоянии 1,5—2 м от роульса так, чтобы плоскости выюшки и роульсов совпадали и были параллельны диаметральной плоскости судна. Роульс должен быть укреплен на такой высоте над палубой, чтобы лотиний с выюшки к роульсу шел почти горизонтально, т. е. параллельно палубе.

3. Свинцовая или чугунная гиря конической формы (рис. 106) весом в $9\frac{1}{4}$ кг служит собственно лотом, увлекающим лотиний на дно моря. Гиря наглухо соединена с железным стержнем, оканчивающимся очком, в которое ввязывается лотиний.



Рис. 106.
 $\frac{1}{13}$ нат.
всл., вес
9,2 кг.

Проволочный лотиний соединяется с гирей следующим образом. Конец проволочного лотиния взят за верхнюю скобу небольшого вертлюга. К нижней скобе последнего привязывается кусок плетеного троса, длиной в 2,5 м, с длинной петлей на конце. Петля пропускается в очко стержня гири, затем последний продевается в петлю, и петля затягивается на очке гири.

Назначение тросового конца—предохранить лотиний от образования на нем колышек. Поэтому важно, чтобы трос был плетеный, а не витой, так как кручение витого троса передается проволоке, на которой от этого могут образоваться колышки.

В основании гири сделана выемка, куда вкладывается сало, смешанное с толченым медом, или твердое мыло, размятое руками, для получения образчика грунта. Как и у простого лота, сало должно плотно заполнять все углубление выемки и выступать наружу в виде полушария. Чтобы на большом ходу, при выбирании лота, сало вместе с образчиком грунта не вымыло из выемки, иногда на внутренней поверхности последней делают зазубрины, что способствует удержанию сала на своем месте.

4. Пенал. К тросовому концу наглухо привязывается с обоих концов медный пенал а (рис. 107), в который вставляется стеклянная трубка б, служащая глубомером.

Пенал представляет собой медную цилиндрическую трубку длиной в 615 мм и диаметром 13 мм, толщина стенки пенала 1 мм. Двумя бензелями, положенными на койцах пенала так, чтобы нижний конец его приходился в 1 м расстоянии от очка гири, пенал

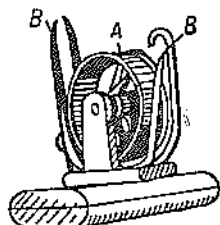


Рис. 105. $\frac{1}{10}$ нат. вел.

наглухо прикреплен к тросовому концу, соединяющему лотиль с гирей.

Сверху пенал закрывается цилиндрической крышкой *c*, в нижней части которой имеется небольшой вырез в виде буквы Г. Надев крышку на верхнюю открытую часть пенала так, чтобы имеющийся на нем шпенец вошел в продольную часть выреза крышки, поворачивают последнюю вокруг оси, когда шпенец будет против поперечной части выреза в крышке, и тем укрепляют крышку на пенале. Такое устройство достаточно обеспечивает закрытие пенала и в то же время позволяет быстро снимать и надевать крышку. Небольшой ниткой, связанной в ушки на теле пенала и на крышке, последняя всегда привязана к пеналу и не может затеряться.

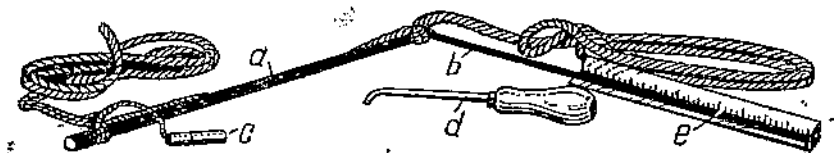


Рис. 107. $\frac{1}{10}$ nat. вел.

Нижняя часть пенала закрыта наглухо доньшком. Около доньшка в боковой поверхности пенала сделаны четыре продольных тонких выреза; такие же вырезы имеются и в цилиндрической съемной крышке пенала. При опускании лота на дно вода свободно проходит сквозь пенал и проникает в находящуюся в нем стеклянную трубку — глубомер.

5. Глубомерная трубка. Глубомером в лоте Томсона служит стеклянная цилиндрическая трубка *b* (рис. 107), длиной в 610 мм, с наружным диаметром в 4 мм и толщиной в 1 мм. Один конец трубки открыт, другой наглухо закрыт: на него надет медный капсюль, залитый по окружности сургучом. Такое устройство обеспечивает герметичность укупорки трубки и гарантирует, что при погружении трубки в воду открытым концом вниз заключающийся в трубке воздух не сможет выйти из нее, а соберется в верхнем конце трубки и, по мере проникновения воды в трубку, будет занимать все меньший объем, т. е. будет все больше сжиматься.

Для отметки уровня, до которого подымалась вода в трубке, внутренняя поверхность последней покрывается составом хромовокислого серебра, вследствие чего глубомерная трубка приобретает темнокрасный цвет. Морская вода, входя в трубку, или совершенно смывает ее внутреннюю окраску или изменяет цвет окраски из красноватого в желтовато-белый. Граница смытой краски и отмечает собою тот уровень, до которого подымалась вода в трубке.

Чем лучше трубка и чем правильнее измерена глубина, тем граница смытия краски будет резче и тем, следовательно, точнее и увереннее определится глубина. Неясное смытие краски дает воз-

возможность судить о глубине только приближенно, а плохое смытие, когда линия смытия неровная (с отдельными выступами), — вовсе не дает возможности определить глубину и означает, что или трубка плоха, или что лот не умели бросить. Действительно, в момент прикосновения лота ко дну моря необходимо застопорить выюшку плавным движением тормоза, без резкого толчка, иначе толчок передается стеклянной трубке, вода в ней всплеснется и черта смытой краски получится весьма неясной. То же самое может случиться, если, подняв лот на палубу, не озаботиться, при вынимании трубки из пенала, держать последний всегда вертикально, открытым концом трубки вниз, иначе приставшие внутри трубки капельки воды могут скатиться к ее запаянному концу и испортить черту смытия краски.

Запас глубомерных трубок нужно всегда хранить в сухом месте, чтобы от сырости не портилась их внутренняя окраска, так как тогда граница смытой краски будет получаться неясной.

С целью предохранить трубки от сырости иногда их делают запаянными с обоих концов, причем один из них окрашен в черный цвет. Перед употреблением такой глубомерной трубки надо осторожно отломить черный конец по границе между черным и красным цветом.

6. Медный палец *d* (рис. 107) служит для уточнения определения момента достижения лотом дна. Он представляет собой медный стержень цилиндрической формы, диаметром около 1 см, длиной около 12 см. Один конец его на 3 см отогнут под прямым углом вниз в виде крючка, а на другой насажена деревянная рукоятка для держания пальца в руке. В рукоятке имеется сквозное отверстие, куда можно пропустить стропку для подвешивания пальца, когда им не пользуются.

Пока лот опускается на дно, лотлинь сматывается с выюшки туго натянутым. В момент прикосновения лота к грунту проволока на момент ослабнет, но так как корабль продолжает двигаться, то, если не застопорить выюшку, лотлинь начнет сматываться дальше. Поэтому в момент достижения лотом дна выюшку обязательно, плавным движением рукояток в направлении, обратном спуску лотлиня, тотчас же тормозят.

Чтобы не пропустить момента прикосновения лота к дну, сбегаящий с выюшки лотлинь, нажимом медного пальца посередине между станком и отводным шкивом осаживается вниз. Для этого рулевой, держа палец в правой руке за рукоятку, оттягивает лотлинь с небольшим усилием книзу настолько, чтобы он образовал заметный на-глаз тупой угол. Когда лот ударится о дно, лотлинь ослабнет, под пальцем образуется слабина и рука почувствует прекращение давления лотлиня.

Для предохранения медного пальца от перетиранья лотлинем последний образец пальца делается в виде стержня, на конце которого насажен роульс, каким и нажимают на лотлинь. При сбегании лотлиня роульс вращается, трение значительно уменьшается, и палец не портится.

7. Шкала. Мы видели (§ 64), что по высоте вошедшего в трубку столба воды можно судить о глубине моря. Чтобы не производить при этом никаких вычислений, сконструирована шкала *e* (рис. 107), посредством которой глубина моря определяется весьма просто.

Шкала из букowego дерева состоит из двух дощечек, длиной в 33 см (13 дюймов), свинченных под прямым углом и с одного конца соединенных медной пластинкой, служащей упором для глубомерной трубки. На внутренней стороне более широкой стенки шкалы нанесены деления, дающие глубину моря в морских саженях от 5 до 100 сажен (от 10 до 200 м). Деления эти неравны между собою и нанесены от 5 до 30 сажен через 1 сажень, от 30 до 50 через 2 сажен и от 50 до 100 сажен через 5 сажен.

Когда шкала разбита на метры, то деления нанесены:

10 — 50	м	через	1 м
50 — 120	"	"	2 "
120 — 160	"	"	5 "
160 — 200	"	"	10 "

Подняв лот на палубу и вынув осторожно стеклянную трубку из пенала, прикладывают ее к шкале так, чтобы закрытый конец трубки упирался в медную пластинку шкалы. Деление шкалы, против которого придется при этом черта смытой в трубке краски, и укажет нам глубину моря.

Определенная посредством шкалы глубина будет верна только при том давлении атмосферы, на которое эта шкала рассчитана, т. е. на высоту барометра от 730 до 749 мм (от 28 3/4 до 29 1/2 дюймов). Если же высота барометра во время измерения глубины выходит из этих пределов, то приходится к полученным глубинам вводить поправки, именно, если высота барометра

756 мм (29 3/4 д.)	к отсч. по шкале нужно приб.	2 м (1 саж.)	на каждые 70 м (40 саж.)
762 " (30 ")	" " " "	2 " (1 ")	" " 50 " (30 ")
775 " (30 1/2 ")	" " " "	2 " (1 ")	" " 40 " (20 ")
787 " (31 ")	" " " "	2 " (1 ")	" " 30 " (15 ")

Такая табличка вырезана на самой шкале с обратной стороны ее. В последнее время шкалу стали делать цилиндрической формы и по образующей этого цилиндра делают 5 желобков, по которым и наносят 5 шкал для разных высот барометра, соответственно приведенной табличке. В обычной судовой практике поправками глубин за высоту барометра как не имеющими практического значения для безопасности кораблевождения по большей части пренебрегают.

Также не принимают во внимание и весьма незначительных поправок за температуру.

§ 66. Употребление лота Томсона

Для измерения глубины лотом Томсона достаточно трех человек: одного старшины, производящего измерение, и двух подручных у станка. На большом ходу желательно иметь еще четвертого

человека для направления лотлиня на выюшку и для подмены работающих на рукоятках выюшки при выхаживании гири и глубомера.

Обыкновенно бросание лота производится под наблюдением младшего штурмана или опытного рулевого старшины. Наблюдающий должен иметь при себе карманные часы, поставленные по часам в рубке, по которым ведется счисление пути корабля, грифельную доску с грифелем или записную книжку для записывания моментов по часам, соответствующих этим моментам глубин и образчиков грунта. Подручные приносят к лоту запас глубомерных трубок, медный палец, шкалу с делениями, сало и ветошь.

Перед бросанием лота Томсона прикрепляют груз к лотлиню, наполняют выемку в основании груза салом, смешанным с толченым мелом или размятым в руках твердым мылом, и вставляют на место рукоятки выюшки. Убеждаются в исправности автоматического тормоза.

Подручный № 1, задвинув стопорный болт между зубцами зубчатого колеса, вращением рукоятки в сторону, обратную спуску лотлиня, зажимает выюшку между дисками трения. Выдвинув затем стопорный болт и медленно вращая зажатую выюшку в направлении спуска лотлиня, он понемногу отхаживает лотлинь, в то время как подручный № 2, держа в руках уже привязанную к лотлиню гирю, выводит последнюю за борт и проводит лотлинь через отводный роульс. Гиря остается висеть за бортом с пеналом у отводного роульса.

Старшина осторожно вкладывает в пенал стеклянную трубку открытым концом вниз и тщательно закрывает пенал крышкой. После этого гирю осторожно страивают до воды, задвигают опять стопорный болт между зубцами зубчатого колеса, и старшина ставит стрелку на циферблате прибора на нуль.

По команде «товсь» подручные, стоя на рукоятках выюшки, ослабляют главный тормоз настолько, чтобы только слегка удерживать выюшку на месте.

По команде «трави» подручные делают ручками быстрый поворот в направлении спуска лотлиня, указываемом стрелкой с надписью «off» на защитной доске выюшки. Выюшка освобождается, и гиря свободно летит на дно.

Старшина, нажимая медным пальцем на лотлинь, в то же время внимательно следит за стрелкой циферблата, стараясь при большой глубине и на большом ходу не вытравить всего лотлиня и не оборвать последний от толчка, если весь лотлинь высучит до конца. Подручные, стоя на рукоятках, должны быть готовы по команде немедленно затормозить выюшку.

Когда старшина увидит и почувствует рукой, что на лотлине образовалась слабина (что будет в момент прикосновения лота к грунту), он тотчас же командует «стоп». По этой команде подручные немедленно плавным движением поворачивают ручки в направлении, обратном сматыванию лотлиня, т. е. от кормы к носу (по стрелке с надписью «on» на защитной дощечке

выюшки), и таким образом тормозят выюшку. Выдвинув затем стопорный болт из зубцов стопорного колеса, подручные, продолжая вращать рукоятки в том же направлении, начинают выхаживать лотлинь.

Когда пенал покажется из воды, нужно дальше выбирать лотлинь медленнее и осторожно, чтобы не давать гире и пеналу ударяться о борт судна. Когда пенал подойдет к отводному роульсу, старшина вынимает из пенала трубку и передает ее штурману. Затем, подняв лот на палубу, осматривает образчик грунта, приставший к салу.

Младший штурман посредством шкалы определяет измеренную глубину, записывает ее в тетрадку или на грифельную доску вместе с моментом времени, образчиком грунта и отсчетом лага и посылает доложить о результатах старшему штурману.

Бросание лота Томсона требует известной опытности. Главное заключается в том, чтобы не упустить момента образования слабны на лотлине и тотчас же плавным движением застопорить выюшку. Если выюшку затормозить резко, то глубомер получит толчок, от которого вода в трубке всплеснется, и черта смытой краски будет неясна, с зазубринами, и глубина останется не определенной. Не застопоренная во время выюшка даст возможность образоваться на лотлине колышкам, из-за которых лотлинь может лопнуть и глубомер с гирей будут утеряны. На этот случай всегда должно быть в запасе несколько гирь и медных пеналов.

Для предохранения лотлиня от ржавчины, при выхаживании его необходимо обтереть от морской воды и смазать. Кроме того, так как лот должен быть всегда готов к употреблению, нужно следить за тем, чтобы при наматывании лотлиня на выюшку не перепутать шлагов и не допустить образования на нем колышек. Поэтому при выбирании лотлиня старшина, держа в одной руке (ближайшей к корме) кусок сухой ветоши, а в другой (ближайшей к выюшке) кусок промасленной парусины, пропускает выбираемый из воды лотлинь через обе руки и в то же время направляет лотлинь руками так, чтобы он ложился на выюшку чистыми шлагами.

Если застопорить машины и остановить корабль, то лотом Томсона, осторожно стравливая гирию, можно без всякого глубомера измерить глубину до 576 м (270 сажен). Нужно, стравливая лотлинь, следить внимательно за стрелкой циферблата и заметить отсчет на нем в момент достижения лотом дна. Момент прикосновения лота ко дну определится, как всегда, образованием слабны на лотлине, который во время спуска отжимается книзу медным пальцем. Замеченный отсчет и даст глубину моря в данном месте. Не надо только позволять выюшке вращаться слишком быстро, чтобы при прикосновении гири ко дну не образовались на лотлине колышки.

Если при вытравленных 576 м (270 саженях) лотлиня глубины еще не достали, нужно плавным движением застопорить выюшку,

прежде чем высучить весь лотлинь, во избежание потери и лота и лотлиня.

Лотлинь выдерживает натяжение при ходе судна до 16 узлов и при соблюдении указанных предосторожностей лопается только при образовании колышек. При большом ходе судна колышки обычно не успевают образоваться, но при малых ходах в 5—7 узлов колышки могут образоваться в момент прикосновения лота ко дну, если выюшка вращается слишком быстро. Поэтому на малых ходах нужно не давать выюшке вертеться слишком быстро, а слегка тормозить ее главным тормозом.

Когда линия высучит 533,4 м (250 сажень), а лот все еще не достиг дна, то из опасения потерять гирию с пеналом следует на ходу судна застопорить выюшку и выбрать лот на палубу.

§ 67. Пружинный глубомер

Иногда во избежание расходования окрашенных стеклянных трубок для измерения глубины лотом Томсона употребляют вместо них пружинный глубомер (рис. 108 и 109).

Пружинный глубомер (рис. 108) представляет собой медный цилиндр BF , длиной около 66 см с диаметром 27 мм, разделенный около линии gg' на две части. Верхняя часть Bg закрыта, служит воздушной камерой, в которой ходит поршень E со штоком H , выходящим в открытую часть глубомера gF .

На нижнем конце штока имеются направляющий диск d и пружина L , неподвижный конец которой прикреплен к телу прибора в нижней его части у F посредством винта с барашком K . Помощью этого винта можно регулировать натяжение пружины. Последняя — круглая цилиндрическая, диаметром в 2 мм — образует своими витками цилиндр высотой около 10 см и диаметром около 2 см.

Открытую часть прибора можно закрывать поворачивающимся щитком D с двумя круглыми отверстиями (рис. 109).

Шток поршня разбит на деления, соответствующие различным глубинам погружения глубомера от 0 до 234,7 м (110 сажень) через 2,13 м (1 сажень). На штоке сплой трения держится индекс C , который рукой можно установить в любое положение.

Глубомер, подобно медному пеналу, привязан (рис. 109) к куску плетеного троса, который одним своим концом прикрепляется к вертлюж-

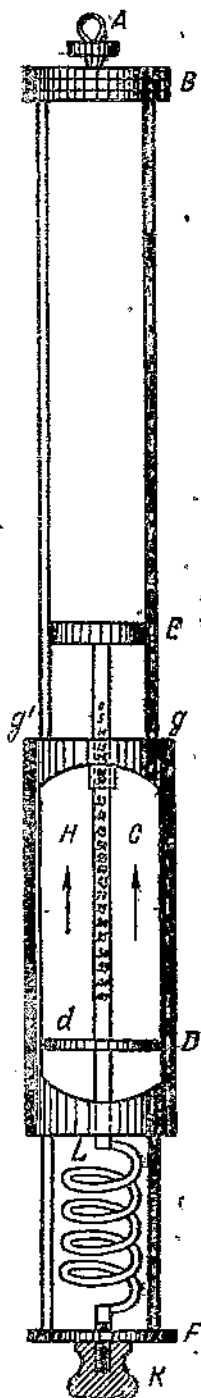


Рис. 108.

ной скобе на лотлине, а другим (петлей) соединяется с очком стержня гири.

Прикрепив глубомер к лотлиню, ставят рукой индекс *C* на нуль и закрывают поворотным щитком *D* открытую часть глубомера. При опускании лота на дно, вследствие разности давлений воздуха внутри камеры *Bg* и гидростатического давления воды снаружи на поршень *E* (рис. 108), последний начнет двигаться вверх и потянет за собою шток *H* и скрепленную с ним пружину *L*. Индекс, установленный на нуль, будет упираться в переборку, разделяющую камеры, и не сможет подняться вместе со штоком вверх, вследствие чего шток, поднимаясь, будет выходить из обоймы индекса. Когда по измерении глубины, при подъеме глубомера, с уменьшением гидростатического давления, поршень со штоком действием пружины начнет осаживаться вниз, то индекс останется на том месте штока, до которого последний успел выйти из обоймы индекса, т. е. на черте, соответствующей глубине погружения глубомера. Таким образом, вынув глубомер из воды, легко по положению индекса на штоке сразу прочесть глубину, до которой погружался глубомер.

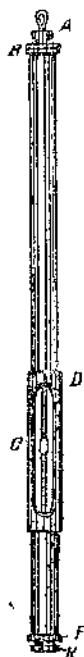


Рис. 109.

Так как верхняя камера глубомера не обладает абсолютной герметичностью, то в нее просачивается немного воды, которую время от времени приходится выливать. Для этого отдают винт *A*, ослабляют немного медную пластинку, прижимающую кожаную прокладку к верхней крышке глубомера и закрывающую, таким образом, имеющиеся в этой последней два овальных отверстия, и, вылив через них воду, вновь зажимают винтом *A* прокладку и медную пластинку в то место.

Кожаная прокладка на поршне внутри воздушной камеры, при редком употреблении глубомера, иногда высыхает, и ее в этом случае нужно смазывать вазелином или размачивать. Поэтому время от времени поршень следует осматривать.

Перед каждым бросанием лота необходимо убедиться, что винт *A* завинчен до места и индекс *C* поставлен на нуль.

Опыт показывает, что измерение глубин посредством пружинного глубомера дает худшие результаты, чем при помощи окрашенных химических трубок. Сравнительные испытания трубок, ¹ как русских, так и английских, различных годов изготовления, и пружинного глубомера, произведенные летом 1904 г. на крейсере 2-го ранга «Вестник», показали значительное превосходство трубок над глубомером, который давал иногда глубины с ошибками в 13,7—15,5 м, причем эти ошибки не оставались постоянными и были различны на одной и той же глубине. Из целой серии на-

¹ Записки по гидрографии. 1905 г., вып. 27, стр. 12—17.

блюдений нельзя было сделать никакого вывода относительно поправок показаний пружинного глубомера на разных глубинах.

На основании этого, несмотря на уменьшение расходов при пользовании пружинным глубомером (экономия трубок), все же следует рекомендовать всегда пользоваться окрашенными глубомерными трубками и не употреблять пружинного глубомера, даже если по внешнему виду он и будет вполне исправен, так как при его применении у штурмана никогда не будет уверенности в правильности полученной глубины.

§ 68. Основания устройства пружинного глубомера

Когда глубомер погружен на некоторую глубину d , то поршень внутри воздушной камеры, поднявшись на длину $GE = \lambda$ (рис. 108), останется в равновесии вследствие равенства всех приложенных к нему сил.

Вверх поршень поднимается под действием разности силы p — гидростатического давления воды на глубине d — и силы p_0 — давления воздуха внутри воздушной камеры над поршнем.

Вниз поршень стремится опуститься под действием силы упругости пружины p_1 .

Раз поршень остается неподвижным, то, следовательно, работа всех сил, к нему приложенных, равна нулю, т. е. так как сила $p - p_0$ и сила p_1 направлены в противоположные стороны, то

$$Q = Q_1,$$

где Q обозначает работу силы $(p - p_0)$, Q_1 — работу силы p_1 . Так как

$$p = p_0 + wd,$$

где w — вес единицы объема воды, то

$$p - p_0 = wd$$

или

$$p - p_0 = s\delta d,$$

если через s обозначить площадь поршня, а через δ плотность воды. Следовательно, работа Q силы $(p - p_0)$ при продвижении поршня на величину x найдется из равенства

$$Q = (p - p_0)x = s\delta dx. \quad -$$

Из теории сопротивления материалов известно, что сила натяжения P винтовой пружины, круглого сечения q ,

$$P = \frac{q}{\alpha L} x,$$

где α — коэффициент растяжения, L — длина пружины, а x — линейное ее удлинение.

Значит, когда поршень продвинулся на величину x , сила натяжения P пружины совершила работу

$$Q_1 = Px = \frac{qx^2}{\alpha L}.$$

Так как Q должно равняться Q_1 , то

$$s\delta dx = \frac{qx^2}{\alpha L}$$

Отсюда

$$x = \frac{s\delta \alpha L}{q} d,$$

т. е. величина перемещения поршня пропорциональна глубине погружения глубомера.¹

Зная значения всех величин, входящих в последнее выражение, и задаваясь различными глубинами d , можем заранее вычислить соответствующие им величины x передвижения поршня и таким образом сможем на штоке поршня нанести деления, т. е. градуировать поршень. Как указывалось выше, деления на поршне нанесены в морских саженях в пределах от 0 до 110 сажен.

§ 69. Определение глубины лотом Томсона без глубомера

Наличие у станка лота Томсона образца «Марка IV» автоматического тормоза позволяет применить особый метод измерения глубины, не требующий никакого специального глубомера.

Автоматический тормоз, подробно описанный в § 65 п. 1, способствует равномерности спуска лотлиня при различных скоростях корабля, вследствие чего, при данной скорости корабля при одной и той же глубине моря, длина вытравленного лотлиня при соблюдении некоторых условий остается приблизительно одинаковой. Поэтому, зная свою скорость и заметив по циферблату число метров выпущенного лотлиня, можно сразу же из специальной таблицы узнать и приближенную глубину моря.

Нижеследующая таблица составлена капитаном Оливером на основании опытов на судне «Dryad» в 1906 г., во время которых пользовались прибором со следующими данными: гиря 9,8 кг весом, лотлинь из 7 гальванизированных стальных проволок, каждая диаметром в 0,58 мм, а полная окружность лотлиня 5,49 мм; рвущее усилие для всего лотлиня 287 кг. Гиря автоматического тормоза в 2,5 кг. Лот бросали в местах, обозначенных буйками, и шлюпки, поставленные тут же, измеряли глубину моря проводочным тросом. Скорость судна менялась в пределах от 6 до 13 узлов и определялась по пробегам на мерной линии.

При этих условиях была получена следующая таблица соотношений между скоростью хода, числом метров вытравленного лотлиня и глубиной моря (табл. 6).

Пользование этой таблицей не представляет никаких затруднений. Например, если на 10-узловом ходу высучит лотлиня 64 м, то глубина моря, как видно из таблицы, 37 м. Если те же 64 м высучит при 8-узловом ходе, то глубина моря 42 м и т. д.

Однако, для уверенности в точности полученной глубины, необходимо, как сказано выше, соблюдение некоторых условий. Условия эти следующие.

¹ Г. С. Максимов, Курс гидрографии. Петроград, 1917 г., стр. 44—45.

Таблица 6

Соотношение между скоростью хода, глубиной моря и длиной выпущенного лотника

Прибли- женная вертикаль- ная глубина в м	Число метров выпущенного лотника							
	Скорость хода в узлах							
	6	7	8	9	10	11	12	13
9	12	13	14	16	17	18	19	26
11	14	15	16	18	21	23	24	29
13	17	18	19	22	25	26	27	33
15	19	21	22	25	27	29	31	37
16	21	23	26	28	30	33	35	40
18	24	26	28	31	34	37	39	44
20	27	28	30	33	37	39	42	48
22	28	30	33	36	39	42	46	51
24	31	33	36	38	42	46	49	55
26	33	36	39	42	46	48	52	58
27	36	38	42	45	48	52	56	62
29	38	41	45	48	51	55	59	66
31	40	44	48	51	55	58	63	70
33	42	46	50	54	58	62	67	73
35	45	48	53	57	61	66	70	77
37	48	51	56	59	64	69	74	80
38	50	54	58	63	68	72	78	84
40	53	57	61	66	71	77	82	88
42	55	59	64	70	75	80	85	91
44	57	61	67	72	78	83	90	95
46	59	64	70	76	82	88	93	100
48	61	67	71	79	85	90	97	103
49	64	70	75	81	89	95	102	107
51	66	71	78	84	91	98	105	112
53	68	73	80	87	95	102	110	115
55	70	76	82	90	98	105	113	119
57	73	79	85	93	102	110	118	—
58	75	81	88	96	104	113	122	—
60	78	84	90	99	108	117	126	—
62	80	86	93	102	111	121	131	—
64	82	89	96	105	114	124	135	—
66	84	91	99	—	—	—	—	—
68	87	94	102	—	—	—	—	—
70	89	96	104	—	—	—	—	—
71	91	99	107	—	—	—	—	—
73	93	102	110	—	—	—	—	—
75	96	—	—	—	—	—	—	—
77	99	—	—	—	—	—	—	—
79	101	—	—	—	—	—	—	—
80	103	—	—	—	—	—	—	—
82	106	—	—	—	—	—	—	—

1. По команде «отдать» делают один полный оборот ручками выюшки в направлении, противоположном надписи «heaving in». При неполном обороте выюшки лотлинь не будет свободно спускаться, так как главный тормоз будет слегка задерживать выюшку. С другой стороны, если сделать больше целого оборота, то лотлинь не будет травиться равномерно. Поэтому, чтобы быть уверенным, что сделан ровно один оборот, отмечают заранее на щеках выюшки первоначальное положение ее рукоятки.

2. Необходимо пользоваться постоянно гириями одинаковой формы и одного веса, именно такими, как указано в начале этого параграфа.

3. Длина и толщина бечевы автоматического тормоза должны быть всегда одинаковы, так же как и гаки, на которых подвешены гири; защитные трубки для гирь должны находиться постоянно на одном и том же месте. Жолоб для бечевы автоматического тормоза нужно содержать в чистоте.

4. Гири, употребляемые для нагрузки тормоза, должны быть одного и того же веса, так как при данном ходе гиря в 2,5 кг позволит лотлиню спускаться быстрее, чем гиря в 4 кг.

5. Лотлинь не следует пропускать через какие бы то ни было блоки во избежание лишнего трения.

6. Стрелка циферблата должна быть установлена на нуль, когда гиря и пенал с глубомерной трубкой выведены за борт и гиря стравлена до воды. Таким образом исключается влияние высоты борта судна.

Опыты, производившиеся в английском флоте, показали, что при соблюдении этих условий описанный способ измерения глубины дает хорошие результаты. Если глубины измеряются непрерывно и скорость хода постоянна, то всякое изменение глубины сейчас же будет указано большей или меньшей длиной вытравленного лотлиня.

§ 70. Бросание лота Томсона с выстрела

В комплект частей лота Томсона образца «Марка IV» входит еще специальная обойма (рис. 110), которой пользуются для производства промера не с кормы, а с бака или борта судна, что имеет существенное значение.

Действительно, измерение глубины с борта корабля, вблизи ходового мостика, имеет следующие преимущества: 1) штурман и вахтенный командир могут непосредственно следить за производством промера, 2) штурман сейчас же будет знать глубину, как только она получена (не теряя времени на посылку человека с кормы на мостик с докладом о полученной глубине, и исключается возможность неверного доклада), 3) при измерении глубины с кормы определяется глубина, которую корабль уже прошел; при бросании лота с носа получаем глубину под килем судна или, во всяком случае, в точке моря, более близкой к истинному месту корабля в данный момент.

Для отвода лотлиня от борта устраивают специальный деревянный выстрел длиной 9—12 м, диаметром не больше 14 см в середине, на концах же несколько тоньше. Длина выстрела зависит от длины судна; при большой длине корабля и выстрел делают длиннее с расчетом, чтобы при небольших поворотах судна лотлинь не мог попасть на винт.

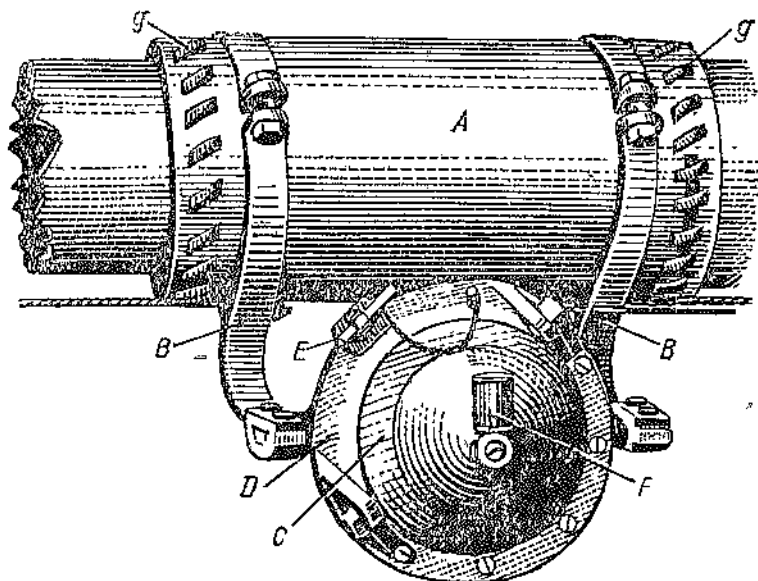


Рис. 110. $\frac{1}{3}$ нат. вел., вес 5,1 кг.

Выстрел прикрепляется к какой-нибудь солидной вертикальной стойке (например, тентовой) посредством скобы или вертлюжного гака так, чтобы его можно было легко отваливать и заваливать или подымать и опускать (рис. 111).

На нос выстрела насаживается бугель с тремя обухами, в которые ввязываются выстрел-топенант для поддержания выстрела в горизонтальном положении, выстрел-брас и бурундук для отваливания и заваливания выстрела и удержания его в откинутом положении по траверзу.

На носе выстрела под бугелем врезан шкив, сквозь который проходит тросовый конец — оттяжка для передвижения по выстрелу металлической обоймы. Один конец оттяжки, пропущенный через шкив в выстреле, ввязывается за кронштейн обоймы, другой конец пропускается через блок где-нибудь у стойки, поддерживающей выстрел, и крепится у борта на утке или на палубном кнехте (рис. 111).

Металлическая обойма (рис. 110) представляет собой цилиндр А, длиной в 36,8 см, надеваемый на выстрел. Два кронштейна В по краям цилиндра поддерживают поворотный блок С, состоящий из двух свинченных вместе бронзовых конусообразных щек, меж-

ду которыми вращается на оси тонкоходный бронзовый шкив для лотлиня диаметром около 15 см. Для того чтобы на шкив можно было заложить лотлинь серединой, одна из щек поворотного блока в верхней половине снабжена откидной дугообразной дверцей D. Открыв поворотный блок и заложив на шкив лотлинь, закрывают откидную дверцу, укрепляют последнюю специальной чекой E, пропускаемой в соответствующее ушко.

Для смазки оси шкива с обеих сторон блока имеются специальные масленки F с нитяным фитилем.

Обойма с поворотным блоком передвигается вдоль выстрела от борта и к борту посредством оттяжки, причем нужно не забыть, выбирая один конец оттяжки, потравливать другой.

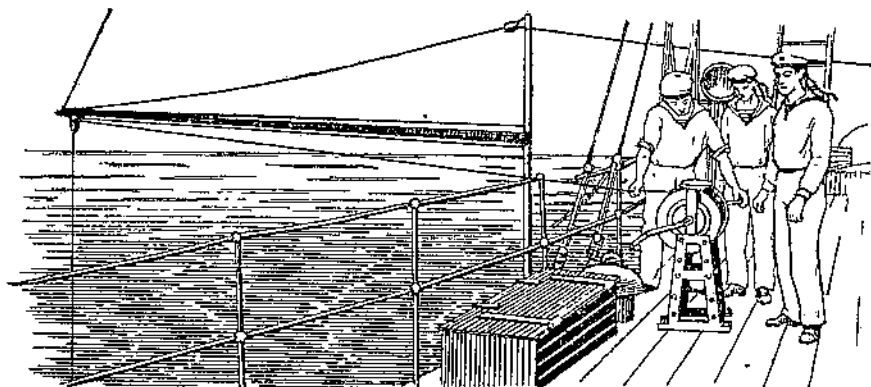


Рис. 111.

Для того чтобы цилиндр обоймы легче скользил по выстрелу, на краях цилиндра сделаны металлические утолщения, оббитые кожаной узкой лентой g, продеваемой в специальные отверстия в служащей прокладкой. Перед бросанием лота и выстрел и прокладки обоймы необходимо смазать салом, чтобы обойма легко и свободно скользила по выстрелу.

При бросании лота с выстрела станок устанавливается у борта корабля так, чтобы ось выюшки была параллельна диаметральной плоскости корабля (рис. 111). При выборе места для станка нужно позаботиться, чтобы около станка было достаточно просторно для работ с лотом. Нет надобности ставить станок слишком близко к борту. Лучше выбрать место, защищенное от ветра и дождя, например, где-нибудь за рубкой.

Выстрел должен быть установлен перпендикулярно к оси выюшки и так, чтобы его нок был на 8—10 см выше выюшки. Это важно потому, что иначе при малейшем движении всей установки лотлинь будет касаться щек выюшки. Поэтому при окончательной установке станка необходимо убедиться, что при правильно установленном выстреле лотлинь не касается ни выстрела, ни щек выюшки и идет параллельно выстрелу.

Выстрел-топенант, выстрел-брас и бурундук должны быть проведены под возможно большими углами к выстрелу, так как в противном случае трудно надлежащим образом установить выстрел. На выстрел-топенанте и выстрел-брасе в соответствующих местах полезно наложить из ларусной нитки марки, чтобы по ним сразу устанавливать выстрел в правильное положение.

Таким образом, при бросании лота Томсона с выстрела порядок работы должен быть следующий.

Отвалив выстрел на место, закладывают на шкив поворотного блока лотлинь, привязывают к лотлиню пенал и гирю, вмазывают в основание последней сало, закладывают стопорный болт между зубцами зубчатого колеса и зажимают выюшку главным тормозом; затем вкладывают в пенал стеклянную трубку и, поставив людей на рукоятки выюшки, выдвигают стопорный болт.

Посредством оттяжки отодвигают обойму на нок выстрела, потравливая при этом лотлинь вращением зажатой выюшки. Когда обойма подойдет к ноку выстрела, завертывают оттяжку на утку или на кнехт и, продолжая вращать выюшку, стравливают груз до воды, закладывают опять стопорный болт между зубцами зубчатого колеса и, вращая немного выюшку в сторону спуска лотлиня, слегка ослабляют главный тормоз и ставят стрелку на циферблате на нуль. Дальше производят измерение глубины, как обычно (см. § 66).

По достижении лотом дна начинают выхаживать лотлинь, и когда гиря выйдет из воды, отдают один конец оттяжки и, выбирая другой, подводят обойму с грузом и пеналом к борту судна. Вынув глубомерную трубку, определяют, как обычно, по шкале глубину моря; затем, если в основании гири было положено сало, осматривают образец грунта.

§ 71. Лот Томсона «Марка IV» с электрическим приводом

Выбор лота Томсона вручную, в особенности при большом ходе судна и при большой глубине, несколько затруднительно, требует известного времени и работы двух человек на рукоятках выюшки. Для ускорения и облегчения этой работы пользуются электромотором, приспособленным к лоту «Марка IV», и в таком виде лот Томсона получает название «Адмиралтейский тип «Марка IV» с электрическим приводом».

Назначение мотора — заменить собою труд человека при выхаживании лота из воды. Устройство станка моторного лота в главных чертах то же, что и лота «Марка IV» с ручным приводом, но отличается от последнего отдельными деталями.

Общий вид моторного лота показан на рис. 112 (вид с правой стороны) и рис. 113 (вид с левой стороны).

Из этих рисунков видно, что прибор состоит из двух главных частей: верхней, представляющей собою станок с выюшкой и тормозом и в главных чертах подобной станку типа «Марка IV», и нижней, служащей фундаментом прибора и состоящей из мо-

торного кожуха с мотором и приспособлениями для пуска его в ход.

Главные отличия моторного лота от описанного уже образца «Марка IV» следующие.

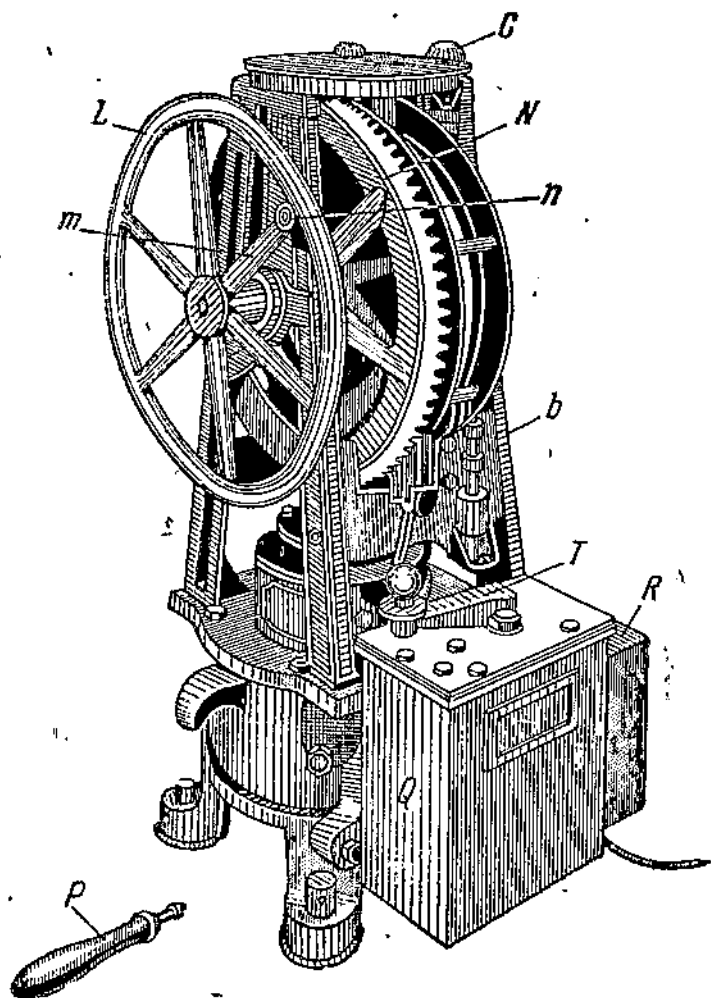


Рис. 112. $\frac{1}{12}$ нат. вел., вес 214 кг.

В моторном лоте главным тормозом служит храповое колесо *М* (рис. 114), насаженное на ось выюшки между правой буквой диском и показанным на рис. 112 и 113 большим зубчатым колесом *Н*. Спицы храпового колеса *М* наглухо скреплены с правым подвижным буквым диском, зажимающим выюшку. На оси выюшки в этом месте имеется точно такая же нарезка, как и у лота с ручным приводом.

Если задержать вращение храпового колеса M и вращать вазонку в направлении спуска лотлиня, то колесо M вместе с правым подвижным буковым диском отойдут от выюшки и последняя будет отжата. Если быстро вращать ось в направлении выбирания лотлиня, то подвижной буковый диск вместе с храповым.

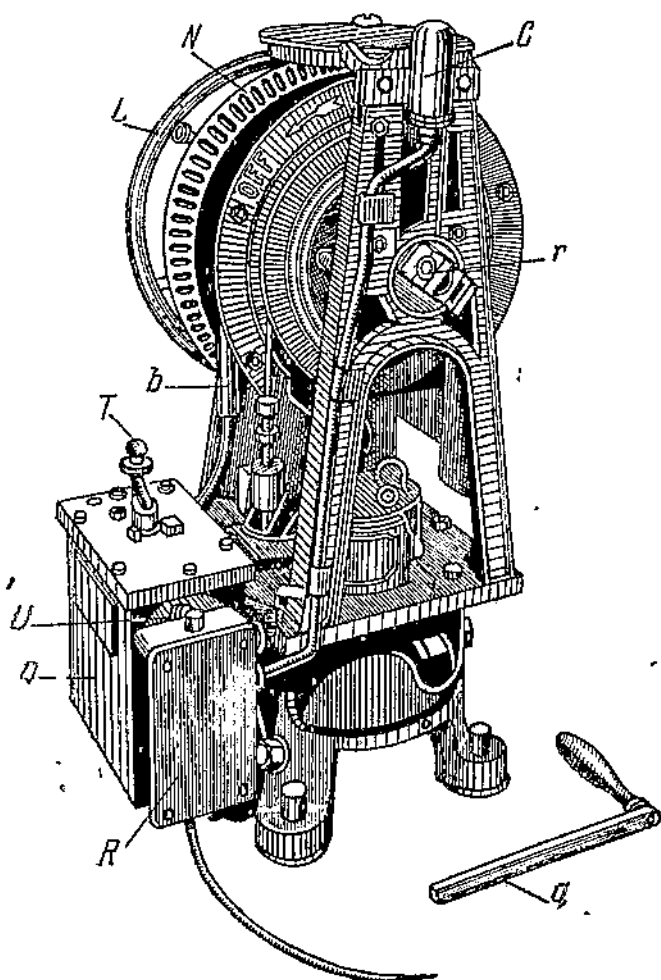


Рис. 113. $\frac{1}{12}$ нат. вел.

колесом M пойдут по нарезке влево и пьюшка окажется зажатой между дисками трения.

Торможение вращения колеса M в направлении спуска лотлиня достигается тем, что зубцы этого колеса задевают за стальной закаленный шар a (рис. 114), когда последний находится в положении a' , т. е. лежит в небольшом изгибе передней части подпорной отливки верхней половины рамы. Плоское дно этого из-

гиба расположено наклонно по касательной к окружности храпового колеса и так, что шар не может выскочить.

Пока нет тока в обмотке электромагнита *b* (рис. 114), шар находится в самой низкой части изгиба и не допускает вращения храпового колеса в направлении спуска лотлиня.

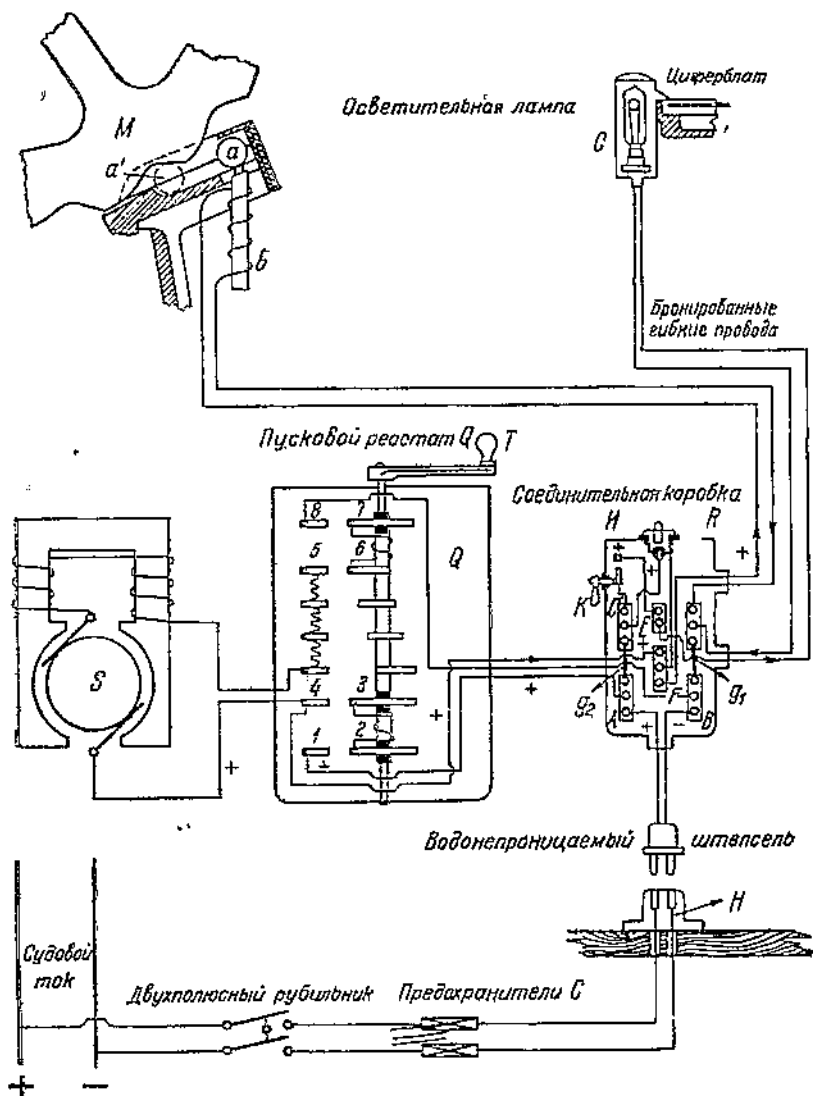


Рис. 114.

Если пропустить ток через обмотку электромагнита *b*, то шар *a* притянется сердечником электромагнита и не будет препятствовать храповому колесу вращаться в направлении спуска лота. Если тормозной шар *a* зажат храповым колесом *M*, то, чтобы

осво
трома
в нап
П
с ось
(рис.
шест
дяще
Т
сред
след
вае
Е
с ось
для
в бе
судн
гнез
лого
«Ма
выш
ную
М
непр
воль
вых
шест
рабо
Е
креп
I
112,
жух
жен
котл
1
торм
стал
I
ложе
Когд
ности
нее г
лотл
I
рым
ра у
кото
храп
его

освободить шар и дать ему возможность быть притянутым электромагнитом, необходимо повернуть несколько колесо *M* вручную в направлении выбирания лотлиня.¹

Правее храпового колеса на той же оси насажено и скреплено с осью посредством чеки большое коническое зубчатое колесо *N* (рис. 112 и 113), зубцы которого сцеплены с зубцами конической шестерни, насаженной на конец вертикальной оси мотора, выходящей из моторного кожуха.

Таким образом, при работе мотора вращается его ось и посредством конической шестерни вращается зубчатое колесо *N*, а следовательно, и сама выюшка, вследствие чего лотлинь выхаживается из воды.

Еще правее колеса *N* на оси выюшки насажено и скреплено с осью посредством чеки маховое колесо *L* (рис. 112), служащее для управления прибором. Одна из спиц *m* этого колеса окрашена в белую краску, чтобы по положению этой спицы можно было судить о положении самого колеса. На конце этой спицы имеется гнездо *p* для рукоятки *p*. Другая рукоятка *q* (рис. 113) обыкновенного типа вставляется в такое же гнездо *г*, как и у ручного лота «Марка IV». Это гнездо насажено на противоположном конце оси выюшки. Обе эти рукоятки служат для выхаживания лота вручную в случае порчи мотора.

Моторный кожух, служащий корпусом мотора, сделан водонепроницаемым. Внутри кожуха помещен 100-вольтный или 220-вольтный мотор, ось которого, как сказано выше, вертикальна, выходит вверх через крышку кожуха и оканчивается конической шестерней из бакаута. Мотор может работать и при 80 вольтах и работает от корабельной цепи тока.

Необходимое число вольт и ампер указано на дощечке, прикрепленной к пусковому реостату.

Для пуска в ход мотора служит пусковой реостат *Q* (рис. 112, 113 и 114), прикрепленный к передней стенке моторного кожуха и снабженный пружинной контрольной ручкой *T*. Передвижением ручки *T* можно регулировать скорость вращения мотора: когда ручка находится в положении, отмеченном на крышке над-

¹ В последнем образце лота Томсона с электрическим приводом шариковый тормоз заменен более простым, чисто механическим тормозом, состоящим из стальной трехгранной призмы и подъемника.

Призма, укрепленная на месте шарикового тормоза так, что ось ее расположена горизонтально, может поворачиваться около одного из своих ребер. Когда призма находится в нижнем положении, храповое колесо имеет возможность свободно вращаться в обоих направлениях. Когда призма поднята в верхнее положение, то храповое колесо не может вращаться в направлении спуска лотлиня, так как один из зубцов колеса упрется в призму.

Поднимается призма в верхнее положение посредством подъемника, которым служит вертикальный стержень с рукояткой, напоминающей стержень затвора у винтовки. В нижней части подъемника имеется пружина, посредством которой стержень поднимается кверху, приподнимает призму и тем стопорит храповое колесо.

Когда стопор не нужен, стержень осаживается рукою вниз и рукоятка его поворачивается вправо в специальный зазор.

писью «он» — мотор работает с максимальной скоростью, при перестановке ручки на «off» — ход мотора стопорится.

Через соединительную коробку *R*, прикрепленную с левой стороны корпуса пускового реостата, подводится судового ток для питания: 1) цепи возбуждения мотора, 2) цепи соленоида, внутри которого находится притягивающий тормозный шар сердечник *b*, и 3) цепи лампы накаливания с, освещающей ночью циферблат прибора.

Рис. 114 представляет собою схему проводки и соединений отдельных частей электрического оборудования моторного лота Томсона «Марка IV».

В палубе, под основанием моторного ящика, устанавливается палубный контактный водонепроницаемый штепсель *H*, который помощью двухполюсного рубильника вводится в цепь судового тока. Между рубильником и штепселем установлены предохранители *C*, выдерживающие силу тока в 25 ампер при 100 вольтах и в 12 ампер при 220 вольтах.

Установка рубильника, предохранителей и штепселя *H* производится в удобном месте по указанию судовых электротехников, но по возможности ближе к самому моторному лоту. Вилка водонепроницаемого штепселя *H* гибким бронированным проводником, проведенным через непроницаемую для воды втулку на дне соединительной коробки *R*, соединяется с соединительными пластинками *A* и *B*. Такое устройство позволяет легко соединять и разобщать моторный лот с цепью судового тока при съёмке прибора или установке его на свое место.

От соединительных пластинок *A* и *B* через водонепроницаемую втулку, на ближайшей к мотору стороне соединительного ящика, идут провода к пусковому реостату *Q*, а от последнего к мотору *S*.

Когда ручка *T* пускового реостата находится на первом делении, ток проходит по цепи от пластинки *A* к контактам 1—2, затем через катушку искрогасителя к контакту 3—4, затем через мотор и добавочные сопротивления к контакту 5—6 и замыкается через катушку искротушителя, контакты 7—8 и соединительную пластину *B*.

Соленоид электромагнита *b*, притягивающего тормозной шар, и цепь лампы накаливания введены параллельно с цепью возбуждения мотора, вследствие чего, при повреждениях в цепи электромагнита или лампы, работа мотора не прерывается.

В цепь лампы накаливания введен выключатель *K*, и когда он замкнут, то ток от пластинки *A* через предохранитель *g*₂, выдерживающий ток не более 10 ампер, переходит на пластинку *C*, через выключатель *K* на пластинку *E*, с последней идет через лампу с на пластинку *D* и через такой же предохранитель *g*₁ замыкается на пластинке *B*.

Ток по цепи соленоида электромагнита *b*, притягивающего тормозный шар *a*, может быть пропущен как при работающем моторе, так и при остановленном. В последнем случае пользуются

специальной кнопкой *U* (рис. 113), находящейся на крышке соединительной коробки *R*.

Когда мотор работает, то ток от контакта 4 идет на пластинку *F*, от нее через обмотку соленоида (так как у кнопки *U* цепь разомкнута) приходит на пластинку *D* и через предохранитель *g*₁ замыкается на пластинке *B*. Таким образом, как только судовой ток проходит пусковой реостат, сейчас же он попадает и в обмотку электромагнита *b*, тормозный шар притягивается сердечником и, следовательно, не мешает храповому колесу *M* вращаться, т. е. заработавший мотор может свободно вращать выюшку и выхаживать лотлинь.

При бросании же лота, когда мотор бездействует, нам также необходимо убрать тормозный шар, чтобы дать выюшке возможность свободно вращаться. Тогда достаточно нажать кнопку *U*, чтобы тормозный шар был притянут электромагнитом. Действительно, нажав кнопку *U*, мы замкнем цепь между пластинками *C* и *F*, и ток с пластинки *A* пойдет через предохранитель *g*₁ на пластинку *C*, с нее через замкнутый кнопкой *U* контакт на пластинку *F*, дальше через обмотку электромагнита на пластинку *D* и через предохранитель замкнется на пластинке *B*.

Лампой накаливания *C* освещается, как сказано выше, циферблат прибора во время ночных работ. Эта лампочка освещает только часть циферблата, приходящуюся под индексом на верхнем конце ламповой подставки.

В отличие от лота «Марка IV» с ручным приводом, где по циферблату передвигается стрелка, указывающая число метров вытравленного лотлиня, здесь, в моторном лоте, вращается сам циферблат, прикрепленный помощью гайки к оси счетного привода. Деление циферблата, приходящееся в момент достижения лотом дна против неподвижного индекса, и указывает число метров вытравленного лотлиня.

Для установки циферблата на нуль отвинчивают гайку, поворачивают циферблат руками, пользуясь двумя специально поставленными для этого на циферблате кнопками, до тех пор, пока нулевой штрих циферблата не придется прямо против неподвижного индекса, после чего вновь завинчивают гайку.

Выключатель для освещающей циферблат лампы помещается, как уже указывалось, сбоку соединительной коробки, прикрепленной к пусковому реостату.

Устройство выюшки, буковых дисков трения, центральной оси выюшки, автоматического тормоза и прочих частей почти то же, что и у лота с ручным приводом, и потому описание их опускается.

§ 72. Употребление моторного лота

Благодаря описанному выше устройству станка и шарикового тормоза моторного лота Томсона бросить лот с этого станка можно двумя способами, причем и в том и другом случае нужно предварительно зажать выюшку между дисками трения.

Первый способ аналогичен бросанию лота с обыкновенного станка с ручным приводом, т. е. выюшка свободно вращается на оси.

Имея храповое колесо заторможенным шариковым тормозом и выюшку зажатой между дисками трения, по команде «товрь» отодвигают несколько вращением махового колеса в направлении спуска лотлиня подвижный диск трения от выюшки настолько, чтобы последняя оставалась только слегка зажатой. По команде «трави» подручный рулевой, охватив обеими руками маховое колесо, делает им полуоборот в направлении спуска лотлиня, освобождает тем самым выюшку и лот падает в воду. Нужно заметить, что коническое зубчатое колесо *N* (рис. 113) и храповое тормозное колесо *M* (рис. 114) имеют специальные ограничители, которые не допускают храповое колесо отвинтиться настолько, чтобы выйти из пределов шарикового тормоза и зацепиться за коническое зубчатое колесо. Чтобы сделать точно полуоборот маховым колесом, руководствуются окрашенной в белый цвет спицей.

Производящий промер, держа в правой руке медный палец, нажимает им слегка на бегущий лотлинь и в то же время следит за циферблатом.

Когда лот достиг дна, что почувствуется по ослаблению лотлиня и будет заметно по остановке выюшки под действием автоматического тормоза, или когда на выюшке останется только 100 м линия, а лот все еще не дошел до дна, производящий промер командует «стоп». По этой команде подручный рулевой плавным движением махового колеса в направлении выбирания лотлиня зажимает выюшку и, включив мотор передвижением ручки реостата, начинает выхаживать лотлинь. По команде «стоп» можно непосредственно включить мотор и начать выхаживать лотлинь.

При втором способе бросания лота зажатая между дисками трения выюшка вращается вместе с маховым колесом *L* и коническим зубчатым колесом *N* (рис. 112 и 113), т. е. вместе с осью; поэтому, желая бросить лот вторым способом, необходимо предварительно разобщить выюшку от мотора.

С этой целью отверстия в лапках станка, сквозь которые проходят болты, скрепляющие станок с моторным кожухом, сделаны продолговатыми. Ослабив эти винты, отодвигают несколько верхнюю часть прибора (станок) в сторону и этим отделяют коническое зубчатое колесо *N* от шестерни на вертикальной оси мотора. Затем опять зажимают крепительные болты.

Имея выюшку попрежнему зажатой между дисками трения, нажимают кнопку *U* (рис. 113 и 114), вследствие чего ток пойдет в обмотку электромагнита *B* (рис. 114), тормозный шар притянется электромагнитом, освободит тормозное храповое колесо *M* и выюшка начнет вращаться в сторону спуска лотлиня. Если тормозный шар зажат храповым колесом, то, как указывалось выше, нужно несколько повернуть последнее в сторону выбирания лотлиня, чтобы освободить тормозный шар.

Когда лот коснется дна или когда на выюшке останется только 100 м лотлиния, отпускают кнопку, ток прерывается, тормозный шар отходит от сердечника электромагнита и возвращается в то положение, при котором он останавливает храповое колесо, а вместе с ним и выюшку, и последняя стопорится.

Для выхаживания лотлиния посредством мотора необходимо вновь соединить зубцы конического зубчатого колеса с зубцами шестерни, насаженной на оси мотора, и пустить последний в ход, как было объяснено выше.

Если же почему-либо желательно выбирать лот вручную, то необходимо оставить выюшку разобщенной от мотора.

Необходимо следить, чтобы при бросании лота выюшка не вращалась слишком быстро, поэтому на больших ходах лучше бросать лот первым способом, действуя вручную маховым колесом.

В остальном вся последовательность действий при бросании лота — отваливание выстрела, привязывание груза, вкладывание глубомерной трубки и т. д. — остается та же, что и при бросании лота с обыкновенного станка с ручным приводом.

§ 73. Другие образцы лота Томсона

В настоящее время на некоторых судах еще можно встретить старые образцы механического лота Томсона. Будучи по идее своего устройства вполне подобны описанному уже новейшему типу лота «Марка IV», они все же отличаются от него как внешним видом, так и некоторыми деталями.

До появления лота типа «Марка IV», фирмой «White Thomson» в Глазго был выпущен образец лота Томсона под названием «Eza Model X» (рис. 115), до него был образец лота для коммерческих судов (The «Kelvin» Merchant Pattern) фирмы «Kelvin, Batomleu and Baird, Ltd» (рис. 116) и, наконец, самым старым образцом лота Томсона был лот с деревянным станком (рис. 117) простейшей конструкции.

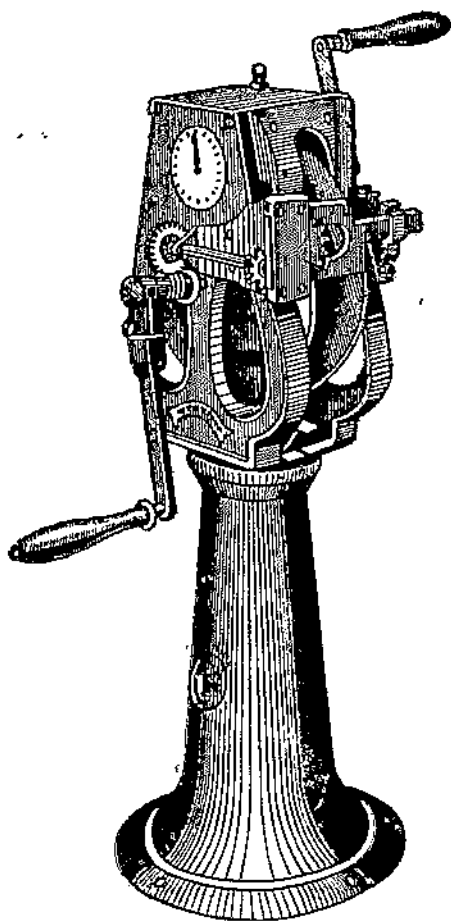


Рис. 115. $\frac{1}{12}$ nat. вел.

Главные отличия лотов Томсона старых образцов от типа «Марка IV» следующие.

1. Вместо зубчатого колеса и стопорного болта, служащих главным тормозом лота типа «Марка IV», во всех лотах старых образцов для той же цели служит стопорный рычаг, скрепленный с подвижным диском трения, и откидная наметка, прикрепленная к верхней части станка. Накинув наметку на стопорный рычаг и вращая рукоятками ось выюшки в направлении выбирания лотлиня, мы заставим задержанный этим подвижной

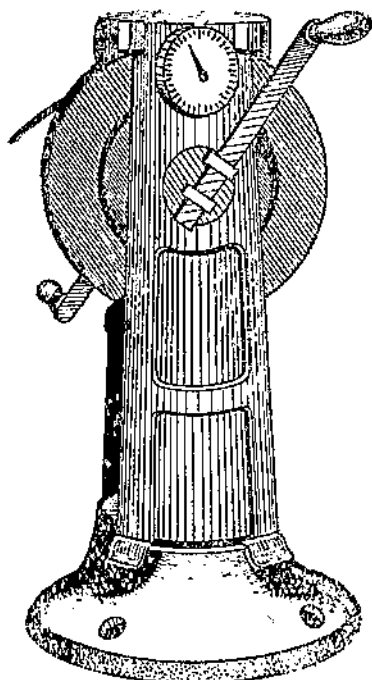


Рис. 116. $\frac{1}{10}$ нат. вел.

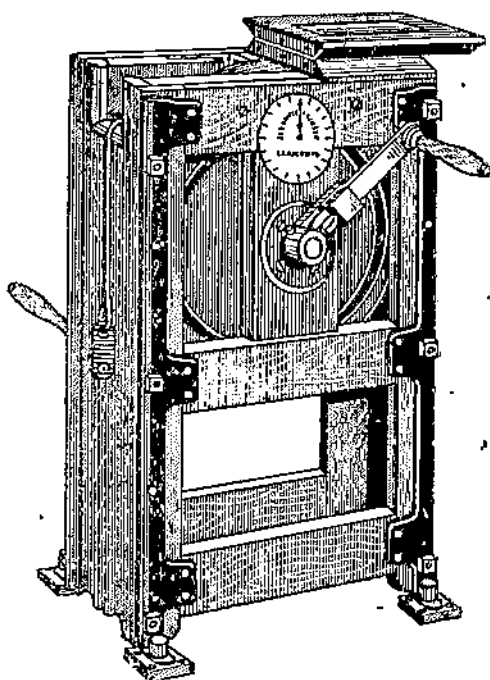


Рис. 117. $\frac{1}{10}$ нат. вел.

диск перемещаться по навинтованной части оси к выюшке и зажем последнюю между дисками трения. Вращая рукоятки в направлении спуска лотлиня, освободим выюшку и предоставим ей вращаться независимо от оси.

При откинутой наметке и зажатой выюшке последняя будет вращаться вместе с обоими дисками и осью.

Таким образом, принцип устройства главного тормоза тот же, что и у типа «Марка IV».

Преимущество зубчатого колеса и стопорного болта в лоте «Марка IV» перед стопорным рычагом и наметкой то, что выюшку станка «Марка IV» можно застопорить почти в любом положении, как только стопорный болт пришелся между двумя зубцами зубчатого колеса, тогда как в лотах старых образцов накинута наметку на стопорный рычаг можно только тогда, когда последний за-

нимает вертикальное положение и приходится прямо против наметки.

2. Ни один из старых образцов лота Томсона не имеет ни автоматического тормоза, ни приспособлений для бросания лота с борта судна.

3. Во всех лотах старых образцов циферблат находится сбоку прибора, а не сверху, как в типе «Марка IV», и разбит только на 365 м (200 сажен), хотя длина проволоки 550 м (300 сажен).

В остальном все части приборов сходны с соответствующими частями прибора типа «Марка IV», и способ употребления приборов старых образцов во всем остается тем же, что и у современного образца.

Станки лотов¹ «Model X» (рис. 115) и «Merchant Pattern» (рис. 116) — металлические, а у лота старого (рис. 117) — из тикового дерева.

Нужно иметь в виду, что в станке лота для торговых судов (рис. 116) две внутренние полки под выюшкой деревянные, так что, поднимая станок, нельзя брать за эти полки из опасения их сломать.

Образец лота «Model X» (рис. 115) имеет приспособление для равномерного наматывания лотлиня на выюшку.

Заводом мореходных инструментов на Охте в Ленинграде в настоящее время изготавливается механический лот Томсона типа для коммерческих судов с 550 м стального лотлиня диаметром 1,7—1,9 мм.

Деревянная шкала из грушевого дерева для отсчета измеренной глубины разбита на метры, причем деления идут:

от 10 м до 50 м	через 1 м
50 " " 120 "	" 2 "
120 " " 160 "	" 5 "
160 " " 200 "	" 10 "

Деления шкалы до 20 м кодифицированы через 1 м, от 20 до 30 м — через 2 м, от 30 до 50 м — через 5 м, от 50 до 100 м — через 10 м и деления 100, 160 и 200 м.

Глубомерные трубки советского изготовления покрыты внутри химическим составом оранжевого цвета.

Если состав плохо смывается от недостаточно соленой морской воды, то перед опусканием трубки в пенал полезно насыпать в трубку немного обыкновенной соли.

§ 74. Уход за лотом Томсона «Марка IV»

Для исправного действия прибора его нужно содержать в чистоте и порядке и хорошо смазывать маслом ось выюшки. Для этого имеется специальное отверстие на неподвижной щеке главного тормоза. Сняв предварительно винтовую пробку, закрывающую это отверстие, наливают в него масло и снова завинчивают на место пробку. Жолоб автоматического тормоза должен быть всегда чист от грязи, которая иногда образуется в нем от застывшего

грязного масла, вылетающей из труб угольной пыли и т. п. Очищать жолоб нужно мягкой деревянной палочкой или тряпкой, отнюдь не употребляя для этого жестких материалов, как кирпич или наждак. Гири автоматического тормоза и их трубки должны быть всегда чисты. Перед употреблением нужно трубки протереть, а гири оттереть и слегка смазать вазелином, чтобы они легко ходили в трубках. Необходимо часто и тщательно осматривать бечеву автоматического тормоза и менять ее при малейшем изнашивании.

Выскакивание 2,5-кг гири из своей трубки при 13-узловом ходе или даже при меньшей скорости судна указывает на плохое состояние жолоба автоматического тормоза.

Для осмотра и смазывания лотлиня полезно иметь запасную выюшку или сделать судовыми средствами простую деревянную выюшку. При осмотре и смазке лотлиня его постепенно перематывают с одной выюшки на другую, что рекомендуется делать каждый раз по прибытии в порт.

В случае образования колышек на фортепианной струне или разрыва отдельных проволок, если лотлинь свит из нескольких проволок, необходимо в месте разрыва или колышки разрезать лотлинь и концы его сплеснить. Для этого, закрепив лотлинь на выюшках, кладут предварительно на разрезанные концы лотлиня марки, чтобы последний не раскручивался. Затем разрезанные концы лотлиня накладывают друг на друга — при сплетенном лотлине на 1 м по длине, а при фортепианной струне на 1,5 м — и кладут на них бензель из навощенной парусной нитки, следя за тем, чтобы бензель совершенно покрывал концы проволоки. Бензель кладут, начиная от середины, и идут к концам. Концы бензеля, в 5 см длиной каждый, укладывают вдоль лотлиня ниже и выше сплесниваемых его концов и на них в свою очередь кладут бензеля, которые ведут затем к середине сплесниваемых концов лотлиня. Крепость лотлиня в месте наложения бензеля будет вполне достаточная, если бензель положен правильно. Необходимо только время от времени осматривать бензеля и исправлять их в случае разрыва.

Когда лотом не пользуются, он должен быть покрыт парусиновым чехлом или лучше прочным деревянным колпаком, чтобы предохранить прибор от возможности повреждения ударом какого-либо случайно на него положенного тяжелого предмета. Стопорный болт главного тормоза должен быть задвинут на место и выюшка слегка зажата между дисками трения.

§ 75. Инструкция для разборки, сборки и проверки станка лота Томсона «Марка IV»

Изготавливающий лот Томсона «Марка IV» завод «Kelvin, Battomey and Baird, Ltd» в Глазго рекомендует¹ по возможности реже разбирать прибор и делать это только в случае крайней необходимости и в следующем порядке:

¹ Instructions of Lord Kelvin Sounding Machines Patented, p. 16—19.

1.
привя
втулку
нец 1
2.
3.
гайки
4.
осевь
5.
жива
6.
вых]
7.
приб
приб
ки ж
8.
ее за
лыми
выюш
могу
ки с
зубча
9.
круг
10
став
дате
прик
ним
бук
ное,

1.
ному
цией
новк
вилы
испо
2
рам, 1
движ
прав
3.
яток
молс
13—670

І. Разборка прибора

1. Убрать гирию и тросовый конец; к вертлюгу на конце лотлиня привязать конец длиной в два или три оборота вьюшки. Обтянув втулку этим концом лотлиня на вьюшке, привязать свободный конец также к вертлюгу.

2. Убрать трос автоматического тормоза.

3. Убрать гнезда для рукояток с концов оси вьюшки, отвинтив гайки и вынув болты с чеками.

4. Отвинтить все три болта с винтами, которые прикрепляют осевые втулки к боковой раме прибора.

5. Отвинтить оба болта с винтами и убрать подставку, поддерживающую тормозную скобку.

6. Убрать оба болта с винтами, прикрепляющие верхушку боковых рам ко дну циферблатной дощечки.

7. Убрать два винта, один в передней, а другой в задней части прибора, прикрепляющие защитную подставку к передней части прибора. Четыре винта, прикрепляющие круглые защитные дощечки ко дну циферблата, трогать не следует.

8. Далее, один человек может поднять вьюшку прибора, взяв ее за осевые концы, а другой — поддерживает циферблат с круглыми дощечками в соответственном положении относительно вьюшки. Таким образом, латунные втулки концевых подпорок могут подняться до середины боковых рамок. При поднятии вьюшки следует осторожно отделять металлическую нарезку от оси зубчатого колеса.

9. Освободив вьюшку от боковых рамок, надо отделить от нее круглые защитные дощечки и положить ее в сторону.

10. Далее, надо снять с оси латунные втулки с концевых подставок и вращать главный тормоз до тех пор, пока он не освободится от винтовой нарезки на оси, а потом вынуть его вместе с прикрепленным к нему диском из букового дерева. Затем с оси снимают металлический рукав с нарезкой, а самую ось и диск из букового дерева вынимают из вьюшки. Исполнив все вышеуказанное, можно, если желательно, осмотреть все части подставки и т. д.

ІІ. Сборка прибора

1. Сборку прибора производят в порядке, обратном вышеописанному, т. е. начиная с операции, описанной в п. 10, и кончая операцией, описанной в п. 1, соблюдая особую осторожность при установке всех отдельных частей на место, так как малейшая неправильность в соединении циферблата и шестерни счетчика может испортить механизм счетчика.

2. Прежде чем окончательно завинтить болты наверху боковых рам, надо вращать вьюшку, чтобы убедиться, что стрелка циферблата движется; это покажет в то же время, что и счетный механизм правильно собран.

3. При вставлении болтов с чеками для укрепления гнезд рукояток на оси вьюшки, надо поддерживать их с другой стороны молотком или куском металла.

III. Проверка прибора

После сборки прибора или исправления его поврежденных частей надо, прежде чем его употреблять в дело, испытать правильность его действия; проверку прибора вообще хорошо производить время от времени, поступая следующим образом.

1. Убрать гирию и тросовый конец; к вертлюгу на лотлине привязать кусок троса длиной в два-три оборота выюшки; затем, обтянув лотлинь, привязать свободный конец троса к вертлюгу.

2. Плотно зажать главный тормоз, убрать стопорный болт и убрать трос автоматического тормоза; далее испытывают концевые подставки, которые по отношению к втулкам должны допускать боковой зазор в 0,8 мм. Затем рукоятки прибора ставят параллельно палубе или основанию прибора и на деревянную часть одной из рукояток подвешивают груз в 260 г, причем вертлюг на выюшке должен быть на одной линии с той рукояткой, на которой подвешен груз в 260 г. Если при таких условиях рукоятка не будет свободно вращаться, то это будет означать, что боковой зазор недостаточен, или ось выюшки и втулки не на одной линии.

3. Для испытания трения выюшки на оси надо, удалив трос автоматического тормоза, убрать трос, закрепляющий лотлинь, и так установить прибор, чтобы лотлинь спускался отменно с выюшки. Далее, поставив на место стопорный болт, сделать один поворот, чтобы освободить тормоз. После этого подвешивают груз в 230 г к вертлюгу, последний медленно повернет выюшку; если же выюшка не будет вращаться, то надо смазать серединную подставку выюшки, спустить лотлинь, снова его намотать и так повторить эту операцию несколько раз, чтобы хорошенько смазать подставку и уже тогда снова произвести испытание. Груз в 230 г подвешивают после того, как убран тормоз, так как снятие тормоза уже само по себе может дать толчок к вращению выюшки.

§ 76. Глубомер Клаузена

Иногда вместо гири и глубомерной трубки, или пружинного глубомера, к лотлиню лота Томсона привязывают глубомер Клаузена, изготавливаемый фирмой «Cornelius Knudsen» в Копенгагене и заводом «Гидрогеоприбор» в Ленинграде.

Устройство этого глубомера основано на тех же принципах, что и расчет глубомерной трубки лота Томсона, но он имеет некоторые существенные преимущества перед глубомерной трубкой.

Глубомер Клаузена имеется двух величин: большой и малый. По своему устройству они совершенно одинаковы, но отличаются размерами своих частей и общим весом.

Большой глубомер (рис. 118) состоит из двух сифонообразных стеклянных трубок А и В, помещенных рядом параллельно друг другу внутри медного футляра С. Внутренние диаметры (рис. 119) показанных на рисунке передних колен трубок А и В одинаковы — 7 мм, у задних же колен трубок внутренние диаметры различны: у трубки А — 6 мм, а у трубки В — 9 мм. Обе трубки

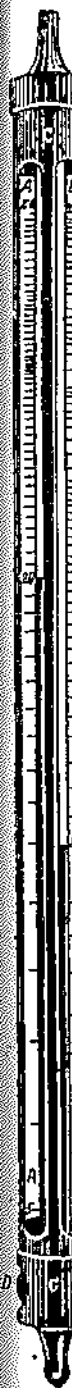


Рис.
1/4 нат
рес 14



Рис. 118.
1/4 нат. вел.,
вес 14,7 кг.

в изгибе сужены, и суженные части трубок защищены резиновыми трубками от внешних ударов. Длина передних частей трубок около 59 см, задних — 58 см. Толщина стенок около 1 мм.

Передние концы трубок поворотом рукоятки *Е* специального конического крана могут быть по желанию открыты или закрыты. При вертикальном положении рукоятки *Е* трубки закрыты, при горизонтальном — открыты. Для доступа воды внутрь цилиндра в последнем на уровне концов задних трубок имеются два специальных отверстия.

В футляре *С* по образующим сделаны две прорези, сквозь которые и видны передние части глубомерных трубок.

На кромках этих прорезей укреплены две шкалы с делениями в метрах. Шкала левой трубки *А* разбита от 10 до 300 м.

От 10 до 100 м деления нанесены через 2 м, от 100 до 150 м — через 5 м, от 150 до 200 м — через 10 м и от 200 до 300 м — через 20 м.

Все десятки делений до 100 м и деления 125, 150, 200 и 300 м оцифрованы.

Шкала правой трубки *В* разбита от 20 до 500 м. Деления от 20 до 100 м нанесены через 2 м, от 100 до 200 м — через 5 м, от 200 до 300 м — через 10 м и от 300 до 500 м — через 20 м. Оцифровка делений для глубин до 100 м сделана через 10 м, от 100 до 200 м — через 20 м и дальше оцифрованы деления 250, 300, 400 и 500 м.

Внизу футляра между шкалами выбит номер глубомера.

Медный футляр *С* закрыт сверху и снизу медными крышками с медными же очками. Четырьмя найтовками из смоленого троса, взятыми за верхнее и нижнее очко, глубомер принайтовлен внутри защитной рамки из четырех железных оцинкованных прутьев *в* (рис. 120), связанных вместе. Вверху прутья эти образуют очко, в которое вяжется

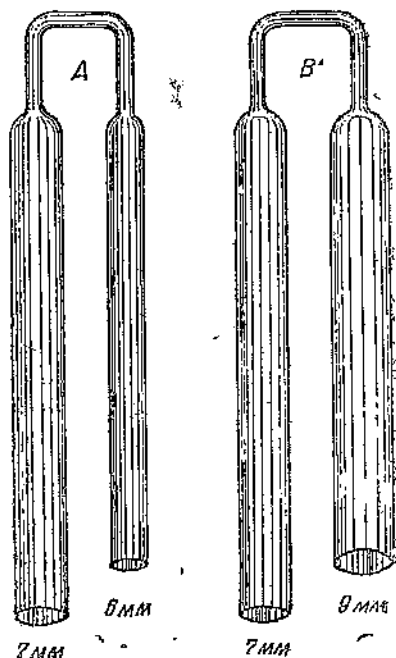


Рис. 119.

лотлинь, снизу к ним приделан железный груз p с углублением в донной части, куда кладется сало для добывания образчика грунта.

Назначение защитной рамы — предохранить лот от ударов о камни при падении на дно. С этой же целью между грузом и нижним очком глубомера укреплена толстая резиновая прокладка a . Общий вес глубомера с грузом и защитной рамкой около 14,7 кг.

Перед бросанием лота нужно убедиться, что в передних частях трубок вовсе не осталось воды. Для этого открывают кран и дают воде, если она осталась в трубках, вылиться через специальные отверстия в нижней части цилиндра и вновь плотно закрывают кран. По мере погружения лота в воду вода, проникая в открытые концы задних трубок, будет постепенно заполнять их, и когда лот опустится на глубину 10 м, вода сплошь заполнит заднюю 6-миллиметровую трубку. В этот момент давление столба воды над глубомером уравнивается давлением воздуха, сжатого в переднем колене первой трубки. При дальнейшем погружении глубомера, вследствие все возрастающего давления столба воды, частицы последней начнут переливаться в переднее колено трубки, все более и более сжимая воздух в верхней части переднего колена трубки, пока лот не достигнет дна. Проникшая за это время в переднюю часть трубки вода образует столбик, по высоте которого и судят о глубине погружения лота, т. е. о глубине моря.

Во второй трубке то же явление будет происходить, начиная с глубины в 20 м.

Рис 120. $\frac{1}{12}$ нат. вел. При обратном выбирании лота на палубу постепенно уменьшающееся давление воды позволит воздуху в трубке вновь расшириться и вытеснить воду из заднего колена трубки.

Так как деления на шкалах нанесены уже в морских саженях, то отсчет высоты столбика воды в трубке и даст глубину моря в морских саженях.

Так как обе трубки действуют независимо и одновременно, то в пределах от 20 до 300 м глубину можно отсчитать по обеим трубкам и, следовательно, иметь контроль. Поэтому глубомер Клаузена называется контрольным глубомером. При глубинах, больших 300 м, первая трубка заполняется водой почти вся и отсчитать глубину можно только по второй трубке, т. е. без контроля.

Достав лот из воды, записав показанные обеими трубками глубины и осмотрев образчик грунта, ставят рукоятку крана в горизонтальное положение и выпускают воду из передних половин трубок, энергично встряхивая прибор. Затем плотно закрывают кран, очищают сало от приставшего к нему грунта и добавляют сала, если нужно. Лот опять готов к употреблению.

По окончании работ с лотом нужно выпустить воду из трубок, обтереть лот сухой ветошью, а шкалы с делением слегка смазать вазелином.

Таблица поправок в метрах на высоту барометра

Высота барометра в мм	Глубина в метрах															
	20	40	60	80	100	110	130	140	160	180	200	220	240	260	280	300
780	0	+2	+2	+2	+2	+4	+4	+4	+4	+5	+5	+5	+7	+7	+7	+9
770	0	0	0	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+4	+4	+4	+4	+4	+4
760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
750	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-4
740	0	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-7	-7	-7	-7	-9
730	0	-2	-2	-4	-4	-4	-5	-5	-7	-7	-7	-9	-9	-9	-11	-13

Таблица 8

Таблица поправок в метрах на разность температуры воды на поверхности и на дне моря

Разность темпера- туры в гра- дусах Цельсия	Глубина в метрах															
	20	40	60	80	100	110	130	140	160	180	200	220	240	260	280	300
4	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
8	0	2	2	2	2	4	4	4	5	5	5	5	7	7	7	7
12	0	2	2	4	4	5	5	5	7	7	7	9	9	11	11	11
16	2	2	4	4	5	5	7	7	9	11	11	13	13	15	15	16
20	2	2	4	5	5	7	9	9	11	13	15	15	16	18	18	20

Примечание. Если вода на дне холоднее, чем на поверхности, то поправка вычитается из отсчета глубины, показанной глубиномером. Если теплее, то прибавляется к отсчету.

Преимущества глубомера Клаузена перед глубиномерной трубкой или пружинным глубомером в том, что 1) не расходуются трубки, 2) не может получиться неопределенный результат, как с глубиномерной трубкой, при неясной или неотчетливой границе смывтия краски, 3) в пределах от 20 до 300 м имеется контроль наблюдений.

Недостаток — потеря глубомера при разрыве лотглия гораздо чувствительнее для корабля, чем потеря трубки Томсона, которую легко заменить новой.

При точных измерениях глубин глубомером Клаузена необходимо вводить поправки полученной глубины на разность давления атмосферы во время измерения и нормального давления и на разность температуры воды на поверхности моря и на дне в момент наблюдений.

Поправки эти в метрах выбираются из следующих таблиц (7 и 8).

Шкалы составлены для морской воды удельного веса 1,020.

Приборы проверяются в Гидрологическом институте, дающем поправки отчетов по шкалам.

Полная длина малого глубомера вместе с очками 55,0 см, а диаметр футляра 3,8 см. Трубки такого же устройства, как в большом глубомере, имеют соответственно меньшие размеры, а именно: передние половинки трубок имеют внутренний диаметр в 6 мм, а внутренние диаметры задних половин трубок у одной 5 мм, а у другой 7 мм. Толщина стенки трубки 1 мм. Передние колена трубок одинаковой длины, 40,5 см, а задние — разной: 5-мм трубка длиной в 38,5 см, а 7-мм — 39 см. Задние стенки передних колен трубок выкрашены белой краской, чтобы резко выделялась черта уровня воды в трубке.

Правая трубка имеет две шкалы: одну, разбитую на сажени от 10 до 250 сажен, и другую, разбитую на метры от 18 до 500 м. Левая трубка, как и у большого глубомера Клаузена, имеет только одну шкалу, разбитую на сажени от 5 до 150 сажен.

Форма гири малого глубомера Клаузена также несколько иная. У этого глубомера гиря более длинная и узкая. Она представляет собой цилиндр высотой в 39 см и диаметром в 5,7 см. В основании груза имеется выемка для вкладывания сала.

Общий вес глубомера малого образца всего 11 кг.

Устройство прочих деталей глубомера Клаузена малого образца совершенно такое же, как и большого глубомера Клаузена.

Для бросания глубомера Клаузена имеется специальная выюшка, но она в нашем флоте не употребляется, так как никакими особыми достоинствами не обладает, сам же глубомер с удобством может быть брошен со станка лота Томсона, которым снабжены все суда флота.

Многочисленные измерения глубин глубомером Клаузена показали прекрасные качества этого прибора. Обыкновенно показания обеих трубок не расходятся более чем на 2—4 м. Если разность показаний трубок больше 2—4 м и при повторном измерении остается такой же большой, то прибор неисправен. Наиболее ве-

гойшая причина неисправности — неполная герметичность крана D (рис. 118). При исправном кране согласие показаний вполне удовлетворительно.¹

§ 77. Лот-предостерегатель Джемса

Часто при плавании в туманную или пасмурную погоду, когда берега открываются на самом близком расстоянии, мореплавателю важно бывает не переходить известных глубин, чтобы не приближаться слишком близко к берегу.

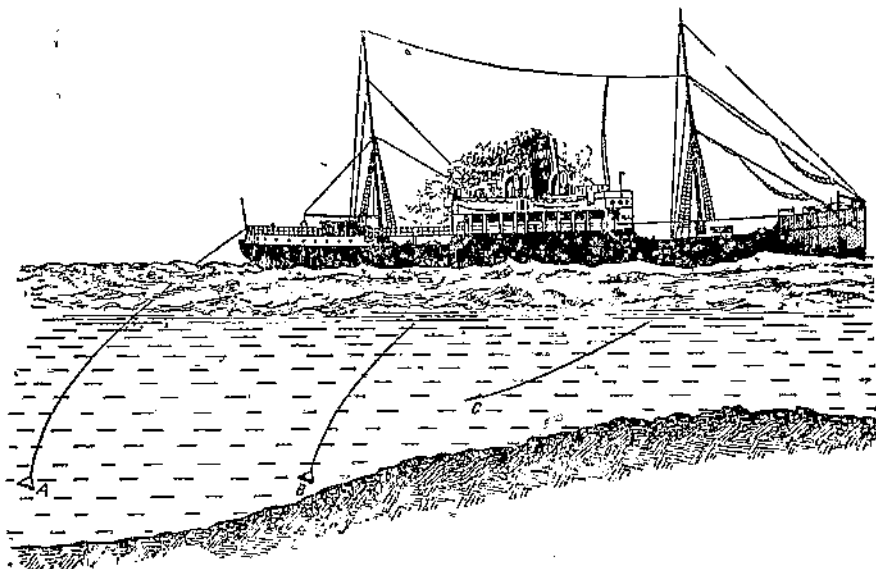


Рис. 121.

Так как непрерывное измерение глубин механическими лотами в течение продолжительного промежутка времени слишком утомительно, то в случае, если глубины к берегу уменьшаются постепенно или на карте по курсу корабля показаны пятна с отличительными глубинами, можно воспользоваться лотом Джемса для предупреждения о приходе на желаемую глубину.

Назначение этого лота-предостерегателя, названного самим изобретателем Самуилом Джемсом (Samuel James) «подводным часовым» (Submarine Sentry) — предупреждать мореплавателя во время хода корабля о достижении им известной глубины, на которую прибор заранее установлен.

Устройство прибора основано на законах летания бумажного змея.

Корабль буксирует на металлической проволоке — лотлине (рис. 121) за кормой деревянный змей A, идущий под водой на за-

¹ А. Бухтеев, Глубомер Клаузена. Записки по гидрографии. 1908 г., вып. XXIX.

данной глубине. Когда змей в точке *B* ударится о дно моря, он опрокидывается и всплывает (*C*), предупреждая в то же время сигнальным звонком, в момент удара о грунт, о достижении судном назначенной глубины.

Прибор состоит из следующих составных частей: 1) деревянного змея *A* (рис. 122), 2) лебедки *B*, помощью которой змей стравливается на желаемую глубину и выбирается на палубу, 3) лот-балки *C* и 4) отводного блока *D*.

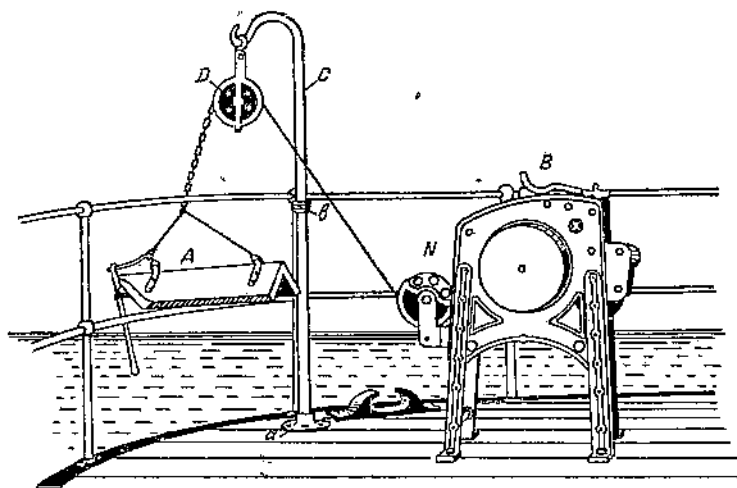


Рис. 122. $\frac{1}{24}$ nat. вел.

1. Змей (рис. 123) состоит из двух деревянных щитов *B*, скрепленных вместе под прямым углом, двумя железными скобками *D*. В срезанной под острым углом передней части змея укреплен железный груз *G*. На оси *F*, пропущенной сквозь вырез, в грузе *G* вращается прямой рычаг *E*, с одной стороны оканчивающийся шариком, а с другой очком *H*. В это очко вкладывается коленчатый палец *C*, свободно вращающийся в очке передней скобы *D*.

За очко задней скобы *D* взят длинный (задний) конец проволочного шпрюйта *K*. На коротком (переднем) конце шпрюйта имеется коуш *M*, в который закладывается коленчатый палец *C*, прежде чем войти в очко *H* прямого рычага *E*. Посредством вертлюга *A* шпрюйт змея соединяется с лотлинем *N*. Это соединение достигается посредством скобы (не показана на рис. 123), закладываемой за скобу *L* вертлюга и коуш на конце лотлиня *N*, на котором змей и буксируется.

Продев коленчатый палец в очко шпрюйта *K* и затем в очко *H* прямого рычага *E*, стравливают змей на лотлине в воду. Передняя часть змея под тяжестью груза *G* зарывается в воду, и давление последней на щиты *B*, от хода корабля, заставит змей уйти на глубину. Вытавив известное количество лотлиня, мы будем бук-

сировать змей под водой на определенной глубине. При таком положении змея в равновесии будут находиться следующие действующие на него силы: движущая сила от поступательного движения корабля, сила сопротивления воды на щит и на лотлинь и натяжение лотлиня. Чем длиннее будет передний конец шпрюйта K или чем дальше весь шпрюйт целиком будет отнесен к хвосту змея, тем наклон змея в воде будет круче и погружение его в воде при той же длине вытравленного лотлиня будет больше.

Так как с увеличением угла наклона будет возрастать и давление воды на щит, а следовательно, и натяжение лотлиня, то змеем можно пользоваться только в известных пределах глубин из опасения оборвать лить.

Лотлинь лота Джемса выдерживает натяжение до 418 кг (1020 фунтов). Однако, учитывая случайные дерганья, допускают лить работать при натяжении, не превышающем, примерно, половины предельного.

Змеи строятся двух родов: черны́й, употребляющийся для глубин до 55 м (30 сажен), наибольшая глубина, которой он может достигнуть, 94 м (35 сажен), и красны́й — для глубин до 73 м (40 сажен). Оба змея одинаковых размеров и веса, но угол в вершине шпрюйта, а следовательно, и угол наклона змея у них разный.

При 13 узлах хода черны́й змей, как показывают опыты, натягивает лотлинь с силой в 208 кг (507 фунтов), т. е. приблизительно равной половине рвущего усилия; поэтому скорость корабля при употреблении черны́й змея не должна превышать 13—13½ узлов.

Красны́й змей уже при 10-узловом ходе вызывает такое же натяжение. Поэтому при употреблении красны́й змея ход судна не может быть больше 10 узлов.

При опускании змея возможны небольшие дерганья лотлиня, вызывающие натяжения, близкие к предельным. Поэтому на время

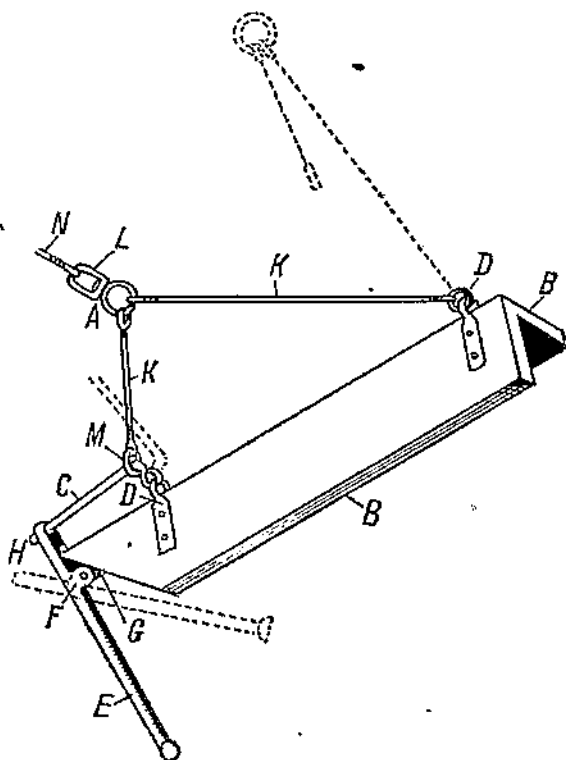


Рис. 123. $\frac{1}{10}$ нат. вел.

установки змея следует ход судна уменьшить до 7—8 узлов при красном змее и до 9—10 узлов при черном.

Глубина погружения змея зависит только от устройства его шпрюта и не зависит, практически, от скорости корабля. Дей-

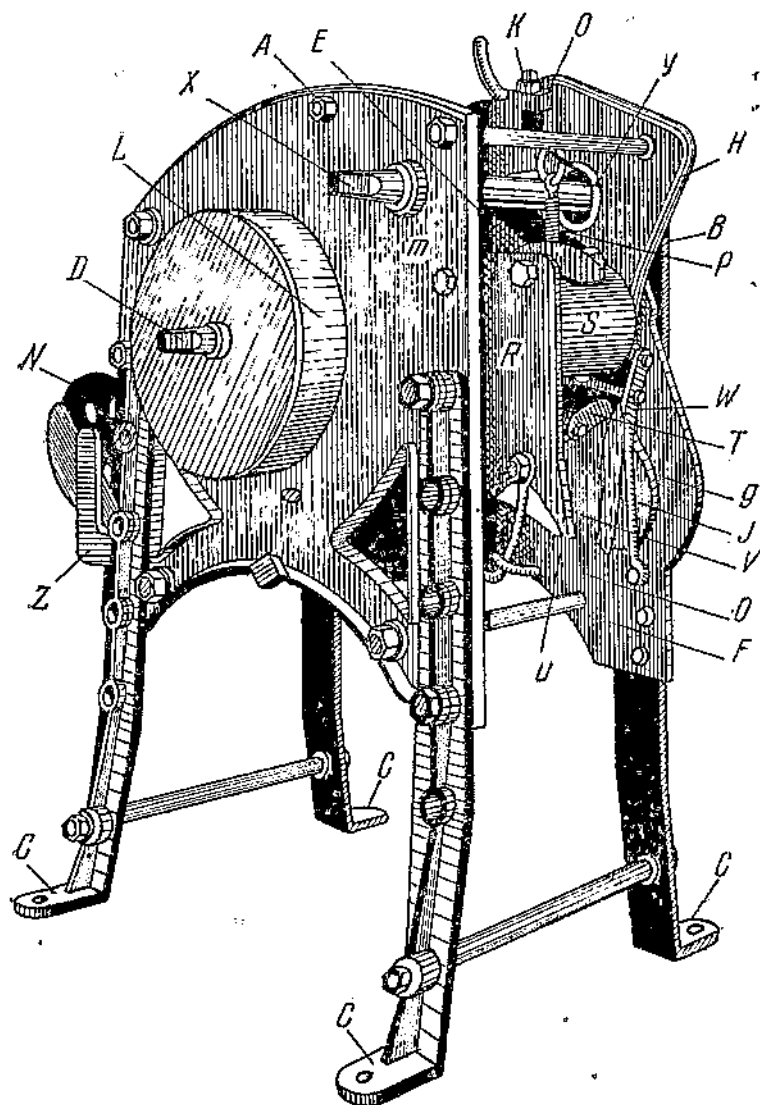


Рис. 124. $\frac{1}{8}$ нат. вел., вес около 154 кг.

ствительно, при изменении скорости корабля с 5 узлов на 13 перемена в глубине погружения змея окажется приблизительно равной $\frac{1}{60}$ самой глубины, что на 55 м составит не более 1 м.

2. Лебедка (рис. 124) состоит из двух соединенных поперечными связями чугунных станин А и В, образующих корпус ле-

бедки. Четырьмя болтами, пропущенными сквозь отверстия С в лапках ножек лебедки, последняя плотно крепится к палубе корабля. В палубу предварительно врезаются и привинчиваются специальные планки, в навинтованные втулки которых и ввинчиваются крепительные болты.

Сквозь обе станины корпуса лебедки проходит ось D, на которой насажена выюшка с намотанными на нее 400 м (220 сажен) лучшего качества стальной оцинкованной проволоки E, служащей лотлинем. Диаметр выюшки около 28 см. Лотлинь выделяется или в виде фортепианной струны, диаметром около 2,5 мм, или сплетается из нескольких отдельных проволок в общем той же толщины и, как сказано выше, выдерживает натяжение до 418 кг. Выюшка с лотлинем имеет два тормоза: а) ленточный стопор и б) пал.

Ленточный стопор представляет собой металлическую ленту, охватывающую весь барабан по специально для этого сделанному на нем с правой стороны гладкому выступу. Верхний конец ленточного стопора скреплен наглухо с корпусом лебедки. Нижний конец помощью винта F соединен с дугообразным рычагом G, могущим поворачиваться вокруг оси, укрепленной в правой станине лебедки. В изгибе дуги этого рычага вращается помощью коленчатого рычага H эксцентрически сидящий на своей оси диск J. Поворачивая рычаг H, мы будем вращать диск J, который будет отжимать дугообразный рычаг G и тем самым прижимать ленточный стопор к барабану выюшки, т. е., следовательно, тормозить выюшку.

На рис. 124 рычаг H изображен в закинутаом положении, когда ленточный стопор совершенно отдан. Если же рычаг H откинуть и нажимать на него рукой вниз, то выюшка будет тормозиться, и тем сильнее, чем сильнее нажимать на рычаг H. Ленточный стопор настолько хорошо действует, что достаточно небольшого усилия, чтобы совершенно, но в то же время мягко и плавно затормозить выюшку на ходу судна.

Ленточным стопором пользуются, когда устанавливают змей на заданную глубину, как это будет объяснено ниже. Но когда змей достиг уже заданной глубины, чтобы не держать все время человека на стопоре и не давать стопору изнашиваться понапрасну, пользуются обыкновенным палом K, накидываемым на зубцы зубчатого колеса, находящегося на выюшке левее (ближе к середине выюшки) ленточного стопора. Пал, скрепленный с неподвижной частью лебедки, попав между зубцами этого колеса, надежно тормозит выюшку.

Для установки змея на заданную глубину пользуются счетчиком — шкалами с делениями, нанесенными на поверхности медного цилиндра L, надеваемого на ось D выюшки с внешней стороны левой станины лебедки. Внутри цилиндра L имеется цилиндрическая втулка, входящая внутрь надетой на ось выюшки медной муфты и удерживаемая в ней силой трения. Система передаточных шестеренок соединяет муфту, а следовательно, и счетчик с осью выюшки и заставляет его вращаться вместе с нею. На

счетчике нанесены три шкалы: 1) шкала с делениями от 5 до 33, указывающая в морских саженях вертикальную глубину погружения черного змея, 2) шкала с делениями от 5 до 45, дающая то же для красного змея, и 3) шкала с делениями от 0 до 220, указывающая число сажен вытравленного лотлиня.

Счетчик закрывается особым медным футляром (не показан на рисунке), скрепляемым помощью защелок *m* с корпусом лебедки. В верхней части этого футляра имеется широкая прорезь, закрываемая подвижным щитиком. Через середину прорези поперек нее и счетчика, который виден сквозь эту прорезь, протянута медная проволока, служащая индексом при отсчете на счетчике. Поворачивая счетчик руками, можно установить его по индексу на нуль.

Руководствуясь делениями соответствующей шкалы счетчика, змей устанавливают на желаемую глубину, как объяснено ниже.

Для подачи сигнала о достижении кораблем определенной глубины, на которую установлен змей, в лебедке имеются звонок и особое ударное приспособление.

Под выюшкой лебедки устроена качающаяся на горизонтальной оси металлическая рама *Z*. С одного ее конца на горизонтальной же оси ходит роульс *N*. На другом конце рамы находится ударное приспособление.

Посредством изогнутой в виде буквы *V* тяги *O* и стальной пружины *P* качающаяся рама *Z* связана с неподвижной частью лебедки. Натяжение пружины *P* можно регулировать винтом с барашком *Q*.

На небольшом щитике, прикрепленном к левой стороне лебедки, укреплен звонок *S* и на пружине молоточек *T*.

Так как лотлинь с выюшки обходит роульс *N* снизу и идет вверх к отводному блоку *D* (рис. 122), то, пока змей идет на глубину, силой натяжения линия роульс *N* вместе с качающейся рамой *Z* все время приподнят кверху, а задний конец рамы опущен вниз, вследствие чего ударное приспособление оказывается взведенным: пружина *P* растянута посредством поворотных рычагов *O* и *V*, язычок *W* поднят кверху и стоит над молоточком *T*, готовый по нему ударить.

Когда змей ударится о дно и всплывет, натяжение линия значительно ослабнет, передняя часть качающейся рамы резко опустится, задняя приподнимется, язычок *W*, опускаясь, нажмет на молоточек *T*, отогнет его пружинку и, когда пройдет вниз, молоточек *T* под действием своей пружины с силою ударит по звонку *S*, т. е. даст, таким образом, сигнал, что корабль пришел на назначенную глубину, на которую был установлен змей.

Выбирается змей из воды посредством двух рукояток, надеваемых или непосредственно на ось выюшки *D*, или, для облегчения работы, на ось *X*. В последнем случае необходимо предварительно сцепить вспомогательную шестерню *Y*, находящуюся на этой оси, с зубчатым колесом выюшки, для чего откидывают (спе-

циальную наметку и, сцепив зубцы движением всей оси *X* влево, вновь накидывают наметку.

3. Лот-балка (рис. 122) представляет собой высокую изогнутую наверху железную балку *C*, конец которой постепенно утончается и оканчивается крючком. Лот-балка устанавливается на гакаборте судна. К палубе привинчивается специальный башмак *a*, в который и вставляется лот-балка своим основанием. Для удержания лот-балки в вертикальном положении к стойке поручня прикрепляется или откидная наметка *b*, или железный бугель, в который и вставляют лот-балку.

4. Отводный блок *D* — железный тонкоходный, 20,3 см (8 дюймов) в диаметре, с железной же оковкой — надевается очком своей оковки на крючок лот-балки. Лотлинь с выюшки пропускается через отводный блок и идет за корму.

Назначение лот-балки и отводного блока — заставить лотлинь с выюшки идти кверху, натяжением лотлиня поднимать качающуюся раму лебедки и взводить ударное приспособление для подачи сигнального звонка. Отводный блок должен быть установлен на такой высоте, чтобы идущий к нему с вышки линь составлял с палубой угол в 45°. Поэтому, в зависимости от расстояния лебедки от лот-балки (обыкновенно около 2 м), последняя, если нужно, может быть укорочена. Отводный блок на лот-балке должен быть подвешен так, чтобы его плоскость приходилась против середины выюшки, была перпендикулярна к оси выюшки, параллельна диаметральной плоскости корабля и чтобы змей чисто шел за корму, не задевая за борт. Последнее зависит от обводов судна.

§ 78. Употребление лота Джемса

Желая посредством лота Джемса получить предупреждение о приходе корабля на заданную глубину, уменьшают ход судна до 9—10 узлов, если пользуются черным змеем, и до 7—8 узлов при красном змее. Младший штурман и двое рулевых идут на корму и приносят с собою лот-балку, отводный блок и соответствующий змей.

Проверяют исправность действия сигнального звонка, подымая рукой несколько раз качающуюся раму лебедки за ось роульса и каждый раз резко ее опуская. При каждом таком опускании рамы должен звонить звонок. Устанавливают на место лот-балку и надевают на нок ее отводный блок. Откинув пал зубчатого колеса лебедки и отдав ленточный стопор, надергивают лотлинь, проводят его снизу выюшки через роульс в отводный блок. Присоединяют лотлинь (рис. 123) к вертлогу *A* на шпрюйте змея посредством скобы. Продевают в коуш короткого конца шпрюйта *K* коленчатый палец *C* и затем закладывают конец пальца в очко *H* прямого рычага *E*.

Взяв вооруженный таким образом змей руками за шпрюйт *K*, выводят змей осторожно за борт и, зажав ленточный стопор выюшки, отпускают змей, оставив его свободно висеть на лотлине

за бортом над водой. Потравив змей настолько, чтобы он висел на расстоянии 1—1,5 м над водой, вновь зажимают вьюшку и устанавливают счетчик на нуль. Затем опытный рулевой становится на рычаг ленточного стопора лицом к корме и, понемногу отжимая стопор, начинает осторожно стравливать змей в воду. Когда змей войдет в воду, то от давления ее на щиты змея лотлинь вытянется втугую. Действуя мягко ленточным стопором, нужно заставить змей зарыться в воду.

Далее, внимательно следя за натяжением лотлиня и показаниями счетчика, нужно равномерно и понемногу потравливать лить, чтобы змей все глубже уходил в воду, пока, наконец, он не придет на назначенную глубину. Нужно остерегаться давать сразу слишком много слабины — лить может ослабнуть настолько, что качающаяся рама упадет и звонок даст ложный сигнал.

Таким образом, следя за показаниями счетчика, потравливают лить до тех пор, пока против индекса не придется деление шкалы счетчика, соответствующее назначенной глубине погружения данного змея. Мягко и прочно зажав ленточный стопор, накидывают пал на зубчатое колесо, затем отжимают совсем ленточный стопор и закидывают его коленчатую рукоятку на место. Змей идет теперь на заданной глубине в положении А (рис. 121), и ход судна можно увеличить до 13—13½ узлов при черном змее и до 10 узлов при красном.

Когда корабль придет на заданную глубину, на которую змей установлен (положение В рис. 121), прямой рычаг змея ударится о грунт, повернется и освободит коленчатый палец С (рис. 123), который выскочит из очка Н. Вследствие натяжения литья коленчатый палец С опрокинется назад, выложится из коуша М, и змей опрокинется на спину. В момент опрокидывания пальца натяжение литья значительно ослабнет, качающаяся рама лебедки упадет, сигнальный звонок зазвонит и предупредит о приходе корабля на заданную глубину. Змей, не испытывая больше столь сильного давления воды, как раньше, начнет всплывать.

Надев рукоятки для вращения вьюшки на ее ось, ставят на каждую рукоятку по человеку. Нажав слегка на рукоятки, откидывают пал, после чего, вращая рукоятки, начинают выхаживать змей из воды. Третий человек, пропуская мокрый лить через кусок сухой ветоши в одной руке и через кусок промасленной парусины в другой, в то же время направляет рукой лотлинь так, чтобы он ложился на вьюшку чистыми шлагами ровно и туго. Это необходимо делать для предохранения лотлиня от ржавчины и образования при последующих бросаниях лота колышек на лотлине.

Когда змей подойдет к борту, нужно выбирать его медленнее, не давая ударяться о борт судна. Подняв змей на палубу, его разъединяют от лотлиня и убирают вместе с прочими принадлежностями.

Иногда требуется убрать идущий на глубине змей прежде, чем он достиг назначенной глубины. В этом случае выбрать змей непосредственным вращением главной оси D вьюшки очень трудно из-за сильного сопротивления воды. Тогда рукоятки надевают на

ось X вспомогательной шестерни Y (рис. 124), которую предварительно сцепляют с зубчатым колесом лебедки. Выхаживание змея при этом значительно облегчается, но времени на него потребуется, конечно, больше.

Лотом Джемса можно измерить глубину до 73 м, пользуясь им, как обыкновенным лотом. Действительно, вооружив змея, как сказано выше, и заставив его погрузиться в воду, травят понемногу линию до тех пор, пока прямой рычаг змея не ударится о дно. Сигнальный звонок даст знать, что лот достиг дна, а замеченный отсчет по соответствующей данному змею шкале укажет и вертикальную глубину погружения змея, т. е. даст глубину моря.

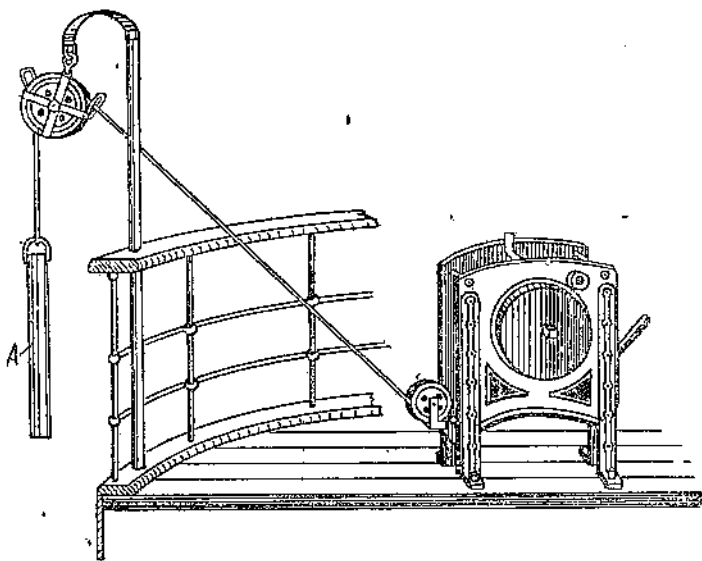


Рис. 125, $\frac{1}{10}$ нат. вел.

Лебедку лота Джемса можно использовать вместо станка лота Томсона для непосредственного измерения глубины помощью глубомерной трубки. Для этого в комплекте принадлежностей лота Джемса имеется тяжелая металлическая трубка А (рис. 125), в которую вставляется обыкновенная трубка лота Томсона в медном пенале.

Трубка А представляет собой пустотелый железный цилиндр, длиною около метра с диаметром в 7,5 см и весом около 16 кг (около 1 пуда). В стенках цилиндра просверлено 3 пары диаметрально противоположных круглых сквозных отверстий, через которые вода проникает в трубку. Низ трубки А залит свинцом, образующим выемку для вкладывания сала. У верхнего конца груза имеется с одной стороны круглая дыра, а с противоположной стороны коленчатый вырез. В эту дыру и вырез вставляется деревянный клевант, к которому и подвешивается медный пенал с томсоновской трубкой. Лотлинь своей скобой берется за поворотную скобу, укрепленную в верхнем конце груза А. Привязанную вместо

змея трубку А можно сравить на глубину до 183 м на ходу до 12 узлов. Сбегающий лотлинь необходимо отжимать книзу медным пальцем, чтобы яснее определить момент достижения лотом дна. При застопоренных машинах помощью одной тяжелой трубки А (без стеклянного глубомера) можно измерить глубину до 366 м, определяя длину выпущенного лотлиня по счетчику, причем момент прикосновения груза ко дну определится образованием слабины на лотлине, отжатом книзу медным пальцем.

§ 79. Уход за лотом Джемса

Лот Джемса не требует за собой особого ухода. Необходимо время от времени смазывать ось вьюшки и счетчик, наливая масло в специальную трубочку, прикрепленную к станине со стороны счетчика.

По окончании работы с лотом лотлинь выдергивается из отводного блока и ходовой конец его наматывается на барабан вьюшки. Вертлюжный гак прихватывается ниткой к какой-нибудь неподвижной части лебедки. Пал накидывается на зубчатое колесо вьюшки. Все части лебедки обтираются сухой ветошью, и лебедка покрывается чехлом. Змея, лот-балка и отводный блок хранятся в назначенном для этого помещении.

§ 80. Электрелот

В последнее время в практику кораблевождения входит новый способ звукового измерения глубин посредством свободно бросаемых с борта судна особых бомбочек, названных «электрелотом» (рис. 126). При ударе о морское дно такая бомбочка взрывается и по промежутку времени, замеченному по секундомеру, между падением бомбочки в воду и приходом на корабль звука от взрыва бомбочки очень просто получают глубину моря.

Такие бомбочки изготавливаются германской фирмой «Электро-акустик» в Киле и имеют следующее устройство.

Главная часть электрелота, представленного в разрезе на рис. 127, состоит из рамы 5, поддерживающей механизм прибора и головную его часть 17 с грузом, заставляющим брошенный в воду лот идти ко дну. Длина электрелота всего 155 мм, вес 117 г.

Снаружи рама закрыта конусообразной формы оболочкой 2 из листового цинка. У вершины конуса, т. е. на хвостовую часть прибора, надеты два рулевых пера 1, расположенные с двух противоположных сторон оси прибора. Концы этих перьев несколько загнуты наружу. Вследствие одинакового давления воды на оба рулевых пера брошенный в воду лот погружается в воде вертикально. После небольшого расстояния, пройденного лотом в воде, скорость его погружения становится постоянной, а именно 2 м в секунду.

В головной части прибора 17, имеющей параболическую форму, помещается кроме груза еще контактный стержень 4, который может перемещаться в трубе 6. На одном конце этого стержня

имеется конический контакт, против которого расположены две контактные пружинки 3. С другого конца контактного стержня имеется пружина 7, удерживающая его в нормальном положении при разомкнутом контакте. Когда лот своей головной частью ударится о морское дно, контактный стержень по инерции продвинется

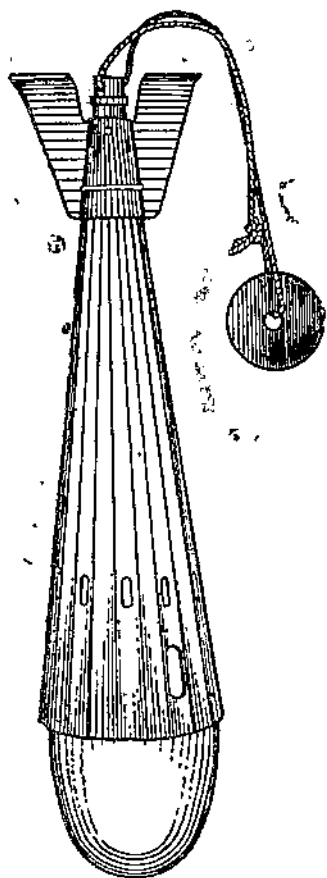


Рис. 126. $\frac{2}{3}$ нат. вел., вес 117 г.

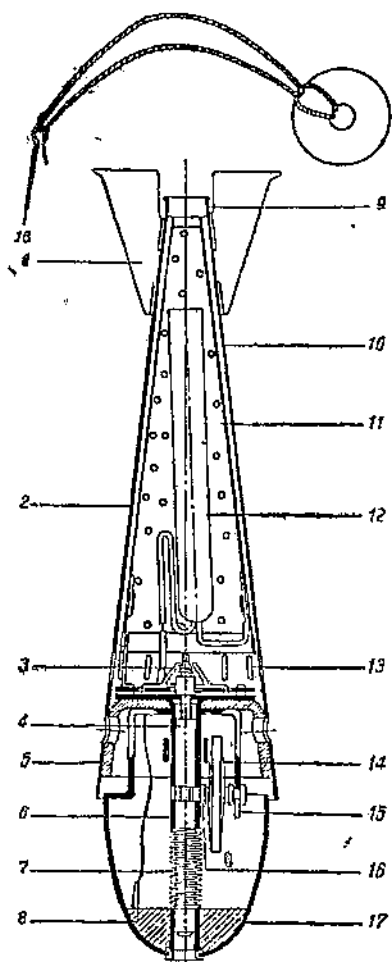


Рис. 127.

в цилиндре 6 вниз, контактные пружинки 3 войдут в жолобообразные выемки в контактном конусе на конце стержня 4 и замкнут таким образом цепь электрического тока.

Источником электрического тока служит гальванический элемент, электродами которого являются внутренний конус из листовой меди 11, ось которого совпадает с осью прибора, и наружная коническая оболочка 2 из листового цинка. Между ними находится слой пористого вещества 10, пропитанного электролитной солью.

Для обеспечения необходимого постоянства элемента пользуются двумя различными сульфатами. Пока соль не растворилась в воде, тока нет. Для облегчения доступа воды внутрь элемента в медном конусе 11 просверлено несколько круглых дыр, а в наружной оболочке 2 с той же целью сделаны овальной формы отверстия 13. Для выхода воздуха изнутри прибора в хвостовой его части имеется отверстие 9.

В цепь тока введен капсюль 12, наполненный пентеритритом в количестве около 0,8 г, который при прохождении тока и взрывается с большой силой. Путь тока в приборе очень простой. От медного конуса 11 (плюс) по проводнику через капсюль 12 к контактным пружинам 3; отсюда при замкнутом контакте через контактный стержень 4 и медный проводник 8 к цинковому электроду (минус).

Электролот совершенно безопасен в обращении, так как преждевременный взрыв невозможен по следующим трем причинам.

Во-первых: имеется предохранитель, состоящий из тонкостенной металлической коробочки 14 с кулачком 16, входящим в соответствующий вырез в контактном стержне 4. Ось коробочки 14 с противоположной от кулачка стороны посредством бугеля плотно закреплена на неподвижном стержне 15. Пока коробочка под атмосферным давлением находится в нормальном положении, кулачок 16, входя в соответствующий вырез в контактном стержне 4, не позволяет последнему перемещаться в трубе 6 и таким образом делает замыкание тока в цепи невозможным. По мере погружения лота в воду к атмосферному давлению присоединяется еще давление водяного столба, вследствие чего стенки коробочки 14 сжимаются, кулачок 16 выходит из прорези в контактном стержне, и последний получает возможность при ударе лота о дно переместиться вниз и замкнуть цепь тока. Для сжатия коробочки 14 и освобождения контактного стержня 4 достаточно уже давления, существующего на глубине 4 м. Поэтому замыкание контакта возможно не раньше, как электролот опустится на глубину 4 м.

Второй гарантией от преждевременного взрыва служит то обстоятельство, что электрический ток в элементе может возникнуть не прежде, чем весь электролот полностью пропитается водой. Для этого нужно, чтобы весь лот целиком погрузился в воду, т. е. чтобы прошло по крайней мере 2 секунды. Брызг дождя или воды, которым лот подвергается в течение короткого промежутка времени, еще не достаточно, чтобы гальванический элемент был готов к действию.

Наконец, посредством небольшой металлической предохранительной пружинки 18, введенной в отверстие 9 в хвостовой части электролота, как показано на рис. 126, и касающейся одним своим концом цинковой оболочки, а другим—медной, гальванический элемент замыкается на короткую. Пока такое замыкание существует, в элементе не может возникнуть ток достаточной для взрыва капсюля силы, даже если электролот хорошо пропитается водой и контакт будет замкнут.

Употребление электролота очень просто. Желая бросить лот, достают очередную бомбочку из ящика, где она хранится, осторожно вкладывают электролот головной частью вверх в специальную бросательную трубку, проводя шнур от предохранительной пружинки 18 наружу через прорезь, имеющуюся в стенке бросательной трубки. Когда лот упрется в дно бросательной трубки, вытирают слаbinу шнура от предохранительной пружинки, держа пальцами за картонный кружок, сквозь который пройдет этот шнур. Обтянув шнурок с кружком по стенке бросательной трубки, надевают на правую руку стропку, помещающуюся на конце бросательной трубки, берут трубку в правую руку, захватывая в то же время и конец шнура. Держа трубку вертикально на уровне головы, плавным и сильным взмахом руки бросают с подветренной стороны электролот из трубки в море. Предохранительная пружинка выдернется из электролота и останется в трубке. Когда лот коснется поверхности воды, пускают секундомер. Услышав звук от взрыва в телефоне приемного аппарата подводной сигнализации, стопорят секундомер.

Число секунд, отмеченных секундомером, умноженное на 2, дает глубину моря в метрах.

Опыт показал, что из полученной таким образом глубины нужно вычесть 0,3 м, чтобы учесть личную ошибку наблюдателя.

Так как звук в воде распространяется со скоростью около 1450 м в секунду, то движение самого корабля не имеет никакого практического значения при измерении глубины электролотом. Действительно, нетрудно подсчитать, что при глубине моря в 100 м, электролот дойдет до дна через 50 сек., а корабль, идущий 20-узловым ходом, пройдет за это время около 514 м. Таким образом, звук от взрыва электролота со 100-метровой глубины догонит корабль через 0,3—0,4 сек., что, конечно, не имеет никакого практического значения.

Многочисленные донесения с судов свидетельствуют о полной пригодности этого нового и простого способа звукового измерения навигационных глубин. В германском флоте имеются сведения о 700 глубинах, полученных на разных судах посредством электролота. Из этого числа глубин 500 были взяты гидрографическим судном «Метеор» во время плавания его в 1928 г. на о-в Исландию. Глубины заключались в пределах от 5 до 250 м. Только 3,4% измерений были неудачны: взрыв электролота не был услышан на судне. Во всех остальных случаях электролот давал глубину вполне точно.

Есть указания, что до глубины 25 м звук взрыва очень хорошо слышен и без телефона.

Все отзывы отмечают большое преимущество электролота по сравнению с механическим лотом Томсона, для бросания которого нужно четыре человека, тогда как посредством электролота глубины может брать сам вахтенный командир при условии, что телефон от приемного аппарата подводной сигнализации находится в ходовой рубке.

Электролот иногда бросается за борт просто рукой, но фирма рекомендует обязательно пользоваться бросательной трубкой.

Запас электролотов надо хранить в оригинальной упаковке в сухом месте и вынимать из ящика только перед употреблением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Максимов, Курс гидрографии. 1917 г.
2. Н. Кладо, Описание устройства и употребления лота сэра Вильяма Томсона. «Морской Сборник», 1887 г., № 6.
3. П. Палецкий, Руководство для рулевых. Ленинград, 1926 г., глава IV.
4. М. Беспятов, Учебник по навигации. Петроград, 1919 г.
5. Л. Попов, Навигация. Москва, 1893 г.
6. В. Лукин, Навигация. Таганрог, 1906 г., глава VIII.
7. В. Петрушевский, Курс морского дела. СПб, 1905 г., отд. VI.
8. Курс специальных наук для учеников строевых унтер-офицеров. СПб, 1910 г., глава I.
9. А. Вилькицкий, Описание лота-предостерегателя Джемса. СПб, 1904 г.
10. А. Бухтеев, Глубомер Клаузена. «Записки по гидрографии». 1908 г., вып. XXIX.
11. А. Варнек, По поводу лота-предостерегателя Джемса, как необходимого прибора для всякого корабля. «Записки по гидрографии». 1905 г., вып. XXVII.
12. Правила штурманской службы № Г-5. Ленинград, 1934.
13. Правила штурманской службы № Г-6. Ленинград, 1934.
14. Cap. C. «Clausen's Sounding Machine and Control-Sounder.
15. The Submarine Sentry. Directions for use.
16. Kelvin and James White, Ltd. Catalogue of Nautical Instruments.
17. Henry Hughes and Son, Ltd. Nautical Instruments.
18. Heath and Co., Ltd, 20-th Century Price List.
19. Instructions for Lord Kelvin's Sounding Machines Admiralty-Pattern Mark IV.
20. Electrolot. Electroacoustic. Kiel.
21. Reports from vessels on the Electrosounder. Electroacoustic. Kiel.

ЧАСТЬ II

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Глава V

МОРСКИЕ УГЛОМЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

§ 81. Основания устройства секстана

Секстаном, как известно, называется морской угломерный инструмент, служащий для измерения: 1) высот небесных светил в море или на берегу, 2) углов между видимыми с корабля земными предметами и, реже, 3) углов между небесными светилами и земными предметами.

Секстан относится к категории отражательных угломерных инструментов, так как его устройство основано на законах отражения света от плоских зеркал. Законы эти следующие: 1) угол падения луча на плоское зеркало равен углу отражения его от зеркала и 2) луч падающий и отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром к плоскости зеркала, восстановленным в точке падения луча.

Если глазу, находящемуся (рис. 128) в точке A , два предмета P и Q представляются под углом PAQ , то этот угол легко можно измерить следующим образом. На пути луча QA поместим плоское зеркало mn так, чтобы его плоскость была перпендикулярна к плоскости PAQ . Тогда луч QC , упавший на это зеркало под углом α , отразится от него под тем же углом и упадет в точку B на стороне PA . Поместив в этой точке второе плоское зеркало $m'n'$ так, чтобы его плоскость также была перпендикулярна к плоскости PAQ , и составляла одинаковые углы β с лучами CB и BA , мы заставим луч

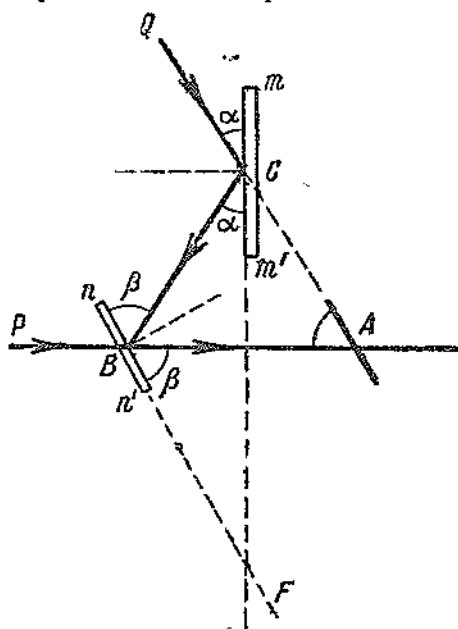


Рис. 128.

QC после двукратного отражения от зеркал mm' и nn' попасть в точку A. Таким образом, глазу наблюдателя, находящемуся в этой точке, предметы P и Q будут видны по одному и тому же направлению: предмет Q после двукратного отражения от двух зеркал, а предмет P поверх или сбоку зеркала nn' .

Если измерить угол CFB между зеркалами при указанном их положении, т. е. когда два предмета P и Q кажутся глазу A совмещенными вместе, то сейчас же можно будет рассчитать и искомый угол между предметами PAQ. Действительно, в Δ -ке CFB угол $pBC = \beta$ как внешний угол равен сумме двух внутренних углов, с ним не смежных. Следовательно,

$$\beta = \alpha + F,$$

$$F = \beta - \alpha.$$

A из Δ -ка ABC на том же основании найдем, что

$$PBC = 2\beta = 2\alpha + A$$

или

$$A = 2(\beta - \alpha),$$

следовательно,

$$A = 2F,$$

т. е. искомый угол между предметами равен удвоенному углу между зеркалами при таком положении последних, когда прямое видимое изображение одного предмета совпадает с дважды отраженным изображением другого.

Изложенные соображения и служат основанием для устройства секстана, отличающегося от применяемых на берегу угломерных инструментов отсутствием неподвижной установки, которую невозможно было бы осуществить на качающемся корабле.

Изобретенный англичанином Гадлеем в 1731 г. и независимо от него и почти одновременно американцем Годфреем секстан является значительно более совершенным прибором, чем все предшествовавшие ему и служившие для той же цели мореходные инструменты, требовавшие для своего использования или нескольких наблюдателей, или необходимости во время наблюдений смотреть сразу по двум направлениям.¹

§ 82. Наименование частей секстана

На основании приведенных теоретических соображений и устроен секстан (рис. 129).

Основной частью секстана является медная или бронзовая рама A в виде сектора круга, дуга которого немного больше $1/8$ части окружности. Этим и объясняется название самого инструмента.

¹ Описание старинных астрономических мореходных инструментов можно найти в Очерке истории кораблевождения кал. В. Р. М р тина. Перевод с дополнением Н. Сакеллари. Записки по гидрографии. 1923 г., вып. 46, стр. 39 — 97.

На раме секстана укреплены все отдельные его части. В дугу сектора врезана серебряная пластинка *L* с нанесенными на ней делениями, называемая лимбом. На лимбе обыкновенно наносятся деления через 10 минут дуги. В центре секстана, перпендикулярно к плоскости лимба, укреплено большое зеркало *C*, а на левом радиусе малое зеркало *B*, также перпендикулярно к плоскости лимба. Малое зеркало неподвижно; одна половина его прозрачная, а другая зеркальная. Большое зеркало скреплено с особой

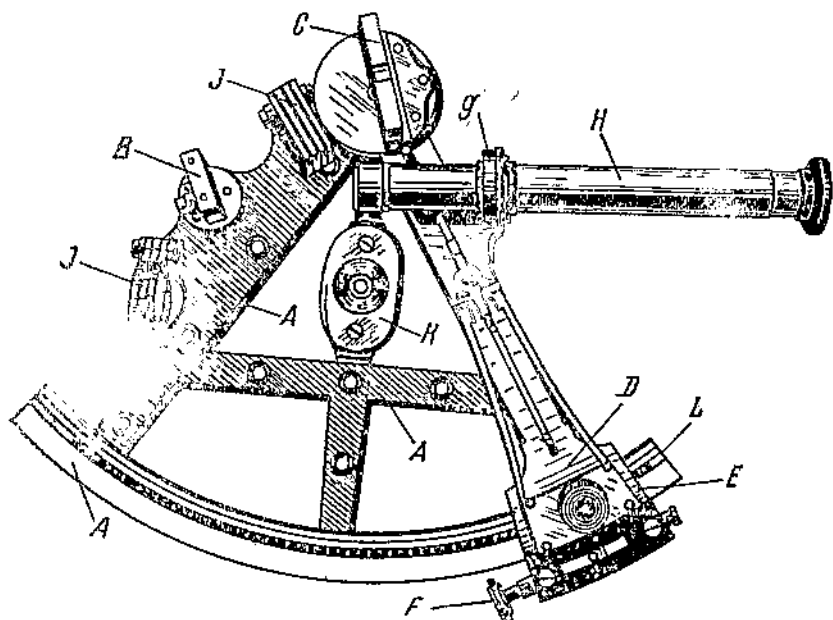


Рис. 129. $\frac{1}{4}$ нат. вел., вес 1,8 кг.

линейкой — алидадой *D*, посредством которой его можно вращать около оси, перпендикулярной к плоскости лимба. Другой конец алидады оканчивается небольшой дугой *E* с делениями, называемой верньером. Верньер разбивается обычно через 10 секунд дуги и служит для повышения точности отсчетов измеряемых углов. При помощи стопорного винта (головка винта за рисунком) алидаду можно закрепить неподвижно, а помощью микрометрического винта *F* можно заставить верньер медленно скользить вдоль лимба.

Начальный штрих верньера, отмеченный особым значком, обычно в форме копья, носит название индекса.

На правом радиусе секстана имеется выдвигаемое кольцо *G*, куда перед наблюдениями ввинчивается установленная предварительно по глазу зрительная труба *H*. Она должна быть параллельна плоскости секстана. Взглянув в нее, мы увидим в центре поля зрения крест из нитей.

Для ослабления яркости лучей солнца или луны при наблюдениях этих светил перед зеркалами накладывают одно или несколько из имеющихся цветных стекол 1.

На нижней стороне рамы секстана, противоположной той, где расположены оба зеркала, алидада и труба, укреплена ручка К, за которую держат секстан во время наблюдений.

Секстан хранится в деревянном футляре из крепкого дерева (красного, тикового или дубового), откуда его осторожно вынимают перед наблюдениями, избегая брать руками за лимб, чтобы не загрязнить делений. В том же ящике помещаются и все принадлежности секстана, необходимые при его использовании или при выверке. Принадлежности следующие: 1) труба астрономическая, 2) труба земная, 3) труба для ночных наблюдений, 4) труба визирная без стекол, 5) цветной окуляр, заменяющий цветные стекла, 6) шпилька или специальный ключ для установки зеркал, 7) кисточка для очистки лимба и зеркал от пыли, 8) пара медных диоптров для проверки установки трубы, 9) отвертка.

В настоящее время существуют три типа секстанов: навигационные — для морских наблюдений, аэронавигационные — для наблюдений с воздушных судов и гидрографические — для гидрографических работ.

§ 83. Главнейшие фирмы, изготовляющие секстаны

Существует несколько общепризнанных мировых фирм, специализировавшихся на изготовлении секстанов и выпускающих на рынок инструменты, пользующиеся заслуженной известностью среди моряков всех национальностей. В табл. 9 перечисляются главнейшие из этих фирм, сравнительные же достоинства и недостатки отдельных секстанов будут указываться попутно при описании деталей их устройства.

Цена хорошего секстана колеблется в пределах от 6—7 до 10—15 английских фунтов (60—150 зол. руб.).

Таблица 9

Государство	Город	Фирма
СССР	Ленинград	Завод мореходных инструментов
Англия	Крейфорд	Heath & Co
"	Лондон	Henry Hughes & Son (Huson)
"	"	Troughton & Simms
"	"	Negretti-Zambra
Германия	Гамбург	C. Plath
"	Бремергафен	W. Ludolph
"	Берлин	Askania Werke (G. Bamberg)
Франция	Париж	P. Ponthus & A. Lepetit
"	"	(G. Hurlimann)
"	"	A. Hurlimann (G. Lorieux)
"	"	E. Lorieux
Италия	Милан	La Filotechica Ing. A. Salmoiraghi

§ 84. Навигационный секстан 3МН

Рама 1 нашего секстана, изготовляемого Заводом мореходных инструментов (рис. 130), представляет собой цельную отливку из бронзы в форме сектора круга с добавочными внутренними прямо-

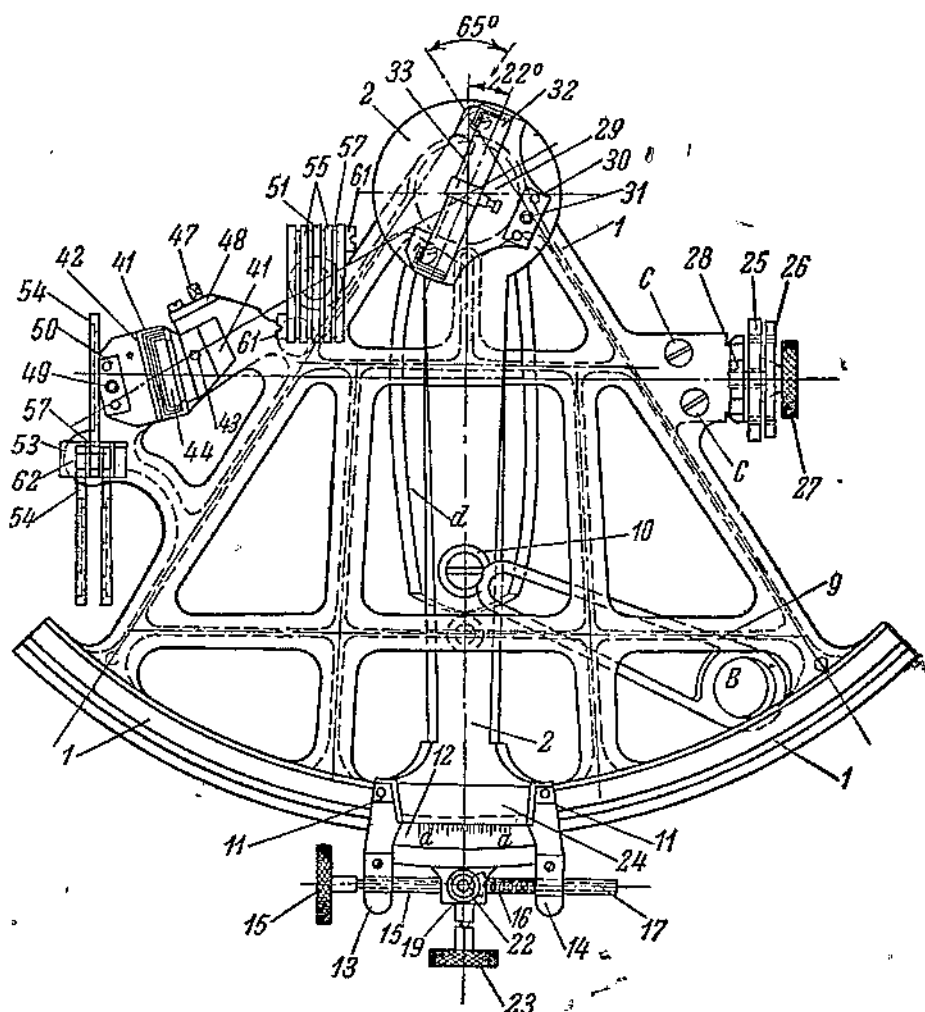


Рис. 130.

линейными вертикальными и горизонтальными креплениями для придания раме большей прочности и жесткости. С той же целью внешние радиусы рамы и крепления ее в сечении имеют Т-образную форму, а дуга сектора форму, показанную на рис. 131. Радиус внешнего среза дуги секстана 195 мм, радиус внешнего края дуги лимба 180 мм. На правом радиусе рамы имеется выступающая площадка для укрепления стойки астрономической трубы, а на левом

радиусе две выступающие площадки — для стойки цветных стекол большого зеркала и для установки малого зеркала секстана.

Лимб — серебряная, дугообразная пластинка шириной в 6 мм — вчеканивается в дугу рамы, для чего в последнем сделана соответствующая канавка, имеющая в сечении вид ласточкина хвоста. Посредством делительной машины лимб разбивается через каждые $0,5^\circ$ с подразделением каждого промежутка на 6 частей и с выделением среднего штриха. Вся дуга сектора рамы величиной в 89° , лимб же разбит от 355° до 155° , причем каждое полуградусное деление обозначено как целый градус, чтобы не удваивать каждый

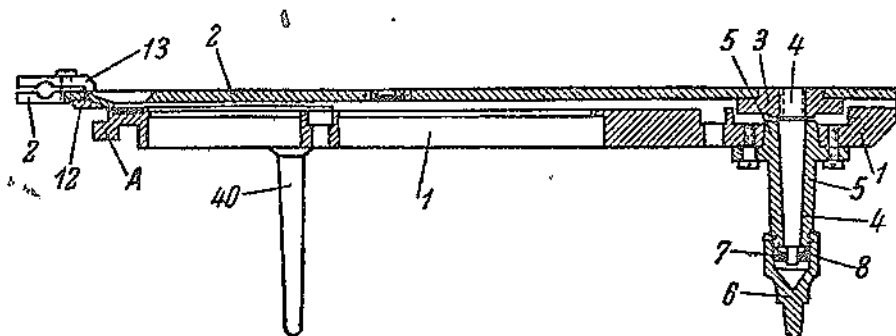


Рис. 131

раз отсчетов измеренного угла для получения его истинной величины.

Делениями от 355° до 0° пользуются при определении погрешности индекса.

Вся рама, за исключением дуги сектора, вычернена холодным способом и покрыта черным матовым лаком. На верхней стороне рамы расположены все важнейшие части секстана.

Алидада 2 — линейка из желтой полусовальной меди, размером $233 \times 57 \times 4$ мм, с одной стороны оканчивается круглой площадкой, диаметром в 54 мм, несущей на себе большое зеркало и ось вращения алидады, с другой — вилкой, в которой помещаются верньер, стопорное приспособление алидады и микрометрический винт.

Ось вращения алидады, проходящая сквозь раму секстана на нижнюю ее сторону, имеет следующее устройство (рис. 131). На коническую стальную ось 4, высотой в 49 мм и диаметром в верхней своей части в 7 мм, навинчена сверху коническая головка 3 с широким заплечиком, на которую накладывается алидада 2 своим круглым отверстием, имеющимся в ее закругленной части, и скрепляется с головкой тремя винтами, ввинченными заподлицо с нижней стороны головки в тело алидады. Втулка 5 оси алидады винтами крепится с нижней стороны к раме секстана. Вложив ось алидады во втулку, надевают на нижний конец оси согнутую шайбу 8 и навинчивают гайку 7. Благодаря упругости шайбы 8, упирающейся в нижний срез втулки 5, ось вращения алидады плотно

удерживается на месте и ее нельзя вынуть из втулки, не отдав гайки 7. Для облегчения вращения оси алидады во втулке ось и втулка смазываются жидким вазелином. На конец втулки навинчивается колпак 6, предохраняющий нижний конец оси вращения алидады от ударов и вместе со всей втулкой в целом образующий заднюю (верхнюю) ножку секстана.

Просвет между нижней поверхностью алидады 2 и верхней поверхностью рамы равен 2,5 мм, причем на всем протяжении алидада остается параллельной плоскости рамы. Просвет между плоскостями большого отверстия втулки оси алидады 5 и нижней стороны головки оси алидады 3 равен 1 мм, вследствие чего взаимное трение между этими плоскостями исключается, и алидада легко и свободно поворачивается около своей оси вращения.

На верхней стороне круглой площадки алидады, над головкой оси ее вращения, перпендикулярно к ее плоскости устанавливается большое зеркало 33 секстана (рис. 130). Плоское зеркало из оптического стекла, размерами $46 \times 30 \times 4$ мм, ставится на ребро в металлическом чехле 32 на стойку большого зеркала 29, укрепленную на трех винтах на площадке алидады. Стойка 29 (рис. 132) представляет собой вертикальную пластинку с горизонтальным основанием, похожим на Δ -к. Винты, которыми основание стойки крепится к телу алидады, расположены в вершинах этого Δ -ка. Два винта с передней стороны основания расположены по линии, параллельной плоскости вертикальной стойки против ее концов, а третий винт 31 — задний — на перпендикуляре к плоскости стойки, восстановленном из середины прямой, соединяющей два передних винта. Задний винт 31 называется корректирующим винтом стойки большого зеркала и служит для установки основания стойки параллельно плоскости рамы секстана или, другими словами, для приведения вертикальной стойки в положение, строго перпендикулярное к плоскости рамы секстана.

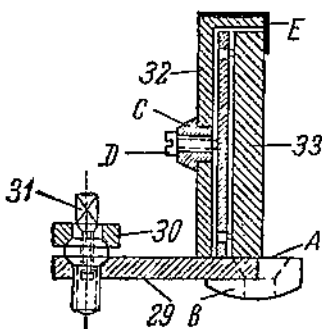


Рис. 132.

С этой целью корректирующий винт имеет следующее устройство. Нарезная часть винта отделена от головной его части цилиндрическим заплечиком. Головная часть корректирующего винта у самого заплечика гладкая цилиндрическая, а конец ее квадратной формы. Сквозь круглое отверстие основания стойки проходит наружу нарезная часть корректирующего винта, и заплечик его упирается в основание стойки. С другой стороны на заплечик корректирующего винта надевается накладка 30, привинченная к основанию стойки двумя винтиками. Таким образом, корректирующий винт при посредстве своего заплечика оказывается зажатым между горизонтальным основанием стойки большого зеркала и накладкой. Поэтому при вращении корректирующего винта сле-

пальным ключом, надеваемым на квадратную головку этого винта, мы будем ввинчивать или вывинчивать его из тела алидады, т. е. изменять угол наклона между плоскостью основания стойки и плоскостью алидады или плоскостью рамы секстана.

Передние винты стойки большого зеркала проходят сквозь отверстия в выступах основания, причем диаметры этих отверстий на 1 мм больше диаметра самих винтов и под этими выступами основание стойки имеет цилиндрической формы подушки В (рис. 132). Вследствие этого при подъеме или опускании корректирующим винтом 31 задней стороны горизонтального основания стойки передняя сторона стойки несколько наклоняется на цилиндрических подушках и линия опоры основания о плоскость алидады совпадает с новой образующей цилиндрической поверхности подушек.

Большое зеркало 33 ставится вертикально на ребро, прилегая задней своей стороной к вертикальной стойке, и прижимается к ней посредством чехла 32. Чехол со стороны своей спинки имеет конический выступ С с внутренней нарезкой, в которую ввинчивается винт D. Надев чехол на зеркало 33, представленное к вертикальной стойке, заворачивают этот винт D, и тогда чехол тремя лапками E, выступающими посредине верхней длинной стороны чехла и у нижних концов двух его передних боковых сторон, плотно прижимает зеркало к вертикальной стойке.

Описанная установка большого зеркала на секстане отличается своей прочностью и надежностью, и в море большое зеркало, однажды правильно установленное перпендикулярно к плоскости рамы секстана, редко когда эту установку изменяет.

Большое зеркало установлено на алидаде так, что его плоскость составляет угол в $18^{\circ}5'$ с продольной осью алидады, что объясняется соответствующей установкой малого зеркала.

На противоположном конце алидады, оканчивающейся вилкой, расположен верньер 12 (рис. 130) — небольшая линейка с делением, служащая для уточнения отсчета измеренного секстаном угла. Если посредством разделенного лимба измеренный угол может быть отсчитан с точностью до $10'$ дуги, то наличие у секстана верньера позволяет повысить точность в 50 раз, т. е. производить отсчет до $0',2$ дуги с точностью до $\pm 0',1$.

Верньер помещается в имеющем форму трапеции окне, вырезанном в теле алидады вблизи ее нижнего широкого конца: С нижней стороны алидады в ее тело врезана дугообразная медная пластинка, прикрепленная к алидаде двумя винтиками а, пропущенными с верхней стороны алидады, сквозь ее тело. К выступающему в окно алидады скошенному краю этой пластинки припаяна концентрическая серебряная пластинка, на которой и нанесены штрихи делений верньера. Верньер разбит на минуты дуги, каждая минута разделена на пять частей, так что цена одного деления верньера равна $19',8$. Надписи делений сделаны у каждой минуты от $0'$ до $10'$. Верньер так называемый двойной, т. е. его

деления почти вдвое крупнее делений лимба. Теория верньера излагается в курсах Мореходной астрономии.¹

Ввиду того, что деления и лимба и верньера слишком мелки, чтобы их можно было отсчитывать непосредственно глазом, для производства отсчетов пользуются лупой, укрепленной на алидаде. Лупа с увеличением в 10 раз вставлена во втулку В, винченную в один конец держателя 9, другой конец которого надет на поддерживающую держатель стойку. Стойка, высотой в 33 мм и в основании диаметром в 16 мм, ставится на двух шпинах на верхней стороне алидады 2 приблизительно на ее середине и закрепляется на ней винтом, пропущенным с нижней стороны алидады сквозь ее тело в тело стойки. В верхней части стойки имеется заплечик, на котором и ложится своей круглой дырой держатель 9. Наложив сверху держателя медную шайбу, закрепляют последний на стойке штифтом 10 с широкой плоской головкой, ввинчиваемым сверху в тело колонки.

Держатель может поворачиваться на стойке вправо и влево в горизонтальной плоскости, а самую лупу, в зависимости от свойств глаза наблюдателя, можно перемещать во втулке вверх и вниз и установить в такое положение, чтобы и деления лимба и деления верньера были видны в лупу одинаково ясно и отчетливо.

Для равномерного освещения делений рассеянным светом на противоположной от верньера стороне окна, вырезанного в алидаде, установлен иллюминатор 24 — пластинка из молочного стекла размером $38 \times 26 \times 1$ мм, вставленная между двумя наклонными стойками. Каждая стойка иллюминатора одним винтиком 11 прикреплена к телу алидады и стоит под углом примерно в 70° к плоскости алидады.

Для производства отсчетов в темное время суток последние образцы навигационного секстана имеют ночное освещение. Деления лимба и верньера освещаются маленькой электрической лампочкой, патрон которой укреплен двумя винтиками на держателе лупы немного выше иллюминатора. Проводники, подводящие ток к лампочке, выходят из верхней части патрона, идут вдоль держателя, прихватываются винтиком к стойке держателя и идут вдоль левого среза алидады, закрытые защитной планкой. Затем проводники проходят по углублению, сделанному в левой кромке круга алидады и крепятся вокруг винтика в верхней части этого круга. Далее они свободно входят в ближайшую к плоскости лимба грань ручки секстана. С противоположной грани ручки имеется штепсельное гнездо, куда вставляется штепсельная вилка с проводником от маленькой ручной динамомашинки. На задней боковой грани ручки имеется выключатель.

Динамомашинка для ночного освещения хранится в футляре секстана в специальном гнезде. Машина имеет эллиптическую форму, изготавливается заводом «Электросила». Отодвинув малень-

¹ Проф. Б. П. Хлюстин, Мореходная астрономия. Военмориздат, 1939, стр. 163 — 168.

кую защелку, освобождаем прямой квадратного сечения рычаг с дугообразной планкой на конце, который под действием скрытой внутри машины пружинки выходит изнутри машины. Держа динамомашину в правой руке, нажимают несколько раз на планку рычага, медленным движением вдвигая последний внутрь машины. Рычаг приводит во вращение маленький якорь динамомашин, динамомашинка начинает работать, дает ток, и лампочка вспыхивает, освещая через иллюминатор деления лимба и верньера.

Описанное устройство ночного освещения секстана не отличается большим удобством, так как, пока наблюдатель берет высоту светила, ему приходится держать динамомашину в кармане, а, же-

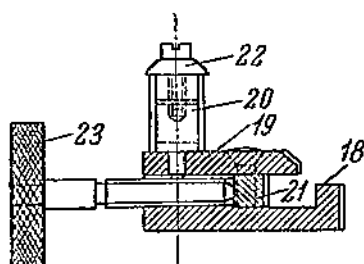


Рис. 133.

лая зажать лампочку, необходимо вынуть динамомашину из кармана, повернуть выключатель на ручке секстана и все время действовать правой рукой, надавливая на рычаг динамомашин. Поэтому секстан приходится держать в левой руке, а передвигать лупу вдоль верньера нехватает рук. Лучше иметь помощника, который, когда нужно, будет приводить динамомашину в действие.

На самой вилке алидады расположено стопорное приспособление (рис. 133), состоящее из планки 18 с вкладышем 21, стопорного винта 23 алидады и верхней планки 19 с упором 20 для микрометрического винта. Планка 18 имеет дугообразный вырез глубиной в 3 мм и шириной в 6 мм, в который входит соответствующий выступ А (рис. 131) на нижней стороне дуги рамы секстана, так что при движении алидады вдоль дуги лимба планка 18 своим вырезом скользит по этому выступу, как по рельсу. Стопорится алидада посредством вкладыша 21 (рис. 133), лежащего в цилиндрической выемке в средней части нижней кромки выреза планки 18.

Вкладыш представляет собой разрезанный пополам медный диск диаметром в 8 мм и толщиной в 4 мм. Своим диаметром вкладыш прилегает к наружному срезу выступа дуги рамы. В середину же закругленной части вкладыша упирается своим концом стопорный винт 23, расположенный в планке 18, в направлении радиуса секстана. Если, вращая насеченную головку этого винта, заворачивать его в тело планки 18, то конец винта упрется во вкладыш 21, прижмет его к выступу дуги рамы секстана и тем застопорит алидаду.

Для облегчения движения стопорного приспособления вдоль дуги рамы и устранения перекоса, который всегда может получиться при нажиме радиально расположенного стопорного винта на цилиндрическую стенку вкладыша, у обоих концов нижнего края выреза в планке 18, т. е. по обе стороны вкладыша, располо-

жены два маленьких стальных шарика, смазанные вазелином. Эти шарики помещаются в цилиндрических каналах, высверленных в планке 18 в перпендикулярном к плоскости рамы секстана направлении. Через просветы, прорезанные по образующей этих каналов, шарики выступают наружу на 0,1 мм и своей поверхностью соприкасаются с нижним срезом выступа дуги рамы.

Сверху вкладыш и шарики закрыты планкой 19, привинченной к планке 18 двумя винтами. Выступающий над верхним срезом выступа А (рис. 131) дуги рамы край планки 19 удерживает на раме все стопорное приспособление, которое при отданном стопорном винте 23 легко может перемещаться вдоль дуги рамы.

Над стопорным приспособлением расположен микрометрический винт 15 (рис. 130) для медленного (микрометрического) перемещения алидады вдоль дуги лимба.

На середине планки 19 имеется небольшая колонка 20 (рис. 133) высотой в 10 мм, служащая упором для микрометрического винта, проходящего сквозь левую лапку вилки алидады. В обеих лапках вилки алидады высверлены цилиндрические желобки, прикрытые соответствующими накладками 13 и 14 (рис. 130) с такими же желобками. Накладка с одного конца держится на шпипе, с другого на винтике, проходящем сквозь тело накладки и ввинченном в тело вилки алидады. Сквозь левую лапку вилки проходит микрометрический винт, поэтому в желобке этой лапки и в желобке накладки 13 имеется нарезка, соответствующая нарезке микрометрического винта. Сквозь правую лапку проходит стержень пружины, и поэтому желобки в этой лапке и в ее накладке 14 гладкие без нарезок.

Микрометрический винт 15 длиной в 35 мм имеет шаг в 0,4 мм, так что один полный оборот микрометрического винта перемещает индекс верньера по лимбу на 14,0. На одном конце микрометрического винта имеется широкая цилиндрическая головка с насечкой по окружности, другим концом винт упирается в выемку в упоре микрометрического винта.

Спиральная пружина 16 алидады медная гартованная и позолоченная, с прямоугольным сечением, надета на медный стержень 17, который своей сферической головкой упирается в выемку в упоре микрометрического винта с противоположной от винта стороны упора. Другим своим концом стержень пружины, как указывалось выше, лежит в цилиндрическом желобке правой лапки алидады и прикрыт такой же накладкой 14, как и микрометрический винт. Пружина служит для плавного перемещения алидады и для устранения мертвого хода. При ввинчивании микрометрического винта последний навинчивает на себя левую лапку вилки алидады, лапка отходит от упора микрометрического винта к его головке, пружина алидады под давлением правой лапки вилки сжимается, и конец стержня пружины выходит из правой лапки вилки наружу. При обратном вращении микрометрического винта сжатая пружина алидады силой своей упругости подает правую лапку вправо и способствует плавному без мертвого хода перемещению алидады вдоль

дуги лимба. Для микрометрического передвижения алидады последнюю необходимо предварительно застопорить стопорным винтом.

На обоих крайних радиусах рамы секстана имеются выступающие площадки. На левом радиусе две, на которых помещаются малое зеркало секстана и цветные стекла, а на правом — одна с укрепленной на ней стойкой астрономической трубы.

Устройство стойки малого зеркала сложнее, чем большого, так как малое зеркало должно устанавливаться не только перпендикулярно к плоскости рамы секстана, но еще и под определенным углом к оптической оси трубы.

Вертикальная стойка 41 (рис. 130), к которой приставляется своей задней стороной малое зеркало 44, стоит на солидном основании, передняя часть которого скошена и имеет выступ, входящий в прямоугольный вырез в теле рамы. Задняя утолщенная часть основания стойки малого зеркала распилена в горизонтальном направлении с промежутком между верхней и нижней плоскостями в 1 мм. Снизу на нижней плоскости основания имеется цилиндрическая ось диаметром в 10 мм и высотой в 9 мм. Эта ось входит в круглую дыру в выступающей площадке на левом радиусе рамы, и стойка малого зеркала может поворачиваться в плоскости рамы на небольшой угол вокруг этой оси. С нижней стороны рамы на выступающий конец оси стойки малого зеркала надега шайба, которая зажимается крепительным винтом с широкой плоской головкой.

Для поворота основания стойки в плоскости рамы секстана служит поворотный винт 47. Он проходит сквозь овальное отверстие в выступе рамы и прямоугольный вырез в нем и ввинчивается в выступ передней скошенной части стойки. Своим заплечиком поворотный винт 47 упирается в тело рамы, а сверху на него кладется накладка, привинченная винтом к телу рамы. Выступающая из накладки головка поворотного винта имеет форму прямой призмы, так что посредством специального ключа, насаживаемого на головку поворотного винта, можно менять угол наклона стойки, а следовательно, и плоскости малого зеркала относительно оптической оси трубы.

Верхняя и нижняя плоскости утолщенной задней части основания стойки соединены между собой корректирующим винтом 49 малого зеркала, имеющим аналогичное устройство с таковым же винтом большого зеркала. Корректирующий винт 49 малого зеркала своим заплечиком зажат между верхней плоскостью основания стойки и накладкой 50, двумя винтиками скрепленной с этой плоскостью. Выступающая из накладки головка корректирующего винта также имеет вид прямой призмы.

Специальным ключом, надеваемым на эту головку, можно ввинчивать или вывинчивать нижний конец корректирующего винта из нижней плоскости стойки и тем самым сближать между собой или удалять друг от друга обе плоскости, вследствие чего будет меняться и угол наклона стойки, а следовательно, и положение малого

зеркала относительно плоскости лимба. Таким образом, корректирующий винт позволяет малое зеркало устанавливать перпендикулярно к плоскости рамы.

Малое зеркало 44, размером $22 \times 18 \times 4$ мм, ставится своей длинной стороной на головки двух винтиков, ввинченных в основание стойки у ее стенки. Чехол 42 малого зеркала, имеющий с одной своей короткой передней кромки одну, а с другой — две выступающих лапки, надевается на малое зеркало сверху. Посредством небольшого винтика, проходящего сквозь конический выступ в спинке чехла, малое зеркало лапками чехла плотно прижимается к трем маленьким медным подушечкам, выступающим на передней стенке стойки, и прочно сидит на своем месте. Когда малое зеркало на месте, верхний край его на 2,5 мм выступает над верхним срезом стойки и чехла.

Передняя часть стойки крепительным винтом 43 с большой плоской насеченной головкой, проходящим с нижней стороны рамы, крепится к последней. Благодаря широкому овальному отверстию в теле рамы, сквозь которое этот винт проходит, он не мешает повороту стойки в плоскости рамы посредством поворотного винта.

Подвижная стойка астрономической трубы 25 (рис. 130) сидит на бронзовой опорной лапке 28, наглухо прикрепленной к площадке на правом радиусе рамы секстана. Опорная лапка имеет вид угольника, одна сторона которого, длинная, представляет собой медную планку, размером $47 \times 20 \times 4$ мм, со срезанными углами, а другая, короткая, — планку в виде неравнобокой трапеции, большая сторона которой 32 мм, а меньшая 16 мм при высоте трапеции в 26 мм. Опорная лапка приставляется своей короткой стороной к нижней части выступающей площадки рамы и крепится к раме двумя винтами СС, пропущенными с наружной стороны площадки.

Подвижная стойка астрономической трубы 25 представляет собой пластину, размером $80 \times 35 \times 4$ мм, с выступающими под прямым углом к плоскости стойки на 5 мм краями, между которыми и входит опорная лапка стойки. Подвижная стойка крепится к опорной лапке стопорным винтом 27 с широкой насеченной головкой. Винт этот проходит сквозь соответствующий вырез в подвижной стойке, благодаря чему ее можно перемещать на опорной лапке, приближая или удаляя астрономическую трубу от плоскости рамы секстана.

Подвижная стойка оканчивается кольцом, диаметром 35 мм, в которое с наружной стороны вставляется втулка 26 подвижной стойки с внутренней нарезкой для ввинчивания в нее астрономической трубы. На заплечике этой втулки имеются два винтика, расположенные на противоположных концах одного и того же диаметра, которыми втулка крепится к кольцу подвижной стойки. На внутренней стороне заплечика втулки имеются два маленьких шипа, расположенные на концах диаметра, перпендикулярного к диаметру, по которому расположены крепительные винтики втулки. Эти шипы входят в соответствующие выемки в наружной стенке кольца подвижной стойки, и благодаря этим шипам, между верхней пло-

скостью кольца подвижной стойки и нижней плоскостью запялка втулки образуется промежуток в 0,5 мм, позволяющий регулировать наклон оптической оси трубы к плоскости рамы. Именно, ввинчивая один из винтиков втулки и вывинчивая другой, мы заставляем втулку поворачиваться на шипах и менять свой наклон относительно плоскости подвижной стойки, т. е. изменять наклон оптической оси трубы, ввинченной во втулку, к плоскости рамы секстана.

Выступающий из кольца подвижной стойки край втулки астрономической трубы опирается на цилиндрический выступ, который расположен на внутреннем срезе большей стороны опорной лапки стойки трубы.

Такое устройство стойки трубы позволяет: 1) изменять по желанию расстояние оптической оси трубы от плоскости лимба для регулировки яркости получаемых изображений предметов и 2) изменять угол между оптической осью трубы и плоскостью лимба для приведения оси трубы в параллельное плоскости лимба положение.

При производстве наблюдений солнца для ослабления яркости солнечных лучей перед большим зеркалом ставят одно или несколько цветных стекол 55 различной густоты в зависимости от яркости солнца. Всего имеется четыре цветных стекла круглой формы, диаметром в 24 мм и толщиной в 2 мм, вставленных в круглую медную оправу. В выступах, имеющихся на оправе цветных стекол, высверлены круглые отверстия, сквозь которые проходит цилиндрическая ось 61 с винтовой нарезкой на конце. Всего таких осей — две, и на каждой насажено по два цветных стекла с шайбами-прокладками между оправой цветных стекол.

Обе оси 61, с цветными стеклами на них, ввинчены с двух противоположных сторон в верхнюю часть стойки 51 цветных стекол большого зеркала, укрепленной на левом радиусе рамы секстана перед большим зеркалом, между этим последним и малым зеркалом. Эта стойка представляет собой цилиндрическую колонку, высотой в 15 мм; нижний цилиндрический конец которой проходит через соответствующее круглое отверстие в теле рамы и снизу крепится к ней винтом. В имеющиеся наверху стойки выступы и ввинчиваются оси 61 с цветными стеклами: одна пара стекол со стороны большого зеркала, другая — со стороны малого.

Для откидывания стекол на их оправе имеются маленькие шпечки, на которые нужно нажать пальцем, чтобы откинуть цветное стекло. На противоположном от стекла конце выступа оправы цветных стекол имеется небольшой зубец, упирающийся при откинутом стекле в упорный штифт, ввинченный в стойку перпендикулярно к плоскости ее верхней части.

Чтобы вся стойка вместе со стеклами произвольно не поворачивалась на своей оси, в раме секстана имеется маленький стопорный винтик, проходящий сверху сквозь раму и упирающийся своим концом в неглубокую канавку, выточенную на полуокружности оси стойки. Это дает возможность, отдав стопорный винтик, поворачивать стойку с цветными стеклами ровно на 180°.

Стойку с цветными стеклами большого зеркала нужно повернуть вокруг своей оси так, чтобы плоскости цветных стекол были перпендикулярны к прямой, соединяющей центры вращения обоих зеркал, и в этом положении закрепить ее зажимом стопорного винтика.

Цветных стекол зрительной трубы 54 всего* три. Они помещаются позади малого зеркала и употребляются в том случае, когда необходимо ослабить яркость прямовидимого предмета, например, при определении погрешности индекса по солнцу, при измерении высоты солнца над ослепительно сверкающим морским горизонтом, что часто бывает в тропиках, при наблюдениях в искусственный горизонт и т. п. Размер и качество этих стекол и устройство их оправ то же, что и у цветных стекол большого зеркала.

Стойка 53 цветных стекол зрительной трубы имеет несколько иное устройство. Эта стойка цилиндрическая, высотой в 35 мм, в нижней своей части имеет заплечик, которым она упирается в раму. С нижней стороны рамы на выступающий конец стойки надевается шайба, и стойка крепится к раме винтом, ввинченным снизу рамы в тело стойки. Верхняя же часть стойки цветных стекол зрительной трубы оканчивается небольшой вилкой, сквозь лапки которой проходит цилиндрическая ось 62 с насаженными на нее оправами 54 трех цветных стекол. Оправы разделены друг от друга и от лапок стойки четырьмя медными шайбами-прокладками 57.

Стойка цветных стекол зрительной трубы 53 устанавливается так, чтобы плоскость цветных стекол была перпендикулярна к оптической оси зрительной трубы. В этом положении стойка крепится таким же маленьким стопорным винтиком, как и стойка цветных стекол большого зеркала. Конец стопорного винтика упирается в неглубокую канавку, выточенную на полуокружности цилиндрической оси стойки, что позволяет поворачивать стойку с цветными стеклами точно на 180°. Концы выступов оправ 54 цветных стекол зрительной трубы имеют параболическую форму, так что при поворачивании оправы последняя упирается тем или другим боком своего выступа на среднюю часть вилки стойки.

С нижней стороны рамы секстана в расстоянии 24 мм от нижней плоскости рамы на двух колонках укреплена деревянная ручка *d* (рис. 130), за которую держат секстан во время наблюдений. Передняя колонка имеет бронзовую насадку, в которую входит верхняя, более тонкая, цилиндрическая часть ручки и укрепляется в ней бронзовой же чекой. Задняя колонка оканчивается винтом, который проходит сквозь тело ручки. Гайка, навинченная на конец задней колонки, плотно прижимает ручку к широкому заплечнику у конца задней колонки перед началом винтовой нарезки.

С нижней же стороны рамы находятся и три ножки высотой в 48 мм, на которые опирается секстан, когда он лежит на столе или в футляре. Две передних ножки ввинчены в тело рамы в местах соединения крайних радиусов рамы с дугой сектора. Эти ножки сплошные, конической формы. Задняя ножка, находящаяся в центре

секстана, служит в то же время, как мы уже видели выше, втулкой для оси вращения алидады и предохраняет эту ось от толчков и ударов.

§ 85. Зрительные трубы навигационного секстана ЗМИ

Навигационный секстан Завода мореходных инструментов снабжен двумя трубами: 1) зрительной астрономической трубой и 2) трубой Флерье.

Зрительная астрономическая труба служит для производства дневных астрономических наблюдений и для измерения углов между земными предметами и имеет два различных окуляра, с которыми труба дает увеличение в 6 и 10 раз соответственно.

Трубой Флерье пользуются при ночных наблюдениях. Она отличается меньшим увеличением и большим полем зрения.

Результаты расчетов оптики зрительных труб навигационного секстана, произведенных Оптической мастерской Государственного оптического института в 1927 г., приведены в табл. 10.

Таблица 10

Оптические данные труб навигационного секстана

Наименование	Труба астрономическая		Труба Флерье
	I окуляр	II окуляр	
Увеличение трубы	6,1	9,7	4,4
Поле зрения	4,3°	4,4°	10°
Действующее отверстие объектива . .	16,0 мм	16,0 мм	40,0 мм
То же коллектива окуляра	15,0 "	15,0 "	28,0 "
То же глазной линзы окуляра	9,8 "	9,2 "	16,0 "
Диаметр выходного зрачка	2,6 "	1,6 "	10,0 "
То же диафрагмы поля зрения	14,4 "	14,6 "	27,0 "
Расстояние выходного зрачка от последней поверхности окуляра . . .	16,5 "	10,1 "	10,0 "
Расстояние диафрагмы поля зрения от первой поверхности окуляра	7,9 "	4,9 "	3,1 "
Фокусное расстояние объектива	190,6 "	190,6 "	170,6 "
То же окуляра	31,1 "	19,6 "	42,5 "
Расстояние между объективом и окуляром	195,0 "	192,1 "	157,7 "

Корпус 74 астрономической трубы (рис. 134) представляет собой латунную трубку, наружный диаметр которой 21 мм, внутренний — 19 мм и длина 185 мм. На расстоянии 67 мм от объектива на корпусе трубы надета цилиндрическая втулка А, высотой в 13 мм, с наружной нарезкой и скошенным заплечиком, скрепленная с корпусом трубы пайкой на олове. Посредством этой нарезки труба ввинчивается в соответствующую внутреннюю нарезку втулки подвижной стойки астрономической трубы. Чтобы при ввинчивании

трубы во втулку, не сбить нарезок, надо взять секстан в левую руку так, чтобы плоскость рамы секстана была вертикальна, а плоскость втулки — горизонтальна, и ввинчивать трубу, держа ее в правой руке в вертикальном положении.

В один из концов корпуса трубы ввинчен в цилиндрической оправе 77 объектив трубы 87, состоящий из двух склеенных вместе чечевиц: наружной двояковыпуклой, из кронгласа, и внутренней — вогнутовыпуклой, из флинтгласа. Толщина обеих сложенных вместе линз объектива 5 мм при диаметре линз в 18 мм. Вставленный в оправу объектив удерживается в оправе на месте посредством зажимного кольца. Этот двухлинзовый объектив дает действительное, уменьшенное и обратное изображение отдаленного предмета, которое и рассматривается окуляром.

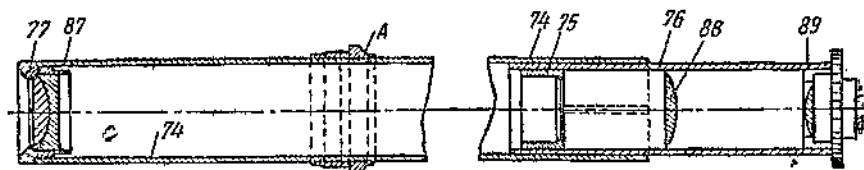


Рис. 134.

С другого конца в корпус трубы вставляется окулярное колено 76 астрономической трубы, представляющее собой также латунную трубку, длиной в 68 мм, с наружным диаметром в 19 мм и внутренним 17 мм. Благодаря имеющимся в корпусе трубы у ее окулярного конца трем равноотстоящим продольным вырезам окулярное колено плотно входит в корпус трубы и держится в нем трением, не меняя произвольно своей установки.

В окулярном колене помещается окуляр Рамсдена (положительный) и диафрагма 75 с натянутыми на ней двумя парами взаимно перпендикулярных нитей. Как сказано выше, у астрономической трубы имеются два окуляра.

Окуляр I состоит из двух плосковыпуклых чечевиц, расположенных в расстоянии 27,9 мм одна от другой, обращенных своими выпуклыми поверхностями друг к другу. Диаметр передней линзы 88 окуляра 17,4 мм и толщина ее 2,5 мм. У глазной линзы 89 указанные размеры — 9,8 мм и 2,0 мм соответственно.

Окуляр II состоит из подобных же чечевиц, расположенных на расстоянии 15,8 мм друг от друга. Размеры чечевиц этого окуляра следующие: передняя линза имеет диаметр 15,0 мм и толщину 3,0 мм, а глазная — 9,2 мм и 2,0 мм.

Как видно из таблицы оптических данных, увеличение трубы с окуляром I около шести, а с окуляром II — около десяти раз. Поле же зрения трубы с обоими окулярами примерно одно и то же: $4^{\circ},3$ и $4^{\circ},4$.

На расстоянии 7,9 мм от первой поверхности окуляра I и на расстоянии 4,9 мм от таковой же поверхности окуляра II в окулярных коленах трубы помещена диафрагма 75 поля зрения. Она

представляет собою медную пустотелую трубку длиной в 9 мм, с наружным диаметром 17 мм, вставленную в окулярное колено трубы. С одной стороны диафрагмы имеется круглое плоское сплошное кольцо, внутренним диаметром которого, 12,0 мм, и определяется диаметр сечения пучка лучей, попадающих в окуляр. Диафрагма при вставленном в трубу окуляре располагается в фокальной плоскости объектива. На кольце диафрагмы припаяны две пары параллельных между собой нитей. Так как одна пара нитей перпендикулярна к другой паре, то в поле зрения трубы из этих нитей образуется квадрат. При наблюдениях с секстаном необходимо изображение прямовидимого и дважды отраженного предметов сводить в середине этого квадрата, чтобы не иметь дела с искаженными изображениями предметов на краях объектива и не вносить ошибок в отсчеты вследствие непараллельности визирной линии плоскости лимба.

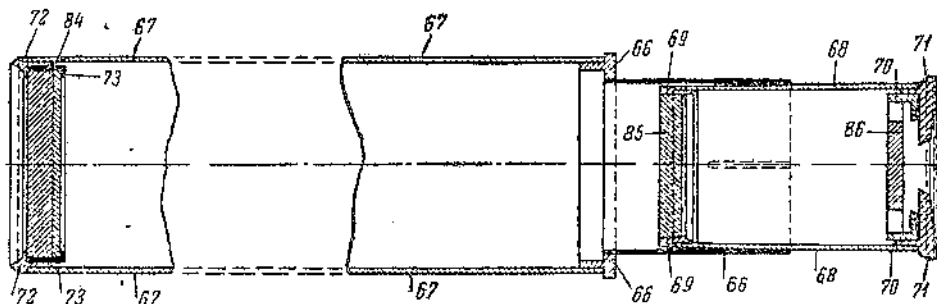


Рис. 135.

Оптическая ось трубы, т. е. прямая, соединяющая оптический центр объектива с центром сетки нитей, должна быть параллельна плоскости рамы секстана, т. е. плоскости лимба, в чем убеждаются при выверке секстана, как, объяснено ниже в § 98.

Труба Флерье (рис. 135), служащая для ночных наблюдений, состоит из корпуса 67 и окулярного колена 68.¹ Корпус трубы Флерье представляет собой латунную трубку, длиной 170 мм, с наружным диаметром 47 мм и внутренним 45 мм.

С одного конца корпуса трубы в него ввинчена цилиндрическая оправа 72 со вставленным в нее объективом 84. Объектив удерживается в оправе посредством зажимного кольца 73. Объектив трубы Флерье представляет собой систему двух склеенных вместе линз: двояковыпуклой и вогнутовыпуклой. Диаметр объектива 42,0 мм и общая толщина обеих линз 11,8 мм.

С другого конца в корпус трубы ввинчена втулка 66 окулярного колена трубы. Окулярное колено 68 представляет собой латунную трубку длиной 47,5 мм с наружным диаметром 36 мм и внутренним — 34 мм. Благодаря сделанным на внешнем конце втулки окулярного колена трем равноотстоящим продольным разрезам, окулярное колено трубы плотно сидит во втулке и держится

¹ На рис. 135 оптика показана схематически.

в ней на тренин, свободно перемещаясь, но не меняя произвольно своей установки.

В окулярном колене трубы Флерье помещается окуляр Гюйгенса (отрицательный), состоящий из двух плосковыпуклых линз 85 и 86, обращенных своими выпуклыми поверхностями в сторону объектива трубы. Передняя линза 85 окуляра, вставленная в оправу 69, имеет диаметр в 30 мм и толщину в 5 мм. Глазная линза 86 в оправе 70 имеет диаметр 19 мм и толщину 3 мм. На наружный конец окулярного колена трубы Флерье навинчена широкая окулярная головка 71 из латунного прутка диаметром 40 мм.

Действительное и обратное изображение, даваемое объективом трубы Флерье, в окуляре трубы представляется мнимым, увеличенным и также обратным изображением.

Для установки трубы Флерье на секстане к корпусу трубы пятью винтами привинчена широкая цилиндрическая планка размером 48×36 мм с такого же образца и размера подвижной стойкой, как у астрономической трубы, только без верхней втулки. Сняв подвижную стойку астрономической трубы со своего места, насаживают трубу Флерье ее подвижной стойкой на опорную лапку 28 (рис. 130) стойки астрономической трубы и закрепляют трубу в нужном удалении от плоскости рамы секстана посредством того же стопорного винта 27, которым крепится подвижная стойка астрономической трубы.

Вследствие больших размеров трубы Флерье вес ее достигает 490 г, т. е. почти в 3 раза больше веса астрономической трубы с окуляром.¹ Труба Флерье, благодаря своему большому полю зрения в 10° и большой светосиле, имеет при ночных наблюдениях большое преимущество перед зрительной астрономической трубой.

Вес секстана с астрономической трубой 1,80 кг.

К 1939 г. в конструкцию навигационного секстана внесены значительные изменения согласно пожеланиям практиков:

1) Малое зеркало значительно увеличено по своим размерам, что облегчило наблюдение за «отраженным» солнцем.

2) У малого зеркала поставлен щит, защищающий глаз наблюдателя при малых высотах солнца.

3) Светофильтры между зеркалами установлены теперь на неподвижной стойке и не нужно следить за правильным разворотом стойки.

4) В конце лимба установлен стопор, предохраняющий алидаду от проскакивания к малому зеркалу и от потери вкладыша.

Наконец, выпущен секстан с микрометром (барabanом) вместо верньера и с аккумуляторным освещением.

§ 86. Принадлежности навигационного секстана ЗМИ

Как сам секстан, так и все его принадлежности хранятся в дубовом квадратном, плоском футляре размером $288 \times 288 \times 133$ мм,

¹ Вес трубы Флерье показан вместе с ее подвижной стойкой, которая наглухо скреплена с корпусом трубы. Астрономическая труба с окуляром, но без подвижной стойки весом всего 160 г.

крышка которого открывается¹ на петлях. Футляр закрывается на замок и два откидных крючка и имеет медную поворотную ручку, за которую и нужно держать футляр при переноске секстана.

Внутри футляра на дне его привинчены три деревянные планочки с круглыми отверстиями, куда входят ножки секстана, лежащего в футляре. Кроме секстана на дне футляра на специальных деревянных стеллажах, оклеенных черным сукном, лежат астрономическая труба и труба Флерье, удерживаемые на своих местах поворотными деревянными же планками. Для упора труб имеются специальные деревянные оклеенные черным сукном планки, так что трубы секстана плотно лежат на своих местах и не могут сдвигаться со своего места при переноске секстана.

У задней стороны дна футляра укреплена небольшая стальная отвертка с деревянной ручкой на случай разборки секстана или поджатия ослабевших винтов.

По левому борту футляра в специальных гнездах лежат второй окуляр астрономической трубы, ключ для поворота корректирующих винтов зеркал и поворотного винта малого зеркала, два диоптра и два темных различной густоты окулярных стеклышка в круглой оправе, которые при определении погрешности индекса по солнцу можно навинтить на окулярные головки окуляров астрономической трубы вместо того, чтобы ставить перед зеркалами цветные стекла.

Диоптры представляют собой небольшие бронзовые угольники, большая сторона которых 25 мм, а меньшая 14 мм, при ширине угольника 15 мм и толщине 2 мм. Диоптры устанавливаются на лимбе секстана при проверке параллельности оптической оси трубы плоскости лимба (см. ниже § 98). Оба диоптра имеют строго одинаковые размеры.

На верхней крышке футляра укреплена поворотной деревянной планкой небольшая мягкая беличья кисточка, которой пользуются при очистке лимба или зеркал от осевшей на них пыли.

Чтобы сам секстан и вышеперечисленные его принадлежности, расположенные на левой стороне футляра, не выпали со своих мест при переноске секстана и не болтались в футляре, на внутренней стороне крышки имеются соответствующие деревянные планки, оклеенные черным сукном, которые при закрытой крышке плотно прилегают к соответствующим принадлежностям секстана и удерживают их на своих местах.

Общий вес навигационного секстана с футляром и всеми принадлежностями достигает 4,89 кг.

§ 87. Промерный секстан

Для производства промерных работ Заводом мореходных инструментов изготавливается упрощенный тип промерного секстана, менее точного, чем секстан навигационный.

Промерный секстан (рис. 136) лежит в деревянном футляре размерами $29 \times 29 \times 16$ см. Три алюминиевые стойки, проходящие сквозь поворотные деревянные планочки, ввинчиваются в соответ-

на ку, ствующие гайки на дне футляра и плотно укрепляют секстан в футляре.

Секстан лежит зеркалами вниз на трех ножках, высотой 75 мм, входящих в специальные гнезда на дне футляра. Алюминиевая рама промерного секстана такой же конструкции, как и у навигационного секстана, в лимб врезана серебряная пластинка с делениями через 30', разбитая от 355 до 160°. Верньер ординарный

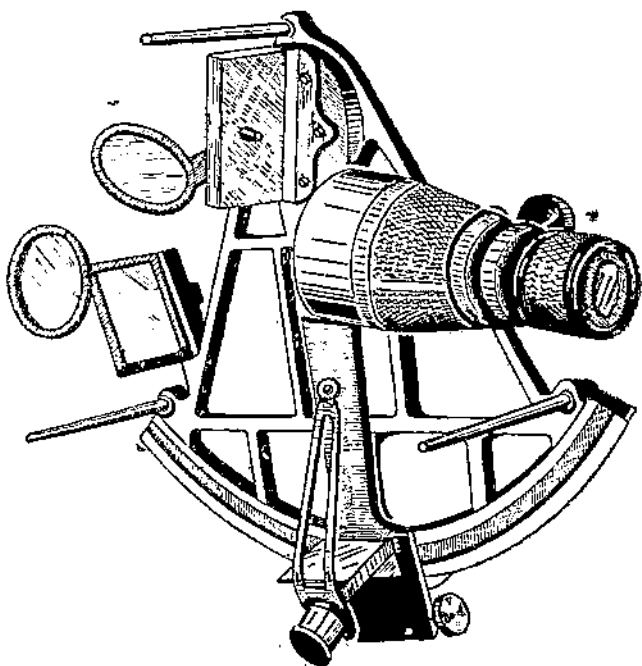


Рис. 136.

разделен через 1' с оцифровкой каждого пятка, так что измеряемый угол отсчитывается с точностью до 1', а на-глаз можно оценить величину измеренного угла с точностью до 0',5.

Чехол большого зеркала, размерами 60×37 мм, тремя винтами наглухо прикреплен к кругу алидады. Корректирующий винт проходит сквозь небольшую металлическую дугу, прикрепленную к спинке чехла, и служит для исправления неперпендикулярности большого зеркала к плоскости лимба.

Малое зеркало, величиной 48×36 мм, имеет два винта, один корректирующий для установки его перпендикулярно к плоскости лимба, а другой поворотный — для изменения угла между плоскостью малого зеркала и оптической осью трубы, т. е. для уменьшения погрешности индекса. Оба эти винта, и корректирующий и поворотный, проходят сквозь отверстия на концах небольших металлических дуг, которые другим концом привинчены тут же к спинке чехла малого зеркала. Действуя этими винтами, можно и

установить малое зеркало перпендикулярно к плоскости лимба и наклонить к оптической оси трубы под требуемым углом.

Норма для эксцентриситета промерного секстана 3'.

Труба промерного секстана земная галлилеева, типа одной из труб морского бинокля, с увеличением около трех. Подвижная стойка трубы наглухо скреплена с корпусом трубы и может приближать или удалять трубу от плоскости лимба посредством винта с круглой головкой и пружины. Вращая винт в одну сторону, мы приближаем трубу и сжимаем пружину; при вращении винта в обратную сторону действием пружины удаляем трубу от плоскости лимба (рис. 166).

По нижней кромке дуги лимба насечена зубчатка, с которой сцепляется червяк тангенциального винта. Вращая головку этого винта, можно микрометрически передвигать алидаду вдоль дуги лимба. Если желательно передвинуть алидаду свободно, нужно, упираясь средним пальцем в специальный упор на левой кромке алидады, большим пальцем нажать на головку специального стержня. Стержень выдвинется из прямоугольного упора, сожмет наружную пружинку стержня между его головкой и упором и своим концом надавит на конец рычага, сидящего на тангенциальном винте. Рычаг повернется и разобьет червяк тангенциального винта от зубчатки. Тангенциальный винт, отходя от зубчатки, утопит стерженек, который, входя внутрь прямоугольного упора, сожмет находящуюся в нем небольшую пружинку. Алидаду можно свободно передвинуть вправо или влево в желаемое положение.

Когда мы перестанем нажимать на головку стержня, то под действием наружной пружины стержень отойдет назад, конец его не будет больше отводить рычаг и под действием внутренней пружинки стерженек прямоугольного упора прижмет червяк тангенциального винта к зубчатке и опять соединит их.

Как показала практика, подобное устройство тангенциального винта оказалось несколько сложным. Когда на него попадает соль от морской воды, все устройство начинает заедать и плохо работать.

При слишком ярком освещении предметов, между которыми измеряется угол, можно ослабить их яркость, накинув темные стекла перед большим и малым зеркалами. У каждого зеркала имеется по одному темному стеклу. Темные стекла круглые, диаметром 44 мм, в металлической оправе.

Вес промерного секстана с зрительной трубой всего 1,6 кг.

§ 88. Особенности конструкции иностранных секстанов

Разнообразные образцы секстанов, изготавливаемых различными иностранными фирмами, имея устройство, в общем аналогичное с устройством описанного навигационного секстана Завода мореходных инструментов, иногда отличаются от последнего конструкцией отдельных своих деталей. Так как секстаны иностранного изготовления еще можно встретить на отдельных кораблях ВМФ и, кроме того, конструктивные особенности некоторых зарубежных

секстанов заслуживают внимания, то в последующих параграфах приводится краткое описание их особенностей в том же порядке, в каком были описаны детали устройства нашего секстана.

§ 89. Рамы секстанов

Рамы секстанов всегда представляют собой сектор круга, радиус которого может достигать величины 150—200 мм (6—8 дюймов).

Так как во время наблюдений секстан приходится держать на весу, в руке, то, чтобы рука быстро не уставала, инструмент должен быть по возможности более легким. Однако, во избежание вредных натяжений и гнущия его частей при различных положениях, секстан должен обладать достаточною прочностью и жесткостью своей конструкции.

Материал, наилучшим образом удовлетворяющий обоим поставленным условиям, конечно, металл, а именно — медные сплавы желтой или красной меди с оловом. Металл не должен быть слишком легким или хрупким, чтобы легко не гнуться и не ломаться, поэтому рама секстана и все отдельные его части и выделяются обычно из медных сплавов, обладающих большей прочностью, чем чистая медь. Иногда встречаются секстаны из нового серебра.

Секстаны из алюминия больше не изготовляют, так как алюминий весьма подвержен вредному действию соленого морского воздуха и гораздо чувствительнее к ударам и толчкам. Кроме того, секстан из алюминия обходится значительно дороже обыкновенного и весьма быстро приходит в негодность.

Поэтому, несмотря на преимущество в весе, который для алюминиевого секстана на 20% меньше, от изготовления секстанов из алюминия в настоящее время почти совершенно отказались.

Жесткость и прочность рамы секстана достигается специальной конструкцией внешних радиусов и дуги, а также наличием добавочных креплений, в нескольких точках, связывающих радиусы и дугу между собою.

Дуга сектора и внешние радиусы имеют в сечении обычно вид буквы Г или Т, добавочные же крепления по большей части или Т-образной формы или в форме прямоугольника, большая сторона которого расположена перпендикулярно к плоскости лимба.

Для придания наибольшей крепости и жесткости раме секстана при том же весе различные фирмы различным образом располагают в раме секстана добавочные крепления, делая их прямолинейными или криволинейными и образуя из них разнообразные геометрические фигуры. В зависимости от вида креплений рамы секстанам приписывают различные наименования. Так, встречаются:

1. Прямолинейные крепления (хордовые или радиальные) столбовидные («pillar», рис. 137), звездочкой («star», рис. 138), «алмазная грань» («diamond», рис. 139).

2. Крепления в виде кругов — одного или нескольких: в виде одного круга («circle», рис. 140), двух кругов («two-circle», рис. 141) или трех кругов («three circle», рис. 142).

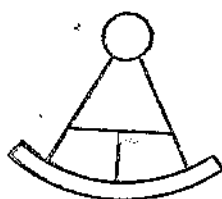


Рис. 137.

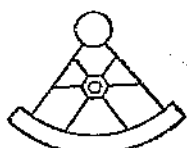


Рис. 138.

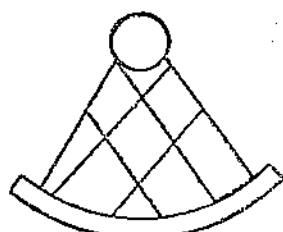


Рис. 139.

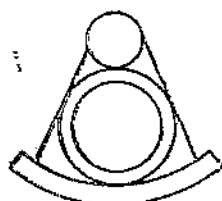


Рис. 140.

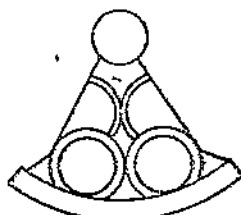


Рис. 141.

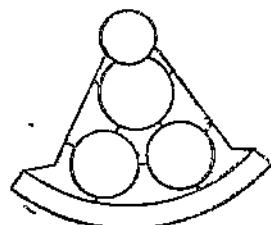


Рис. 142.

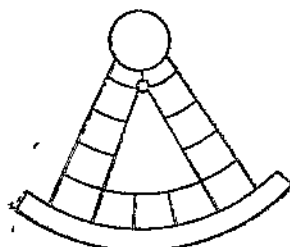


Рис. 143.

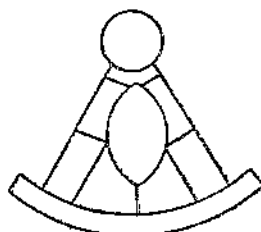


Рис. 144.

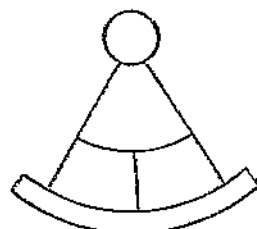


Рис. 145.

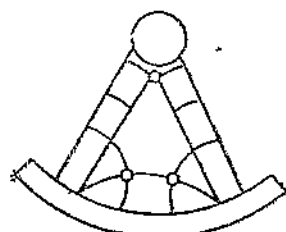


Рис. 146.

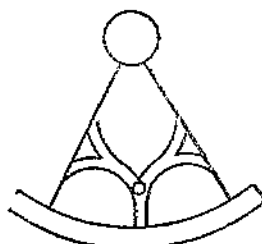


Рис. 147.

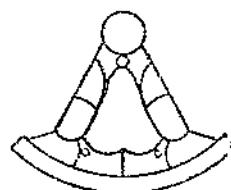


Рис. 148.

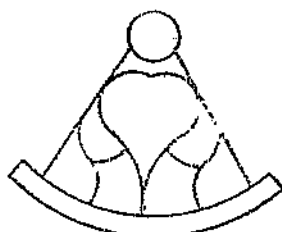


Рис. 149.

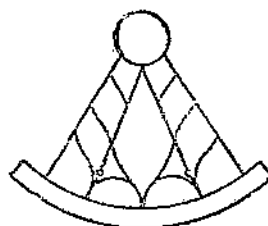


Рис. 150.

3. Комбинации прямолинейных и круговых креплений: треугольник («triangle» или «с переплетами», рис. 143), овал («oval», рис. 144), «Доллонд» («Dollond», рис. 145), готический («gothic», рис. 146).

4. Сложные кривые: «тюльпан» («tulip», рис. 147), «колокол» («bell», рис. 148), «сердцевидный» («heart», рис. 149), «элегантный» («elegant», рис. 150), и др.

В некоторых образцах заграничных секстансов для увеличения жесткости рамы последняя делается двойной (double frame). Исследования большого количества секстансов, произведенные на Гамбургской морской обсерватории,¹ показали, что в громадном большинстве случаев указанные конструкции рам секстансов вполне обеспечивают их прочность и жесткость, так что возможные незначительные гнуптия рам не имеют никакого практического значения.

Для того чтобы получить деления лимба более тонкими и отчетливыми, их наносят не прямо на медной дуге, а на отдельной врезанной в раму пластинке из серебра или, реже, из других металлов — золота, платины, никеля или палладия. Последние металлы хотя и меньше окисляются, чем серебро, и вследствие своей большой твердости меньше изнашиваются, но обходятся дороже вследствие более трудной их обработки.

Для лимба надо подобрать такой металл, коэффициент расширения которого как можно больше подходил бы к коэффициенту расширения металла самой рамы, чтобы при значительных изменениях температуры не появилось вредных напряжений, могущих отразиться на точности измерений. Как видно из приводимой здесь таблицы коэффициентов расширения некоторых металлов, наилучшую комбинацию дают бронза и нейзильбер или латунь и серебро. Золото с бронзой — хуже, а платина — почти в два раза хуже серебра или нейзильбера (табл. 11).

Таблица 11

Материал	Коэффициент линейного расширения	Материал	Коэффициент линейного расширения	Материал	Коэффициент линейного расширения
Медь . . .	0,000017	Платина . .	0,000009	Нейзильбер	0,000018
Латунь . .	0,000019	Серебро . .	0,000019	Никель . .	0,000013
Бронза . .	0,000018	Золото . .	0,000015	Алюминий .	0,000023

В некоторых дорогих секстансах лимб делается из платины, а верньер из золота, но в громадном большинстве случаев и лимб и верньер делаются из серебра.

¹ Dr Messerschmidt, Ergebnisse von Sextantenprüfungen an der Deutschen Seewarte—в записках «Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte», XXV Jahrgang 1902.

Лимб секстанов делится обычно через 10', реже через 15', а верньер через 10" или через $12'' = 0',2$, что очень удобно.

Ручка секстана прикрепляется к раме в двух, трех или даже в четырех точках (рис. 151), причем в последнее время ручка секстана часто используется для помещения на ней или секундомера для отметки момента измерения высоты светила, или сухого элемента для питания электрическим током маленькой лампочки, освещающей ночью при производстве отсчетов верньер и часть лимба.

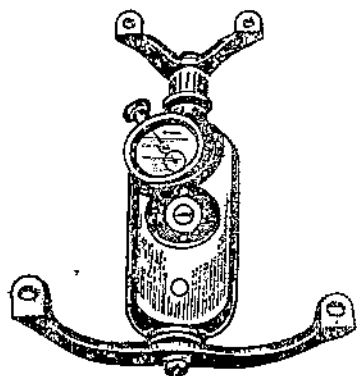


Рис. 151.

§ 90. Стопорное приспособление алидады

Помимо описанного устройства стопорного приспособления нашего секстана, где, как мы видели, стопорный винт расположен своей осью вдоль радиуса секстана, существуют еще три вида стопорных приспособлений: 1) с осью стопорного винта, расположенной перпендикулярно к плоскости рамы, 2) со стопорными планками и 3) стопорные приспособления при тангенциальном микрометрическом винте.

При расположении стопорного винта перпендикулярно к плоскости рамы секстана стопорное приспособление может не иметь пружины алидады или же быть снабжено этой пружиной.

Типичным устройством первого рода является стопорное приспособление известной французской фирмы «Гюрлиман» («A. Hugi-man»). Здесь (рис. 152) стопорный винт *A* проходит сквозь гладкое отверстие планки *a*, расположенной с нижней стороны дуги лимба *M*, и упирается в эту планку своим заплечиком. На конце стопорного винта имеется винтовая нарезка, посредством которой стопорный винт ввинчивается в планку *в*, лежащую внутренней поверхностью своего края на верхней стороне дуги лимба. Таким образом, зажимая стопорный винт *A*, мы тем самым зажимаем дугу лимба между планками *a* и *в*. В верхней части планки *a* имеется плоская пружина *с*, упирающаяся своими концами в нижнюю поверхность дуги лимба *M*.

Планка *в* соединена с алидадой посредством микрометрического винта *B*. На планке *в* с обоих ее концов имеются два заплечика: верхним, прямоугольным, она лежит на верхней стороне лимба, нижним, скошенным, — на нижнем скошенном срезе вырезанного в алидаде окна. Планка *в* накладывается на окно алидады сверху и укрепляется на ней посредством планочки с пружиной, привинченной двумя винтами к телу планки *в* с нижней ее стороны.

На гладкой части *D* микрометрического винта имеется медный шарик *E*, наглухо скрепленный с микрометрическим винтом. На этот шарик наложена медная же угловая накладка *F*. Своим коротким плечом накладка *F* опирается на левую лапку алидады и винтом *f*, пропущенным сквозь длинное плечо накладки, крепится к телу алидады. С нижней стороны длинного плеча накладки имеется сферическая выемка, которой накладка и ложится на поверхность шарика *E*.

Изогнутая медная шайба, подложенная под головку винта *f* накладки *F*, позволяет регулировать давление накладки *F* на шарик *E* и тем самым регулировать свободу вращения микрометрического винта *B*.

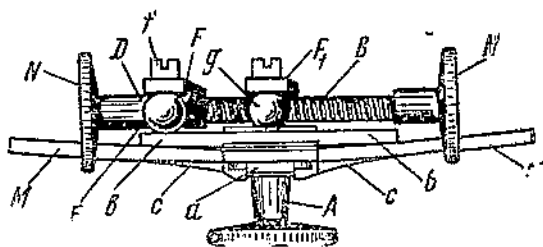


Рис. 152.

Таким образом этим неподвижным шариком *E* и накладкой *F* микрометрический винт *B* соединен с алидадой.

По нарезной части *B* микрометрического винта может перемещаться подвижный шарик *g*, служащий как бы гайкой микрометрического винта *B*. Однако, посредством такой же накладки *F*₁, как и у неподвижного шарика, подвижный шарик *g* соединен с планкой *b*. Это соединение осуществляется посредством небольшого шпильки на подвижном шарике *g*, входящего в круглую дыру, имеющуюся в центре сферической выемки, в которой лежит подвижный шарик на планке *b*.

Вследствие этого при вращении микрометрического винта подвижный шарик *g* не будет вращаться, а будет стоять на месте, удерживаемый неподвижной планкой *b*. Сам же микрометрический винт *B* будет из подвижного шарика вывинчиваться или в него ввинчиваться и своим неподвижным шариком *E* перемещать алидаду вправо или влево вдоль дуги лимба. Для удобства вращения микрометрического винта *B* на обоих концах его имеется большая круглая головка *N* с насечкой по ободу.

Недостатки этого устройства: а) вследствие отсутствия пружины возможен мертвый ход микрометрического винта, б) когда алидада боковыми стенками вырезанного в ней окна упрется в планку *b*, микрометрический винт перестает действовать, нужно отдавать стопорный винт и переводить алидаду рукой в новое положение, что вызывает досадный перерыв в наблюдениях. Во избежание этого при пользовании секстаном с подобным стопорным приспособлением не следует забывать ставить перед наблюдениями подвижный шарик микрометрического винта, а следовательно, и планку *b* на середину вырезанного в алидаде окна.

В настоящее время стопорные приспособления без пружины встречаются редко, преимущественно только в старых секстанах.

Во всех же новейших образцах секстанов стопорные приспособления снабжаются пружиной для исключения мертвого хода микрометрического винта.

Типичным устройством стопорного приспособления с пружиной при расположении оси стопорного винта в направлении, перпендикулярном к плоскости рамы секстана, является устройство, применяемое английской фирмой «Траутон и Симмс» («Troughton and Simms») в Лондоне и другими (рис. 153). С нижней стороны

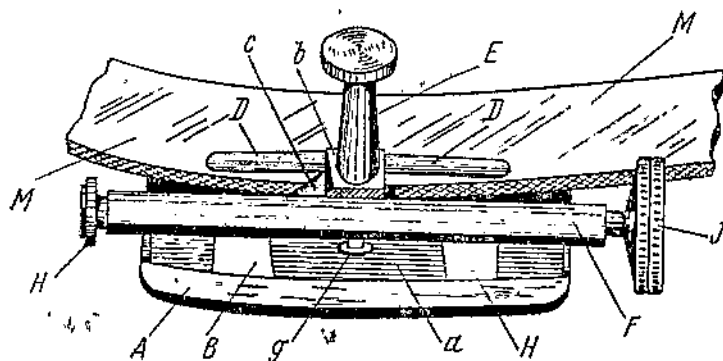


Рис. 153:

площадки алидады *A* сделана широкая концентрическая с дугой лимба канавка *B* со скошенными внутрь и в разные стороны краями. Ширина канавки 19 мм, глубина 1 мм. В эту канавку вставляется планка *a*, имеющая вид трапеции, параллельные стороны которой представляют собою дуги кругов тех же радиусов и с такими же скошенными краями, что и у соответствующих краев канавки. Таким образом, вставленная в канавку на алидаде планка *a* прочно сидит в ней и может свободно перемещаться вправо и влево. Меньшая из параллельных сторон планки *a* на 4 мм заходит на верхнюю сторону дуги лимба.

Посредине планки *a* имеется выступ *c*, в продольный вырез которого вкладывается другая планка *b*, своей верхней частью прилегающая к нижней стороне дуги лимба *M*. Тут же в верхней части планки *b* имеется плоская стальная пружина *D*, упирающаяся своими концами также в нижнюю сторону дуги лимба *M*.

В нижней части планки *b* имеется гладкое круглое отверстие. Стопорный винт *E*, проходя сквозь это отверстие, ввинчивается в нарезку в планке *a* и, упираясь своим заплечиком в планку *b*, зажимает дугу лимба между планками *a* и *b* и тем самым стопорит алидаду.

Микрометрическое перемещение алидады достигается посредством вращения микрометрического винта *J* и пружины алидады,

находящихся внутри цилиндрического кожуха *F*. Два винта, пропущенные с наружной стороны площадки алидады сквозь круглые отверстия в ее теле и ввинченные в призматические выступы на кожухе *F*, прочно прикрепляют последний к нижней стороне площадки алидады *A*. Посредине кожуха с внутренней, обращенной к алидаде стороне его, имеется овальный вырез, длиной в 20 мм, куда входит верхушка квадратного сечения упорной стойки *g*, укрепленной на нижней половине планки *a*. В одну грань этой упорной стойки упирается конец микрометрического винта, в противоположную грань — головка стержня пружины алидады.

Микрометрический винт ввинчивается в нарезку, имеющуюся внутри цилиндрического канала в кожухе *F* с левого его конца. В заплечик стержня пружины алидады упирается конец спиральной цилиндрической пружины, другой конец которой упирается в медную винтовую пробку *H*, ввинченную в правый конец кожуха. Завинчиванием этой пробки *H* можно регулировать силу упругости пружины.

Благодаря такому устройству при вращении микрометрического винта *J* алидада будет медленно отходить от упора *g* планки *a*, неподвижно скрепленной с лимбом при зажатом стопорном винте *E*. С другой стороны, под действием силы упругости пружины алидады, микрометрический винт *J* всегда будет прижат своим концом к упорной стойке *g* и таким образом не будет иметь мертвого хода.

Описанное устройство стопорного приспособления надо признать весьма простым и удобным. Его преимущества: а) надежность действия, б) сохранность пружины и винта, защищенных общим кожухом, в) отсутствие мертвого хода, г) возможность регулировать силу упругости пружины.

Почти в точности такое же устройство стопорного приспособления и у секстанов фирмы «Негретти и Замбра» («Negretti and Zambra») с добавлением коробчатой пружины, помещающейся между телом кожуха микрометрического винта и пружины алидады и нижней стороной лимба. Аналогичное устройство стопорного приспособления и у немецких секстанов фирмы «Плат» («C. Plath») (рис. 154) с той лишь разницей, что здесь винт и пружина не защищены кожухом, а открыты. Вообще у всех секстанов, не имеющих тангенциального винта, такое стопорное приспособление является наиболее распространенным.

Прекращение действия микрометрического винта при упоре края вырезанного в площадке алидады окна в упорную стойку микрометрического винта составляет существенный недостаток всех описанных конструкций стопорного приспособления алидады. Приходится отдавать стопорный винт алидады и переставлять ее рукой в другое положение, т. е. делать перерыв в наблюдениях.

Во избежание такого неудобства в новейших системах микрометрический винт заменен бесконечным тангенциальным винтом,

ось которого расположена по касательной к дуге сектора рамы секстана. По внешнему срезу дуги рамы (рис. 155 и 156), или по специальному выступу на нижней стороне дуги (рис. 157), наре-

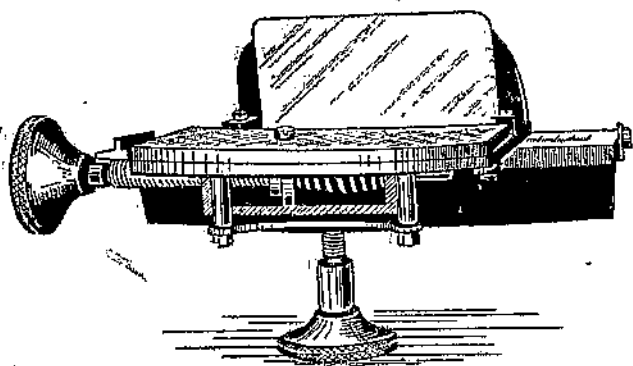


Рис. 154.

заца мелкая зубчатка. Червяк q тангенциального винта всегда сцеплен с зубцами этой зубчатки и удерживается в таком положении пружиной, помещающейся внутри медного цилиндриче-

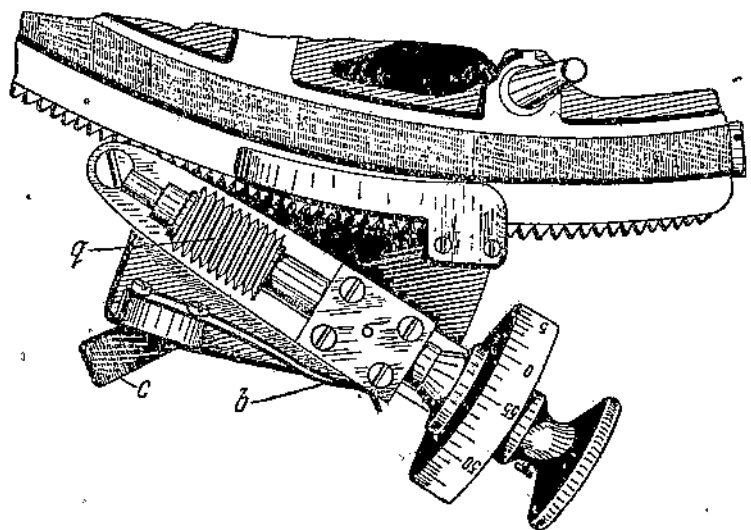


Рис. 155.

ского кожуха a (рис. 157), или пружиной b (рис. 155 и 156), прикрепленной одним своим концом к выступу на нижней стороне площадки алидады. Таким образом алидада всегда застопорена.

Вращением головки микрометрического винта алидада медленно передвигается вдоль дуги лимба. Если нужно быстро переставить алидаду в другое положение, то нажимаем кнопку *b*

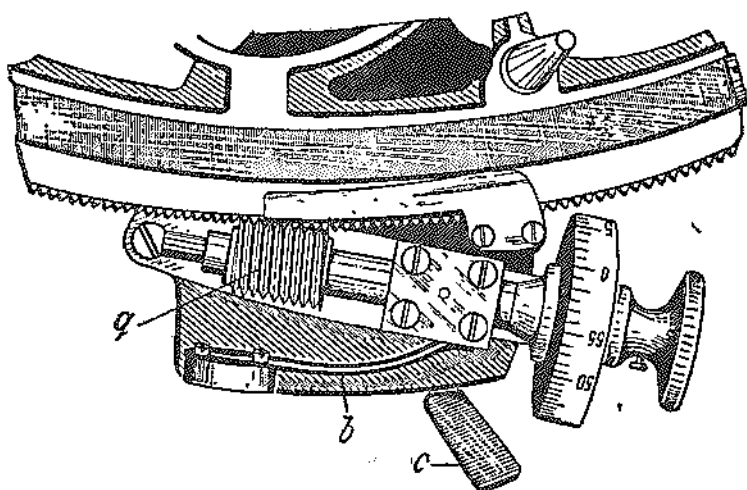


Рис. 156.

(рис. 157) или поворотом рычага *c* (рис. 155 и 156) разобщают червяк тангенциального винта от зубчатки и тогда грубо рукой переводят алидаду в новое положение. Если отпустить кнопки

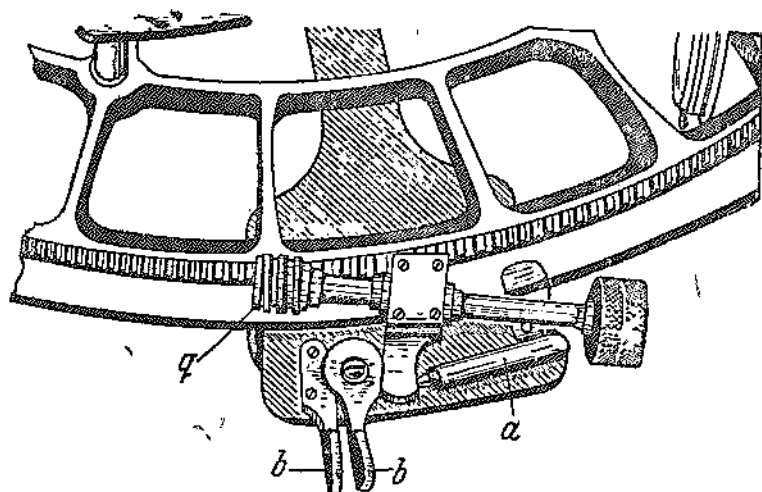


Рис. 157.

или рычаг, то под действием тех же пружин червяк *q* снова соединяется с зубчаткой, алидада стопорится и тангенциальный винт опять готов к действию.

Устройство стопорного приспособления с тангенциальным винтом является последним достижением в конструкции секстана. Недостаток этой системы — наличие зубчатки, зубцы которой со временем постепенно будут стираться, отчего и плавность передвижения алидады бесконечным винтом будет со временем нару-

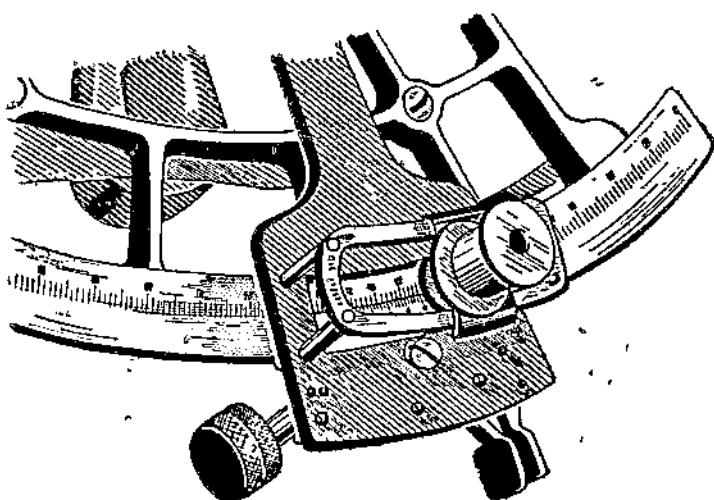


Рис. 158.

шаться. Однако, большое преимущество бесконечного винта составляет все же, по нашему мнению, признать такую конструкцию наилучшей из существующих.

§ 91. Стойки больших и малых зеркал

В некоторых секстанах большое зеркало устанавливается так прочно, что его перпендикулярность к плоскости лимба не нуждается в периодической проверке. Так, в английских секстанах фирмы «Траутон и Симмс» стойка большого зеркала тремя винтами наглухо привинчена к круглой площадке алидады и не имеет корректирующего винта. Большое зеркало стоит прямо на площадке алидады и крепится к стойке таким же чехлом, как и у нашего секстана. Устройство это все же следует признать довольно примитивным.

Стойка малого зеркала стоит на круглом основании, привинченном к площадке на левом радиусе секстана центральным винтом, головка которого расположена с нижней стороны рамы. С верхней стороны рамы имеется один винт, не дающий основанию поворачиваться на центральном винте. Сама стойка сидит на двух вертикальных шпильках в основании стойки и двумя винтами плотно к нему прикрепляется. Сквозь основание стойки, которое имеет треугольную форму, проходит корректирующий винт, расположенный параллельно плоскости лимба. Нажимая на ближай-

шую к раме сторону малого зеркала, этот винт позволяет установить малое зеркало параллельно большому. Чехол надевается на все малое зеркало и привинчивается к запящикам стойки четырьмя винтами. Для прохода световых лучей сквозь прозрачную половину малого зеркала в стойке сделано окно в форме полукруга. Такая установка малого зеркала действительно прочная.

Почти аналогичное устройство (рис. 159) имеют и стойки малых зеркал в секстанах «Стелла» фирмы «Hughes» с той лишь разницей, что здесь, кроме корректирующего винта, имеется еще и поворотный винт.

В секстанах фирмы «Негретти и Замбра» чехол большого зеркала соединен вместе со стойкой. Основание чехла-стойки двумя винтами прикреплено к площадке алидады. Задняя стенка чехла поката кривизну. В нижней части чехла с внутренней стороны имеются два шпеленка, к которым и прижимается своей нижней длинной стороной большое зеркало. В середине верхней части чехла-стойки имеется винтик, нажимом которого можно менять наклон большого зеркала. Головка винта защищена колпаком, что надо признать весьма целесообразным. Большое зеркало держится в чехле-стойке лапками трех планочек, привинченных снаружи к трем сторонам чехла.

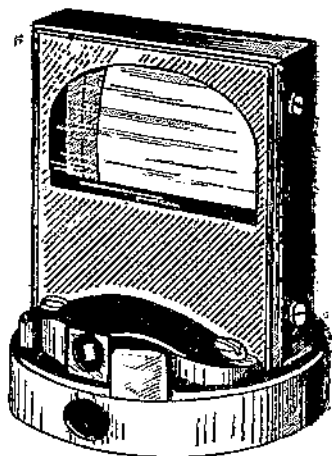


Рис. 159.

У малого зеркала также чехол и стойки зеркала составляют одну часть, двумя винтами привинченную к площадке на левом радиусе секстана. По своим размерам малое зеркало равно большому. У малого зеркала имеется и корректирующий и поворотный винты. В конструкциях этих деталей иностранных секстантов интересны только предохранительные колпачки, защищающие головки корректирующих винтов от ударов и, следовательно, обеспечивающие неизменность установки зеркал.

§ 92. Зрительные трубы и их стойки

Зрительные трубы секстантов разделяются на дневные и ночные. Первые употребляются или для наблюдений солнца или для измерения углов между земными предметами.

Астрономические трубы, служащие для наблюдений солнца, имеют по большей части такое же устройство и внешний вид, как и у нашего секстана (рис. 134).

Увеличение их колеблется в пределах от 6 до 10 раз, а поле зрения порядка 4° .

Дневная труба для измерения углов не астрономическая, т. е. дает прямые изображения предметов, по внешнему виду такая же,

как и астрономическая, только почти в два раза короче. Увеличение ее около 4 раз.

В последнее время в качестве зрительных труб к секстанам стали приспосабливать призматические монокуляры¹ (рис. 160 и 161), дающие, как известно, очень ясные и пластичные изображения предметов.

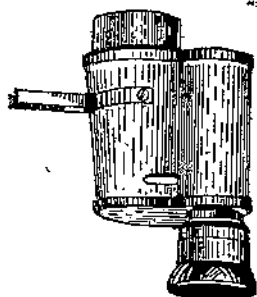


Рис. 160



Рис. 161.



Рис. 162.

Ночные трубы, служащие для звездных наблюдений, обычно (рис. 162) короче дневных, имеют большего размера объектив, увеличение около 4 раз и поле зрения порядка 10° .

Ночная труба системы Флерье (рис. 135), которой снабжается наш секстан, входит и в снабжение французских секстанов б. фирмы «Гюрлиман» («A. Nurliman»). Эта труба отличается своими высокими качествами и дает отчетливые изображения звезд при большом поле зрения.

На рис. 163—164 показана ночная труба, имеющая вид половинки, галилеевского бинокля. Иногда вместо ночной трубы приспособ-



Рис. 163.

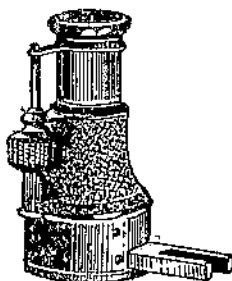


Рис. 164.

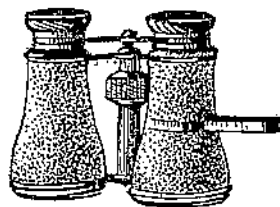


Рис. 165.

сабливают к секстану морской бинокль (рис. 165), устанавливаемый на опорной лапке зрительной трубы посредством такой же подвижной стойки, которую имеет труба Флерье.

Эта конструкция подвижной стойки применяется, как мы видели, у нашего секстана и у французских секстанов фирмы б. «Гюр-

¹ Рис. 160 — 165 заимствованы из каталогов фирмы «К. Плат» в Гамбурге фирмы «Хизз» («Heath») в Крэйфорде.

лиман». Она отличается надежностью и обеспечивает прочную установку трубы.

Другая весьма распространенная конструкция подвижной стойки астрономической трубы показана на рис. 166. Медный стержень *a* квадратного или треугольного сечения проходит сквозь соответствующее отверстие в площадке на правом радиусе рамы секстана. С нижней стороны рамы к этому отверстию прилегает медный же цилиндр *cc*, привинченный к телу рамы двумя винтами *m* и *n*. Внутри цилиндра *cc* имеется канал, сечение которого соответствует сечению стержня *a*, так что последний может свободно перемещаться в цилиндре *cc* вверх и вниз. В основании цилиндра *cc* ввинчен винт *d* с небольшим запле-чником, которым он упирается снару- жи в основание цилиндра *cc*.

Винт *d* ввинчивается во внутреннюю нарезку в цилиндрическом канале, имеющемся в стержне *a*. Между концом стержня *a* и внутренней стенкой основания цилиндра *cc* помещена пружина *e*. При ввинчивании винта *d* стержень *a* будет опускаться, и пружина *e* будет сжиматься. При вывинчивании винта *d* под действием силы упругости пружины *e* стержень *a* будет приподыматься.

Верхний конец стержня *a* оканчивается плоским кольцом *b*, в которое вставлена втулка *b'* с внутренней винтовой нарезкой. Втулка *b'* двумя винтиками *l* и *l'*, пропущенными сквозь запле-чк втулки *b'*, прикреплена к кольцу *b*. По диаметру, параллельному плоскости рамы, т. е. перпендикулярному к линии *W*, на внутренней стороне запле-чика втулки *b'* имеются два небольшие шпеленька *h''*, входящие в соответствующие выемки на прилегающей стороне кольца *b*. В нарезку втулки *b'* ввинчивается зрительная труба.

При ввинчивании одного из винтиков *l* или *l'* и вывинчивании другого втулка *b'* несколько наклоняется на шпеленьках и таким образом изменяет наклон оптической оси трубы к плоскости рамы секстана.

Эта конструкция подвижной стойки зрительной трубы, как видно, также отличается прочностью и солидностью и позволяет как приводить оптическую ось трубы в положение, параллельное плоскости лимба, так и переставлять трубу ближе или дальше от этой плоскости. Кроме того описанная конструкция позволяет изменять расстояние трубы от плоскости лимба, не отрывая глаза от трубы, что иногда может явиться преимуществом этой конструкции перед конструкцией подвижной стойки нашего секстана.

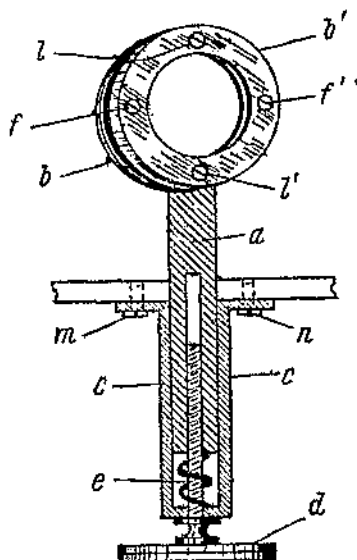


Рис. 166.

§ 93. Лупы и их держатели

Лупы в секстане служат для облегчения производства отсчета по верньеру и повышения точности отсчета. Они бывают простые и сложные.

Простая лупа состоит из небольшой плоско- или двояковыпуклой чечевицы, вставленной в оправу, с которой соединен держатель лупы, укрепленный на алидаде. Простые лупы дают на краях несколько искривленные изображения, почему встречаются только в старых секстанах, у современных же всегда применяются сложные лупы.

Сложные лупы состоят из двух или трех крон- и флинтгласовых чечевиц, дающих отчетливое, плоское и неискривленное изображение. Оправы этих чечевиц заключены в медной трубке, длиной в 30—40 мм и диаметром около 15 мм, вставленной во втулку лупы, укрепленную на ее держателе. Трубочка лупы закрыта сверху окулярной головкой, к которой и приставляется глаз наблюдателя при производстве отсчета. Внутри в трубке лупы имеется диафрагма, препятствующая боковым лучам попадать в глаз и тем способствующая ясности получаемого изображения. Во избежание отражения лучей внутренняя поверхность трубки лупы чернится и делается матовой. Увеличивает лупа обычно в 2—3 раза.

Так как верньер и лимб лежат в разных плоскостях, то и лупа должна быть установлена несколько наклонно к плоскости лимба, а не перпендикулярно к ней. При производстве отсчета совпадающий штрих должен приходиться посередине поля зрения лупы. Поэтому у тех секстанов, где лупу не везде можно установить так, чтобы выполнялись эти условия, возможны ошибки в отсчетах. Во избежание параллакса при производстве отсчетов надо смотреть в лупу перпендикулярно к глазной линзе, а не сбоку. Для равномерного освещения штрихов лимба и верньера на линейке алидады устанавливается иллюминатор из полированного стекла молочного цвета. Иногда такой иллюминатор состоит из кольцеобразной пластинки, шириной около 10 мм, надеваемой на самую трубочку лупы.

Держатель лупы, по большей части, представляет собою небольшой стержень или пластинку, один конец которой укреплен или непосредственно на алидаде, или на невысокой, стоящей на алидаде колонке, а другой приходится над верньером и поддерживает втулку лупы. Лупа вместе с держателем может перемещаться вправо и влево, вверх и вниз, т. е. менять свое расстояние от плоскости лимба и менять угол наклона оси лупы к плоскости лимба.

Иногда держатели, как, например, у нашего секстана, позволяют лупе перемещаться только в пределах иллюминатора. Тогда может случиться, что при отсчетах на краях верньера совпадающий штрих не будет приходиться посередине поля зрения лупы.

В последнее время некоторые английские фирмы («Hughes», «Negretti») делают держатель лупы в виде мостика (рис. 158), укрепленного на нижней площадке алидады. Втулка лупы в таком держателе перемещается вправо и влево, а сама лупа во втулке—вверх и вниз. Недостатком этой конструкции является расположе-

ние оси лупы перпендикулярно к плоскости лимба, что неправильно, так как деления лимба и верньера лежат не в одной плоскости. Затем жесткость подобного мостикового держателя препятствует двигать лупу по любому направлению и не позволяет менять угол наклона оси лупы к плоскости лимба, что также, по нашему мнению, является недостатком такого устройства держателя.

§ 94. Цветные стекла и их стойки

Цветные стекла, служащие для ослабления яркости изображений солнца, луны или видимого горизонта, делаются различного цвета и различной густоты. По большей части употребляются дымчатые стекла нейтрального цвета, а также красные, желтые, синие и зеленые, реже малиновые или фиолетовые.

Нейтральная окраска цветного стекла лучше других, так как при ней изображения предметов сохраняют их натуральный цвет.

Так как яркость изображения предмета зависит еще и от расстояния трубы от плоскости лимба, то применением обеих этих мер — цветных стекол и изменения расстояния трубы — можно добиться вполне одинаковой яркости прямовидимого и дважды отраженного предметов. Точность же сведения изображений обоих предметов значительно повышается, когда оба изображения одинаковой яркости.

На секстан ставятся только цветные стекла хорошего качества, т. е. такие, у которых ограничивающие стекло поверхности плоские и параллельные между собою. Проверка цветных стекол изложена ниже в § 95.

Если нет надобности ослаблять яркость лучей от каждого из наблюдаемых предметов по отдельности и в разной степени, то можно ослабить яркость лучей от обоих предметов сразу, навинтив на головку окуляра астрономической трубы темное стеклышко, вставленное в специальную оправу и хранящееся в футляре секстана. Это можно делать при определении погрешности индекса по солнцу, при наблюдениях в искусственный горизонт. Так как такое темное стеклышко одинаково отклоняет лучи как от прямовидимого предмета, так и отраженные от обоих зеркал, то его призматичность или сферичность на качестве наблюдений не отразится.

Стойки цветных стекол делаются или глухими, или поворотными, как у нашего секстана; последние позволяют повернуть в случае надобности цветные стекла на 180° .

При глухих стойках для поворота цветного стекла на 180° приходится снимать стекло с оси, на которой оно сидит, и, повернув стекло на 180° , вновь насаживать его на ось. Это, конечно, менее удобно, чем повернуть самую стойку со всеми стеклами на 180° .

При поворотной же стойке необходимо иметь приспособление, обеспечивающее поворот стойки ровно на 180° . Таким приспособ-

лением обычно служит упорный шпенек или винтик, скользящий в выточенной в стойке канавке, длина которой в точности равна полукружности.

§ 95. Источники ошибок в наблюдаемых секстаном углах

Как видно из описания устройства секстана, последний состоит из большого числа отдельно изготавливаемых деталей, которые потом собираются по частям и устанавливаются на раме секстана. Для того чтобы точность измерения угла в $10''$, которую должен давать секстан с разбитым через $10''$ верньером, была обеспечена, все отдельные части секстана должны быть правильно выделаны и правильно собраны. Поэтому, прежде чем отпустить на корабль вновь изготовленный секстан, его необходимо подвергнуть тщательному исследованию в Морской обсерватории.

На корабли ВМФ отпускаются только вполне исправные секстаны, удовлетворившие техническим условиям приемки. Существующие в Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ технические условия приемки секстанов навигационного типа разработаны на основе изучения влияния ошибок в выделке или в установке каждой отдельной детали или совокупности нескольких деталей секстана на величину измеряемого секстаном угла.

Теоретический обзор этого влияния, составляющий так называемую «Теорию секстана», впервые был произведен астрономом Боненбергером в 1795 г. Боненбергер выяснил влияние наклонности зеркал к плоскости лимба и непараллельности оптической оси трубы той же плоскости на отсчет по секстану измеренного угла. Затем астроном Энке в статье, напечатанной в Берлинском Астрономическом ежегоднике¹ за 1830 г. дал теорию секстана и вывел зависимость между точной величиной измеряемого угла и отсчетом этого угла на секстане при совокупном действии обеих указанных погрешностей. Во всех современных курсах Мореходной астрономии² теория секстана также излагается с большими или меньшими подробностями. Для исследования вновь изготовленного инструмента используются выводы теории секстана, на основании которых определяются такие крайние допустимые величины погрешностей в установке отдельных частей секстана, чтобы происходящие из-за них ошибки в наблюдаемых углах не превосходили точности секстана, т. е. практически не имели существенного значения.

Не приводя вывода и исследования формул теории секстана, по которым можно подсчитать величину погрешности в наблюдаемом секстаном угле от неверности установки той или иной его детали, укажем здесь только источники ошибок и порядок величины происходящих от этих ошибок погрешностей в наблюдаемом

¹ «Berliner Astronomisches Jahrbuch», 1830 г.

² Н. М а т у с е в и ч, Мореходная астрономия. Петроград, 1922 г., стр. 146—228.

угле, в зависимости от величины ошибок в положении главнейших деталей секстана и от величины самого наблюдаемого угла.

1. Наклонность большого зеркала к плоскости лимба вызывает ошибку в наблюдаемом секстаном угле, зависящую от величины самого наблюдаемого угла. В табл. 12 показана величина этих ошибок при различных углах наклона зеркала и при различных наблюдаемых углах.

Таблица 12

Ошибки в отсчете от наклона большого зеркала

Наклон \ Угол	0	10°	30°	50°	70°	90°	110°	130°
	0	10°	30°	50°	70°	90°	110°	130°
5'	∞	4",7	1",5	0",9	0",6	0",4	0",2	0",1
10'	∞	19	6	3	2	1,5	1	0,5
20'	∞	74	24	14	9	6	4	2

Как видно из этой таблицы, при наклоне большого зеркала к плоскости лимба, меньшем 10', происходящая вследствие этого ошибка в наблюдаемом угле не имеет практического значения. Наклон же зеркала в 10' легко обнаружить простым глазом и исправить.

2. Наклонность малого зеркала к плоскости лимба, а следовательно, непараллельность его большому зеркалу, если последнее уже установлено перпендикулярно к плоскости лимба, также вызывает известную ошибку в измеренном угле, но значительно большую, чем отклонности большого зеркала. Ошибка эта приведена в табл. 13.

Таблица 13

Ошибка в наблюдаемом угле от наклона малого зеркала

Наблюдаемый угол	Наклон малого зеркала				
	1'	3'	5'	10'	20'
0,5°	3,7"	33,6"	1'33,3"	6'13,2"	24'52,8"
1,0	1,9	16,8	0 46,6	3 06,6	12 26,4
2,0	0,9	8,4	0 23,3	1 33,3	6 13,2
3,0	0,6	5,6	0 15,5	1 02,2	4 08,8
4,0	0,5	4,2	0 11,6	0 46,7	3 06,1
5,0	0,4	3,3	0 9,3	0 37,3	2 29,3
10,0	0,2	1,7	0 4,7	0 18,7	1 14,6

Эта таблица показывает, что наклон малого зеркала существенно влияет на измеряемый угол только при малой величине

¹ Эта таблица взята из статьи А. И. Вилькицкого, Секстан. Исследования Гамбургской морской обсерватории «Записки по гидрографии». 1907 г., вып. 28, стр. 30—103.

измеряемого угла, с увеличением же этого угла влияние наклона малого зеркала быстро уменьшается. Так как на практике наклон малого зеркала к плоскости лимба редко превышает $1'$, то и влияние этого наклона на измеряемые углы обычно не имеет никакого значения.

3. Призматичность зеркал в свою очередь вводит некоторую ошибку в наблюдаемый угол. Зеркала не вполне плоские, ограниченные, например, сферическими и другими какими-либо поверхностями, дают плохие изображения с искаженными краями, поэтому такие зеркала бракуются и на секстан не ставятся вовсе. Зеркала, ограниченные плоскостями, не вполне параллельными друг другу, т. е. призматические зеркала, могут употребляться в секстанах только в том случае, если передняя и задняя поверхности зеркала наклонены одна к другой под углом, меньшим $3''$. Таким зеркалом можно пользоваться для измерения углов, не превышающих 90° , так как при больших углах отражение от передней поверхности зеркала даст более яркое изображение, чем от задней, что повлечет за собой появление новых ошибок: В табл. 14 приводятся величины ошибок в наблюдаемых углах при различной величине последних в зависимости от наклона передней и задней поверхностей зеркала друг к другу в $1''$.

Таблица 14

Ошибки в наблюдаемом угле от призматичности зеркала

Наблюдаемый угол	Ошибки от призматичности зеркала в $1''$	Наблюдаемый угол	Ошибки от призматичности зеркала в $1''$	Наблюдаемый угол	Ошибки от призматичности зеркала в $1''$
10°	0,050"	50°	0,480"	90°	1,840"
20	0,116	60	0,683	100	2,598
30	0,207	70	0,954	110	3,784
40	0,326	80	1,323	120	5,809

Из таблицы видно, что при угле наклона поверхности зеркала в $3''$ происходящая от этого ошибка в наблюдаемом угле в 100° достигает величины $3'' \times 2,598 = 7,8''$, т. е. почти порядка точности отсчета на секстане.

Очевидно, что если более тонкий край зеркала обращен к лимбу, то ошибке от призматичности зеркала надо приписать знак + (плюс), чтобы получить верную величину наблюдаемого угла, если от лимба, то знак — (минус).

• При призматичном зеркале отраженные передней и задней его поверхностями изображения предмета будут располагаться одно около другого. Изображение предмета получится расплывчатое, края его будут неотчетливы, что при наблюдениях с таким зеркалом вызывает появление неопределенных ошибок, не поддающихся

учету. Так как в настоящее время нетрудно получить хорошие зеркала, то с призматическими зеркалами возиться нет смысла и их просто бракуют.

4. Непараллельность оптической оси трубы плоскости лимба является новым источником ошибки в наблюдаемом угле. Величина этой ошибки возрастает вместе с увеличением самого наблюдаемого угла, как это видно по табл. 15.

Таблица 15

Ошибки в наблюдаемом угле от наклона трубы

Наблюдаемый угол	Наклон оптической оси трубы к плоскости лимба				
	5'	10'	20'	30'	40'
10°	0,0"	0,2"	0,6"	1,4"	2,4"
20	0,1	0,3	1,2	2,8	4,9
30	0,1	0,5	1,9	4,2	7,5
40	0,2	0,6	2,5	5,7	10,2
50	0,2	0,8	3,2	7,3	13,1
60	0,3	1,0	4,0	9,1	16,1
70	0,3	1,2	4,9	11,0	19,6
80	0,4	1,4	5,8	13,2	23,5
90	0,5	1,7	6,9	15,7	28,0
100	0,6	2,0	8,3	18,7	33,3
120	0,8	3,0	12,0	26,8	48,4

Наклон оптической оси трубы к плоскости лимба, как видно из табл. 15, отражается на измеряемом секстаном угле весьма мало.

Ввиду того, что, как увидим ниже, очень простым приемом легко достичь большой точности в установке зрительной трубы секстана, то, по проверке этой установки, с ошибкой в наблюдаемом угле от наклона трубы можно совершенно не считаться.

5. Качество цветных стекол, накрываемых перед большим, а иногда и перед малым зеркалом при наблюдениях солнца, также может оказаться источником ошибки в наблюдаемом угле.

Цветные стекла должны быть вполне плоские и непризматичные, чтобы не вызывать никаких дополнительных ошибок. При наличии призматичности у цветного стекла приходится усложнять наблюдения, производя половину наблюдений при одном положении стекла, а другую — при положении стекла, повернутом на 180°. Среднее арифметическое из двух серий таких наблюдений будет свободно от ошибки призматичности цветного стекла.

Техника выделки цветных стекол в настоящее время стоит на такой высоте, что вполне возможно на секстане устанавливать цветные стекла хорошего качества. Если же у отдельных стекол будет обнаружена призматичность, то такое стекло нужно забраковать и заменить другим, вполне исправным.

6. Правильность подразделения лимба и верньера. Нанесенные на лимбе и верньере штрихи должны быть все

одинаково тонки, отчетливы и расположены точно на одинаковых расстояниях друг от друга.

7. Эксцентриситет алидады вызывает переменную по величине ошибку в наблюдаемом секстаном угле, зависящую от величины самого угла и не поддающуюся исключению расположением наблюдений.

Эксцентриситетом алидады, как известно, называется несовпадение проекции центра вращения алидады на плоскость лимба с центром делений последнего. Так как на наших секстанах ось вращения алидады ввинчивается в головку, на запечник которой на-

кладывается алидада своим круглым отверстием, вырезанным в ее площадке, а сама ось вращается во втулке, устроенной в раме секстана вокруг центра делений лимба, то эксцентриситет алидады может появиться от следующих трех причин: 1) от несовпадения оси вращения алидады с осью цилиндрической ее головки; 2) от несовпадения центра вырезанного в площадке алидады круглого отверстия с осью цилиндрической головки и 3) от несовпадения оси вращения алидады с осью втулки, проходящей через центр делений лимба.

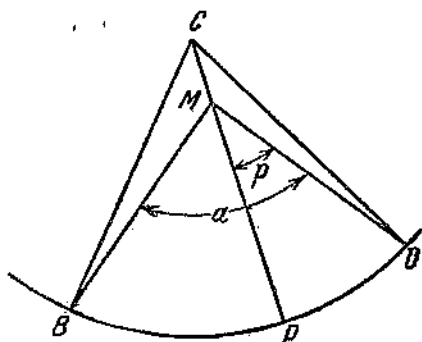


Рис. 167.

При наличии одной из этих трех причин центр вращения алидады и центр делений лимба не будут лежать на одном и том же перпендикуляре к плоскости лимба, т. е. секстан будет иметь эксцентриситет, вследствие которого в наблюдаемых углах появятся «ошибки от эксцентриситета». Эти ошибки при радиусе секстана в 200 мм и величине эксцентриситета $e = 0,1$ мм могут достигнуть величины $3'26''$ (исследование Hilleret).

Если С (рис. 167) есть центр делений лимба, а М — проекция центра вращения алидады, то величина ошибки от эксцентриситета, как показывает теория, зависит от линейного расстояния $CM = e$ между центрами, т. е. величины самого эксцентриситета, от позиционного угла $p = OMP$ между прямой, соединяющей оба центра, и направлением из центра вращения алидады на нулевое деление, т. е. от направления эксцентриситета и от угла ε , под которым представляется эксцентриситет из точек лимба, лежащих на концах диаметра, перпендикулярного к направлению эксцентриситета. Если через r обозначить радиус секстана, то величина ε найдется из формулы

$$\sin \varepsilon = \frac{e}{r}.$$

Ошибка же от эксцентриситета алидады $2E$ в зависимости от указанных факторов выражается, как показывает теория, следующим равенством:

$$2E = 2\varepsilon [\sin p + \sin (a - p)], \quad (*)$$

где a — половина наблюдаемого секстаном угла OMB .

Величины 2ε и p называются постоянными эксцентриситета и характеризуют собой качество данного секстана. При исследовании секстана на обсерватории сравнивают все десятиградусные углы, измеренные секстаном на разных участках лимба, с величинами этих углов, измеренных каким-либо другим, точно проверенным инструментом, не имеющим эксцентриситета. Таким инструментом может служить всякий прибор с точно разделенным кругом¹ и верньерами или микроскоп-микрометрами, расположенными на противоположных концах одного и того же диаметра.

Среднее арифметическое из двух отсчетов, сделанных по двум верньерам, отстоящим друг от друга на 180° , будет, как известно, свободно от ошибки от эксцентриситета. Получив из этих сравнений 12 (или 24) разностей, представляющих собою величину эксцентриситета $2E$, для каждого положения верньера, составляют 12 уравнений вида (*), из которых по способу наименьших квадратов² определяют вероятнейшие значения постоянных эксцентриситета 2ε и p для данного секстана.

Для облегчения вычислений составлены³ специальные таблицы $\sin (a - p) + \sin p$ для всевозможных значений позиционного угла p от 0 до 360° через 1° и для различных значений угла a от 5 до 60° (в заголовке таблицы для удобства показаны не углы a , а отсчеты секстана, т. е. углы $2a$ от 10 до 120° через 10°).

8. Если центр делений верньера не совпадает с центром вращения алидады, то деления верньера не будут передвигаться центрально с делениями лимба и длина верньера на разных участках лимба будет различна. При наличии эксцентриситета верньера отсчеты по верньеру нужно было бы исправлять переменной поправкой, зависящей от величины и направления эксцентриситета верньера. Однако, как показали исследования Гиллере (Hilleret), эта поправка ничтожна³ и при величине эксцентриситета верньера в $0,1$ мм не превосходит $18''$, поэтому ею обычно и пренебрегают.

В соответствии с указанным в настоящем параграфе влиянием различных источников ошибок на величину наблюдаемого секстаном угла Астрономической обсерваторией Гидрографического управления ВМФ разработаны специальные «Технические условия приемки секстанов», приводимые в § 96.

¹ На Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ для этой цели служит специальный прибор Фуза (см. § 97).

² А. И. Вилькицкий, Секстан. Исследования Гамбургской морской обсерватории. «Записки по гидрографии», 1917 г., вып. 28, стр. 81.

³ F. Marguet, Cours de navigation et de compas. Paris, 121, p. 83.

§ 96. Технические условия приемки секстансов навигационного типа

I. Наружный (общий) осмотр.

1. Рама должна быть чисто отлакированной, все винты доведены доотказа, шлицы их должны быть чисты и не иметь царапин.

2. Лимб должен быть совершенно чистым, штрихи должны быть ясно видны невооруженным глазом; в лупу они должны представляться черными отчетливыми отрезками прямых.

3. Стопорное приспособление должно мягко, но плотно зажимать лимб, микрометрический винт должен давать плавное и спокойное движение.

4. Алидада должна иметь свободу движения с легким трением (при положении секстана ножками книзу на гладко обструганном столе передвигание алидады не должно увлекать за собой весь секстан).

5. Зеркала должны быть плотно помещены в своих рамах и ни в коем случае не должны болтаться; линзы в трубках должны быть зажаты плотно и не болтаться при встряхивании, цветные стекла должны свободно (с легким трением) поворачиваться около оси вращения; при повороте одного другие не должны увлекаться за ним; плоскость цветных стекол малого зеркала должна быть перпендикулярна к оси трубы (на-глаз), плоскость цветных стекол большого зеркала должна быть перпендикулярна к прямой, соединяющей оси вращения обоих зеркал.

6. Трубы должны легко ввинчиваться во втулку подъемной стойки и не шататься в ней, будучи завинчены доотказа.

II. Угломерная часть секстана.

7. Большое зеркало должно быть перпендикулярно к плоскости лимба.

8. Плоскости малого и большого зеркал должны быть параллельны друг другу при установке индекса верньера на нулевой штрих лимба, т. е. погрешность индекса и неперпендикулярность малого зеркала должны быть приведены к малой величине (сравнительно с точностью наведения 10-кратной трубой, т. е. $10''$).

9. Исправительные винты зеркал и трубы должны позволять свободные и довольно большие перемещения в обе стороны от нормального положения.

10. Зеркала не должны быть зажаты с чересчур большим нажатием, т. е. при рассматривании отдельного объекта под очень острым углом к поверхности зеркала последнее не должно давать двойных изображений, исчезающих при отдаче винтов.

11. Верньер должен вплотную прилегать к лимбу и не давать параллакса при наведении лупы на его край; верньер не должен иметь ошибки (постоянной) при установке в разных местах лимба (например, через 10°).

12. Эксцентриситет алидады не должен давать ошибку в отсчете свыше $2'$.

13. Секстан не должен иметь какого-либо заметного (в пределах точности отсчетов) качания оси.

III. Оптическая часть секстана.

14. Призматичность большого зеркала не должна превышать 0,5" в направлении, параллельном к лимбу, и 2" в направлении, перпендикулярном к лимбу.

15. Призматичность малого зеркала не должна превышать 1" по ширине зеркала и 2" по длине зеркала.

16. Допустимые отклонения поверхностей зеркал от плоскостей не должны превышать $\frac{1}{10}$ полосы на 1 см длины зеркал в направлении, параллельном лимбу, и $\frac{3}{4}$ полосы в направлении, перпендикулярном к лимбу.

17. Допустимая призматичность цветных стекол 12". Допуск может быть увеличен до 1', при условии, что направление преломляющего ребра призмы будет отмечено на краях стекла напильником.

18. Темные стекла на окуляре трубы. Допустимая призматичность 5'. Допустимое отступление от плоскости 20 полос «равной толщины» на диаметр стекла.

19. Зрительные трубы должны давать вполне удовлетворительные изображения (три балла по классификации ГОИ¹⁾) и разрешать соответствующие угловые расстояния между параллельными штрихами в зависимости от поперечника свободного отверстия объектива, а именно:

$$\alpha'' = \frac{69}{f},$$

где α — угол разрешаемости в секундах дуги, а f — полуобъектив в миллиметрах.

§ 97. Прибор Фуса

Для проверки и исследования секстантов в лаборатории по испытанию приборов Гидрографического управления ВМФ употребляется прибор, сконструированный бывшим директором Кронштадтской морской обсерватории В. Е. Фусом по идее гамбургского механика Гехельмана.

Этот прибор (рис. 168) состоит из основного отсчетного (поворотного) круга A , устанавливаемого на каком-нибудь прочном основании на трех ножках с подъемными винтами B , и из верхнего поворотного (алидадного) круга C с платформой D для установки исследуемого секстана. Отсчетный круг A , диаметром около 400 мм, разбит от 0 до 360° через 5'. Оцифровка делений сделана через 5°. Штрихи делений круга сделаны пяти различных длин. Штрихи, соответствующие 15', 30', 1° и 5°, выделены более длинными черточками сравнительно с длиной штриха предыдущей категории,

¹ Государственного оптического института.

так что самые короткие штрихи соответствуют пяткам и десяткам минут, а самые длинные — пяткам и десяткам градусов.

Два микроскоп-микрометра *M*, установленные на противоположных концах одного и того же диаметра поворотного круга *C*, позволяют производить отсчеты положения поворотной части прибора с точностью до 0,9". Отдав стопорный винт *E*, можно поворачивать поворотный круг *C* грубо рукой. Зажав стопорный винт *E*, круг *C* можно поворачивать медленно и плавно посредством микрометрического винта *F*.

На поворотном круге *C* против одного из микроскоп-микрометров укреплен небольшой уровень *N* для приведения инструмента

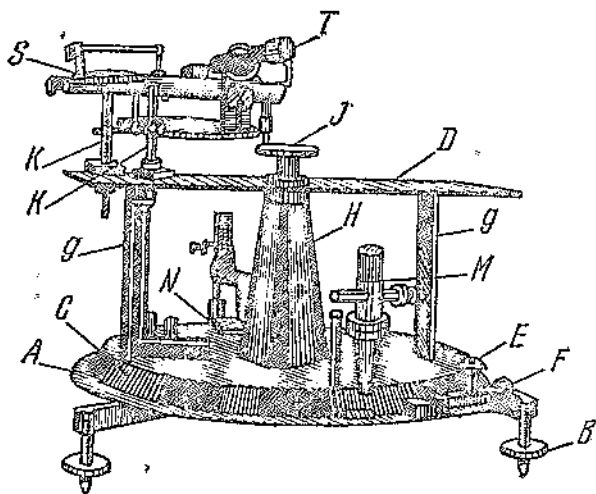


Рис. 168.

в горизонтальное положение. В центре поворотного круга *C* утверждена вертикальная конической формы колонна *H*, поддерживающая горизонтальную солидную платформу *D* для установки секстана.

Платформа *D* размером 415 × 290 мм имеет форму двойного ласточкина хвоста, концы которого опираются на четыре вертикальные стойки *g*. В центре верхушки колонны *H* имеется небольшая круглая подъемная площадка *J*, закрепляемая на различной высоте специальным стопорным винтом. На эту площадку секстан *S* ставится своей центральной ножкой, а две передние ножки секстана ставятся на две вертикальные стойки *K*, установленные на вкладышах, перемещающихся в продолговатых прорезях в платформе *D* прибора.

Стойки *K* имеют, кроме того, подъемные приспособления и в верхней части три винтика с горизонтально расположенными осями в угловом расстоянии 120° друг от друга. Посредством этих винтиков поставленную на стойку ножку секстана можно перемещать в горизонтальной плоскости в любом направлении. Вкла-

дыш, поддерживающий левую из стоек *K*, может перемещаться в прорези платформы *D* в направлении к центру прибора или от центра. Правый вкладыш может перемещаться в тех же направлениях и, кроме того, правая стойка по специальной направляющей планке может еще скользить и в перпендикулярных направлениях.

Благодаря такому устройству прибора каждый секстант *S*, независимо от его размеров, может быть установлен на приборе Фуса так, что ось вращения алидады будет приходиться над осью колонны *H* прибора, другие же две ножки будут лежать на стойках *K* и плоскость лимба секстана будет параллельна плоскости отсчетного круга *A*. Для установки секстана на приборе Фуса пользуются вспомогательной трубой *T*, укрепляемой на специальной угловой подставке на раме секстана приблизительно в месте установки обыкновенной зрительной трубы секстана.

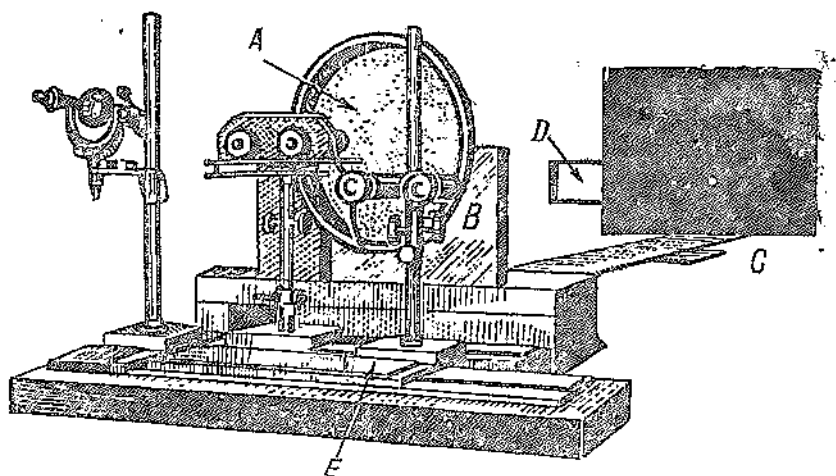


Рис. 169.

Прибор Фуса служит для прочной и вполне устойчивой установки секстана с целью всестороннего исследования его угломерной и оптической части и определения эксцентрической ошибки. Для осуществления этих исследований необходим еще так называемый коллиматор — специальный прибор для получения параллельного пучка световых лучей, т. е., другими словами, для получения изображения бесконечно удаленной светящейся точки или бесконечно удаленного предмета. Таких коллиматоров в Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ имеется два: большой и малый.

Большой коллиматор (рис. 169) представляет собой двухлинзовый объектив *A* (фирмы «Мерц») с отверстием в 229 мм и с фокусным расстоянием, равным 4194 ± 4 мм, установленный в медной опра- вке на деревянной подставке *B* на прочном основании (каменный столб). Несколько впереди фокальной плоскости этого объектива

помещается выкрашенный в черную краску деревянный экран С с круглым отверстием, диаметром в 25 мм. Позади экрана против этого отверстия находится источник света — электрическая лампа накаливания. Между этой лампой и задней стенкой экрана точно в фокальной плоскости объектива, против круглого отверстия в экране, можно поместить какую-нибудь нужную шкалу D , нанесенную на вошеной ленте или на стекле. Лучи света от лампы, освещая сзади эту шкалу, выходят из объектива параллельным пучком, так что наблюдатель, смотрящий в объектив коллиматора, будет видеть изображение этой шкалы в бесконечном от себя удалении.

Получаемое изображение бесконечно удаленной светящейся точки от электрической лампочки, установленной в фокальной плоскости объектива коллиматора, представляет собою мир у коллиматора или точку наведения, на которую при исследовании и наводят-ся трубы секстана или бинокль.

Если же в фокальной плоскости коллиматора, против имеющегося в экране отверстия, поставить прозрачную шкалу с нанесенными на ней двумя взаимно перпендикулярными прямыми и осветить шкалу сзади лампой, то наблюдатель, смотрящий в объектив коллиматора, будет видеть миру в виде креста нитей в бесконечном от себя удалении.

Перед объективом большого коллиматора помещается передвижной столик Е с двумя поверительными трубками, напоминающими универсальный прибор Цейсса для исследования биноклей и зрительных труб.

Малый коллиматор имеет вид обыкновенной зрительной трубы, в окулярную часть которой, вместо окуляра, вставлена электрическая лампочка, приходящаяся в фокальной плоскости объектива. Таким образом, малый коллиматор дает изображение бесконечно удаленной светящейся точки. Малый коллиматор установлен на медном штативе на каменном столбе.

Оба коллиматора находятся в том же помещении, где стоит и прибор Фуса, причем прибор находится от объектива большого коллиматора на расстоянии около 1,5 мм.

§ 98. Исследование секстанов в обсерватории

После наружного осмотра секстана, согласно пп. 1—6 «Технических условий» (см. § 96), последний подвергается всестороннему исследованию, для производства которого имеется специальная «Инструкция исследования секстанов».

Перед исследованием секстан устанавливается на прибор Фуса осью вращения алидады приблизительно над осью прибора. Раздвижные и подъемные стойки прибора в зависимости от размеров исследуемого секстана регулируются (см. п. 7 настоящего параграфа) так, чтобы плоскость лимба секстана была строго параллельна плоскости отчетного круга прибора Фуса. Установив на секстан испытательную трубу Т (рис. 168), приводят миру большого коллиматора на крест нитей.

1. Исследование делений лимба. Совмещают индекс верньера точно с нулевым штрихом лимба и смотрят, совпадает ли $(n+1)$ -й, т. е. последний, штрих верньера с n -м штрихом лимба. Эту проверку производят по всему лимбу, переставляя индекс верньера через каждые 10° или 20° дуги лимба.

При этом исследовании могут встретиться следующие случаи:

а) последний штрих верньера на всем протяжении лимба всюду точно совпадает с n -м штрихом лимба; это показывает, что лимб разделен правильно;

б) последний штрих верньера то совпадает, то не совпадает с n -м штрихом лимба, и величина расстояния между этими штрихами неравномерно изменяется. Это служит признаком того, что лимб разделен неправильно, и таким секстаном можно будет пользоваться, только имея предварительно составленную табличку поправок положения различных штрихов лимба.

2. Исследование верньера. Убедившись, что лимб разделен правильно, совмещают последовательно один за другим штрихи делений верньера с одним и тем же штрихом деления лимба, наблюдая, одинаково ли удалены каждый раз от соответствующих штрихов лимба оба соседних с совмещенным штрихом верньера (правый и левый). Если одинаково, то верньер разделен правильно.

Кроме правильности подразделения верньера еще и длина его должна быть надлежащей величины. Это легко обнаруживается при исследовании лимба на основании следующих соображений.

1. Если на всем протяжении лимба наблюдается точное совпадение последнего штриха верньера с n -м штрихом лимба, то, как указывалось выше, лимб разделен правильно и длина верньера надлежащая.

2. Если наблюдаются переменные отстояния, то лимб разделен неправильно.

3. Если наблюдаемые отстояния всюду одинаковы, то верньер неправильно прикреплен к алидаде и, следовательно, длина верньера ненадлежащая. При расположении последнего штриха верньера всегда левее n -го штриха лимба верньер слишком надвинут на лимб, т. е. помещен к центру вращения алидады ближе чем следует. При расположении последнего штриха верньера правее n -го штриха лимба, верньер короче чем следует, так как помещен от центра вращения алидады дальше чем нужно. Необходимо дать механику соответствующим образом переставить на алидаде пластинку с верньером и тем исправить эту ошибку.

4. Если наблюдаемые отстояния последнего штриха верньера от n -го штриха лимба периодически изменяются, т. е. постепенно увеличиваются или уменьшаются, то секстан имеет эксцентриситет и таким секстаном можно будет пользоваться только с учетом поправок за ошибку от эксцентриситета, выбираемых из составленной предварительно таблички, как будет объяснено ниже.

3. Проверка качества зеркала. Чтобы проверить качество зеркала, нужно внимательно рассмотреть через вспомогательную трубу отраженное от исследуемого зеркала изображение како-

го-нибудь отдаленного предмета с резко очерченными краями. Световые лучи от предмета должны падать на зеркало под острым углом (порядка $15-20^\circ$) к плоскости зеркала, чтобы все дефекты последнего сказались возможно резче.

Если ограничивающие зеркало поверхности не плоскости, то изображение предмета получится неправильно окраенным или искаженным.

Если зеркало плоское, но призматичное, т. е. ограничивающие его плоскости непараллельны между собой, то изображение предмета будет двойться.

Проверка качества зеркал производится качественным способом на приборе Фуса: верньер устанавливается на отсчет 120° ; при рассматривании девятикратной испытательной трубой изображения нитей коллиматора в большом зеркале не должно быть заметно ни искажения, ни двоения нитей. Так же проверяется и малое зеркало. В настоящее время, когда техника выделки зеркал стоит на высоком уровне, плохие зеркала бракуются и заменяются другими, вполне исправными, в пределах, указанных в «Технических условиях» допусков.

В Государственном оптическом институте зеркала подвергаются испытанию количественным (интерференционным) способом, состоящим в исследовании интерференционных полос, получающихся при освещении, и исследуемого зеркала лучами однородного света (зеленого).

Как показывает теория интерференции световых лучей¹, получающиеся интерференционные полосы могут быть или «равной толщины» или «равного наклона». Последние можно наблюдать только при вполне плоскопараллельном зеркале или при почти плоскопараллельном зеркале. При перемещении исследуемого зеркала полосы «равной толщины» будут перемещаться вместе с ним, полосы же «равного наклона» будут оставаться неподвижными в случае, если зеркало абсолютно плоскопараллельно, и будут стягиваться к центру зеркала и в нем исчезать или расширяться и вновь появляться в центре, если зеркало не вполне плоскопараллельно. Каждое появление или исчезновение полос соответствует изменению толщины зеркала на величину $\lambda/2$, где λ — длина световой волны внутри зеркала. На основании этой теории Луммер (Lummer) дал идею специального прибора для исследования степени плоскопараллельности стекол. При исследовании зеркал и стекол нашего секстана интерференционным способом приняты следующие нормы допусков, показанные в табл. 16.

Если ошибки зеркал или цветных стекол превышают указанные в этой таблице нормы допусков, то такие зеркала и стекла бракуются.

4. Проверка перпендикулярности большого зеркала. Выполняется при помощи диоптров. Сняв с секстана испытательную трубу, закрепляют алидаду приблизительно на отсчете 60° . Затем ставят оба диоптра на дугу лимба примерно на перпендикуляре к плоскости большого зеркала вблизи концов дуги: один диоптр перед большим зеркалом, а другой позади него. Смотря под острым углом в большое зеркало со стороны, противоположной лимбу, замечают, как приходится изображение в большом зеркале расположенного перед ним диоптра относительно другого, непосредственно наблюдаемого диоптра.

Если изображение первого диоптра приходится как раз на одном уровне со вторым диоптром, то большое зеркало перпендику-

¹ О. Д. Хвольсон, Курс физики. Т. II. Берлин. 1923 г., стр. 516—568.

Допуски в исследуемых зеркалах и стеклах

Наименование	Допустимое отклонение от плоскости в направлении		Допустимая призматичность	
	параллельном лимбу	перпендику- лярном к лимбу	на 1 см длины зеркала	на 1 см ширины зеркала
Большое зер- кало	$\frac{1}{10}$ полосы „равной тол- щины“ на 1 см длины зеркала	$\frac{1}{4}$ полосы „рав- ной толщины“ на 1 см зеркала	$\frac{1}{6}$ полосы „рав- ного наклона“	$\frac{2}{3}$ полосы „рав- ного наклона“
Малое зеркало	$\frac{1}{10}$ полосы „равной тол- щины“ на 1 см длины зеркала	$\frac{1}{4}$ полосы „рав- ной толщины“ на 1 см зеркала	$\frac{1}{6}$ полосы „рав- ного наклона“	$\frac{2}{3}$ полосы „рав- ного наклона“
Цветное стекло	15 полос „рав- ной толщины“ на диаметр стекла	—	12"	—
Темное стекло на окуляре	20 полос „рав- ной толщины“ на диаметр стекла	—	5'	—

лярно к плоскости лимба. Если изображение первого диоптра приходится выше второго, то зеркало наклонено вперед, если же ниже — то назад. Действуя корректирующим винтом большого зеркала, устанавливают последнее строго перпендикулярно к плоскости лимба.

На корабле перпендикулярность большого зеркала, как будет объяснено в следующем параграфе, проверяется более простым способом, без помощи диоптров. Достижимая при этом точность установки вполне достаточна для целей практики.

5. Проверка перпендикулярности малого зеркала. Имея большое зеркало правильно установленным, ставят на место испытательную трубу и, поставив алидаду на отсчет 0° , поворотом алидадной части прибора Фуса наводят трубу на мирю большого коллиматора.

Если малое зеркало параллельно большому, т. е. тоже перпендикулярно к плоскости лимба, то прямоугольное изображение мира совпадет с его дважды отраженным изображением. Если этого нет и оба изображения не покрывают одно другого, то, действуя корректирующим винтом малого зеркала, приводят их в совпадение. При передвижении алидады микрометрическим винтом одно изображение, переходя через другое, должно в точности его покрывать.

6. Уменьшение погрешности индекса. Если при проверке перпендикулярности малого зеркала будет обнаружено,

что при параллельных зеркалах и отсчете $0^{\circ}0'0''$ прямовидное и дважды отраженное изображения миры не совпадают и для их совмещения надо алидаду передвинуть с отсчета 0° , т. е. что погрешность индекса не равна нулю, то, установив алидаду на отсчет $0^{\circ}0'0''$, действием поворотного винта малого зеркала совмещают оба изображения миры. Затем повторяют проверку параллельности зеркал и вновь определяют погрешность индекса.

7. Проверка параллельности оси трубы плоскости лимба. Установив поставленную предварительно по глазу зрительную трубу секстана на место и приведя плоскость секстана, стоящего на приборе Фуса, в приблизительно горизонтальное положение, ставят на раму секстана два диоптра, имеющих точно одинаковые размеры. Объективный диоптр ставится около малого зеркала, а окулярный — около зрительной трубы. Прямая, проходящая через верхние грани диоптров или через круглые дырочки в них, должна быть на-глаз параллельна оптической оси трубы.

Повернув весь прибор, визируют посредством диоптров на мирю большого коллиматора и затем смотрят в трубу, приходится ли изображение миры точно на пересечении креста нитей в трубе. Если приходится, то оптическая ось трубы строго параллельна плоскости лимба. Если же изображение миры усматривается в стороне от креста нитей, то посредством винтиков, имеющих для этого в кольце втулки трубы, исправляют обнаруженную наклонность.

Так как мира представляет собой бесконечно отдаленный предмет, то разница в высотах диоптров и трубы не играет при этой проверке никакой роли. Оставшаяся после описанной проверки наклонность оси трубы будет столь ничтожна, что не окажет на измеряемые секстаном углы существенного влияния.

8. Определение эксцентрической ошибки секстана. Перед производством этой работы необходимо отнелировать установку секстана на приборе Фуса, т. е. убедиться, что плоскость лимба секстана параллельна плоскости отсчетного круга прибора. Неважно, чтобы плоскость лимба и плоскость отсчетного круга обе были строго горизонтальны, но важно, чтобы они были строго параллельны друг другу.

Для нивелировки секстана ставят на место испытательную трубу на установленный на приборе Фуса секстан, ставят алидаду на отсчет $0^{\circ}0'0''$. Поворотом алидадного круга прибора приводят дважды отраженное изображение миры коллиматора в поле зрения трубы. Винтом, имеющимся внизу у испытательной трубы, совмещают оба креста нитей — трубы и коллиматора. Затем ставят алидаду на отсчет 120° и поворотом алидадного круга прибора опять приводят в поле зрения трубы дважды отраженное изображение миры. Действуя подъемными винтами стоек, на которых лежат ножки секстана, опять совмещают оба креста.

Если при отсчете 120° мира коллиматора вовсе не видна в трубе, то, переставив алидаду обратно на отсчет 0° , перемещают ее влево постепенно, причем, действуя подъемными винтами стоек, стараются не выпустить мирю из поля зрения трубы.

Когда убедятся, что при установке алидады на отсчетах 0° и 120° кресты миры и нитей трубы совпадают, ставят алидаду на отсчет 60° и если кресты нитей разошлись, то действием подъемного винта одной стойки уменьшают это расхождение наполовину, а при отсчете 120° — действием подъемного винта другой стойки уничтожают остальную часть расхождения. Такую нивелировку продолжают до тех пор, пока при всех положениях алидады оба креста нитей не будут оставаться в совмещении. Правильность установки секстана на приборе проверяется, как говорят, «пропусканьем миры по всему лимбу», причем кресты нитей не должны расходиться.

Окончив нивелировку секстана, для контроля проверяют ее еще и по малому коллиматору. Для этого, потушив большой коллиматор, зажигают малый и пропусканьем миры малого коллиматора через весь лимб убеждаются в правильности нивелировки, т. е. в строгой параллельности плоскости лимба исследуемого секстана плоскости алидадного круга прибора Фуса. После этого окончательно крепят винты стоек, на которых стоят ножки секстана.

Когда секстан отнивелирован, приступают к отсчетам по отсчетному (поверительному) кругу прибора Фуса. Для этого, установив алидаду секстана точно на отсчет $0^\circ 0' 0''$, совмещают поворотом алидадного круга прибора оба креста и делают отсчет на отсчетном круге прибора Фуса по двум микроскоп-микрометрам. Затем ставят алидаду секстана на отсчет $10^\circ 0' 0''$ поворотом алидадного круга прибора, т. е. фактически возвращая секстан в прежнее положение, так как при повороте алидады секстана влево алидадный круг прибора Фуса приходится поворачивать вправо; опять совмещают оба креста нитей и делают отсчет на отсчетном круге прибора. Затем ставят алидаду секстана на отсчеты 20° , 30° и т. д. до 120° и каждый раз, совместив поворотом алидадного круга прибора оба креста нитей, делают отсчеты на отсчетном круге прибора.

Разность двух смежных отсчетов круга и дает точную величину угла поворота прибора Фуса. По секстану же угол поворота каждый раз равен $10^\circ 0' 0''$. Следовательно, этим способом определяется ошибка отсчитанного по секстану на разных участках лимба 10° угла, происходящая от имеющегося у секстана эксцентриситета и оставшихся крайне малых погрешностей в установке зеркал. Получив из описанных наблюдений 12 уравнений вида (*) (см. § 95), по способу наименьших квадратов рассчитывают вероятнейшие значения постоянных эксцентриситета, т. е. линейную величину эксцентриситета e и позиционный угол p . Схема для вычисления постоянных эксцентриситета приведена в статье А. Вилькицкого «Секстан».¹

Имея постоянные эксцентриситета, вычисляют по ним величины поправок за ошибку от эксцентриситета для различных отсчетов измеренных секстаном углов. Эти поправки вносятся в таблицку, имеющуюся в аттестате, который выдается обсерваторией на каж-

¹ А. И. Вилькицкий, Секстан. Исследования Гамбургской морской обсерватории. «Записки по гидрографии», 1907 г., вып. 28, стр. 30—103.

дый исследованный секстан. Образец такого аттестата приводится ниже. Если поправки отсчетов секстана имеют существенное значение, т. е. порядка точности секстана $10''$ или $0,2$, то их обязательно надо учитывать при употреблении секстана на корабле. Если же поправки ничтожны, то при морских наблюдениях ими обычно пренебрегают.

Гидрографическим отделам, не имеющим в своем распоряжении прибора Фуса, рекомендуется проверять секстаны после ремонта на эксцентриситет по способу, предложенному Кольдевеем в 1914 г. (Annalen der Hydrographie) и описанному В. В. Ахматовым ниже (см. § 99).

9. Исследование качества труб. Наконец, при помощи прибора с двойной трубкой и большого коллиматора исследуются трубы секстана: дневная астрономическая и труба Флерве.

Прибор с двойной трубкой Г. У., показанный на рис. 168, специально построен для исследования небольших труб и биноклей. Описание этого прибора приведено в § 62 книги В. Е. Мурашкинского «Оптика бинокля», а описание различных шкал, которыми пользуются при исследовании труб и биноклей, можно найти в статье П. Г. Штулькерца в № 2 «Записок по гидрографии» за 1932 г.

При этих исследованиях иногда в исследуемую трубу смотрят не простым глазом, а через вспомогательную (испытательную) трубу с целью повысить разрешающую силу глаза, рассмотреть все дефекты при большем увеличении и исследовать трубу при максимальном действующем отверстии объектива.

Исследование каждой трубы заключается в определении: 1) увеличения трубы, 2) поля зрения, 3) разрешающей силы и 4) качества даваемого трубой изображения.

1. Увеличением зрительной трубы, как известно, называется отношение угла, под которым виден отдаленный предмет в трубу, к тому углу, под которым тот же предмет виден простым глазом. Увеличение определяется или посредством диаметра, или непосредственно. Применяя первый способ, получим увеличение трубы W , как отношение диаметра объектива, или, точнее, диаметра входного зрачка D (так как объектив вставлен в оправу) к диаметру выходного зрачка d , т. е.

$$W = \frac{D}{d}.$$

Диаметр входного зрачка D измеряется непосредственно в миллиметрах. Если объектив имеет диафрагмы, то в этом случае входным зрачком является изображение диафрагмы, диаметр которого и измеряется.

Выходным зрачком называется изображение объектива, даваемое окуляром. Установив трубу на бесконечность, направляют ее на фон неба и на листе бумаги, поставленном перед окуляром, получают изображение выходного зрачка в виде светлого кружка. Подбирают расстояние листа бумаги до окуляра так, чтобы светлый

кружок получился наиболее ярким из наименьших размеров, и измеряют его диаметр диаметром Рамсдена. Этот приборчик представляет собой лупу, близ переднего фокуса которой помещена стеклянная шкала, разбитая на миллиметры. Установив динаметр по глазу так, чтобы отчетливо видеть деления шкалы, придвигают динаметр к окуляру, пока светлый кружок выходного зрачка не будет ясно виден и не совпадет с плоскостью шкалы. Отсчет по шкале дает диаметр выходного зрачка в миллиметрах.

На Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ диаметр выходного зрачка определяется посредством позитивной шкалы с делениями, помещенной в фокальной плоскости объектива одной из двух испытательных трубок. Подробности этого способа можно найти в указанной статье П. Г. Штулькерца, где приведена и таблица для перевода делений шкалы в миллиметры.

Зная диаметр выходного зрачка, легко определить и геометрическую светосилу зрительной трубы. Под этим термином понимается отношение яркости изображения, даваемого трубой, к яркости самого предмета, рассматриваемого невооруженным глазом. Теоретический разбор этого вопроса¹ показывает, что для данного глаза и при данном освещении геометрическая светосила пропорциональна квадрату диаметра выходного зрачка. Таким образом, определив диаметр выходного зрачка в миллиметрах, легко рассчитаем и геометрическую светосилу испытуемой трубы.

Чаще с помощью установки Г. У. можно получить увеличение непосредственным отсчетом большой горизонтальной шкалы, устанавливаемой в фокальной плоскости большого коллиматора. Одно деление этой шкалы, если смотреть на нее через одну из двух трубок прибора Г. У. без испытуемой трубы, равняется одному делению шкалы правой трубки этого прибора.

2. Полем зрения трубы называют часть пространства, видимого в трубу. Поле зрения измеряется углом между двумя лучами, идущими из центра объектива к краям диафрагмы. Оно определяется непосредственно при помощи большой горизонтальной шкалы, устанавливаемой в фокальной плоскости большого коллиматора и освещаемой сзади электрической лампой. Одно большое деление этой шкалы соответствует одному градусу. Установив испытуемую трубу на бесконечность, рассматривают через нее и через объектив большого коллиматора изображение большой шкалы. Число больших делений шкалы, сосчитанных в поле зрения испытуемой трубы, и дает величину последнего в градусах.

3. Разрешающая сила трубы — это способность трубы давать раздельное (не сливающееся) изображение черных и белых штрихов равной толщины. Для суждения о разрешающей силе определяют наименьшее угловое расстояние, под которым соседние штрихи еще не сливаются. Разрешающая сила обратна углу разрешения, который определяется при помощи трубы с увеличением

¹ В. Е. Мурашкинский, Оптика бинокля. Стр. 78 — 88.

в 15 раз. На основании теоретических соображений обыкновенно считают, что разрешающая сила объектива трубы

$$\alpha'' = \frac{69}{r},$$

где r — радиус действующего отверстия объектива. На практике же разрешающая сила трубы определяется опытным путем при помощи шкалы с начерченным на ней рядом квадратов. На каждом квадрате нанесены черные и белые полосы, ширина которых одна и та же для полос данного квадрата, но различна для разных квадратов. Иногда квадраты делаются парными с горизонтальными и вертикальными полосами. При рассматривании таких квадратов через испытываемую трубу с известного расстояния часть квадратов представляется серой, а на части квадратов еще различаются отдельные черные и белые полосы. Замечают квадрат с наименьшей шириной полос, которые еще видны как отдельные полосы. Угловое расстояние между серединами двух соседних белых полос этого квадрата и определяет собою разрешающую силу трубы.

4. Качество изображения, даваемого трубой, оценивается попутно при определении разрешающей силы трубы. При этой оценке обращают внимание на дефекты даваемого трубой изображения согласно классификации дефектов, приведенной в статье П. Г. Штулькерца:¹ имеется ли хроматизм изображения и в какой степени (легкий, значительный и т. п.), какова резкость изображения, есть ли ореол белый или окрашенный, есть ли двоение, т. е. наличие побочных изображений, подобных основному, но гораздо менее ярких, нет ли астигматизма (когда видны штрихи только одного направления) или хвостов. Оценка качества изображения производится баллами от 5 до 1 и указывает на присутствие и степень всех этих дефектов. Баллом 5 оценивается труба, совершенно не имеющая перечисленных дефектов, баллом 1 — такая труба, у которой все эти дефекты имеются. Конечно, такая оценка качества изображения не может претендовать на абсолютную точность, однако практика показывает, что точность ее у опытных наблюдателей около $1/2$ балла.²

10. По окончании исследования на каждый секстан обсерваторией составляется аттестат по форме, приведенной на стр. 269.³

Основанием для отнесения секстана к тому или иному классу служит величина влияния ошибки от эксцентриситета. По английской классификации, принятой и у нас в обсерватории Гидрографического управления ВМФ, секстаны, у которых влияние ошибки от эксцентриситета меньше $40''$, относятся к классу А. При величине влияния этой ошибки от $40''$ до $2'$ секстан относится к классу Б.

¹ П. Штулькерц, Универсальный коллиматор с большим отверстием. «Записки по гидрографии», 1932 г., № 2.

² Подробности — см. в указанной статье П. Г. Штулькерца.

³ Приведенные в форме данные взяты, с разрешения автора, из работы Б. И. Шамшура.

ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВМФ
ЛАБОРАТОРИЯ ПО ИСПЫТАНИЮ ПРИБОРОВ
АТТЕСТАТ № _____

Секстан фирмы
„Hurlimann“

Класс А
 № 4737

Поправка отсчетов

0°	— 0"
10°	— 1
20°	— 2
30°	— 3
40°	— 5
50°	— 7
60°	—10
70°	—12
80°	—15
90°	—19
100°	—22
110°	—26
120°	—30

$p=264,1''$; $2\epsilon=51,4''$

Большое зеркало *хорошее*

Малое зеркало *хорошее*

Астрономическая труба:

а) увеличение $4,7\times$; $9,7\times$

б) поле зрения $7^{\circ}8'$; $4^{\circ}0'$

в) геом. светосила 22; 5

г) качество изображения 3—4 балла

Галилеева труба:

а) увеличение $2,5\times$

б) поле зрения $8^{\circ}5'$

в) геом. светосила 85

г) качество изображения 3 балла

Труба Флери:

а) увеличение

б) поле зрения

в) геом. светосила

г) качество изображения

Ленинград, 19 февраля 1930 года

Астроном

Если же величина влияния ошибки от эксцентриситета больше $2'$, то секстан бракуется.

Такая классификация принята только для секстанов навигационных, служащих для астрономического определения места корабля в море. Для секстанов же «угломерных» (см. § 110), употребляющихся исключительно для определения углов между земными предметами с точностью отсчета в $1'$, эта классификация не применяется.

§ 99. Простой способ определения ошибок эксцентриситета секстанов¹

Секстаны, изготавливаемые Заводом мореходных инструментов, исследуются для получения поправок за эксцентриситет, как уже было сказано выше, на приборе Фуса.

Гидрографические отделы, не имеющие в своем распоряжении прибора Фуса, могут воспользоваться для получения поправок за эксцентриситет приспособлением, предложенным еще в 1914 г. Кольдевеем в журнале «*Annalen der Hydrographie*».

Это приспособление, несколько не претендуя на замену прибора Фуса, дающего вполне надежные результаты, может все же с успехом быть применено для проверки — сохранились ли после продолжительной работы и мелкого ремонта поправки, данные при секстане, или их следует заменить новыми. Применение этого приспособления в значительной мере может, таким образом, сократить дальние пересылки секстанов для их исследования.

Для своего осуществления это приспособление требует лишь хорошего призмозеркального круга, который, конечно, можно будет найти в инструментальных камерах любого гидрографического отдела или, в крайнем случае, выписать из запасов Гидрографического управления.

Сверх этого требуются лишь две деревянные платформы около 0,5 м длины, соединенные осью так, чтобы верхняя могла плавно вращаться над нижней, для чего между ними должны быть введены ролики или, быть может, в современных условиях, шарики.

На верхней доске делаются гнезда для установки оси призмозеркального круга и исследуемого секстана. Нужен еще уровень, причем для простоты — круглый, с помощью которого приводится в горизонтальное положение вся установка. Кольдевей делал это выравнивание просто деревянными кольщиками, но, конечно, для скорости и удобства выгоднее поставить всю платформу на три винтовых ножки, вращением которых и добиваться горизонтальности прибора. Наконец, необходимо еще, чтобы с места установки приспособления был виден один какой-нибудь достаточно удаленный, удобный для наведения, предмет, например, флашток башни, крест и т. п. Расстояние до него должно быть известно, так как влияние удаления приходится вводить в расчет.

Для лучшего понимания всего устройства послужит рис. 170.

На нем видны: верхняя платформа *GHIL* и ось *C*, около которой происходит ее вращение по нижней платформе; *A* — большое зеркало призмозеркального круга; *P* — призма на нем, заменяющая малое зеркало (круг изображен в виде полного кольца); *B* — большое зеркало секстана; *K* — его малое зеркало; *F* — зрительная труба, укрепленная в конце секстана; неполная дуга — самый секстан, который исследуют.

Отражательный круг должен быть установлен в своем гнезде так, чтобы верхний край призмы *P* был на 1—1,5 см выше края

¹ § 99 написан В. В. Ахматовым.

малого зеркала K секстана. Секстан же укрепляется в таком положении, чтобы ось его трубы лежала в одной вертикальной плоскости с осью трубы отражательного круга, который при этом не ввинчивается в свое кольцо. При такой установке лучи, отраженные призмой P и зеркалом K , войдут в трубу. Надо только помощью круглого уровня или визирования поверх платформы на точки, находящиеся на равной высоте с инструментом, предварительно привести ее в горизонтальное положение.

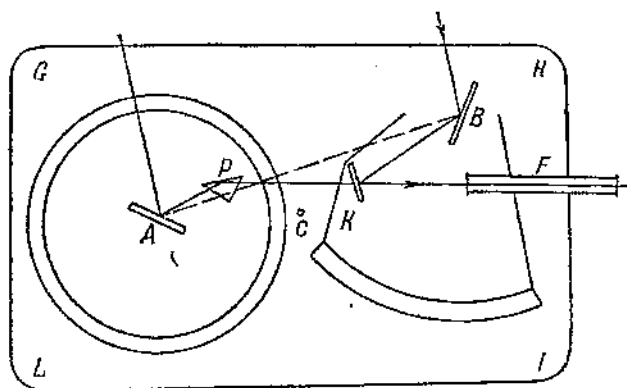


Рис. 170.

Примем сначала, что место нуля на отражательном круге совпадает с нулем и удаление наблюдаемого предмета очень велико.

Установим алидаду секстана на $0^{\circ}0'0''$, алидаду круга около $0''$ и направим вращением всего аппарата трубу на предмет так, чтобы оба отраженные в P и K изображения предмета были видны в трубе. Вращением алидады призмозеркального круга приводим их в точное совпадение. Отсчет по кругу дает тогда $0^{\circ} +$ отсчет индекса секстана. Вслед за этим ставим на секстане индекс на $10^{\circ}0'0''$, а на круге около 10° , и вращаем весь аппарат влево на 10° до тех пор, пока изображения предмета не окажутся в середине поля зрения, после чего производим снова точное их совмещение. Отсчеты по кругу должны при этом браться по обоим верньерам и в расчет вводится среднее из них. Поступая таким образом, далее получим столько же освобожденных от ошибки эксцентриситета углов, сколько было измерено на отражательном круге углов, точно установленных на секстане.

Для контроля переставляют алидаду секстана в обратном порядке через 10° , измеряя все углы еще раз. Этим выясняются как ошибки наблюдений, так и шатание во втулке оси алидады.

Выше было предположено, что наблюдаемый предмет находится очень далеко; если же этого нет, то угол, под которым видно расстояние между зеркалами A и B , т. е. линия AB , не исчезающе мал и должен быть учтен. Назовем его через φ . Ясно, что так как в совпадение приводятся лишь отраженные изображения, то в этот угол войдет лишь параллакс зеркал. Понятно также, что при рас-

смотренной установке обоих инструментов угол, измеренный секстаном, должен быть меньше, чем угол по кругу. Его легко вычислить. Сделаем для этого рис. 171, на котором обозначим: расстояние $AB = \rho$, расстояние до наблюдаемого предмета $CA = d$, угол $CBA = b$. Из треугольника ABC легко напишем

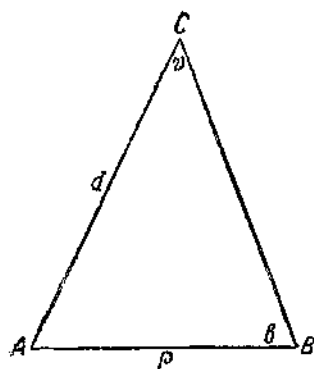


Рис. 171.

$$\sin v : \sin b = \rho : d$$

или по малости угла v .

$$v = \frac{\rho}{d \sin 1''} \sin b.$$

Задавая ρ и d , а также угол b , можем составить табличку, дающую этот поправочный уголок v для всех установок секстана.

Так, например, при $\rho = 0,30$ м и $d = 3000$ м для v получаются числа:

b	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
				$100''$	$110''$	$120''$				
v	$0''$	$4''$	$7''$	$10''$	$13''$	$15''$	$17''$	$19''$	$20''$	
				$20''$	$20''$	$19''$	$17''$			

Эта табличка применима к тому случаю, когда ось трубы секстана совпадает с линией AB . Если же эта линия составляет с осью некоторый угол α , что неизбежно вследствие самой природы прибора, то в формулу для вычисления v войдет уже не угол b , а угол $B + \alpha$, как видно из рис. 172.

В том случае, когда угол $\alpha = 20^\circ$, написанная табличка примет при тех же ρ и d уже такой вид:

b	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
v	$7''$	$10''$	$13''$	$15''$	$17''$	$19''$	$20''$	$20''$	$20''$	$19''$	$17''$	$15''$	$13''$

Как видно, числа этой таблицы сдвинулись по отношению к первой вперед на $20''$, что и понятно.

С описанным приспособлением можно получать, как показали опыты Кольдевея, при некоторой осторожности вполне надежные результаты.

Начиная измерения, нужно убедиться, что плоскости секстана и круга лежат параллельно. Для этого ставят алидады круга и инструмента сначала на 0° , а затем на 90° . В обоих положениях отраженные изображения должны лежать на равной высоте. Небольшие отклонения можно исправлять, подкладывая плоские клинышки.

Ошибка от кольца трубы не влияет на результат, так как оба изображения наблюдаются с одной и той же трубой. Точно так же круговое движение всего аппарата не оказывает чувствительного влияния по причине одновременного движения обоих инструментов. Прочного закрепления секстана не требуется, но для получения отчетливых изображений необходимо правильное положение трубы по отношению к отражательному кругу.

При вычислении надо в углы вводить то значение v , которое отвечает бывшим при наблюдениях расстояниям AB и BO или же в точности добиваться тех, которые входят в таблицу.

Для уменьшения ошибок отсчетов следует располагать весь аппарат таким образом, чтобы хорошо были освещены все его части.

Следующая таблица дает результаты одного ряда наблюдений и хорошо поясняет ранее изложенное.

Наблюдался флажок на башне, удаленной на 3 км, секстаном Плата № 6583, разделенным через $10'$ и отсчитываемым по верньеру до $10''$. AB было равно 0,3 м. Зеркало и труба отмечены хорошими, увеличение последней 9 раз. Поправки индекса: у секстана — $0'3''$, у круга — $0'3''$.

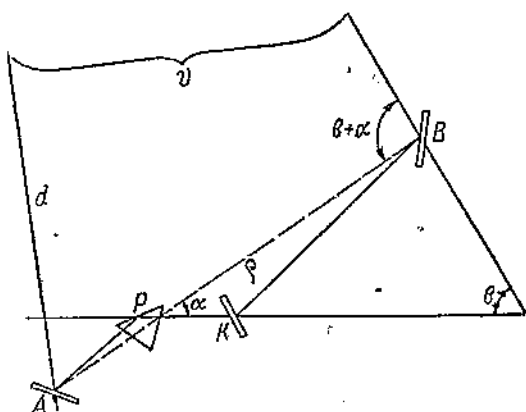


Рис. 172.

Отсчет секстана	Отсчет, исправленный за ошибку индекса	Угол, измеренный на круге	Угол, исправленный за ошибку индекса круга	Угол круга, исправленный за v	Разности круг—секстан
10°	9°59'57"	10°0'3"	10°0'0"	9°59'50	-7"
20	19 59 57	20 0 5	20 0 2	19 59 49	-8
30	29 59 57	30 0 15	30 0 12	29 59 57	-0
40	39 59 57	40 0 13	40 0 10	39 59 53	-4
50	49 59 57	50 0 15	50 0 12	49 59 53	-4
60	59 59 57	60 0 18	60 0 15	59 59 55	-2
70	69 59 57	70 0 15	70 0 12	69 59 53	-4
80	79 59 57	80 0 20	80 0 17	79 59 57	0
90	89 59 57	90 0 20	90 0 17	89 59 58	+1
100	99 59 57	100 0 20	100 0 17	100 0 0	+3
110	109 59 57	110 0 20	110 0 17	110 0 2	+5
120	119 59 57	120 0 15	120 0 12	119 59 59	+2

Обработка такого ряда по способу наименьших квадратов дает возможность получить обе постоянных эксцентриситета, т. е. угол между линией, соединяющей оба центра с направлением на нулевое деление лимба $p = 112^{\circ}57'$ и двойную величину линейного эксцентриситета в угловой мере $2\epsilon = 46'',2^1$.

С этими величинами можно вычислить ошибки эксцентриситета на все измеренные углы, а сравнив их с полученными из наблюде-

¹ См. об этом подробную статью: А. И. Вилькицкий, Секстан, «Записки по гидрографии», т. XXVIII, 1907 г.

ний, составить понятие об ошибках как отдельных наблюдений, так и средней ошибке самого определения. Для данного случая (секстан Плата № 6583) получим такую таблицу ошибок эксцентриситета:

Угол	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
Наблюдение	-7"	-8"	-0"	-4"	-4"	-2"	-4"	0	+1"	+3"	+5"	+2"
Вычисление	-1,4	-2,5	-3,2	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,1	-2,6	-1,6	-0,3	+1,4
Набл. выч.	=Δ	+5,6	+5,5	-3,2	+0,4	+0,4	-1,1	+1,4	-1,6	-1,3	-1,6	+3,7

причем средняя ошибка одного наблюдения будет $\pm 2'',9$.

Исследования других секстанов дали в результате ошибки того же порядка, доходя до 5" в среднем. Увеличение разностей Δ при малых и больших углах находит себе объяснение в том, что при больших углах секстана и малых — круга получаются очень плохо освещенные, слабые изображения предмета.

Аттестаты исследованных секстанов содержали в себе указания, что их ошибки лежат в пределах точности деления круга, и, таким образом, подтвердили достаточную точность примененного способа. Повторные наблюдения, а также сравнение с непосредственно наблюденными теодолитом двумя углами, дававшими большие разности на одном из исследованных секстанов, также показали хорошее согласие величин эксцентриситета, вычисленного по наблюдениям с описанным прибором. Таким образом, можно думать, что при достаточно устойчивой платформе, которая допускает довольно точно ее пронивелировать, и с хорошим надежным отражательным кругом, ошибки эксцентриситета определяются по этому способу с вполне достаточной для практики точностью, особенно если в заключение наблюдений будет произведено числовое и графическое уравнивание ошибок.

Простота же и легкость приспособления, а также и самих наблюдений, несомненно, делает этот способ предпочтительнее других косвенных способов, применяемых для той же цели. Употребление при нем лишь одного отдаленного предмета дает ему также преимущество, так как отпадает одна из причин, ведущих к неточности при подобных измерениях — неодинаковость освещения наблюдаемых предметов.

§ 100. Проверка секстанов перед наблюдениями на корабле

Несмотря на тщательность и полноту исследования секстана в обсерватории, в положении отдельных частей его с течением времени от перемен температуры, случайных толчков и т. п. обычно происходят некоторые изменения. Вследствие этого всякий, даже вполне исправный секстан, принятый с обсерватории, каждый раз перед наблюдениями на корабле или время от времени нуждается в проверке установки главнейших своих частей. Такую беглую проверку секстана, выполняемую самим наблюдателем, принято называть «приготовлением секстана к наблюдениям».

Приготовить секстан к наблюдениям значит установить трубу по своему глазу, ввинтить ее на место во втулку стойки зрительной трубы, проверить перпендикулярность зеркал к плоскости лимба, уравнивать яркости изображений прямовидимого и отраженного предметов и определить погрешность индекса.

1. Установка трубы по глазу. Так как у разных наблюдателей глаза могут быть не вполне одинаковые, то, готовя секстан к наблюдениям, необходимо, вынув секстан из футляра, установить, прежде всего, зрительную трубу по своему глазу. Для этого, приставив трубу к глазу, наводят ее на линию видимого горизонта со стороны, противоположной солнцу, и, медленно передвигая окулярное колено трубы, находят такое его положение, при котором черта видимого горизонта будет казаться наиболее ясной, резко очерченной линией. Найденное положение окулярного колена полезно отметить карандашной чертой, прочерченной на нем вдоль среза корпуса трубы, чтобы в дальнейшем быстро устанавливать трубу по своему глазу.

Установив трубу по глазу, берут секстан в левую руку и, удерживая его раму и астрономическую трубу в вертикальной плоскости, осторожно ввинчивают трубу во втулку. Чтобы не ввинтить трубы косо и не сорвать нарезки, следует, вставив трубу во втулку, сделать предварительно 1—2 оборота в обратном направлении.

2. Проверка перпендикулярности большого зеркала. Держа секстан в левой руке, ставят алидаду приблизительно на отсчет 60° . Приставив секстан большим зеркалом к глазу так, чтобы плоскость лимба была приблизительно горизонтальна, а расстояние от глаза до зеркала было около 30 см, смотрят под острым углом в большое зеркало.

Если изображение дуги лимба в зеркале составляет продолжение видимой непосредственно глазом части лимба без всякого излома, то большое зеркало строго перпендикулярно к плоскости лимба. Если между непосредственно видимой частью лимба и его изображением в зеркале замечается некоторый излом — отраженное в зеркале изображение идет вверх или вниз относительно непосредственно видимой дуги его, — то зеркало не перпендикулярно. Действуя корректирующим винтом большого зеркала, добиваются строгой его перпендикулярности.

Когда на глаз будет казаться, что большое зеркало установлено перпендикулярно к плоскости лимба, то остающаяся наклонность его будет столь ничтожна, что не окажет никакого заметного влияния на наблюдаемые секстаном углы.

3. Проверка перпендикулярности малого зеркала. Когда большое зеркало установлено перпендикулярно к плоскости лимба, то, чтобы убедиться в перпендикулярности и малого зеркала к той же плоскости, достаточно проверить взаимную параллельность зеркал. Для этого, поставив алидаду на отсчет около 0° , навинчивают на окулярную головку трубы темное стекло

или накладывают подходящие темные стекла перед зеркалами и наводят трубу на солнце.

Если зеркала параллельны, то прямовидимое изображение солнца будет совпадать с его дважды отраженным изображением и, при вращении микрометрического винта, одно изображение будет переходить через другое, полностью его покрывая. Если зеркала не параллельны, то отраженное изображение будет проходить совсем в стороне от прямовидимого, или только частично его покрывая.

В этом случае надо действовать корректирующим винтом малого зеркала и добиться того, чтобы при перемещении микрометрическим винтом отраженного изображения диска солнца оно в точности покрывало прямовидимое его изображение.

Эту же проверку можно сделать по звезде или по какому-нибудь хорошо очерченному отдаленному предмету, например, видимому горизонту. В последних случаях очевидно, что темного стеклышка на окуляр навинчивать не нужно.

4. Определение погрешности индекса. Затем производится определение погрешности индекса по солнцу или по звезде, по видимому горизонту или по отдаленному предмету, как это излагается в курсах мореходной астрономии.¹

5. Уменьшение погрешности индекса. Если окажется, что погрешность индекса велика, больше $3'$, то ее следует уменьшить, действуя поворотным винтом малого зеркала. Для этого необходимо установить алидаду точно на отсчет $0^{\circ}0'0''$ и, действуя поворотным винтом, свести вместе прямовидимое и отраженное изображение одного и того же предмета. Затем следует проверить опять перпендикулярность малого зеркала и определить окончательно оставшуюся погрешность индекса.

Так как корректирующие винты зеркал вообще не рекомендуется передвигать слишком часто, то исправлять погрешность индекса слишком часто не следует, если она не очень велика. Если же она меньше $3'$, то ее лучше не исправлять, а только каждый раз определять перед наблюдениями.

6. Удаление трубы от плоскости лимба. Совмещение изображений предметов — прямовидимого и дважды отраженного — точнее всего производится в том случае, когда оба изображения одинаковой яркости. Обычно труба устанавливается так, что линия, разделяющая малое зеркало на прозрачную и зеркальную части, делит объектив трубы пополам.

Если при выбранных цветных стеклах и поднятой таким образом трубе изображение прямовидимого предмета несколько ярче изображения дважды отраженного, то трубу следует придвинуть ближе к плоскости лимба, т. е. опустить. Если, наоборот, изображение дважды отраженного предмета кажется ярче изображения прямовидимого, то трубу следует отодвинуть подальше от плоскости лимба, т. е. поднять. Тогда, в первом случае, увеличится коли-

¹ Проф. Б. П. Хлюстин, Мореходная астрономия. Военмориздат, 1939 г., стр. 169. Проф. Н. Н. Матусевич, Мореходная астрономия, 1922 г., стр. 158.

чество лучей, попадающих в трубу от дважды отраженного предмета, а во втором — от прямовидного предмета.

Следовательно, подбором надлежащего удаления трубы от плоскости лимба можно сделать яркость изображений прямовидного и дважды отраженного предметов одинаковой и тем повысить точность наблюдения. Изменение же расстояния трубы от плоскости лимба, благодаря удобной конструкции подвижной стойки зрительной трубы, выполняется совершенно просто.

7. Установка лупы по глазу, чтобы впоследствии при производстве отсчетов во время наблюдений не возиться с этой установкой.

8. Установка микрометрического винта на середину хода, чтобы не прерывать наблюдений из-за упора лапки алидады об упорную стойку микрометрического винта или из-за сильного напряжения винта при сильно сжатой пружине алидады. При тангенциальном винте этого делать не приходится.

§ 101. Употребление секстана на корабле

Употребление секстана на корабле подробно описывается во всех курсах мореходной астрономии.¹ Поэтому здесь только вкратце перечисляются работы с секстаном на корабле и даются некоторые дополнительные указания.

Приготовленный к наблюдениям секстан используется на корабле в следующих случаях штурманской практики.

1. Измерение высот солнца над видимым горизонтом. Подбирают подходящей густоты цветное стекло — одно или несколько — большого зеркала, для чего смотрят через стекло на солнце, без трубок, простым глазом. Подходящее стекло будет то, сквозь которое солнце кажется достаточно ярким, вполне отчетливым, без светлых ореолов и глазу не больно на него смотреть. Ставят цветное стекло на место.

Держа секстан в правой руке так, чтобы плоскость рамы приблизительно совпадала с вертикальной плоскостью, смотрят в трубу на черту видимого горизонта, приходящуюся под солнцем. Чтобы убедиться, что плоскость лимба действительно совпадает с вертикалом светила, надо, сохраняя на-глаз вертикальное положение секстана, отнять глаз от трубы и посмотреть, как ложится тень от переднего радиуса секстана на верхнюю кромку дуги лимба. Если она идет параллельно боковой грани дуги лимба, то секстан находится в плоскости вертикала светила. Если же тень пересекает верхнюю грань лимба наискось, то плоскость лимба не в вертикале светила. Тогда плоскость рамы нужно несколько наклонить так, чтобы тень пошла параллельно боковой грани лимба.

Совместив плоскость лимба с вертикалом светила, смотрят в трубу на горизонт и движением алидады приводят отраженное

¹ Проф. Б. П. Хлюстин, Мореходная астрономия. Военмориздат, 1939 г., стр. 176 — 189. Проф. Н. Н. Матусевич, Мореходная астрономия 1922 г., стр. 229 — 249.

1
изображение солнца в поле зрения трубы. Затем стопорят алидаду стопорным винтом и, действуя винтом микрометрическим, приводят изображение солнца в точное соприкосновение с изображением черты видимого горизонта. При этом нужно не забывать покачивать секстан около луча, идущего от светила, чтобы убедиться, что изображение солнца только в одной точке касается изображения черты горизонта.

Предпочитают брать высоту нижнего края солнца, потому что в этом случае изображение солнца проектируется на небе, и соприкосновение его с изображением горизонта улавливается глазом точнее. Заметив момент по часам, делают отсчет наблюденной высоты.

2. Измерение высот луны — то же, что и для солнца. Если луна неполная, то берут высоту верхнего или нижнего ее края в зависимости от расположения серпа луны.

3. Измерение высот звезд. Цветные стекла не нужны. Зрительная астрономическая труба заменяется трубой Флерье. Можно наблюдать и без трубы, приставив глаз поближе к втулке трубы и смотря сквозь втулку на горизонт.

Существуют три способа взять высоту звезды: а) заранее рассчитать высоту выбранной звезды и установить алидаду на этот вычисленный отсчет; тогда в поле зрения трубы и будет наблюдаемая звезда; б) совместить прямовидимое и отраженное изображение звезды, поставив алидаду на отсчет, близкий к $0^{\circ}0'0''$; смотря в трубу и не выпуская отраженного изображения звезды из поля зрения, медленно наклонять трубу, пока в поле зрения не покажется видимый горизонт; в) держа секстан зеркалами вниз, принять звезду за прямовидимый предмет, а горизонт — за дважды отраженный. Этим способом удобно пользоваться в больших широтах, когда звезды видны слабо, а линия горизонта видна отчетливо.

4. Измерение углов между земными предметами. Левый предмет принимается за прямовидимый, правый — за отраженный. Секстан держат в правой руке, расположив плоскость лимба в плоскости, проходящей через оба предмета и глаз наблюдателя, т. е. приблизительно в горизонтальной плоскости. Если вследствие меньшей освещенности правого предмета нужно правый предмет принять за прямовидимый, то секстан приходится держать зеркалами вниз.

5. Измерение углов в наклонной плоскости, например, угла между солнцем и земным предметом. Секстан держат в правой руке, расположив плоскость лимба в плоскости, проходящей через глаз наблюдателя, солнце и предмет. При покачивании инструмента дважды отраженное изображение солнца должно только одной точкой касаться изображения прямовидимого предмета. Способ употребляется при определении истинного азимута земного предмета или створа.¹

¹ Об ошибках при измерении углов в наклонной плоскости см. статью М. А. Воронцова в «Записках по гидрографии», 1932 г., № 2.

Для того чтобы результаты наблюдений с секстаном соответствовали той точности, на которую он рассчитан, с секстаном нужно уметь обращаться и внимательно следить за его состоянием.

Когда секстаном не пользуются, он должен храниться в футляре в специальном помещении, где инструмент не будет подвергаться большим переменам температуры или случайным толчкам и ударам при качке. Алидада должна быть закреплена стопорным винтом.

При извлечении секстана из ящика его надо брать только за крепления рамы или за ручку, не затрагиваясь до алидады или до лимба, чтобы не повредить алидады или не загрязнить делений.

Никогда не следует устанавливать алидаду в крайнее положение, чтобы не повредить случайно установки малого зеркала или стойки зрительной трубы или не вызвать вредных давлений при вращении микрометрического винта.

Нельзя слишком глубоко ввинчивать микрометрический винт, чтобы не подвергать его излишним напряжениям.

Нужно избегать чистить верньер и зеркала, и никогда не затрагиваться до них руками. Осевшую пыль следует удалять легкой щеточкой из козьей шерсти или кисточкой из мягкого волоса. Для чистки чечевич зрительных труб, цветных стекол и луны лучше всего пользоваться мягкой и чистой козьей кожей — замшей или много раз мытым полотном. Ими же, в случае надобности, можно обтереть и раму секстана и деления лимба. Однако нужно остерегаться употреблять замшу, на которой могут встретиться остатки ртутной или разлагающих веществ — спирта или бензина, — если этой замшей раньше пользовались для других целей.

Если деления лимба очень загрязнились, то лимб можно осторожно промазать чистым вазелином и обтереть сухой мягкой полотняной ветошью.

После всякой чистки малого зеркала нужно проверить его установку и вновь определить погрешность индекса. Если погрешность индекса невелика, порядка 1—2', ее лучше не изменять, а только следить за ее постоянством.

Ни при каких механических повреждениях, даже самых незначительных, не следует пытаться самому их исправить, а нужно сдать секстан в ремонт Заводу мореходных инструментов.

Никогда не ставить секстан на стол иначе, как на его ножки.

Нужно заметить, при каком отсчете алидады стопорная планка, находящаяся на крышке футляра, свободно упирается в ручку секстана, когда последний уложен в футляр. При укладывании секстана в футляр нужно установить алидаду на этот отсчет и закрывать крышку осторожно, остерегаясь нажать планкой на алидаду. Предварительно как сам секстан, так и все его принадлежности, хранящиеся в ящике, должны быть закреплены на своих местах крепительными планками. Крышка футляра должна закрываться совершенно свободно, а сам футляр должен быть закрыт на крючки и на ключ.

Морским угломерным инструментом, основанным на принципе совмещения дважды отраженного изображения одного предмета с прямовидным изображением другого, нельзя измерить угол между предметами, равный или больший 180° . Это ясно из того, что для измерения угла в 180° пришлось бы поставить зеркала под углом 90° друг к другу, а в этом случае любой отраженный от большого зеркала луч не мог бы попасть на малое зеркало. Следовательно, увидеть и свести вместе изображения двух таких предметов, угловое расстояние между которыми равно 180° и больше 180° , инструментом, основанным на принципе секстана, невозможно.

Однако если измеряемый секстаном угол хотя и меньше 180° , но близок к 180° , то большое зеркало секстана относительно малого приходится ставить под углом, близким к 90° , и падающий на большое зеркало луч составит в таком случае очень малый угол с плоскостью большого зеркала. Вследствие этого отраженное от большого зеркала изображение предмета будет слишком слабое, и измерение угла будет или весьма затруднительно, или вовсе невозможно. Чтобы изображение дважды отраженного предмета было достаточно ярким, необходимо, чтобы падающий на большое зеркало луч составлял с плоскостью этого зеркала угол, не меньший 20° , т. е. чтобы угол между зеркалами был не более 70° , или, следовательно, угол между предметами был не более 140° .

Вот этими двумя соображениями — необходимостью для измеряемого угла быть $< 180^\circ$ и необходимостью иметь достаточно яркое изображение дважды отраженного предмета — и определяется предельная величина угла, который может быть измерен секстаном. Так как угол крепления малого зеркала, т. е. угол между линией, соединяющей оси вращения зеркал, и нормалью к малому зеркалу по чисто механическим причинам не может быть меньше 14° , а обычно бывает $15\text{--}17^\circ$, то, чтобы использовать всю дугу лимба для отсчетов измеряемых секстаном углов, большое зеркало секстана поставлено так, чтобы его плоскость не совпадала с прямой, проходящей через ось алидады, а составляла с последней угол, зависящий от положения трубы по отношению к прямой, проходящей через ось алидады и середину сектора секстана.

Наиболее употребительный тип морского угломерного инструмента — секстан, дуга которого равна $\frac{1}{6}$ окружности, т. е. 60° или несколько больше, позволяет измерять углы между предметами до 120° . Для измерения больших углов употребляются квинтаны, дуга которых составляет $\frac{1}{5}$ окружности или 72° . Таким образом, при помощи квинтана можно измерить угол между предметами до 144° , что, как видно из предыдущего, уже лежит на пределе возможности измерения углов угломерными инструментами, основанными на принципе секстана. Для осуществления этой возможности у квинтанов зрительная труба располагается по возможности ближе к большому зеркалу, а малое зеркало выносится как можно дальше наружу от сектора рамы секстана.

Хотя у многих квинтанов и первоклассных секстанов деления лимба нанесены до 155° , но измерение этими приборами углов, больших 140° , производится плохо именно из-за малой яркости изображения дважды отраженного предмета.

Радиус дуги лимба квинтана также берется больше, чем у секстана, и достигает 200—250 мм, что в свою очередь позволяет нанести на лимбе квинтана несколько более крупные деления, чем на секстане. У квинтанов каждый градус лимба делится на 6 частей, т. е. через $10'$, реже на 4 части. Квинтаном надо пользоваться во всех тех случаях, где требуется особая точность наблюдений, например, при наблюдениях в ясную хорошую погоду, при звездных наблюдениях, при береговых наблюдениях и т. п.

Несколько больший вес квинтана, объясняемый его большими размерами, не является его недостатком. В известной книге капитана Ленки¹ говорится, что «6- или 7-дюймовый секстан, конечно, несколько легче. Но некоторое увеличение веса дает большую устойчивость, особенно в свежую погоду».

Однако в тех случаях, когда наблюдения не могут претендовать на большую точность, например, в зимние месяцы, в условиях штормовых погод в Северном Ледовитом океане, высокая точность хороших квинтанов становится совершенно бесполезной, и в этих случаях проще пользоваться менее точным инструментом. Таким инструментом является октан — инструмент, подобный секстану, но меньших размеров. Дуга сектора октана должна бы равняться $\frac{1}{8}$ части окружности или 45° , так что наибольший угол, который можно было бы измерить октаном, не должен бы превышать 90° , но обычно лимб октана делается несколько больше $\frac{1}{8}$ части окружности, что дает возможность измерить октаном углы до 115° , а иногда и до 130° .

Лимб октана соответственно разбивается через $30'$ или через $20'$ дуги, а верньер через $30''$. Радиус дуги лимба октана меньше, чем у секстана, обычно 130—150 мм, хотя встречаются октаны и большего радиуса. Октанами часто пользуются при гидрографических работах.

В устройстве же своих деталей и квинтаны и октаны в общем сходны с секстанами.

§ 104. Секстаны с искусственным горизонтом

Невозможность измерить в море высоту светила, когда черта видимого горизонта видна нечетливо или вовсе скрыта от наблюдателя мглой, заставила почти с самого момента изобретения секстана искать средств к замене естественного морского горизонта искусственным. Осуществить линию искусственного горизонта, заменяющую собой морской горизонт во время наблюдений, повидимому, возможно только при использовании силы тяжести, т. е. путем

¹ Cap. Lecky, Wrinkles in Practical Navigation. 16-е издание. Лондон, 1912 г., стр. 71.

постройки прибора, снабженного или жидким уровнем или каким-нибудь маятником.

Так, еще в 1733 г. сам изобретатель секстана Гадлей опубликовал описание октана с прикрепленным к его раме уровнем. Однако, уровни, давая вполне надежные показания на суше, в море представляют большие неудобства вследствие крайней своей чувствительности ко всем качаниям корабля и дрожаниям руки наблюдателя.

Французская академия наук в 1745 г. предложила премию за «лучший способ определения времени в море из наблюдений днем, в сумерки или ночью, когда не видно горизонта». Это предложение, повторенное в 1747 г., вызвало появление нескольких исследований этого вопроса, среди которых наиболее интересны две работы известного математика Даниила Бернулли.

Разбор колебаний маятника на качающемся корабле показал, что среднее направление между крайними отклонениями маятника при качке не совпадает с отвесной линией, а составляет с нею больший или меньший угол. Этот угол зависит от полупериода волны, естественного периода качания маятника, высоты подвеса маятника над осью качания корабля, отношения периода качания маятника к периоду качания судна и к полупериоду волны и т. д., т. е., другими словами, качания маятника на корабле представляют собой столь сложное явление, что полное практическое решение вопроса об осуществлении линии искусственного горизонта посредством простого маятника на корабле фактически невозможно. Подсчет показывает, что для того, чтобы отклонения средней линии размахов маятника от отвесной линии не превышали 3', период качания маятника должен быть не менее 68 секунд, что соответствует длине маятника приблизительно в 4600 м.

Однако настоятельная необходимость хотя бы приближенно определить место корабля в тяжелых условиях, при отсутствии видимости естественного морского горизонта, побуждала и побуждает различных изобретателей предлагать свои приборы с искусственным горизонтом, основанные или на уровне, или на маятнике, т. е. теоретически неточные, но все же дающие возможность взять высоты светила с большей или меньшей точностью в зависимости от обстоятельств.

Среди таких приборов особое место занимает предложенный в 1886 г. французским моряком Флерье гироскоп-коллиматор.¹ Оригинальность идеи Флерье заключалась в замене простого маятника гироскопом, обладающим свойствами маятника с большим периодом колебания.

Приспособленный к обыкновенному секстану малых размеров (октан) (рис. 173) гироскоп-коллиматор Флерье давал возможность измерять высоты светила под средней линией сетки горизонтальных линий, заменяющих собой видимый горизонт. С изображениями этих линий, получавшихся в поле зрения трубы, сводится изобра-

¹ К. Нехаев, Гироскоп-коллиматор Флерье. «Морской Сборник», 1896 г., № 11 и 12.

жение светила, отраженное от обоих зеркал секстанта. Заменяющие видимый горизонт линии были нанесены на двух стеклянных линзах, укрепленных на верхней грани небольшого волчка (гироскопа) в виде шарового пояса, диаметром в 18 мм, вращающегося на острие шпильки со скоростью 105 оборотов в 1 секунду.

Острые шпильки, опираясь на твердую точку, приходится только на 1 мм выше центра тяжести всей массы волчка, так что ось его при вращении волчка колеблется еще прецессионным (коническим) движением с продолжительностью полного оборота от двух до одной минуты.

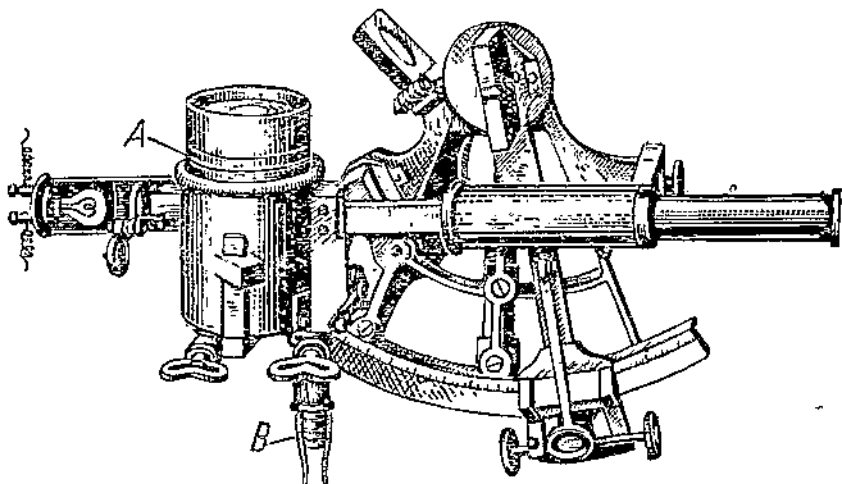


Рис. 173.

Волчок помещается внутри цилиндрической камеры А и перед наблюдениями приводится во вращение струей воздуха, вдуваемого особым воздушным насосом, вроде велосипедного. Соединяется насос с камерой А помощью резинового шланга, навинчиваемого на конец трубки В. Струя воздуха, ударяя в направленные в одну сторону косые зубцы, имеющиеся в основании волчка, приводит его в быстрое вращение, продолжающееся потом по инерции в течение 8—10 минут.

При 105 оборотах волчка период колебания его оси равняется 68 секундам, т. е. волчок как бы заменяет собой длинный маятник, отклонения средней линии качаний которого от вертикальной линии не превышают 3'. С такой же, примерно, точностью берутся и высоты светил с гироскопом-коллиматором Флерье, и многочисленные наблюдения с этим остроумным прибором показали его полную пригодность для морских наблюдений.

Однако сложная теория этого прибора и необычная обработка наблюдений с ним послужили, очевидно, причиной того, что гироскоп-коллиматор Флерье не получил широкого распространения и впоследствии был заменен другими, более простыми, приборами.¹

¹ Подробности об устройстве и употреблении гироскопа-коллиматора Флерье можно найти в литературе, указанной в конце этой главы.

В том же 1886 г. астроном Кронштадтской обсерватории В. Е. Фус сконструировал укрепленный на секстане искусственный горизонт, основанный на простом маятнике.

Маленькая, представляющая собой коллиматор, трубочка, длинной около 6 см, на одном конце имела двояковыпуклую чечевицу (объектив), а на другом — пластинку с тонкой щелью (окуляр). Оптическая ось прибора — прямая, проходящая через центр объектива и середину щели. Перпендикулярно к плоскости, проходящей через щель и оптическую ось к трубочке, приделан стержень длиной в 6 см. Этот стержень, с плоским грузом на конце, служил маятником. Трубочка навешивалась на ось, проходящую через точку пересечения оптической оси с осью маятника и параллельную щели коллиматора. Плоскость качания маятника была параллельна плоскости лимба. Для уменьшения трения на конце оси имелись острые призмочки, на которые ложились опорные

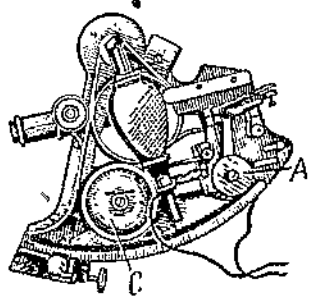


Рис. 174.

пластинки, укрепленные на внутренней поверхности цилиндра, внутри которого располагался коллиматор. Для погашения колебаний маятника конец последнего был погружен в небольшой сосуд, наполненный глицерином. Весь прибор был небольшой по весу и размерам и помещался за прозрачной частью малого зеркала секстана так, что оптическая ось коллиматора совпадала с оптической осью трубы.

Наблюдателю, смотревшему в трубу, щель коллиматора казалась тонкой светлой линией, представлявшей собой истинный горизонт в тот момент, когда оптическая ось коллиматора была горизонтальна, т. е. когда ось маятника была вертикальна. Наблюдения с этим прибором показали, что вероятная ошибка одного измерения высоты¹ достигала величины $\pm 2,3'$ на ходу при хороших условиях погоды.

Не останавливаясь на других, менее интересных приборах этого рода, отметим еще английский секстан Хепворта и немецкий секстан Литцау.

Секстан Хепворта (рис. 174) имеет короткий маятник А, замыкающий ток в момент, когда ось маятника вертикальна, а оптическая ось трубы горизонтальна. Ток получается от небольшого сухого элемента, помещаемого в кармане наблюдателя. В цепь тока введен небольшой колокольчик С, укрепленный на раме секстана. Колокольчик звонит каждый раз, как маятник занимает отвесное положение. Пока колокольчик звонит, надо успеть привести дважды отраженное изображение светила в середину поля зрения трубы и сделать отсчет.

¹ В. Фус, Искусственный горизонт-коллиматор. «Записки по гидрографии», 1889 г., вып. 1 (от начала издания вып. 7), стр. 215.

Прибор, как видно, весьма простой, но в достаточной степени грубый. Практика показала, что звонок звонит не только, когда ось маятника вертикальна, но и когда она уклонена от этого направления около $20'$. Поэтому отдельные измерения высот могут быть ошибочны на $10'$ и более. Таким образом, чтобы получить с секстаном Хепворта сколько-нибудь надежный результат, нужно стараться брать высоты в момент начала звонка и непременно делать несколько наблюдений, беря из них среднее. Вес прибора довольно значительный.

Немецкий секстан Литцау (рис. 175) отличается от прочих подобных же приборов отсутствием зеркал, что в известном отношении составляет его большое преимущество.

Устройство прибора следующее. К одному из радиусов секстанной рамы, дуга которой равна 110° , прикреплена астрономическая труба *E*. Через центр вращения алидады проходит ось вращения маятника, помещенного внутри плоской металлической коробки *F*, неразрывно связанной с алидадой. Когда ось маятника вертикальна, оптическая ось трубы должна быть горизонтальна, что можно проверить по горизонту и исправить особым имеющимся у трубы винтом. Свобода колебаний маятника ограничена с обеих сторон двумя контактными винтиками, прикосновением к которым маятник замыкает цепь тока.

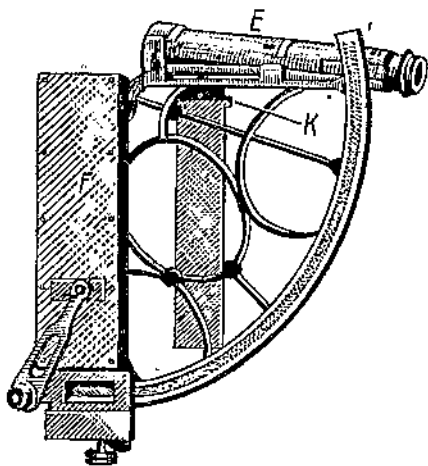


Рис. 175.

Когда цепь тока замыкается, загораются красная или зеленая лампочки, расположенные в поле зрения трубы на горизонтальной нити креста по обе стороны от вертикальной нити. Электрическая батарея, дающая ток, помещается в ручке секстана. Для включения тока необходимо, кроме того, нажать кнопку, также расположенную на ручке секстана.

Направив трубу на светило и наведя крест нитей на него, нажимаем кнопку. Если плоскость секстана совпадает с вертикальной плоскостью светила, то мы увидим красный или зеленый свет. Передвижением алидады заставляем этот свет переменить свой цвет. В момент, когда одна лампочка потухла, а другая еще не загорелась, маятник занимает отвесное положение, и так как труба направлена на светило, то отсчет на лимбе секстана дает нам зенитное расстояние светила. Для удобства наблюдателя на лимбе секстана нанесены деления, соответствующие дополнению зенитного расстояния до 90° , т. е. соответствующие высотам светил.

Так как уловить момент, когда маятник находится точно на середине между контактами, т. е. между красной и зеленой лам-

почками, трудно, то, во избежание неопределенных ошибок в измеряемых высотах, прибор регулируется так, что отсчет нужно делать в момент появления света красной лампочки.

Секстан Литцау — прибор довольно легкий, наблюдения с ним, как показала практика, нетрудны, точность измерения высот не превышает $2-3'$, вследствие чего и верньер разбит через $2'$. Ценность секстана системы Литцау в том, что с ним звездные наблюдения значительно упрощаются, так как нет надобности ловить дважды отраженное изображение звезды, всегда весьма слабое.

В последнее время, в связи с развитием аэронавигации, вновь возобновились попытки сконструировать удовлетворительный секстан с искусственным горизонтом при нем. Из различных конструкций таких секстанов, основанных на применении уровней, мы опишем несколько наиболее интересных образцов.

§ 105. Секстан с уровнями системы Кутинхо

Этот секстан построен фирмой «К. Плат» («С. Plath») по идее португальского моряка Гаго Кутинхо (Gago Coutinho), разработавшего проект прибора в сотрудничестве с капитаном Кастильхо. Весной 1927 г. во время трансатлантического перелета самолета типа Дорнье-Валь «Аргос» из Лиссабона в Рио-де-Жанейро под

командой того же Кастильхо секстан системы Кутинхо подвергся всесторонним испытаниям и вполне оправдал возлагавшиеся на него надежды.

Секстан системы Кутинхо (рис. 176) представляет собой обыкновенный секстан с бесконечным тангенциальным винтом. Секстан имеет или микрометр А, как показано на рис. 176, или верньер, отсчитываемый посредством лупы. Позади зеркальной части малого зеркала секстана расположена металлическая треугольной

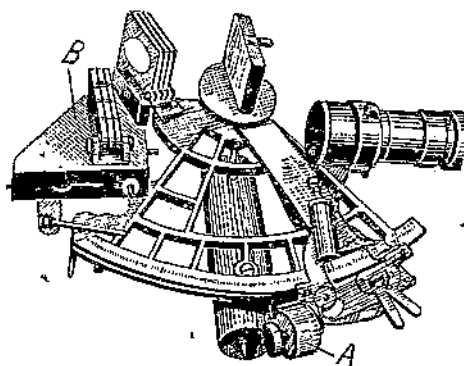


Рис. 176.

формы коробка В, внутри которой помещаются два уровня и вспомогательное зеркало.

Расположение уровней и вспомогательного зеркала показано на рис. 177. Уровень ВЛ (Beobachtungs libelle), который можно назвать горизонтным уровнем, расположен своей осью параллельно плоскости лимба секстана и параллельно оптической оси трубы. Когда пузырек этого уровня находится посредине, то оптическая ось трубы строго горизонтальна. Отраженное вспомогательным зеркалом С, прикрепленным к внутренней стороне передней наклонной стенки коробки, изображение пузырька уровня ВЛ попадает в трубку Т секстана сквозь продолговатую прорезь а (рис. 178), вырезанную параллельно плоскости лимба в зеркальной части малого

зеркала. При перемещениях пузырька уровня, т. е. при уклонениях оптической оси трубы от горизонтального положения вверх и вниз, изображение пузырька в поле зрения трубы будет также двигаться вверх и вниз вдоль прорези *a*. Поперечный уровень *QL* (*Quer libelle*) (рис. 177), расположен своею осью перпендикулярно к оси первого уровня, т. е. перпендикулярно к плоскости секстана. Назначение поперечного уровня — указывать отвесное положение плоскости рамы: если пузырек поперечного уровня стоит посредине, — плоскость рамы секстана вертикальна. Пузырек поперечного уровня усматривается в горизонтальной прорези *b* (рис. 178), сделанной в зеркальной половине малого зеркала. При колебаниях плоскости секстана около оптической оси трубы вправо и влево пузырек поперечного уровня будет перемещаться вправо и влево в прорези *b*.

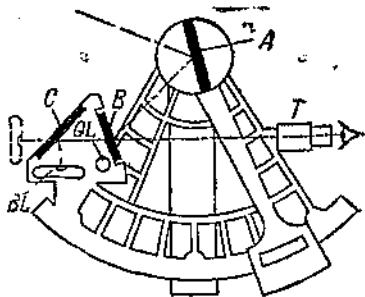


Рис. 177.

Таким образом, посредством обоих уровней достигается и горизонтальность оптической оси трубы и вертикальность плоскости секстана. Горизонтный уровень *BL* имеет (рис. 179) подъемный винт *c*, при помощи которого можно исправить погрешность индекса прибора. Именно, установив алидаду на отсчет 0° , смотрят в трубу на горизонт и, действуя винтом *c*, приводят пузырек уровня точно на середину. При этом, конечно, предварительно обычным способом проверяется перпендикулярность зеркал к плоскости лимба и параллельность оптической оси трубы той же плоскости.

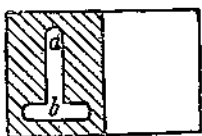


Рис. 178.

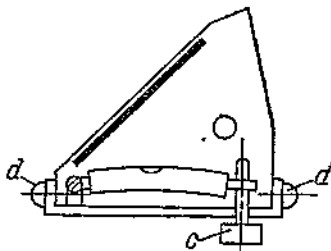


Рис. 179.

Поле зрения трубы настолько обширно, что кроме пузырька уровня в нем через прозрачную часть малого зеркала видна и часть видимого горизонта. Действуя винтом *c*, устанавливают уровень *BL* так, чтобы при положении пузырька уровня на середине видимый морской горизонт разрезал изображение пузырька пополам.

Оптическая ось трубы, как обычно, проходит через середину малого зеркала, т. е. через прямую, отделяющую зеркальную половину малого зеркала от прозрачной. В подвижной стойке трубы имеются два выреза, один ближе к плоскости рамы, другой —

дальше от нее. При установке стойки трубы на более удаленный от плоскости рамы вырез можно видеть естественный морской горизонт и брать высоты над ним, как обыкновенным секстаном.

Наблюдения с секстаном системы Кутинго состоят в том, что, держа секстан, как обычно, в правой руке, располагают плоскость рамы секстана в вертикальной плоскости светила и, удерживая секстан так, чтобы видеть пузырек поперечного уровня посредине прорези *b* (рис. 178), совмещают дважды отраженное изображение светила с отраженным вспомогательным зеркалом изображением пузырька горизонтного уровня.

Сведенные вместе изображения светила и пузырька уровня при движении секстана при качке не будут расходиться, так как расстояние трубы от уровня и радиус кривизны трубки уровня рассчитаны так, чтобы периоды колебаний обоих изображений были одинаковы.

Так как точно совместить изображения пузырька уровня и диска солнца трудно, то в секстане системы Кутинго с удобством применяется призма Волластона, дающая, как известно, двойное изображение предмета. Такая призма в специальной оправе устанавливается перед объективом трубы. Правильность установки призмы по отношению к плоскости рамы секстана обеспечивается наличием направляющего желобка для оправы призмы и стопорного винта. В результате прохождения лучей через призму Волластона в поле зрения трубы получается (рис. 230) двойное изображение пузырька

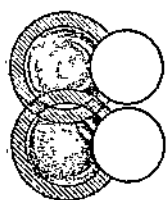


Рис. 180.



Рис. 181.

уровня и двойное изображение солнца. Угол призмы взят с таким расчетом, чтобы получающиеся два изображения солнца едва касались друг друга. При измерении высоты солнца с поставленной на место призмой Волластона нужно, получив в поле зрения трубы двойное изображение пузырька уровня и двойное изображение диска солнца, действовать микрометрическим винтом так, чтобы общая касательная к изображениям дисков солнца и секущая, соединяющая черные четырехугольники (рис. 180) в местах пересечения двух изображений пузырька уровня друг с другом, составляли продолжение одна другой, т. е. составили одну прямую линию.

При наблюдениях звезд (рис. 181) двойное изображение звезды приводят микрометрическим винтом в симметричное положение относительно центров двойного изображения пузырька уровня.

Диаметр видимого изображения пузырька уровня несколько изменяется в зависимости от колебаний температуры, так как меняется величина самого пузырька в уровне.

При ночных наблюдениях и уровень и верньер освещаются электрическим светом посредством двух 1,5-вольтовых электрических лампочек, питаемых током от помещенной в ручке секстана батареи. Посредством двух выключателей свет обеих ламп можно

включать и выключать, а посредством особого рычага можно вводить реостат, регулируя яркость лампочки, освещающей уровень. При установке рычага на «темноту» ток вовсе выключается. Разрядившуюся батарею заменяют новой, а в случае израсходования всех запасных батарей лампы можно включить и в судовую цепь.

Секстан хранится в круглом алюминиевом футляре со съемной крышкой. В числе принадлежностей к секстану имеются запасные уровни, электрические лампочки и батареи.

Первый образец этого секстана был построен специально для воздушных судов, почему при расчете уровней принимался во внимание период качки, которым обладают суда воздушные, т. е. порядка 3—4 минут. Испытание секстана во время уже упомянутого перелета Дорнье-Валь из Лиссабона в Рио-де-Жанейро в 1927 г. и затем во время первого перелета дирижабля «Граф Цеппелин» из Германии в Нью-Йорк и обратно в 1928 г. подтвердило правильность расчетов и практическую ценность нового прибора.

По имеющимся сведениям фирма «К. Плат» разрабатывает новый тип такого же секстана с уровнем специально для морских судов, обладающих значительно меньшим периодом качки. С целью изучения пригодности секстана с уровнем системы Кутинхо на морских судах этот секстан должен был подвергнуться испытаниям на морском судне во время плавания в Японию, но результаты этих испытаний автору неизвестны.

§ 106. Секстан с уровнями системы Гольдвее

К раме обыкновенного секстана поверх алидады прикреплена (рис. 182) параллельно плоскости лимба плоская металлическая коробка. Внутри этой коробки (рис. 183) к ее основанию, прилегающему к раме секстана, прикреплен уровень *B*, пять прямоугольных стеклянных призм с полным внутренним отражением и одна пентапризма. Ось уровня параллельна плоскости лимба. Призмы своими ребрами расположены перпендикулярно к плоскости лимба, как показано на рис. 183.

Так как световой луч подвергается в каждой призме полному внутреннему отражению, то, прежде чем попасть в глаз наблюдателя, световые лучи от пузырька уровня (рис. 184) должны пройти путь *abcdefg*. Такое удлинение пути луча сделано умышленно, с целью удалить изображение пузырька, усматриваемое в поле зрения трубы, на расстояние, равное радиусу кривизны трубки уровня, т. е. 86 см. Тогда при колебаниях пузырька в плоскости, парал-

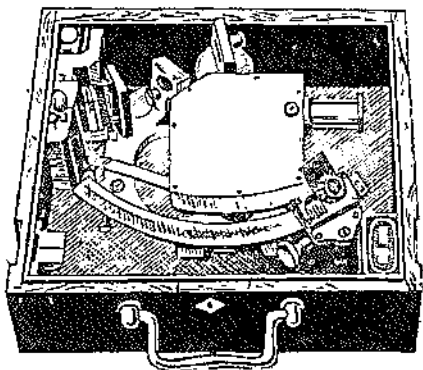


Рис. 182.

лельной плоскости секстана, и изображение пузырька в поле зрения трубы будет совершать такие же колебания и, совмещенное с дважды отраженным от зеркала секстана изображением светила, будет оставаться с ним в совмещении даже при качке корабля.

Хотя уровень расположен своей осью горизонтально, но, вследствие поворота пентапризмы отраженных лучей на 90° , смотрящий в трубу наблюдатель увидит изображение уровня расположенным в вертикальной плоскости.

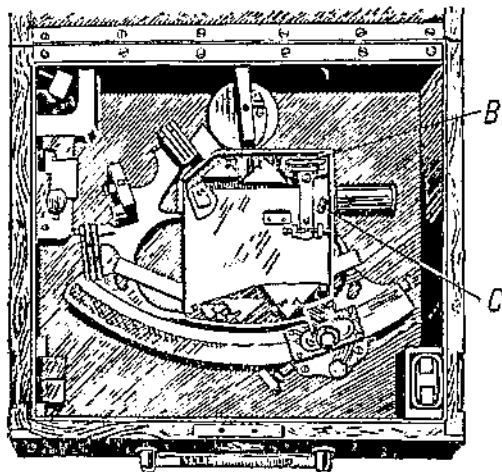


Рис. 183.

Для установки во время наблюдений плоскости рамы секстана строго в вертикале светила имеется второй, поперечный уровень C (рис. 183), укрепленный перед нижней частью трубы, перпендикулярно к плоскости лимба. Пока наблюдатель видит пузырек этого уровня, он может быть уверен, что наклонность плоскости лимба относительно вертикальной плоскости меньше 1° , т. е. не имеет практического значения.

Расстояние коробки с горизонтным уровнем и призмами от плоскости рамы рассчитано так, чтобы наблюдатель видел в поле зрения трубы только половину уровня и половину его пузырька. При измерении высот солнца наблюдатель увидит в поле зрения трубы дважды отраженное изображение половины диска солнца и действием микрометрического винта должен будет поставить это изображение рядом с изображением половины пузырька уровня и на

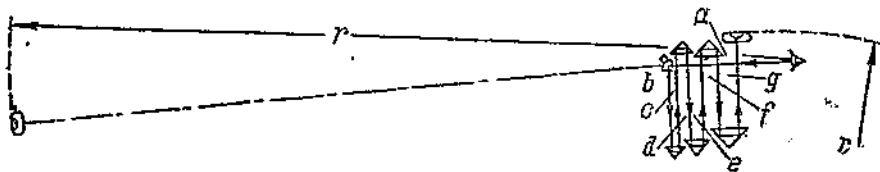


Рис. 184.

одной с ним высоте. Для лучшего совмещения изображения пузырька с изображением солнца уровень рассчитан так, что при температуре $10^\circ C$ диаметр изображения пузырька уровня равен диаметру изображения диска солнца. Тогда оба изображения, поставленные рядом, дадут впечатление одного полного правильного диска. При этом не нужно забывать, что и пузырек поперечного уровня должен находиться также на середине своей трубки.

При измерении высот звезд изображение звезды или приводят по высоте на середину изображения пузырька уровня или, что лучше, совмещают сначала с верхним, а потом с нижним краем изображения пузырька и затем берут среднее из двух отсчетов. Так же поступают и при измерении высот верхнего или нижнего края луны. Для ночных наблюдений имеется электрическое освещение уровней и верньера.

Лимб секстана разбит через $10'$, а верньер через $1'$ дуги.

Практика показала, что у опытного наблюдателя при благоприятных обстоятельствах величина вероятной ошибки одного измерения высоты солнца секстаном Гольдвея заключается в пределах от 0 до $3'$. Эта точность, конечно, ниже точности измерения высот над видимым горизонтом при нормальном состоянии земной рефракции, но все же во многих случаях практики, особенно при мглистом видимом горизонте, при ненормальной рефракции или при наблюдениях звезд, ею можно удовлетвориться.

Измерение высот светил секстаном Гольдвея сильно затрудняется при всяких вибрациях судового корпуса и становится почти совершенно невозможным при сильной качке.

Секстан системы Гольдвея построен германской фирмой «В. Лудольф» («W. Ludolph») в Бремергафене и запатентован в Германии и Англии. По нашему мнению, секстан системы Гольдвея менее удобен в обращении, чем секстан системы Кутинхо.

§ 107. Октан с уровнем системы OPL

Под этим названием известен октан с искусственным горизонтом, построенный «Обществом оптики и точной механики» в г. Ле-валлуа-Перре во Франции («Société d'Optique et Precision de Levallois»).

В этом приборе (рис. 185) положение отвесной линии определяется пузырьком небольшого уровня C , укрепленного на прочной металлической доске T размерами 11×11 см. Пузырек уровня C , освещенный сверху электрической лампочкой L , отражается в плоском зеркале M , расположенном наклонно в фокальной плоскости объектива O . Сечение внутренней поверхности трубки уровня представляет собой дугу круга, радиус которого в точности равен фокусному расстоянию объектива O . Этим достигается то, что при колебаниях октана в плоскости доски T движение изображения пузырька будет в точности такое же, как и движение самого пузырька в трубке уровня. Отраженные от зеркала M световые лучи собираются объективом O и дают изображение пузырька уровня в виде светлого кружка на прозрачной из зеркального стекла пластинке G , плоскость которой перпендикулярна к плоскости доски T . На этой же пластинке можно поймать и отраженные изображения светила — солнца или звезды.

Измерение высот светила и состоит в совмещении изображения пузырька с отраженным в пластинке G изображением светила. Так как изображение пузырька на пластинке G дается пучком

параллельных лучей, т. е. как бы приходит из бесконечности, то изображение пузырька и изображение светила, сведенные вместе и одинаково движущиеся, не будут расходиться от колебаний октана в вертикальной плоскости. Последнее обстоятельство очень облегчает производство наблюдений.

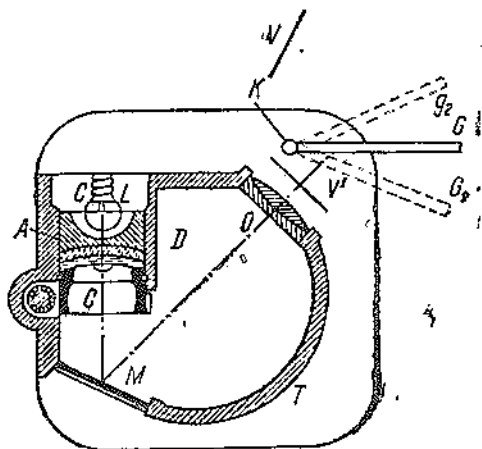


Рис. 185.

стинке G . Вращая правой рукой головку K оси, на которой сидит пластинка G , тем самым поворачивают ее в вертикальной плоскости и, поймав отраженное на пластинке G изображение светила, совмещают его с изображением пузырька уровня.

Отсчет наблюденной высоты делается (рис. 186) на морских октанах по двум циферблатам D_1 и D_2 , которые посредством зубчатой передачи вращаются от сектора D_3 , скрепленного с осью поворотной пластинки G (рис. 185). Циферблат D_2 разбит на градусы через 5° от 0 до 90° . Циферблат D_1 разбит на 60 частей с оцифрованным каждым шестым делением. Таким образом, цена деления циферблата D_1 выходит равной $5'$, так что, оценивая на глаз доли промежутка между делениями, можно сделать отсчет с точностью до $1'$. На октанах авиационных имеется только циферблат D_2 и деления, нанесенные по ободку головки K , разбитой через $10'$, что дает возможность сделать отсчет наблюденной высоты с точностью $2-3'$.

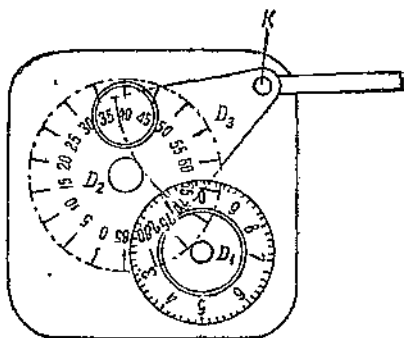


Рис. 186.

Принцип устройства этого октана весьма прост. Пузырек уровня всегда занимает в нем горизонтальное положение, так что радиус трубки уровня, проходящий через середину пузырька, всегда совпадает с отвесной линией. Если плоскость доски T прибора не вполне вертикальна, а наклонится на угол α в вертикальной плоскости, то на такой же угол, в обратном направлении, перейдет и

пузырек по трубе уровня. Теперь отвесная линия совпадает с другим радиусом трубки, отклоненным от первоначального положения отвеса на угол α , а зеркало M наклонится на угол α относительно своего прежнего положения. В таком случае отраженный от зеркала луч MO отклонится на угол 2α и упадет на стеклянную пластинку G . Если последнюю повернуть на тот же угол в обратном направлении, т. е. на угол $-\alpha$, то отраженное на ней изображение пузырька также повернется на угол $-\alpha$, т. е. пойдет по своему первоначальному направлению. Таким образом, пока пузырек уровня перемещается по трубке в пределах действующей ее части, поворотом зеркальной пластинки G можно добиться, что колебания доски прибора A в вертикальной плоскости не повлияют на положение изображения пузырька.

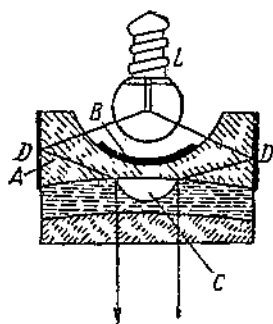


Рис. 187.

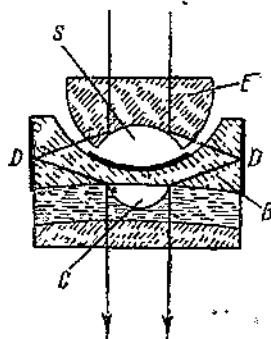


Рис. 188.

Влияние отклонения плоскости доски T от вертикального положения в перпендикулярном к доске направлении на отсчете наблюдаемой высоты сказывается весьма мало. Ошибка от такого отклонения пропорциональна $(1 - \cos \beta)$, где β — угол этого отклонения, и практически оказывается меньше точности самого отсчета.

Интересны приспособления для освещения пузырька уровня ночью и днем.

Освещение пузырька ночью производится посредством маленькой электрической лампочки, а днем — солнечным светом. Нить накала лампочки L (рис. 187) помещается в центре сферической выемки, сделанной в стеклянной накладке A . Экран B , расположенный в центре этой выемки, защищает пузырек от прямого освещения его светом лампы. Лучи света, исходящие от лампы, отражаясь от зеркальных стенок D накладки, освещают пузырек отраженным светом, образуя ярко сверкающее световое кольцо.

Для дневного освещения (рис. 188) пузырька лампочка L заменяется стеклянным цилиндром E со сферической выемкой S в его основании. Солнечный свет отражается от сферической поверхно-

сти S , падает на зеркальные стенки D и, отразившись от них, освещает пузырек C . Около центра сферической поверхности S образуется как бы фиктивный светлый солнечный диск. Для действия этого приспособления необходимо, чтобы высота солнца над горизонтом была не менее $15-20^\circ$. Чтобы освещение было достаточным и при меньшей высоте солнца, на верхнем основании цилиндра E ставят маленькую призму с полным внутренним отражением, ребра которой перпендикулярны к плоскости основной доски прибора, а одна из граней-катетов обращена к солнцу. Эта призма не мешает освещению пузырька и в том случае, когда солнце стоит высоко над горизонтом.

Для удобства наблюдения солнца или луны диаметр пузырька уровня должен быть немного больше, чем видимый диаметр этих светил, т. е. около $35-40'$. При наблюдениях звезд диаметр пузырька может быть несколько меньше, но не должен быть слишком маленьким, чтобы изображение пузырька на пластинке G не получилось слишком слабым.

Так как с измерением температуры величина пузырька в уровне изменяется, то имеется приспособление, позволяющее регулировать по желанию величину пузырька. С этой целью на трубке уровня сделаны глубокие желобки, вследствие чего сама трубка может испытывать небольшие упругие деформации, меняя свой объем. Регулировка пузырька производится выведенным наружу винтом, поднимающим или опускающим на несколько долей миллиметра нижнюю стенку уровня.

При наблюдениях различных высот светил в пределах от 0 до 90° приходится пластинку G поворачивать от положения G_1 до положения G_2 (рис. 185). Для ослабления яркости солнечных лучей служит темное стекло V , а для ослабления яркости изображения пузырька — темное стекло V' , хотя яркость изображения пузырька можно регулировать и реостатом, введенным в цепь электрической лампы L .

Все главные части этого октана сделаны из алюминия, так что вес прибора не превышает 1 кг. На практике прибор оказался очень удобным.

§ 108. Секстан с уровнем Бусза

Принцип устройства секстана Бусза (Booth Bubble Sextant) почти такой же, как и у предыдущего французского октана системы OPL. Секстан по принципу Бусза построен известной английской фирмой «Хьюсз» в Лондоне («Henry Hughes and Son», London).

Все главные части секстана, т. е. уровень, стеклянная призма и собирательные чечевицы, помещаются внутри цилиндрического корпуса (рис. 189) с двумя выступающими наружу щеками A . Левый барабан B служит рукояткой, за которую во время наблюдений держат секстан в левой руке. Правый барабан C с нанесенными по ободку его делениями во время наблюдений вращают правой рукой, стараясь держать весь прибор приблизительно в верти-

кальной плоскости. Измерение высоты светила сводится к совмещению изображения пузырька уровня и изображения наблюдаемого светила, отраженного в зеркале *D*, из непокрытого амальгамой прозрачного зеркального стекла. При этом прибор держат перед собой и смотрят в него или в направлении стрелки *S* при наблюдениях солнца, или в направлении стрелки *V* при наблюдениях звезд (т. е. ниже или выше уровня лица наблюдателя).

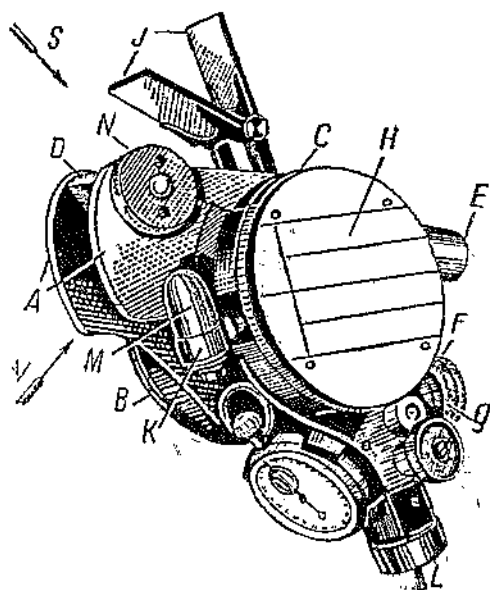


Рис. 189.

Отражающее зеркало *D* всегда обращено к наблюдателю, а патрубок *E* — в сторону от наблюдателя и приблизительно в горизонтальном направлении. Между патрубком *E* и головками винтов *F* и *G* расположена электрическая лампочка (не показанная на рисунке), освещающая пузырек уровня, изображение которого наблюдатель увидит через зеркало *D*. Поворотом винтов *G* и *F*, как будет объяснено ниже, можно вызвать появление пузырька и отрегулировать должную величину его. Для ослабления яркости изображения солнца перед зеркалом *D* можно накиннуть одно из цветных стекол *J*.

Поворотом барабана *C* совмещают изображение солнца на зеркале *D* с изображением пузырька уровня. При этом посредством регулирующего винта *G* добиваются, чтобы изображение пузырька было несколько больше изображения солнца, так как при слишком маленьком пузырьке изображение его легко может исчезнуть во время наблюдений. Пузырек уровня в момент измерения высоты должен быть совершенно свободным, т. е. не касаться боковых стенок трубки уровня.

Заметив при измеренной высоте светила время, записывают его на специальной белой дощечке *H*, прикрепленной снаружи барабана *C*, и здесь же записывают отсчет наблюдаемой высоты, сделанный по индексу *K* на барабане *C*. Барабан *C* разбит на градусы в пределах от -3° до $+80^{\circ}$ в двух обратных направлениях: по левой кромке барабана деления идут в одном направлении, по правой — в обратном. Конструктор считает, что путаницы в отсчете быть не может, так как сразу видно, взята ли высота, например, в 30° или в 70° . Более мелкие деления соответствуют $10'$ дуги, а на-глаз можно оценить и целые минуты. Среднее арифметическое из 6 наблюдаемых высот в значительной степени будет свободно от случайных ошибок наблюдений и может быть принято за наблюдаемую высоту светила, соответствующую среднему из записанных моментов времени.

Прибором Бусза можно взять высоту солнца и над видимым горизонтом. Для этого предварительно определяют наклонение видимого горизонта, совместив на зеркале *D* изображение видимого горизонта с серединой пузырька уровня и сделав отсчет на барабане *C*. Повторив такое наблюдение 6 раз, в среднем получают величину наклонения горизонта с достаточной точностью. Затем выдвигают освещающую уровень лампочку из ее гнезда насколько возможно больше, так, чтобы через зеркало *D* увидеть видимый горизонт, и поворотом барабана *C* совмещают черту видимого горизонта с серединой изображения диска солнца. Сделав отсчет, прибавляют к нему с соответствующим знаком определенную из наблюдений величину наклонения видимого горизонта и получают высоту солнца над истинным горизонтом.

При наблюдениях звезд убирают в сторону цветные стекла *J*, чтобы они не мешали, и посредством штетселя *L* соединяют электрическую лампочку *M* с 2-вольтовой батареей. Лампочка, освещающая уровень, ставится на место. Держа инструмент над головой в направлении стрелки *V*, смотрят на выбранную звезду через зеркало *D* и поворотом барабана *C* совмещают ее с центром изображения пузырька.

На барабане *B* имеется выключатель, позволяющий регулировать силу освещения пузырька, который при звездных наблюдениях не должен казаться излишне ярким. Для производства отсчета поворотом выключателя включают лампочку *M*. Для включения лампочки *M* необходимо повернуть выключатель *N* так, чтобы имеющаяся на нем стрелка пришлась против надписи «он» на правой щеке прибора. Та же самая лампа *M*, повернутая вправо, освещает диск *H*, служащий для записи отсчета и момента.

Внутреннее устройство секстана Бусза следующее: В патрубке *E* (рис. 189) находится объектив *T* (рис. 190), за ним прямоугольная призма *U* с полным внутренним отражением. Под этой призмой помещаются особо устроенный уровень *P* и пентапризма *Q*. Между нею и зеркалом *D* находится еще одна чечевица *W*.

Благодаря такому устройству изображение освещенного пузырька уровня *P* будет видно на зеркале *D* и поворотом послед-

него может быть совмещено с отраженным изображением светила X . Для этого надо зеркало D повернуть так, чтобы нормаль к нему делила пополам угол между направлением $F'QWY$ и направлением на светило. Тогда глаз наблюдателя Y увидит по одному направлению и изображение пузырька и изображение светила. Значит, угол поворота зеркала может служить мерой высоты светила.

Так как пентапризма Q находится в фокусе чечевицы W , а фокусное расстояние этой чечевицы равно радиусу кривизны трубки уровня, то движение изображения пузырька уровня будет одинаково с движением самого пузырька и сведенные вместе изображения пузырька и светила не будут расходиться от колебаний прибора в руке при качке.

Устройство самого уровня позволяет регулировать величину пузырька. Камера a (рис. 191) посредством соединительной трубки Q соединена с резервуаром r . Как сама камера, так и соединительная трубка и резервуар наполнены пентаном. Наполнение

уровня пентаном производится через винтовую трубку B . Большой винт G расположен на резервуаре. Сквозь него проходит гладкая трубочка t , на конец которой навинчен винт F .

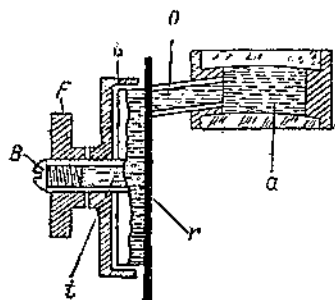


Рис. 191.

Вращением винта G наблюдатель несколько сжимает диафрагму, а завинчивая винт F , он ее немного оттягивает назад, причем образовавшееся пустое пространство заполняется парами пентана, при отвинчивании винта F диафрагма автоматически стягивается, сжимает жидкость, пар конденсируется и пузырек или исчезает вовсе, или уменьшается в своих размерах. Если действием винта F не получить пузырька надлежащей величины, то надо поджать немного винт G и затем опять действовать винтом F .

Желая образовать пузырек, сперва отдают оба винта F и G , чтобы они оба были вполне свободны. Затем поджимают винт G на $1\frac{1}{2}$ —2 оборота и после слегка зажимают винт F , пока не по-

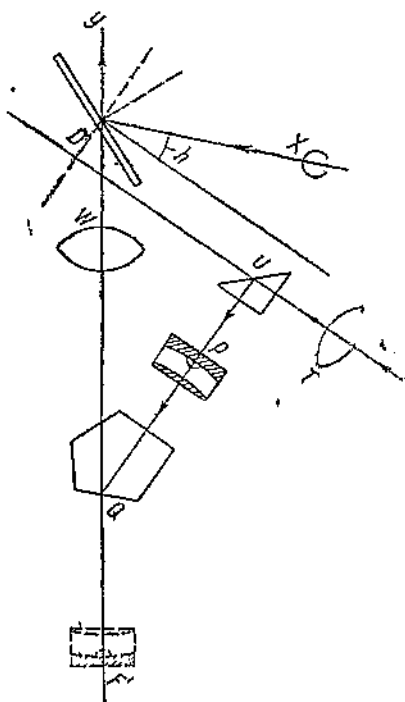


Рис. 190.

чувствуется легкое сопротивление. Держа инструмент в левой руке, патрубком *Е* горизонтально и от себя еще поджимают немного винт *Г*. Наконец, наклоняют прибор патрубком *Е* вертикально вниз и возвращают его в прежнее горизонтальное положение. В поле зрения должен появиться пузырек, размеры которого регулируют, как указывалось выше.

Секстан Бусза оказался на практике очень удобным прибором, и после небольшой тренировки все манипуляции с ним производятся почти автоматически.

§ 109. Пентаквинтан Плата

Фирма «К. Плат» изготовила специальный удобный для гидрографических работ инструмент, названный пентаквинтаном. Он представляет собой (рис. 192) квинтан, радиус которого равен 150 мм, с лимбом, разделенным через 1°, и микрометром, разбитым через 1' дуги.

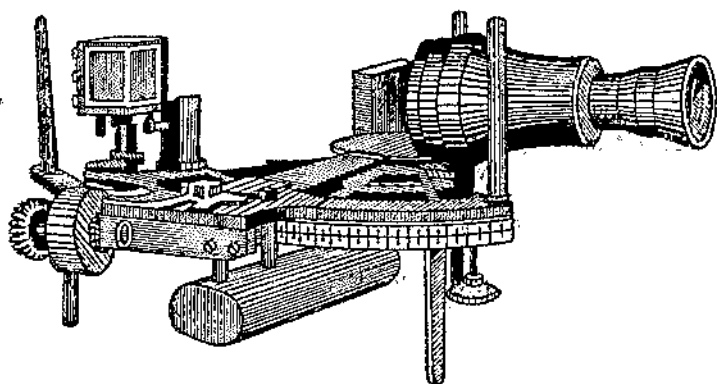


Рис. 192.

Пентаквинтан имеет бесконечный тангенциальный винт и стопорное приспособление с двумя рычагами и сильной пружиной, все время удерживающей червяк тангенциального винта в соединении с зубчаткой дуги секстанта. Сжав пальцем рычаги, освобождаем червяк от зубчатки и можем передвигать алидаду грубо рукой. Когда рычаги будут отпущены, червяк винта под действием взведенной пружины опять сцепится с зубчаткой и микрометрический винт вновь будет изготовлен к действию.

Позади малого зеркала на высокой стойке укреплена стеклянная пентапризма, благодаря которой пентаквинтан может измерять углы между предметами, достигающие почти 180°.

К корпусу прибора, не только с нижней, но и с верхней стороны его, привинчены по три ножки, на которые можно поставить инструмент на стол без опасения расстроить установку зеркал, трубы и пентапризмы.

Под таким названием (angle-sextant) известны инструменты, употребляемые вместо обыкновенного секстана в случаях измерения углов между земными предметами при определении места корабля по двум углам, при шлюпочном промере или для удержания своего места в строю. Так как точность навигационного секстана, служащего для астрономических наблюдений, излишне высока для подобных определений, то для последних и построен специальный прибор, гораздо более грубый и простой, без верньера и лупы, без стопорного приспособления и микрометрического винта. Однако, угломерным секстаном очень удобно брать углы и быстро отсчитывать их с точностью до $1/8^\circ$ на-глаз.

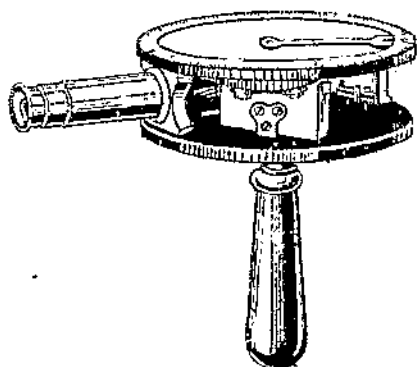


Рис. 193.

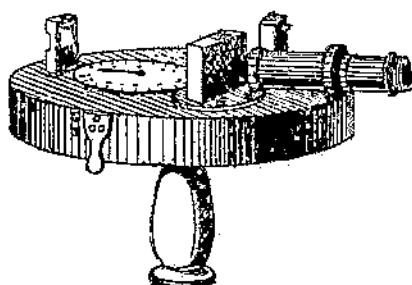


Рис. 194.

Угломерный секстан системы Педжета (Paget) (рис. 193) состоит из двух круглых соединенных вместе металлических дисков, диаметром в 146 мм ($5\frac{3}{4}$ дюйма), между которыми помещаются большое и малое зеркала. С осью вращения большого зеркала, имеющего размеры 44×32 мм, скреплено зубчатое колесо, сцепленное с другим колесом, сидящим на оси вращения алидады. Так как передача зубчаток равна 6:1, то, при движении алидады рукой, большое зеркало медленно поворачивается равномерным движением вокруг своей оси.

Лимб угломерного секстана разделен на 120° и каждый градус на четверти градуса, так что наблюдаемые углы легко отсчитывать на-глаз с точностью до $1/8^\circ$, т. е. до $7',5$, что для тех целей, для которых секстан предназначен, надо признать вполне достаточным.

Для держания секстана во время наблюдений служит деревянная ручка, ввинчиваемая в нижнее основание прибора.

Как прибор грубый, угломерный секстан не требует такого бережного обращения с собой, как секстан навигационный. Дешевизна этого прибора и простота обращения с ним также составляют его положительные качества.

Подобное же устройство имеет и навиграф фирмы «Хьюз» (рис. 194) (The Navigraph «Henry Hughes and Son»), который соединяет в себе и угломерный секстан и протрактор.

Внутри корпуса прибора имеется прозрачный диск из кселонита, на котором и отмечается каждый измеренный навиграфом угол. Для этого нужно только провести карандашом радиальную прямую по краю выреза, имеющегося в нижней доске прибора.

Таким образом, посредством навиграфа углы между предметами берутся и прокладываются без помощи какого-либо другого инструмента, чем исключается возможность сделать ошибку при отсчете и сокращается время определения места.

§ 111. Карманный секстан

Для полноты описания упомянем еще и о «карманных» секстанах. Образцы таких маленьких секстанов изготавливаются как французскими (рис. 195), так и английскими (рис. 196) фирмами.

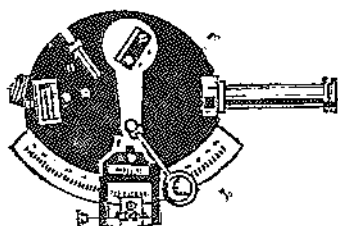


Рис. 195.

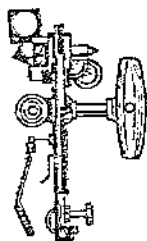


Рис. 196.

Инструмент хранится в кожаном футляре и носится на ремне или просто в кармане. Точность отсчета — 1'. Секстан может оказаться весьма полезным во время путешествий, при беглой маршрутной съемке, для определения положения отдельных точек местности и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Вилькицкий, Секстан. Исследования Гамбургской морской обсерватории. «Записки по гидрографии», 1907 г., вып. 28, стр. 30 — 103.
2. Спецификация и чертежи навигационного секстана ЗМИ.
3. Правила штурманской службы № Г-15. Ленинград, 1935 г.
4. В. Фус, Искусственный горизонт-коллиматор. «Записки по гидрографии», 1889 г., вып. 1, от начала издания вып. 7, стр. 207 — 216.
5. В. Ахматов, Новые приборы с искусственными горизонтами на них. «Записки по гидрографии», 1912 г., вып. 35, стр. 226 — 234.
6. Г. Шульгин, Мореходная астрономия. СПб., 1899 г., стр. 212 — 236.
7. Н. Матусевич, Мореходная астрономия. Пгр., 1922 г.
8. Проф. Б. П. Хлюстин, Мореходная астрономия. Военмориздат, Ленинград, 1939 г.
9. А. Шталь, Жирискосп системы адмирала Флерье. «Морской Сборник», 1897 г., № 9, стр. 125 — 170.
10. К. Нехаев, Жирискосп-коллиматор Флерье. «Морской Сборник», 1896 г., № 11, стр. 141 — 183 и № 12, стр. 127 — 158.

11. В. Е. Мурашкинский, Оптика бинокля. Главная Палата мер и весов, Москва, 1925 г., № 40.
 12. Д. Иконников, Аэронавигационный секстан системы Бусз (Booth), «Записки по гидрографии», т. 54, 1928 г., стр. 135—140.
 13. C. Plath, Nautische Instrumente Druckschrift. № 73. Libellen Sextant.
 14. — Nautische Instrumente. Ausgabe V.
 15. — Katalog IX.
 16. Henry Hughes and Son, Nautical Instruments.
 17. Heath and Co, Selected Price List of Instruments.
 18. Heath and Co, 20-th Century Price List. № 1. Sextant Price List.
 19. Instrumenti Nautici, Catalogo № 164. La Filotecnica Ing. A. Salmoiraghi. Milano.
 20. M. L. Fave, Le point sans l'horizon de la mer. Paris, 1910 г.
 21. Instruments portatifs pour la mesure des angles. Revue Hydrographique. Vol. № 2, Novembre 1929, p. 133—155.
 22. Цингер, Курс астрономии. Часть практическая.
-

Глава VI

ХРОНОМЕТРЫ И ЧАСЫ

§ 112. Назначение и подразделение хронометров

Хронометром, как известно, называются пружинные часы тщательной выделки, предназначенные служить для точного определения промежутков времени. Установленный по времени какого-нибудь начального меридиана, обычно того, от которого ведется счет долгот, хронометр дает возможность в любой момент местного времени на корабле рассчитать соответствующее время начального меридиана с достаточной для целей кораблевождения точностью.

Хронометры называются средними или звездными в зависимости от того, в каких единицах они измеряют промежутки времени: в единицах среднего или в единицах звездного времени. На кораблях употребляются исключительно средние хронометры. Звездными же хронометрами пользуются при звездных наблюдениях на берегу.

Хронометры разделяются на большие, или столовые, помещающиеся на кардановом подвесе в деревянном ящике, устанавливаемом на столе, и малые, или карманные, имеющие вид обыкновенных карманных часов, которые можно носить в кармане. Карманные хронометры иногда называются полухронометрами, или четыредесятниками.

Изобретение хронометра около 1735 г. значительно упростило и уточнило определение долготы корабля в море, что в свою очередь позволило после долгого перехода подходить к берегам с большей уверенностью, прямо к месту назначения без излишней траты времени.¹

§ 113. Устройство столового хронометра

Столовый хронометр (рис. 197) помещается внутри деревянного ящика из красного или черного дерева в форме почти правильного куба размерами 180×180×187 мм. С боков ящика

¹ Историческую справку об изобретении хронометра можно найти в статье капитана В. Р. Мартина, *Очерк истории кораблевождения*, перевод с дополнением Н. Сакеллари. «Записки по гидрографии», 1923 г., т. 46, стр. 39—97.

имеются медные откидные ручки для его переноски. Ящик состоит из двух половин, соединенных друг с другом шарниром. В нижней половине помещается хронометр, верхняя половина служит крышкой. Чтобы поднятая вверх крышка хронометра не опрокинулась назад, с левой стороны крышки внизу прикреплена медная планка А с прорезью, которая ходит по штифту, ввинченному внутри нижней половины ящика с левой ее стороны

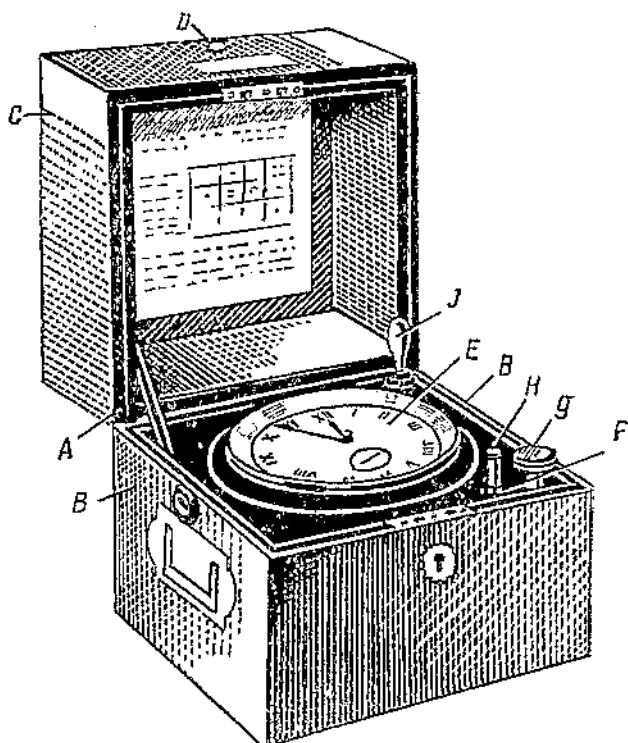


Рис. 197. $\frac{1}{10}$ nat. вел., вес 4,4 кг.

вверх. Длина прорези рассчитана так, чтобы поднятая крышка ящика хронометра стояла вертикально.

Опущенная крышка запирается на замок. Для защиты внутренней части ящика от проникновения пыли по верхнему срезу нижней половины ящика сделан выступ В, высотой в 2 мм, входящий в соответствующую канавку в нижнем срезу крышки.

Чтобы не открывать лишней раз ящик хронометра, подвергая последний вредному действию перемен температуры и влажности, верхняя деревянная доска С крышки откидывается на петлях, а под нею крышка застеклена. Закрытая откидная доска С удерживается на месте защелкой D, под стеклом же крышки помещается небольшой термометр, показывающий температуру при хронометре. Сверху на крышке ящика обыкновенно надписывается номер хронометра.

Сам хронометр *Е* помещается в нижней половине ящика на кардановом подвесе. Винтовые оси, на которых держится кардановое кольцо в ящике и корпус хронометра в кардановом кольце, снабжены плоскими круглыми гайками, так что кардановое кольцо можно несколько передвинуть в ящике в поперечном направлении, а хронометр можно передвинуть в кольце в продольном направлении и плотно зажать гайками в нужном положении. Кроме того продольную ось можно немного повернуть в кардановом кольце по азимуту. Такое устройство позволяет так установить хронометр в ящике, что он при колебаниях при качке не будет биться о стенки ящика.

В правом нижнем углу ящика укреплен поворотный стопор *Г* в виде небольшой планки, размером $37 \times 9 \times 4$ мм, поворачиваю-

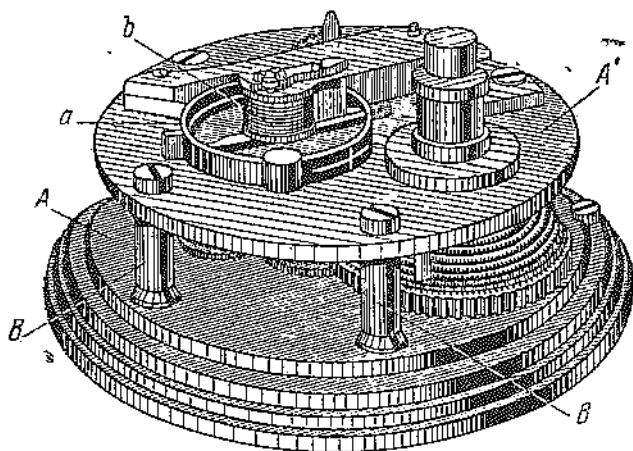


Рис. 198.

ящийся вправо и влево на стопорном винте *Г*. Стопорный винт *Г* своей гладкой частью проходит, сквозь верхнюю угольную планку, укрепленную на правой стороне ящика, сквозь гладкое отверстие в поворотной планке *Г* и своим нарезным концом ввинчивается в нарезку нижней угольной планки. Чтобы застопорить хронометр в ящике, не позволяя ему качаться в кардановом кольце, надо, отдав стопорный винт *Г*, повернуть за рукоятку *Н* стопорную планку *Г* вправо и провести ее сквозь продольный вырез в кардановом кольце. Введя конец стопорной планки в соответствующий вырез в угольной планке, привинченной снаружи с правой стороны к корпусу хронометра, зажимают стопорный винт *Г*.

Хронометр необходимо «брать на стопор» всякий раз при его переноске. При хранении же хронометра на корабле стопор должен быть всегда отдан, чтобы хронометр мог свободно качаться в кардановом подвесе.

В правом верхнем углу ящика помещается специальный ключ *Л* для завода хронометра. Головка этого ключа устроена так, что

ключ может вращать вал, на который ключ насажен, только при поворотах головки ключа справа налево. При поворотах же ключа в обратном направлении будет поворачиваться только сама головка, вал же механизма останется неподвижным. Такое устройство имеет целью предохранить механизм хронометра от поломки, в случае если при заводе хронометра ключ по ошибке будет повернут не в ту сторону, в которую нужно.

Весь механизм столового хронометра помещается внутри медного цилиндрического корпуса, высотой в 55 мм и диаметром в 105 мм, закрытого сверху стеклянной крышкой, а снизу медным доньшком. Оправа верхней стеклянной крышки навинчивается на винтовую нарезку, сделанную по верхнему краю заплечика корпуса хронометра, а к доньшку привинчен поворотный медный же диск, закрывающий круглое отверстие в доньшке, куда вставляется ключ для завода хронометра.

Чтобы открыть отверстие для заводного ключа, надо повернуть хронометр циферблатом вниз, а доньшком кверху, и повернуть поворотный диск за имеющийся на нем шпенок по часовой стрелке. Тогда круглое отверстие в поворотном диске, расположенное по другую, чем шпенок, сторону от центра, станет против отверстия в доньшке хронометра. Вставив в него ключ, заводят хронометр, вращая ключ справа налево.

Если вынуть ключ и опустить шпенок, то под действием небольшой пружины, помещающейся внутри выступа в поворотном диске, последний повернется против стрелки часов и прикроет собой отверстие в доньшке хронометра, защищая внутренность последнего, т. е. механизм хронометра, от проникновения в него пыли.

Заклученный внутри корпуса хронометра механизм его состоит из четырех главных частей: 1) регулятора, 2) передаточного механизма, 3) счетчика и 4) двигателя. На рис. 198 представлен механизм хронометра, вынутый из его корпуса; на рис. 199 показан тот же механизм схематически в развернутом виде. Все части механизма

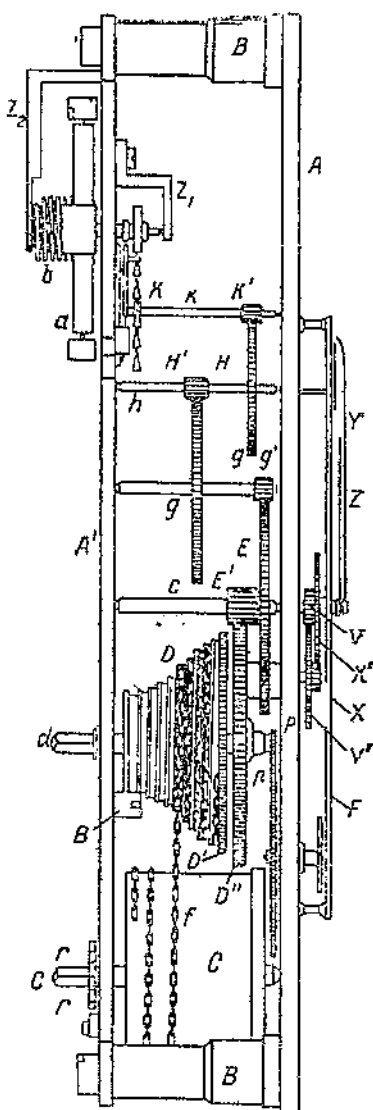


Рис. 199.

(рис. 199) собраны и закреплены между двумя медными досками: верхней *A* и нижней *A'*. Сами же доски соединены друг с другом медными колесиками *B*.

§ 114. Регулятор хронометра

Регулятор, играющий роль маятника стальных часов, состоит (рис. 198, 199) из стальной оси с насаженным на нее балансом *a* и тонкой цилиндрической спиральной пружины *b*, называемой просто спиралью. Под действием силы упругости спирали регулятор совершает колебания вправо и влево приблизительно на $300 - 400^\circ$, и числом его колебаний и измеряются хронометром промежутки времени. Поэтому для точной работы хронометра крайне важно, чтобы все колебания регулятора были одинаковой продолжительности. В течение же суток регулятор хронометра делает 345 600 колебаний. Необходимо добиться полной одинаковости этих многочисленных и быстрых колебаний и объясняется сложность и тонкость устройства механизма хронометра.

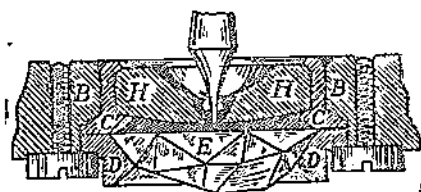


Рис. 200.

Чтобы по возможности уменьшить трение, ось регулятора оканчивается (рис. 200) весьма тонкими цапфами, вращающимися в гнездах из твердого камня — алмаза или рубина. Несколько за-

кругленный конец оси упирается в плоский камень *E*, а боковые камни *H, H* предохраняют ось регулятора от перекоса. Сама цапфа и пространство между камнями *H* и *E* смазываются самым лучшим маслом (на рис. 200 показано черным). Камни вставлены в оправу *C* и *D*, которая винтами крепится к медным доскам механизма хронометра.

Гнезда для обоих концов оси баланса вделаны (рис. 199) в скобы *Z₂* и *Z₁*, прикрепленные с обеих сторон нижней доски *A'* механизма и называемые «державками» (Соф). На державке *Z₂*, расположенной со стороны спирали, имеется язычок, к которому приделывается коренной конец спирали *b*. Другой конец ее помощью гайки крепится к баррету баланса.

Спираль регулятора *b* — полоска из упругого металла (закаленной стали), скрученная в винтовую линию. Если поворачивать баланс *a* в одном направлении, то спираль будет скручиваться, сила ее упругости будет постепенно возрастать и оказывать все возрастающее сопротивление движению баланса. Движение последнего будет постепенно замедляться, и наконец баланс остановится. Затем, под действием силы упругости спирали, баланс начинает двигаться в обратном направлении, спираль будет постепенно раскручиваться. По инерции баланс перейдет через положение равновесия и будет двигаться дальше, опять постепенно раскручивая спираль, пока возрастающее сопротивление ее

опять не остановит баланс и не заставит его начать движение в обратном направлении и т. д.

Таким образом, получается качательное движение баланса, пока вследствие трения оси и сопротивления воздуха баланс не остановится. Чтобы этого не случилось, двигатель хронометра сообщает балансу периодические толчки, поддерживающие его движение. Как это делается, будет объяснено ниже.

Так как хронометр измеряет промежутки времени числом колебаний баланса, то необходимо, чтобы все колебания последнего были одинаковой продолжительности. Размахи же его меняются не только от трения, постепенного сгущения масла и т. п., но и от перемены формы и силы упругости спирали, которая, скручиваясь и раскручиваясь, непрерывно изменяет как свою форму, так и силу упругости. Поэтому при устройстве спирали необходимо выполнить неперменное условие, чтобы продолжительность размахов баланса не зависела от их величины или от амплитуды размаха. Это требование называется изохронизмом качаний и его добиваются или подбором определенной длины спирали (P. Leroy), или приданием известной формы ее концам (Phillips).

Баланс также бывает различного устройства. Если в обыкновенных дешевых часах баланс имеет вид сплошного махового колеса, связанного спицами из того же металла с осью, то такие часы сильно меняют свой ход с изменением температуры.

Действительно, с повышением температуры спираль удлинится, вследствие чего размахи сделаются продолжительнее; в то же время, так как от теплоты тела делаются мягче, то сила упругости спирали уменьшится. Следовательно, продолжительность размахов увеличивается. Наконец, сам баланс увеличивается в размерах, и потому, при той же движущей силе, колебания его сделаются медленнее. Таким образом, от всех этих трех причин продолжительность колебания простого баланса с увеличением температуры увеличивается, т. е. ход хронометра должен замедлиться. Очевидно, что с уменьшением температуры будет иметь место обратное явление и будет наблюдаться ускорение хода хронометра. Для возможного уменьшения таких изменений хода хронометра в простых часах стараются подобрать надлежащую длину спирали, в хронометрах же придают балансу особое устройство, или, как говорят, «делают маятник с компенсацией».

Так как при повышении температуры от первых двух причин — удлинения спирали и уменьшения силы ее упругости — ход хронометра, как мы видим, замедляется, то для компенсации этого действия спирали на продолжительность колебания баланса необходимо, чтобы третья причина — баланс — действовала в обратном направлении, т. е. необходимо придать балансу такое устройство, при котором он с увеличением температуры уменьшал свои размеры, или сжимался, а с уменьшением температуры их увеличивал, или расширялся.

Поэтому балансу хронометра придают следующее устройство (рис. 201). На ось вращения баланса, перпендикулярно к ней, на-

сажена небольшая стальная пластинка A , называемая барретом, с отверстием посредине, сквозь которое и проходит ось баланса. К обоим концам баррета прикреплены 2 полукольца, состоящие из двух спаянных вместе полосок неодинаково расширяющихся металлов: наружная полоска a из латуни, а внутренняя — b из стали. Один конец каждого полукольца прикреплен к баррету винтами B , а другой свободен. Так как медная и стальная полоски полукольца баланса спаяны, то при переменах температуры они должны одинаковым образом реагировать на эти перемены.

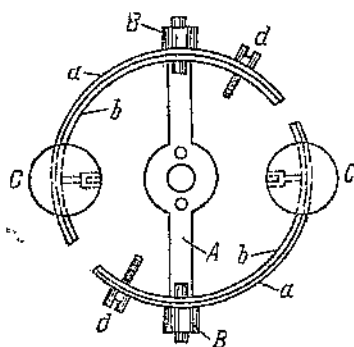


Рис. 201.

При этом очевидно, что при повышении температуры, вследствие своего большего коэффициента расширения, латунная полоска a должна бы удлиняться больше, чем стальная b , обладающая меньшим коэффициентом расширения, но, не будучи свободной из-за своей спайки со стальной полоской, латунная полоска изогнется. Таким образом, что радиусы полукольца уменьшатся. Вследствие этого находящиеся на полукольцах баланса компенсационные грузики C приблизятся к его центру. При умень-

шении температуры радиусы полукольца баланса будут увеличиваться и компенсационные грузики будут удаляться от центра баланса.

Описанное устройство баланса позволяет компенсировать действие температуры на спираль.

Действительно, теоретическое исследование этого вопроса показывает, что продолжительность одного колебания баланса T имеет следующее выражение:

$$T = \pi \sqrt{\frac{JL}{M}},$$

где

T — промежуток времени между двумя последовательными прохождениемми баланса через положение равновесия или положения его полного периода колебания;

J — момент инерции баланса как механического тела;

L — длина спирали;

M — момент силы ее упругости.

Это выражение прежде всего показывает, что T не зависит от амплитуды колебания. Это свойство, как указывалось, и называется изохронизмом баланса. Из того же выражения видно, что для постоянства T необходимо, чтобы отношение $\frac{JL}{M}$ было постоянным.

Последнее требование и удовлетворяется компенсацией баланса, именно, как указывалось выше, при увеличении температуры M уменьшается, но и J вследствие приближения грузиков к центру

баланса также уменьшается, и таким образом величина отношения $\frac{JL}{JH}$ не меняется.

Однако одним расчетом компенсационных грузиков С и их перемещением на полукольцах баланса достигнуть полной компенсации было бы чрезвычайно трудно, так как здесь приходится иметь дело с крайне малыми величинами. Действительно, так как в сутках содержится $24.60.60 = 86\,400$ секунд, то если суточный ход хронометра изменится на 1 секунду, продолжительность одного колебания хронометра изменится на $\frac{1}{86\,400}$ часть его. Для такого изменения продолжительности одного колебания нужно было бы на $\frac{1}{86\,400}$ изменить расстояние компенсирующих грузиков от центра баланса, что при величине самого этого расстояния в 27 мм составит всего 0.0003 мм.

Чтобы мастер мог выполнить такую перестановку грузиков, ему пришлось бы иметь микроскоп с увеличением в 2—2½ тыс. раз. Поэтому, установив компенсационные грузики С по расчету и добившись их перемещением приблизительной компенсации влияния температуры, окончательной регулировки хода хронометра добиваются не расчетами, а ощупью по наблюдаемым переменам хода, устраняя последние помещением дополнительных грузиков d и передвижением поверительных винтов В. Дополнительные грузики большей или меньшей величины ввинчиваются в разных местах полукольца баланса. Путем неоднократных проб искусный мастер так подбирает на балансе поверительные винты В, чтобы в результате его кропотливой и упорной работы¹ колебания суточного хода свелись до минимума и ход хронометра можно было считать практически постоянным.

§ 115. Передаточный механизм

Передаточный механизм, или спуск (escapement, échappement), хронометра имеет двойное назначение: сообщать периодические толчки балансу, чтобы он не остановился от действия вредных сопротивлений, и передавать движение баланса счетчику, который регистрирует число колебаний баланса. Так как баланс должен сохранять по возможности большую свободу своих качаний, то в хронометрах устроят так называемый свободный передаточный механизм, или хронометрический спуск (échappement libre), изобретенный французским хронометристом Леруа и усовершенствованный англичанином Арнольдом.

Устройство этого механизма следующее. Особой формы (рис. 202) ходовое колесо К под действием двигателя все время имеет стремление непрерывно вращаться в направлении стрелки α. Однако повернуться ходовое колесо может только тогда, когда

¹ Современный баланс системы Ирришоу (Th. Earnshaw).

задерживающий один из его зубцов штифтик *b* этот зубец освободит. Штифтик *b* сидит на пружинке *cde*, которая одним своим, более тонким, концом *e* прикреплена к доске *S* корпуса хронометра, а на другом конце имеет загиб *c*. Другая пружинка *fg*, значительно более тонкая и гибкая, одним своим концом *f* прикреплена к пружинке *cde*, а другим свободным концом *g* лежит на ее загибе *c*.

Если нажать на пружинку *fg* в сторону пружины *cde*, то она оттянет пружину *cde*, а вместе с нею и штифтик *b*, который освободит

зубец колеса *K*, и последнее сможет повернуться в направлении стрелки *a* на некоторый угол. Если же нажать на пружинку *fg* в противоположную от пружины *cde* сторону, то вследствие своей большей гибкости пружинка *fg* отойдет от пружины *cde*, последняя останется на месте, и, следовательно, штифтик *b* будет задерживать зубец ходового колеса, которое не сможет вращаться.

Такие нажимы на пружинку *fg* в двух противоположных направлениях периодически производятся зубцом *p* из твердого камня, укрепленным на оси баланса. Ходовой круг *l*, расположенный в плоскости ходового колеса *K*, имеет по своей окружности дугообразную выемку *m*, из которой выступает укрепленный на круге *l* штифтик *q*. Ходовой круг *l* сидит на оси баланса ниже баланса. На той же оси между балансом и ходовым кругом помещается зубец *p*.

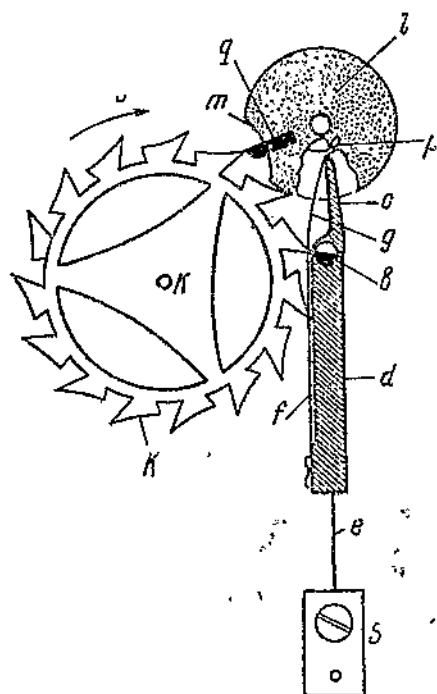


Рис. 202.

Таким образом сообщение балансу периодических толчков передаточным механизмом происходит следующим порядком. Положим, что в некоторый момент движение баланса направлено справа налево, т. е. против движения стрелки часов. Тогда зубец *p*, нажав на пружинку *fg*, оттянет ее, а вместе с нею и пружину *cde*, штифтик *b* освободит задерживаемый им зубец ходового колеса *K* и последнее повернется по часовой стрелке на один зубец. Во время этого поворота один из последующих зубцов ходового колеса *K* ударит по штифту *q* ходового круга *l*, и баланс получит толчок, который сообщит балансу живую силу, необходимую для поддержания его движения. Когда зубец *p* соскочит с пружинки *fg*, то, вследствие упругости пружины *cde*, последняя вернется в свое нормальное положение, штифтик *b* опять упрется в уже

следующий зубец ходового колеса K и последнее опять будет за-
стопорено.

При обратном движении баланса слева направо, т. е. по часо-
вой стрелке, сидящий на оси баланса рубец p легко оттянет пру-
жинку fg от пружины cde , штифтик b останется на месте и не
освободит ходового колеса K . Таким образом, всякий раз, когда
штифтик b задержит ходовое колесо передаточного механизма,
прозойдет остановка секундной стрелки хронометра, причем будет
слышен короткий резкий звук от удара зубца ходового колеса о
штифтик b . Как известно, ходовое колесо K хронометра освобож-
дается каждые 0,5 секунды, и секундная стрелка движется по своему
циферблату резкими скачками через 0,5 секунды. За это время ба-
ланс успеет сделать два колебания, так что продолжительность
одного размаха баланса хронометра равняется 0,25 секунды.

Очевидно, что описанное устройство передаточного механизма
преобразует колебательное движение баланса в периодическое
равномерно-вращательное движение ходового колеса, совершае-
мое в одном и том же направлении равномерными скачками. Кро-
ме того, это устройство по справедливости называется свобод-
ным, так как за исключением весьма непродолжительных толч-
ков: зубца p о пружинку fg и очередного зубца ходового коле-
са K о штифтик q ходового круга I , баланс колеблется вполне
свободно. Главное же преимущество свободного передаточного
механизма в том, что в нем взаимодействие баланса и передаточ-
ного механизма выражается только в ударах и не со-
провождается трением. Поэтому здесь нет надобности
в смазке соприкасающихся частей маслом, сгущение которого яв-
ляется одной из главных причин неверности хода хронометров.

На оси k ходового колеса K (рис. 199) насажена трибка¹ K' ,
задевающая за зубцы секундного колеса H счетчика и тем вы-
полняющая второе назначение передаточного механизма — пере-
дать движение баланса счетчику.

§ 116. Счетчик хронометра

Счетчик (countage) хронометра представляет собой систему
зубчатых колес и трибок, передвигающих стрелки на циферблате
хронометра.

Трибка K' (рис. 199), сидящая на оси k ходового колеса K , со-
единяет, как мы видели, передаточный механизм со счетчиком,
так как она сцепляется с зубчатым колесом H секундной стрелки,
делающим один полный оборот в продолжение одной минуты.

Сидящая на оси h секундного (четвертого) колеса H трибка H'
вращает зубчатое колесо G (третье), на оси g которого имеется
трибка G' , вращающая зубчатое колесо E (центральное), делаю-
щее один оборот в час.

¹ Трибкой называется особой формы шестеренка с небольшим числом зуб-
цов, не больше 16. По числу зубцов трибка называется шестерка, семерка, де-
сятка и т. д.

Ось с центрального колеса *E* называется большой осью (axe à longue tige). Она проходит через верхнюю доску *A* хронометра и через циферблат его *F*.

Между верхней доской *A* хронометра и его циферблатом *F* помещается так называемый минутный механизм *minuterie*) назначение которого: 1) заставлять минутную и часовую стрелки вращаться концентрически и 2) делать возможным перевод стрелок без какого-либо движения в самом механизме.

Для выполнения этих условий на выступающий за доску конец оси с надета цилиндрическая трубка, держащаяся на оси только трением. К этой трубке и прикреплена минутная стрелка *У* хронометра. Трение, вполне достаточное для того, чтобы при вращении большой оси вращалась и минутная стрелка *У*, но в то же время настолько незначительное, что при передвижении стрелки пальцем движется только стрелка и трубка, на которой она сидит, не оказывая никакого действия на большую ось, а следовательно, и на всю систему счетчика.

На первую трубку надета вторая трубка с прикрепленной к ней часовой стрелкой *Z*. Вторая, наружная, трубка свободно вращается вокруг первой, внутренней, трубки, на которой сидит минутная стрелка *У*. На наружной трубке насажено зубчатое колесо *X'*, которое сцепляется с трибкой *X*, сидящей на небольшой оси, параллельной большой оси с счетчика и расположенной между верхней доской *A* хронометра и циферблатом *F*. На этой последней имеется еще зубчатое колесо *V'*, вращающее трибку *V*, сидящую на внутренней трубке, к которой прикреплена минутная стрелка.

Таким образом, при вращении большой оси счетчика вращается внутренняя трубка вместе с сидящей на ней минутной стрелкой *У* и трибкой *V*. Посредством зубчатого колеса *V'*, сцепленного с трибкой *V*, трибки *X* и зубчатого колеса *X'* это вращение передается наружной трубке, на которой сидит часовая стрелка *Z*. Трибки *V* и *X* и зубчатые колеса *V'* и *X'* минутного механизма рассчитаны так, чтобы скорость вращения часовой стрелки *Z* была в 12 раз меньше скорости вращения минутной стрелки. Очевидно, что минутный механизм действует и при вращении минутной стрелки большой осью счетчика и при вращении ее просто рукой.

Описанное устройство минутного механизма позволяет минутной и часовой стрелкам вращаться концентрически по одному и тому же циферблату. Реже встречаются хронометры, у которых каждая из этих двух стрелок имеет свой особый циферблат; в этом случае устройство минутного механизма, оставаясь по идее подобным описанному, отличается от него в деталях.

§ 117. Устройство двигателя

Для действия вышеописанных частей механизма хронометра необходимо наличие какой-нибудь силы, приводящей их в движение. Такой силой в хронометре является сила упругости стальной пружины, заключенной внутри барабана *C* (рис. 199).

Плоская, тонкая и достаточно длинная стальная спиральная пружина прикреплена своим коренным концом к неподвижной оси s , а ходовым — к внутренней стенке цилиндрического барабана C (*barillet*), концентрического с осью C' . Барабан C может вращаться на этой оси.

Вращая барабан C в таком направлении, что находящаяся в нем спиральная пружина будет скручиваться, мы увеличим число оборотов спирали, вследствие чего увеличится ее кривизна и в пружине, бывшей первоначально в положении равновесия, возникнет сила упругости. Если предоставить теперь барабан C самому себе, то так как ось C' неподвижна, возникшая в пружине сила упругости приведет барабан C во вращение в направлении, противоположном тому, в котором барабан вращался при скручивании пружины.

Вращение барабана C посредством особого устройства передается передаточному механизму в те моменты, когда последний свободен, т. е. когда, как мы видели, освобождается очередной зубец ходового колеса. Так как по мере раскручивания спиральной пружины сила упругости ее будет постепенно уменьшаться, а следовательно, и вращение барабана C будет замедляться, то передавать движение передаточному механизму непосредственно от барабана C нельзя, потому что в этом случае толчки, сообщаемые периодически балансу, постепенно бы ослабевали и амплитуды его качаний уменьшались.

Это обстоятельство не отразилось бы вредно на ходе хронометра только при абсолютной изохронности качаний баланса, чего на практике добиться весьма трудно. Поэтому предпочитают ввести особое приспособление, делающее действие движущей силы хронометра постоянным, несмотря на постепенно уменьшающуюся с течением времени движущую силу двигателя.

Приспособление это заключается в передаче движения барабана C не непосредственно, а через дополнительный барабан D . Барабан D , называемый улиткой или фузей (fusée), конусообразной формы, помещается рядом с барабаном C и соединяется с последним посредством тонкой стальной цепочки. Один конец цепочки закреплен на наружной стенке барабана C наверху, другой — у широкого основания улитки D внизу. При вращении ключом оси d барабана D цепочка с барабана C перематывается на улитку D , на которой она укладывается в расположенных уступами желобках, сделанных по ее наружной поверхности.

Когда хронометр заведен, т. е. двигатель обладает наибольшей движущей силой, цепочка вся намотана на улитку D , и конец ее, идущий на барабан C , находится вверху улитки D . По мере раскручивания пружины — двигателя — барабан C , вращаясь, перематывает цепочку с улитки D на себя и тем самым приводит улитку D во вращение. Однако вращение улитки D уже будет равномерным, так как момент силы, вращающей улитку D , во все время действия двигателя остается постоянным.

Действительно, из механики известно, что момент силы равен произведению из величины силы на плечо. Благодаря наличию ба-

барабана *D* и его конусообразной форме наибольшая движущая сила пружины прилагается к наименьшему плечу, так как при полном взводе пружины — двигателя — цепочка находится наверху барабана *D*, где он имеет наименьший радиус. По мере уменьшения силы упругости пружины плечо постепенно увеличивается, так что момент силы практически остается постоянным. Это постоянство обеспечивается выбором надлежащей формы кривой, которую представляет собой сечение барабана *D* плоскостью, проходящей через его ось, и наклоном винтовой линии, по которой располагается на нем цепочка.

При заводе хронометра ключ насаживается на вал улитки *D* и поворачивается в сторону, обратную той, в которую вращается улитка *D* во время хода хронометра. Поэтому, для того чтобы хронометр не остановился при заводе, сделано специальное устройство. Именно, улитка *D* соединена с

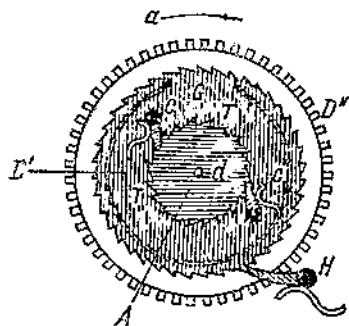


Рис. 203.

первым зубчатым колесом счетчика не непосредственно, а через храповое колесо *D'*. Вал *d* улитки *D* (рис. 199) укреплен на храповом колесе *A* (petit rochet) (рис. 203) в его центре. Храповое колесо *A* соединяется с другим промежуточным храповым колесом *D'* (grand rochet), имеющим два пала *C*. Промежуточное же храповое колесо *D'* соединяется с первым колесом счетчика *D''* (большим) посредством стальной пружины *T* (рис. 203), расположенной между промежуточным храповым колесом *D'* и зубчатым коле-

сом *D''* счетчика. Пружина *T* одним своим концом прикреплена к колесу *D'*, а другим — к колесу *D''*. Имеющийся у колеса *D'* пал *H* позволяет храповому колесу *D'* вращаться только в направлении стрелки *a* и не позволяет ему вращаться в противоположном направлении.

Когда хронометр идет, то под действием спиральной пружины — двигателя — вал *d* барабана *D* (рис. 199) вращается в направлении стрелки *a* (рис. 203). В том же направлении вращается и скрепленное с валом *d* храповое колесо *A*. Зубцы этого колеса, упираясь в палы *C*, через их посредство вращают колесо *D'*. Последнее, вращаясь, растягивает пружину *T* и вращает колесо *D''*, тем самым приводя в действие весь механизм хронометра.

При заводе же хронометра, когда вал *d* барабана *D* и связанное с ним колесо *A* вращаются в направлении, обратном указываемому стрелкой *a*, то это вращение дальше не передается, так как палы *C* скользят по зубцам колеса *A*, производя характерный при заводе хронометра легкий треск. Колесо *D'* при этом остается неподвижным, а ход хронометра во время завода поддерживается силой упругости взведенной пружины *T*. Пружина *T*, раскручиваясь, вращает колесо *D''* счетчика, так как повернуть колесо *D'* в обратном направлении ей препятствует пал *H*.

Из этого ясно, что вся система колес счетчика не прекращает своего движения во время завода хронометра. Пружина *T*, рассчитывается так, что ее движущей силы вполне достаточно для поддержания движения механизма хронометра в продолжение времени его завода.

Зубчатое колесо *D''* вращает (рис. 199) трибку *E'*, сидящую на большой оси с счетчика, и таким образом передает системе зубчатых колес счетчика и передаточному механизму движущую силу двигателя, без чего эти важнейшие части механизма хронометра не могли бы выполнять своего назначения.

На валу *d* улитки *D* (рис. 199) под зубчатым колесом *D''* сидит еще трибка *P*, сцепленная с зубчатым колесом *P'*, на оси которого насажена небольшая стрелка. Эта стрелка движется по отдельному маленькому циферблату и указывает число часов, протекших с момента завода хронометра. Циферблат разбит от 0 до 56 часов через 8 часов.

Двигательная сила пружины рассчитана на работу хронометра в течение 56 часов, но лучше заводите хронометр ежедневно в одно и то же время, чтобы пружина всегда работала одной и той же своей частью. Тогда ход хронометра будет держаться лучше.

Некоторые, из опасения перетянуть при заводе пружину и сломать ее, предпочитают не взводить пружину полностью и не доводить стрелку до нуля — предосторожность, на наш взгляд, при бережном обращении с хронометром излишняя и оставляющая состояние частично взведенной пружины неопределенным.

§ 118. Обращение с хронометрами и уход за ними

Из описания устройства столового хронометра видно, что собранный из большого числа отдельных частей механизм хронометра требует не только тщательной выделки и аккуратной сборки всех своих весьма тонких деталей, но и постоянного внимательного ухода и бережного с ним обращения.

Поэтому хронометры на большом корабле должны помещаться в отдельной хронометрической каюте, а отнюдь не в штурманской рубке на мостике. Хронометрическая каюта должна быть расположена за броневою защитой, по возможности в таком месте корабля, где температура постоянна или, во всяком случае, не меняется резкими скачками, где менее всего ощущаются вибрации корпуса от работы судовых механизмов или сотрясения при стрельбе из орудий. Желательно, чтобы хронометрическая каюта помещалась посредине корабля, подальше от наружного борта, температура которого может резко изменяться, вдали от динамомашин и электродвигателей.

На больших кораблях, на которые отпускается по три хронометра, последние хранятся в специальном деревянном ящике, имеющем внутри три расположенных рядом гнезда для помещения хронометров. Стенки и дно этих гнезд должны быть обиты мягкими обтянутыми сукном подушками на пружинах. Сбоку хронометрического ящика под общей с ним крышкой устроен еще небольшой

ящичек для хранения в нем сличительных часов и часов, с которыми производятся астрономические наблюдения. В хронометрическом ящике должен постоянно находиться максимальный и минимальный термометр для определения средней за сутки температуры при хронометрах.

Ящик с хронометрами обычно помещается внутри другого наружного ящика, в котором он лежит на мягких пружинах. Наружный же ящик прочно привинчивается к специальной подставке или к невысокому столу, в свою очередь надежно привинченному к палубе хронометрической каюты у одной из переборок. Над ящиком с хронометрами на переборке необходимо укрепить поворотную защелку для удержания, на время работ с хронометрами, крышки ящика в поднятом положении и подвесить достаточно яркую электрическую лампу, хорошо освещающую циферблаты открытых хронометров.

Хронометры необходимо заводить ежедневно в одно и то же время и ежедневно же сличать их с часами. Сличение в одном порядке производится до завода хронометров, а в обратном порядке — после завода. Совпадение сличений, произведенных до и после завода, покажет, что в сличении не сделано ошибки и что хронометр во время завода не получил никакого случайного повреждения. Сейчас же после завода и сличения хронометров необходимо вычислить вероятную поправку сличительных часов на данный день согласно правилам ведения хронометрического журнала.

Так как с течением времени масло, которым смазаны трущиеся части хронометра, постепенно от трения металлических частей сгущается и от действия кислорода воздуха окисляется, то даже при самом лучшем качестве масла необходимо каждые три года отдавать хронометр в чистку.

Отпускаемые на корабли хронометры обычно идут по среднему гринвичскому времени и в выданных обсерваторией аттестатах на хронометры указана их поправка относительно среднего гринвичского времени. Если этого не сделано, то штурман должен сам возможно точнее поставить хронометры по времени гринвичского меридиана и определить их поправку одним из указываемых в Мореходной астрономии способов.¹

Чтобы поставить хронометр по времени какого-нибудь меридиана, нужно взять хронометр на стопор, отвинтить стеклянную крышку и насадить заводной ключ на квадратную головку большой оси, на которой сидят часовая и минутная стрелки. Затем, вращая ключ обязательно по часовой стрелке, устанавливать обе стрелки на отсчет требуемого момента времени. При этом не следует забывать о согласовании секундной и минутной стрелок, т. е. установить минутную стрелку строго против нужного штриха минутного циферблата в тот момент, когда секундная стрелка указывает 0 секунд на своем циферблате.

Если хронометр заведен, но еще не пущен в ход, то для сооб-

¹ Проф. Б. П. Хлюстин, Мореходная астрономия. Военмориздат, 1939 г., стр. 144—148.

щения балансу первоначального толчка нужно взяться обеими руками за ящик хронометра и резким движением рук повернуть его по азимуту примерно на половину прямого угла. Баланс получит начальный толчок, и хронометр начнет идти, что сейчас же и будет обнаружено по скачкам секундной стрелки, сопровождаемым отчетливо слышимыми ударами очередного зубца ходового колеса о задерживающий его штифтик передаточного механизма.

При переноске хронометра с места на место, например, из обсерватории на корабль, его необходимо брать каждый раз на стопор и укладывать в специальный деревянный ящик для переноски хронометра. Хронометр необходимо переносить на руках, держа за ремень ящика для переноски, или перевозить в экипаже на мягких рессорах. При переноске нужно соблюдать крайнюю осторожность, избегать резких поворотов по азимуту и не задевать ящиком за какие-нибудь встречные препятствия. По доставке хронометров на корабль их нужно сейчас же установить на место в хронометрический ящик и отдать стопора.

На корабле никогда не следует выносить хронометры из ящика на палубу, используя для наблюдений только сличительные часы, поправка которых рассчитывается по сличениям с хронометрами.

§ 119. Причина колебаний хода хронометра

Суточным ходом хронометра называется, как известно, изменение поправки хронометра за одни сутки. В Мореходной астрономии излагаются различные способы определения, поправки хронометра и даются наставления для вывода его суточного хода. Там же указывается, что достоинство всякого хронометра характеризуется не величиной, а постоянством его суточного хода.

Однако, несмотря на тщательность изготовления отдельных деталей механизма хронометра, их сборки и выверки, все же даже у самых лучших хронометров суточный ход не остается строго постоянным, а подвергается большим или меньшим колебаниям. Наблюдаемые колебания хода хронометра, заключающиеся у наилучших хронометров в пределах 0,2—0,3 секунды, могут происходить от различных причин и их обычно разделяют на две группы: случайные и систематические колебания хода.

Первые происходят от ударов или толчков, тряски, колебания влажности воздуха, окисления или намагничивания стальных частей механизма и т. п. Влияние этого рода причин на ход хронометра рассчитать трудно, и вызываемые ими колебания суточного хода при малой величине их считают случайными ошибками наблюдений, при большой же величине колебаний заменяют данный хронометр другим.

Систематические колебания хода хронометра вызываются изменением физического состояния отдельных частей механизма, нарушающим первоначально согласованное их взаимодействие, а также изменением физического и химического состояния масла, которым смазаны движущиеся части хронометра. Причинами, вызывающими

изменение физического состояния отдельных частей механизма, являются: 1) температура, 2) состояние масла, 3) механические причины и 4) давление и влажность воздуха.

1. Изменение температуры является главнейшей причиной колебания хода хронометра. Действие перемен температуры сказывается на а) расширении или сжатии отдельных частей механизма, б) на разжижении или сгущении масла, в) на уменьшении или увеличении силы упругости спирали баланса.

Мы видели уже, что компенсация баланса имеет целью по возможности устранить влияние перемен температуры на ход хронометра. Однако укомпенсировать полностью влияние температуры на ход хронометра не удастся, и потому с переменной температуры ход хронометра несколько изменяется. Теоретический разбор этого вопроса показывает, что суточный ход хронометра ω при данной температуре t выражается следующей формулой хода:

$$\omega = \omega_0 + a(T - T_0) + x(t - t_0) + y(t - t_0)^2 \quad (*)$$

где ω_0 — ход хронометра при нормальной температуре t_0 ,

$(T - T_0)$ — известный промежуток времени, в течение которого велось наблюдение,

a — так называемое ускорение хода хронометра;

x и y — коэффициенты компенсации.

Нормальной температурой t_0 называется произвольно выбранная температура, близкая к температуре помещения, в котором хранятся хронометры. В Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ за нормальную температуру принимается температура $+15^\circ$ по Реомюру.

Ускорение хода, как показывает опыт, наблюдается почти у всех хронометров и может быть как положительным, так и отрицательным. Появление ускорения хода объясняют изменением молекулярного состояния баланса и спирали. Считают, что металлы в большей или меньшей степени закалываются при всех достаточно быстрых переменах температуры, даже если последняя и не очень высока. С изменением закалки меняется молекулярное состояние и упругость спирали, а следовательно и ход хронометра. На основании своих многочисленных наблюдений в Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ П. Г. Штулькерц видит причины возникновения ускорения хода в сгущении масла, в стирании цапф и гнезд оси баланса и в окислении спирали. От первых двух причин ход хронометра ускоряется, а от последней — замедляется.

Особенно отчетливо ускорение хода наблюдается у хронометров новых, у которых внутреннее строение части баланса и спирали не пришло еще в достаточно устойчивое равновесие. В этом случае ускорение хода зависит не только от протекшего промежутка времени $(T - T_0)$, но и от температуры, если последняя меняется скачками. Быстрые перемены температуры вызывают изменение силы упругости спирали, а следовательно и колебания хода хронометра!

Если ускорением хода пренебречь, т. е. положить $a = 0$, то формула хода примет вид: $\omega = \omega_0 + x(t - t_0) + y(t - t_0)^2$. (**)

Коэффициенты компенсации x и y зависят от размеров хронометра, коэффициента расширения и коэффициента упругости металла, из которого сделан баланс, и отличаются своим сравнительным постоянством, причем знак коэффициента у большинства хронометров оказывается одинаковым, а именно положительным. Коэффициент x изменяется с перемещением компенсационных грузиков на балансе, а величина коэффициента y у всех хронометров, сходных между собою по конструкции, приблизительно равна $+0,010$.

Формула (**) показывает, что если ход хронометра ω_0 при нормальной температуре t_0 известен, то для определения коэффициентов компенсации достаточно было бы определить хода хронометра ω_1 и ω_2 при двух каких-нибудь температурах t_1 и t_2 . Имея два уравнения вида (**), нетрудно определить из них искомые коэффициенты x и y .

При регулировке хода хронометра выбирают две температуры t_1 и t_2 , по возможности близкие к крайним пределам температур, в которых будет находиться хронометр в практической обстановке, и после повторных проб добиваются, чтобы ход хронометра при этих температурах был один и тот же. Эти температуры t_1 и t_2 получают название температур компенсации, а средняя температура $\frac{t_1 + t_2}{2}$ называется температурой регулирования.

У нас температурами компенсации являются 5° и 35° по Реомюру. Порядок работы будет объяснен ниже в следующем параграфе. Таким образом, пользуясь формулой хода, можно учесть систематические колебания хода хронометра, вызываемые колебаниями температуры вследствие несовершенства компенсации.

2. Масло, смазывающее трущиеся части механизма, по мнению некоторых хронометристов, является¹ «злейшим врагом» хронометров. От трения металлических частей, которые смазываются маслом, и от кислорода воздуха масло постепенно сгущается, а от сгущения масла ход хронометра, по большей части, ускоряется. Сгущенное масло увеличивает трение оси баланса и уменьшает силу сообщаемых ему передаточным механизмом толчков, так что амплитуды колебаний баланса будут уменьшаться. Если спираль не вполне изохроническая, то уменьшение амплитуд колебаний отразится на ходе. А так как хронометристы, с целью добиться лучшей компенсации влияния температуры, регулируют спирали так, чтобы при меньших амплитудах колебания происходили быстрее, и бракует спирали, дающие при меньших амплитудах отставания, то ясно, что при сгущении масла уменьшение амплитуд колебаний баланса вызывает ускорение хода хронометра.

3. Колебания хода хронометра, независимо от действия колебаний температуры и сгущения масла, могут происходить еще от причин, зависящих от устройства самого механизма хронометра. Такими причинами являются: сопротивление у цапф оси баланса —

¹ Е. Каспарь. Исследования о механизме и ходе хронометров. «Морской Сборник», 1878 г., № 5, стр. 106.

трение конца цапфы о поверхность опоры и вязкость масла (даже чистушенного), сопротивление воздуха, влияние удара, сообщаемого передаточным механизмом балансу, действие центробежной силы, под влиянием которой свободные концы биметаллических полосок баланса могут перемещаться и тем изменять фигуру баланса, и окисление спирали, уменьшающее силу ее упругости и увеличивающее ее массу. Некоторые подробности о действии всех этих механических причин на колебание хода хронометра можно найти в упомянутой уже статье Е. Каспарн.

4. Перемены атмосферного давления оказывают ничтожное влияние на продолжительность качания баланса хронометра. Опыты показали,¹ что изменение хода пропорционально изменению давления и что с увеличением давления на 1 мм ход хронометра замедляется на 0,0102 секунды в сутки. Так как на море разности давления за сутки редко превышают 30 мм, то даже при столь большом изменении давления суточный ход хронометра от этой перемены изменится всего на 0,3 секунды, что находится в пределах случайных колебаний хода.

Если бы хронометрами пришлось пользоваться на воздушных кораблях, то в этом случае влияние перемен давления на ход хронометров имело бы существенное значение и в этом случае пришлось бы составить таблицу поправок хода за изменение давления атмосферы.

Исследования, произведенные впервые в 1886 г. в Вашингтонской морской обсерватории и повторенные в большем масштабе В. Е. Фусом в следующем году в Кронштадтской обсерватории,² показали, что перемены влажности воздуха существенно влияют на ход хронометра. С увеличением влажности ход хронометра замедляется. Опыты В. Е. Фуса с 47 хронометрами показали, что в среднем при изменении влажности от 45% (средняя влажность) до 82% (большая влажность) ход хронометра изменялся в пределах от -1,1 до +3,0 секунд. Величина и знак этого влияния не зависят от старости масла. Влияние большой влажности не всегда прекращается сразу по возвращении ее к среднему состоянию. Влиянием перемены влажности и можно, повидимому, объяснить часто наблюдаемые изменения хода хронометра после перенесения его из обсерватории на корабль. Для уменьшения этого влияния на корабле ящик с хронометрами полезно покрывать шерстяным чехлом.

Приведенный краткий обзор перемен, вызывающих колебание хода хронометра, показывает, каким тонким и деликатным инструментом является хронометр, и лишний раз подтверждает необходимость самого внимательного и бережного с ним обращения для обеспечения возможной точности его показаний.

Кроме того вышеизложенные соображения заставляют думать,

¹ А. Вилькицкий, О влиянии давления воздуха на ход хронометров. «Записки по гидрографии», 1907 г., вып. 28, стр. 263—273.

² В. Фус, О влиянии влажности на ход хронометра. «Записки по гидрографии», 1887 г., вып. 2, стр. 60—63.

что, несмотря на тщательность ухода за хронометром, в рассчитанной его поправке всегда может заключаться некоторая ошибка. Поэтому современный мореплаватель, почти всегда имея возможность получить в море поправку своих хронометров по радиосигналам времени, должен это делать не менее одного раза в сутки.

§ 120. Исследование хронометров в обсерватории

До отпуски на корабли хронометры подвергаются предварительному исследованию в Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ. Исследования хронометров состоят в наблюдении за их ходами при различных температурах и в определении суточного хода ω_0 при нормальной температуре t_0 и коэффициентов компенсации.

С этой целью исследуемые хронометры помещаются в термостат — специальный ящик, в котором можно поддерживать постоянную температуру. Термостат имеет приспособление для нагревания его до заданной температуры и водяное охлаждение для поддержания температуры на определенном уровне. Нагревание термостата производится электрическим током и поддерживается автоматически посредством контактного термометра.

Столбик ртути контактного термометра по достижении определенной температуры замыкает ток в цепи аккумулятора и электромагнита. Последний, намагнитившись, оттягивает выпускной клапан водяного охлаждения, и вода начинает охлаждать термостат. Когда температура в термостате достигнет заданной величины, столбик ртути, опустившись до деления, отвечающего заданной температуре, разомкнет ток, клапан закроется и охлаждение прекратится. Когда температура поднимется выше заданной, опять произойдет замыкание тока, вновь откроется клапан, выпускающий воду, и опять начнется охлаждение термостата водой и т. д.

Такие контактные термометры имеются для семи температур от 5 до 35° через каждые 5°. Постоянство температуры в термостате контролируется еще термографом, поправки которого известны, а сами контактные термометры проверяются по точному, хорошо выверенному, термометру, поправки которого определены в Главной геофизической обсерватории.

При каждой из семи указанных температур хронометры остаются в термостате в течение 4 дней. Из ежедневных сличений хронометров с тринадцатибойщиком, поправка которого ежедневно определяется по радиосигналам времени, выводится на каждый день поправка каждого хронометра. Следовательно, за 4 дня наблюдений при каждой температуре получается 4 поправки, что дает возможность вывести три суточных хода при данной температуре. Затем ставится следующий контактный термометр на 5° выше, и те же наблюдения производятся при новой температуре и т. д.

При температуре 35° наблюдения производятся в течение 7—8 дней и затем повторяются в обратном порядке. Таким образом, весь цикл температурного исследования хронометра продолжается около 60 дней. После этих исследований подобным же образом

выясняется поведение хронометра при больших температурных скачках, например, с 10 на 25° и обратно.

На основании результатов произведенных наблюдений составляется некоторое число уравнений вида.

$$\omega_t = \omega_0 + a(T - T_0) + x(t - t_0) + y(t - t_0)^2 \quad (*)$$

или вида

$$\omega_t = \omega_0 + x(t - t_0) + y(t - t_0)^2 \quad (**)$$

если ускорение хода a ничтожно и им можно пренебречь, положив $a = 0$.

В этих уравнениях за суточный ход ω_t , при данной температуре t принимается средний из ходов за трое суток наблюдений. Средняя температура за трое суток наблюдений рассчитывается¹ с учетом всех поправок контактных хронометров, показаний термометра и выверенного термометра. За эпоху наблюдений T_0 принимается средняя дата между началом и концом всего исследования, T — средняя дата каждого трехсуточного наблюдения, а за нормальную температуру t_0 принимается, как указывалось выше, температура 15° по Реомюру, к каковой температуре и приводятся все наблюдения.

Так как всех наблюдений 14 — при 7 температурах в ту и другую сторону — то в результате в общем случае получится система 14 уравнений вида (*), из которой по способу наименьших квадратов легко вычисляются вероятнейшие значения величин ω_0 , a и коэффициентов компенсации x и y .

Если ускорение хода a ничтожно, меньше 0,01 секунды, то им пренебрегают, принимая $a = 0$, и тогда из выведенных при равных температурах ходов в прямом и обратном направлениях берут среднее, получая вместо 14 всего 7 уравнений вида (**). Из этой системы 7 уравнений тем же путем находят вероятнейшие значения ω_0 , x и y .

В последнем случае скорее и удобнее вместо вычислительного способа воспользоваться графическим способом проф. Ревейя (Reveille). Все подробности с примерами на вычисление коэффициентов и тем и другим способом можно найти в упомянутой уже статье П. Г. Штулькерца.

Очень полезным средством для суждения о правильности хода хронометра и о существовании ускорения хода является вычерченная кривая хода. На миллиметровой бумаге проводят две взаимно перпендикулярные оси координат и откладывают в некотором масштабе по оси абсцисс температуры и время, а по оси ординат — соответствующие хода. Нанеся по наблюдаемым при 14 различных температурах ходам соответствующие точки (рис. 204), проводят по этим точкам согласную кривую, которая и представит собою кривую хода хронометра.

¹ Подробности см. в статье П. Г. Штулькерца, Температурные и следования хронометров. «Записки по гидрографии», 1929 г., т. 56, стр. 1 — 26.

Кривая хода дает возможность судить о характере влияния температуры на ход и о существовании ускорения. Если хронометр не имеет ускорения и каждая температура держалась одинаково

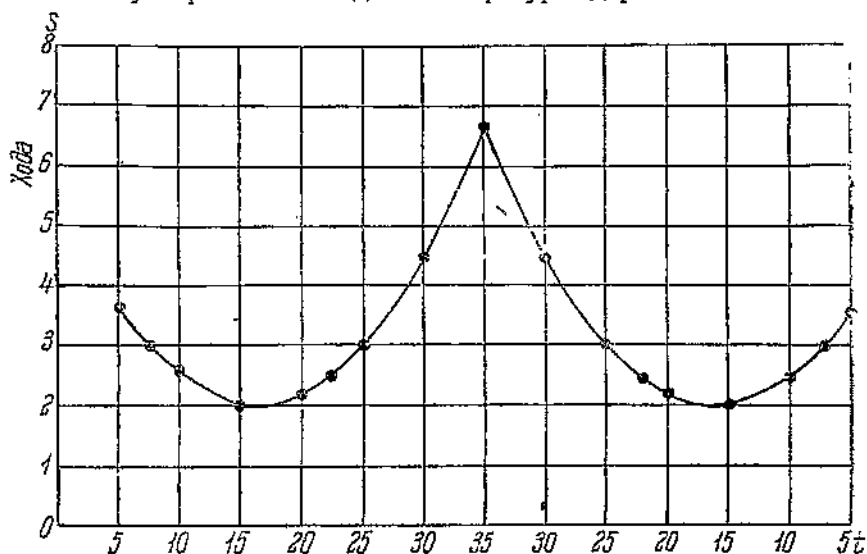


Рис. 204.

число дней, то кривая хода будет симметрична относительно оси ординат (рис. 204), и обе волны ее будут одинаковы. Если же имеет место ускорение, то кривая будет несимметрична, и волны ее будут неодинаковы.

Если вычертить температурную кривую хода по непосредственно наблюдаемым ходам — пунктирная кривая на рис. 205 — и затем

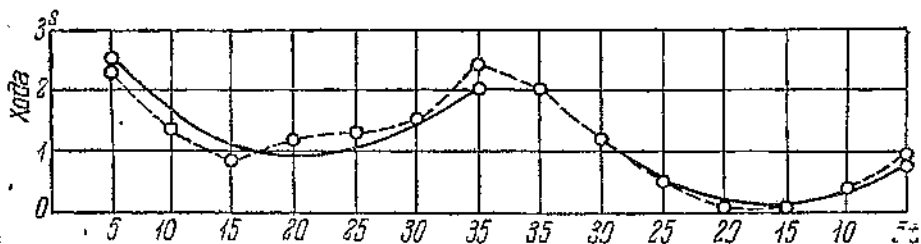


Рис. 205.

построить такую же кривую по рассчитанным на основании вычисленных коэффициентов ходам — сплошная кривая на рис. 205, — то согласие обеих кривых явится отличным контролем точности и правильности вычисления коэффициентов.

На всякий исследованный хронометр обсерваторией выдается аттестат по форме, приведенной на стр. 325.

§ 121. Четырехдесятники

Четырехдесятниками или полухронометрами называются, как указывалось выше, малые хронометры, имеющие вид карманных часов большого размера. Устройство главнейших частей четырехдесятника, за исключением размеров, будучи в общем таким же, как и у столового хронометра, отличается от описанного устройства последнего следующими особенностями.

1. Спираль баланса четырехдесятника не цилиндрическая, как у хронометра, а плоская — волосок, как у карманных часов.

Передаточный механизм или спуск четырехдесятника свободный, но продолжительность одного полного колебания баланса равна 0,4, а не 0,5 секунды, как у столового хронометра. Поэтому секундная стрелка четырехдесятника, передвигаясь скачками через 0,4 секунды по своему циферблату, совпадает только с теми делениями циферблата, которые отмечают четные секунды. В течение двух секунд четырехдесятник отбивает 5 ударов, соответствующих следующим моментам двухсекундного промежутка времени: 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, 2,0 секунды; этим и объясняется наименование четырехдесятник.

2. Колебания хода вследствие перемен температуры устраняются в четырехдесятнике не только применением компенсированного баланса, но и регулировкой самой спирали. Имеется приспособление, позволяющее изменять длину колеблющейся части спирали (волоска) баланса.

Так как при повышении температуры спираль удлиняется и размахи ее делаются продолжительнее (как, например, длинный отвес колеблется медленнее короткого), то и ход четырехдесятника замедляется, и он начинает отставать. Если же уменьшить длину спирали, то последняя станет колебаться быстрее, и ход четырехдесятника, несмотря на повышение температуры, остается прежним.

Для изменения длины действующей части спирали служит прямолинейный рычажок, — градусник или рюккер, — расположенный на стороне державки, противоположной той, где прикреплен конец спирали. Кольцом, имеющимся на градуснике, последний насажен на цилиндрическую втулку гнезда оси баланса, укрепленную на державке. На выступающем за срез державки конце градусника имеется небольшое око, сквозь которое пропускается внешний (коренной) конец спирали и закрепляется на державке винтиком. Часть спирали, заключающаяся между концом ее, закрепленным на державке, и этим око, не может принимать участие в колебательном движении спирали, так как упирается в око и остается неподвижной.

Таким образом, поворотом градусника в одну сторону мы удлиняем выведенную из действия часть спирали; следовательно, в колебательном движении будет участвовать меньшая часть спирали, вследствие чего ее колебания будут совершаться быстрее и ход четырехдесятника ускорится. При повороте градусника в противоположную сторону окажется выведенной из действия меньшая часть

ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ БМФ

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

АТТЕСТАТ № _____

хронометрам, опущенным

Название хронометра	№	Поправка хронометра относительно среднего гринвичского времени в средний гринвичский полдень _____ 194 г.	Суточный ход хроном. при _____	$\Delta\omega$	$\delta\omega$	Коефф. компенс.		Срок возврата хронометров в обсерваторию
						x	y	

Хронометры заведены при обсерватории

Ленинград

в _____ час. _____ 194 г.

Астроном _____

Примечание. Знак — (минус) у поправки указывает, что хронометр вперед; гринвичского времени, знак + (плюс) — хронометр назад; знак — (минус) у суточного хода означает, что хронометр идет вперед, знак + (плюс) — отстает. Ход придается к поправке алгебраически, т. е. принямая в расчет знаки.

$\Delta\omega$ — разность между наибольшим и наименьшим суточными ходами при неизменной температуре.
 $\delta\omega$ — наибольшая разность между двумя последовательными суточными ходами.

спирали, значит колебательным движением будет двигаться большая часть спирали, вследствие чего она начнет колебаться медленнее и ход четырехдесятника замедлится.

Для облегчения регулировки хода четырехдесятника передвиганием градусника на площадке державки, по которой он перемещается, нанесена дуга с равными делениями, отмечено среднее положение градусника, соответствующее нормальной длине колеблющейся части спирали, и поставлены на концах дуги буквы, показывающие, в какую сторону нужно передвигать градусник для ускорения или замедления хода четырехдесятника. Если внешний коренной конец спирали закреплен на державке с правой стороны от оси баланса (если смотреть на раскрытый механизм четырехдесятника) и сквозь очко рычажка проходит внешняя дуга спирали, то, в согласии с вышеуказанным, с правого конца дуги с делениями ставят буквы *A*, *F* или *P* — начальные буквы слов «Advance», «Fast» или «Прибавить», а с левого — буквы *R*, *S* или *U* — «Retard», «Slow» или «Убавить». Если внешний конец спирали закреплен на державке слева от оси баланса, то буквы *A*, *F* или *P* будут стоять на левом конце дуги градусника, а буквы *R*, *S* или *U* — на правом.

Установив градусник на буквы *A*, *F* или *P*, мы максимально ускорим ход четырехдесятника. Наоборот, при установке его на буквы *R*, *S* или *U* ход четырехдесятника максимально замедлится. Шкала с делениями облегчает и уточняет регулировку хода помощью градусника.

Передвигать градусник следует заостренным концом деревянной палочки медленно и очень осторожно, чтобы не погнуть спирали, что очень легко сделать и что сейчас же повлечет за собой перемену хода.

3. Старые образцы четырехдесятников, подобно хронометру, имели улитку и заводились отдельным маленьким ключиком. В новейших образцах улитки не делают, и завод четырехдесятника осуществляется посредством заводного валика и двух зубчатых колес.

Заводной валик расположен своей осью в плоскости, параллельной циферблату четырехдесятника. Два конических колеса, сидящих одно на конце заводного валика, а другое в центре первого зубчатого колеса, плоскость которого параллельна плоскости циферблата, соединяют заводной валик с первым зубчатым колесом. Первое зубчатое колесо сцеплено со вторым, сидящим на оси барабана с пружиной-двигателем.

На внешнем-выступающем наружу из корпуса четырехдесятника конце заводного валика насажена круглая насеченная головка, при вращении которой посредством заводного валика вращается первое зубчатое колесо, вращается барабан с пружиной-двигателем, и тем самым заводится четырехдесятник.

Преимущество такой системы завода, носящей название «ремонтур» (remontoir) и принятой у всех современных четырехдесятников и часов, — в упрощении механизма и в отсутствии необходимости иметь отдельный заводной ключ, который здесь всегда при часах и не может затеряться. Недостаток же системы «ремонтур» состоит

в том, что взведенная пружина во время хода четырехдесятника из-за отсутствия улитки действует на его механизм с переменной силой.

Тем же заводным валиком пользуются и для перевода минутной и часовой стрелок четырехдесятника. С этой целью на заводном валике сделана небольшая выточка, в которую входит специальный винтик. Потянув осторожно заводной валик за головку, можно выдвинуть его из корпуса четырехдесятника и тем самым разобщить конические колеса, соединяющие заводной валик с первым зубчатым колесом. Если обратно нажать на оттянутую головку заводного валика, то конические колеса вновь сцепятся и вращением заводного валика опять можно будет заводить четырехдесятник.

Кроме выточки на заводном валике имеется еще маленькая муфточка, которая при оттянутом заводном валике, т. е. при разобщенных конических колесах, служащих для завода четырехдесятника, соединяется с минутным механизмом. Поэтому, если станем вращать заводной валик, когда он выдвинут, то через соединительную муфточку будем действовать на минутный механизм и переставлять минутную и часовую стрелки четырехдесятника. Вдвинув заводной валик на место, мы разобщаем муфточку от минутного механизма и вновь сцепляем вместе конические колеса, служащие для завода четырехдесятника.

У некоторых образцов четырехдесятников разобщение заводных конических колес и одновременное соединение заводного валика с минутным механизмом достигается нажимом специального стерженька, расположенного сбоку от заводного валика. Конец этого стерженька на 1 мм выступает наружу из корпуса четырехдесятника и от случайных поломок и толчков защищен с двух сторон двумя предохранительными заподлицованными с концом стерженька выступами.

Очевидно, что новейшие четырехдесятники с заводом «ремонтур», не имеющие улитки, сохраняют свое наименование лишь потому, что секундная стрелка их скачет через 0,4 секунды, тогда как по своему механизму четырехдесятники без улитки следовало бы отнести к категории сличительных часов.

§ 122. Сличительные часы

В настоящее время четырехдесятники редко отпускаются на корабли ВМФ, так как, имея возможность ежедневно, а в случае необходимости — по нескольку раз в сутки, определять поправку своих часов по радиосигналам времени, для сличения хронометров между собой и для отметки моментов времени при астрономических наблюдениях вполне достаточно пользоваться хорошими сличительными часами. Так называются обыкновенные карманные часы хорошего качества, употребляемые на кораблях для вышеуказанных целей.

Главные части обыкновенных карманных часов те же, что и у хронометра или четырехдесятника, но устройство их существенно отличается от описанного устройства главных частей хронометра.

1. Спираль баланса карманных часов, называемая *волоском*, плоская, а не цилиндрическая, как у хронометра.

Баланс у часов хорошего качества делается разрезной «с компенсацией» или сплошной из инвара — специального сплава из стали и никеля, практически не реагирующего на колебания температуры. Только у самых дешевых часов баланс делается некомпенсированным, и опыты показали, что ход таких часов с повышением температуры на 1°C меняется приблизительно на 11 секунд (часы отстают).

2. Передаточный механизм или спуск карманных часов своим устройством существенно отличается от свободного спуска хронометра. У хороших карманных часов спуск делается *анкерный*, у плохих — *цилиндрический*.

В *анкерном* спуске (рис. 206) анкерное ходовое колесо *A* с зубцами показанной формы соединено с балансом посредством анкера *B* с анкерной вилкой *C*, охватывающей эллиптической формы штифтик *D* (колонштейн), укрепленный на ролике *E*. Сам ролик сидит на оси баланса *F* и колеблется вместе с последним. Анкер может качаться около оси *g*, которая расположена несимметрично относительно его лап: к одной лапе анкера ближе, чем к другой.

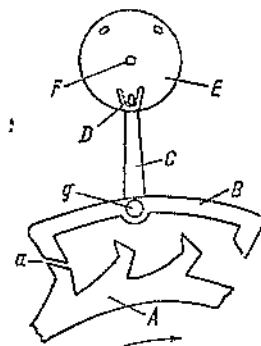


Рис. 206.

При каждом простом колебании баланса посредством колонштейна и вилки качается и анкер вправо и влево, задерживая ходовое колесо и освобождая его то правой, то левой своей лапой. Когда анкерное колесо задержано, оно стоит неподвижно. Когда, при колебании баланса в обратную сторону, лапа анкера приподнимается, то в момент разъединения лапы от зубца ходовое колесо *A* нажимает на анкер, последний получает толчок, который через вилку и колонштейн передается балансу. Этот нажим получается вследствие того, что внешние срезы *a* зубцов анкерного колеса и лап анкера представляют собой две наклонные плоскости, параллельные друг другу. От момента освобождения до момента новой задержки анкерное колесо успевает повернуться на один зубец.

При колебаниях баланса колонштейн выскакивает из вилки анкера и большую часть своего пути баланс проходит совершенно свободно, как при свободном спуске хронометра. Поэтому хотя анкерный спуск требует более тщательной выделки и обходится дороже, но зато у анкерных часов возможен более правильный ход, чем у часов с цилиндрическим спуском, при котором добиться правильного хода гораздо труднее.

Цилиндрический спуск, как более грубый, в настоящее время встречается только у самых дешевых часов. Его устройство показано на рис. 207.

На оси баланса под балансом сидит полый цилиндр *B* с вырезанным на его боковой поверхности прямоугольным окном. Тут

же вблизи баланса на оси, параллельной оси баланса, вращается цилиндрическое ходовое колесо *C*, зубцы которого помещаются на столбиках, расположенных в равноотстоящих точках по окружности ходового колеса. Форма зубцов напоминает треугольник, причем все зубцы своими острыми концами обращены в одну сто-

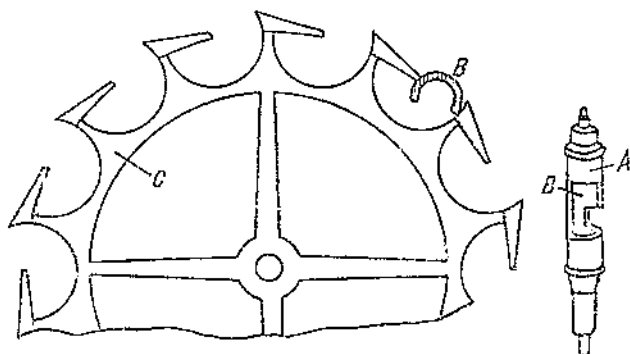


Рис. 207.

рону, а плоскими основаниями — в другую. Высота поддерживающих зубцы столбиков такова, что зубцы приходятся как раз на уровне окна *B* в цилиндре. Сам цилиндр приходится в промежутке между двумя соседними зубцами.

Когда (рис. 208), при колебании баланса в одну сторону, очередной зубец упирается во внешнюю стенку цилиндра *I*, ходовое колесо оказывается задержанным. Когда же, при размахе баланса в другую сторону *II*, конец зубца соскользнет со стенки цилиндра в окно *III* и *IV*, то ходовое колесо повернется на один зубец, который теперь будет упираться во внутреннюю поверхность стенки цилиндра. Когда при обратном размахе зубец опять соскочит с цилиндра, то следующий зубец упрется в наружную стенку цилиндра и колесо опять будет задержано.

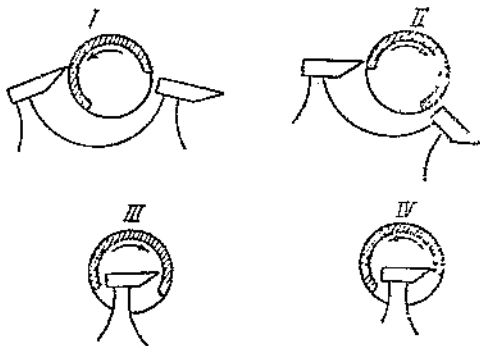


Рис. 208.

В момент перехода зубца цилиндрического колеса с наружной поверхности цилиндра на внутреннюю срез цилиндра движется по наклонной плоскости, которую представляет собой наружная поверхность зубца, и вследствие давления на него ходового колеса получает толчок, необходимый для поддержания энергии движения баланса.

Трибка, помещенная под цилиндрическим ходовым колесом на его оси, сцеплена с зубчатым колесом, сидящим на оси секунд-

ной стрелки, и таким образом передает движение баланса счетчику. Недостаток цилиндрического спуска — большое трение, так как зубец ходового колеса в течение всего периода колебания баланса все время трется или о наружную, или о внутреннюю поверхность цилиндра. Такое непрерывное трение ведет к возможной поломке зубцов и к быстрому изнашиванию механизма, а следовательно к нарушению правильности хода часов. Поэтому по сравнению с анкерным спуском цилиндрический спуск считается менее совершенным.

При каждом простом размахе баланса стрелка сличительных часов проскакивает через 0,2 секунды. Это столь быстрые скачки, что при маленьком диаметре секундного циферблата получается впечатление, что секундная стрелка движется непрерывным движением.

Завод современных сличительных часов всегда «ремонтур» с выдвинутым заводным валиком для перевода стрелок.

У некоторых часов американских фирм служащий для регулировки хода часов градусник сделан в виде сектора с зубчаткой по внешнему срезу его дуги. Маленькое зубчатое колесико, помещенное тут же и сцепленное с зубцами дуги сектора, позволяет более плавно и медленно переставлять этот регулятор хода и тем самым облегчает регулировку хода часов.

§ 123. Палубные часы

В последнее время вместо хронометров на малые суда отпускаются так называемые палубные часы (deck watch) В. Кулберга (V. Kullberg, London), по постоянству своего хода не уступающие хронометрам, но гораздо более удобные в обращении, чем хронометры.

Палубные часы (рис. 209) представляют собой обыкновенные часы очень хорошего качества, укрепленные внутри деревянного футляра прямоугольной формы с откидной крышкой.

Особенностью этих часов является наличие у них только одного циферблата, по которому перемещаются все три стрелки: часовая, минутная и секундная. Тонкая секундная стрелка, длина которой немного больше радиуса циферблата, движется скачками через каждые 0,2 секунды. Поэтому и минутные деления цифербла-

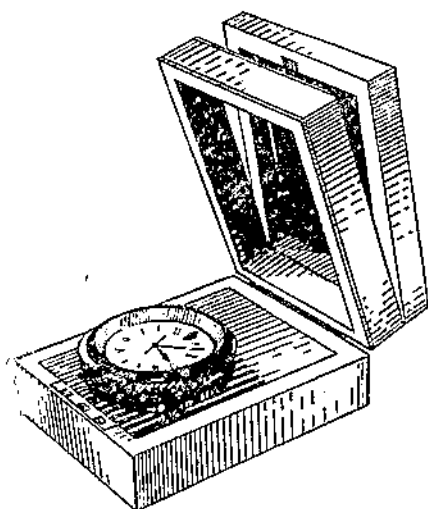


Рис. 209.

та мелкими тонкими штрихами подразделены через 0,2 секунды. Внимательно следя за движением секундной стрелки, легко замечать на-глаз моменты с точностью до 0,2 - 0,3 секунды.

Механизм палубных часов хорошего качества с плоской спиралью, с компенсированным балансом, с анкерным спуском и с заводом «ремонтур».

Для осмотра механизма палубных часов необходимо отвинтить стеклянную крышку часов и вынуть механизм из цилиндрического гнезда, наглухо укрепленного в деревянном футляре часов. Для этого удобнее всего взять открытый футляр с часами в правую руку и опрокинуть его на левую руку циферблатом вниз. Отвинтив затем круглое донышко, закрывающее снизу цилиндрический корпус часов, можно осмотреть весь механизм.

Как хорошо держат свой ход палубные часы В. Кульберга, видно из нижеследующей таблицы ходов двух таких часов №№ 3838 и 3839, с которыми производились астрономические наблюдения осенью 1932 г. во время 17-суточного перехода из Ленинграда в Черное море (табл. 17).

Таблица 17

Суточные хода палубных часов В. Кульберга

Год, месяц и число	Средняя температура за сутки	Палубные часы № 3838		Палубные часы № 3839	
		поправка часов	суточный ход	поправка часов	суточный ход
IX 21	+13,0°C	+0 ^h 01 ^m 30,8 ^s		+0 ^h 03 ^m 12,0 ^s	
22	13,8	30,8	0,0 ^s	12,1	+0,1 ^s
23	17,8	30,0	—0,8	12,8	+0,7
24	18,1	28,0	—2,0	12,5	+0,3
25	19,3	26,6	—1,4	12,9	+0,4
26	19,4	26,2	—0,4	14,4	+1,5
27	21,9	25,6	—0,6	15,1	+0,7
28	22,3	25,5	—0,1	16,5	+1,4
29	21,5	25,1	—0,4	17,2	+0,7
30	23,1	24,6	—0,5	18,0	+0,8
X 1	27,4	24,8	+0,2	19,6	+1,6
2	27,3	24,3	—0,5	19,9	+0,3
3	28,2	24,0	—0,3	21,0	+1,1
4	22,3	25,8	+1,8	22,3	+1,3
5	22,0	26,8	+1,0	24,1	+1,8
6	18,5	27,4	+0,6	25,4	+1,3

Поправки часов определялись ежедневно в 8 часов гринвичского времени по интернациональным радиосигналам времени с башни Эйфеля.

Числа этой таблицы показывают, что, несмотря на не всегда бережное обращение с часами, подвергавшимся нагреванию солнечными лучами во время наблюдений и не имевшим ни специального помещения для хранения, ни защиты от перемен влажности, все же колебания суточных ходов обоих палубных часов были примерно того же порядка, что и у столовых хронометров в обычных условиях плавания.

Во всяком случае можно утверждать, что палубные часы В. Кульберга являются очень ценным прибором, значительно упрощающим сохранение точного гринвичского времени на корабле.

§ 124. Секундомеры

Эти приборы употребляются на кораблях для измерения небольших промежутков времени с точностью до десятых долей секунды. Секундомер бывает или с одной секундной стрелкой для точного измерения одного промежутка времени, или с двумя стрелками для измерения двух промежутков времени.

Секундомер с одной стрелкой представляет собой обыкновенные хорошие анкерные часы, имеющие довольно сложное приспособление, посредством которого можно: 1) пустить в ход секундную стрелку, 2) застопорить ее и 3) вернуть секундную стрелку в первоначальное положение на 0.

Секундная стрелка секундомера по длине несколько больше радиуса циферблата и ходит по минутному и часовому циферблату скачками через 0,2 секунды времени. Поэтому и промежутки между минутными делениями циферблата четырьмя маленькими штрихами разделены на пять частей. Первым нажимом заводного валика секундная стрелка пускается в ход; вторым нажимом стрелка стопорится, и можно сделать отсчет измеренного промежутка времени от 0 до данного положения стрелки с точностью до 0,2—0,3 секунды; третьим нажимом заводного валика секундная стрелка возвращается в первоначальное положение.

Первым нажимом заводного валика поворачивается на один зубец небольшое зубчатое колесико со стоящими на нем шестью треугольными столбиками. При этом отжимается небольшое коромысло и приподнимается фигурный рычаг, соединяющий секундную стрелку секундомера с секундным колесом механизма. Вторым нажимом секундная стрелка разъединяется с секундным колесом. Третий нажим заводного валика отпускает фигурный рычаг и возвращает стрелку на 0.

Заводной валик имеет пружинку, автоматически возвращающую его в нормальное положение после каждого нажима. На оси секундного колеса имеется еще одно колесико, соединяющееся с другим колесиком, связанным с фигурным рычагом и подающим коромыслом.

У секундомера с двумя секундными стрелками, кроме заводного валика, имеется еще один стерженек для управления второй секундной стрелкой. Нажимая, как и раньше, заводной валик, пускаем в ход обе стрелки секундомера вместе. Нажав второй стерженек, застопорим одну стрелку, а другая будет продолжать идти по циферблату. Можно измерить первый промежуток времени с точностью до десятых долей секунды. Нажав второй раз заводной валик, застопорим вторую стрелку на месте и сможем сделать отсчет второго промежутка времени с той же точностью. Вторым нажимом вспомогательного стерженька соединяем обе секундные стрелки вместе. Наконец, третьим нажимом заводного валика возвращаем обе секундные стрелки в первоначальное положение.

Для передвижения второй стрелки в механизме секундомера имеется второе зубчатое колесико с восемью такими же выступа-

ющими столбиками на нем, как у первого колесика. Это второе колесико управляется вспомогательным стерженьком и имеет вилку, соединяющую вторую стрелку с колесом секундной стрелки. Первым нажимом вспомогательного стерженька стопорится первая стрелка, а вторым нажимом она соединяется со второй стрелкой секундомера.

Таким образом, заводным валиком управляются или обе секундные стрелки, сложенные вместе, или одна из них, если вторая застопорена нажимом вспомогательного стерженька. Вспомогательный стерженец управляет только второй стрелкой, останавливая ее или соединяя с первой стрелкой.

Маленький циферблатик, разбитый на 30 делений, причем нечетные деления даны точками, а четные деления — цифрами, позволяет отметить число минут работы большой секундной стрелки секундомера. Когда большая секундная стрелка делает один полный оборот по большому циферблату, стрелка этого маленького циферблата резким скачком переходит на одно деление. При возвращении секундной стрелки на 0 стрелка минутного циферблата секундомера также возвращается в свое первоначальное положение на 0.

§ 125. Морские часы

Для повседневных надобностей корабельной жизни в разных местах корабля подвешиваются на переборках морские часы. Это обыкновенные круглые стенные пружинные часы, изготовляемые Заводом мореходных инструментов, с анкерным ходом, с компенсированным балансом, с плоской спиралью и заводом «ремонтур». Все части регулятора делаются из немагнитных материалов.

Хотя выделка отдельных деталей морских часов гораздо грубее, чем в часах сличительных, но все же при надлежащем уходе и тщательной регулировке их хода морские часы должны ходить хорошо и суточный ход их не должен превышать 30 секунд, что для целей повседневной жизни корабля вполне, конечно, достаточно.

Необходимо только предварительно тщательно выверить морские часы, ежедневно сличая их с хорошими сличительными часами, которые в свою очередь также ежедневно сличаются с хронометрами.

Циферблат морских часов разбит на 24 часа, так что часовая стрелка движется в два раза медленнее, чем у часов с 12-часовым циферблатом. Каждый час отмечен арабской цифрой, а минуты — тонкой черточкой. Цифры четных часов стоят против 5, 10, 15... и т. д. минутных делений, а цифры нечетных часов — посередине между цифрами четных часов.

§ 126. Классификация хронометров и часов

После описания устройства механизма хронометра и различных особенностей в механизмах четырехдесятичников и часов полезно будет подытожить те характерные признаки, по которым можно

отличить один прибор от другого. Так как и хронометры и различного рода часы, употребляющиеся на кораблях, все представляют собой, в сущности говоря, пружинные часы, то различные наименования присваиваются отдельным приборам этого рода только в зависимости от устройства их механизма. Вторым, менее существенным, признаком, по которому можно было бы классифицировать приборы, служащие для измерения времени на корабле, является промежуток времени между двумя последовательными скачками секундной стрелки.

По этим двум признакам и составлена нижеследующая таблица с классификацией хронометров и часов (табл. 18).

Таблица 18

Классификация хронометров и часов

Детали	Хронометр	Четырехдесятник		Сличительные часы	
		полухронометр	сличительные часы	хорошего качества	плохого качества
Спираль . . .	Цилиндрическая	Плоская	Плоская	Плоская	Плоская
Баланс . . .	Компенсированный	Компенсированный	Компенсированный	Компенсированный	Некомпенсированный
Спуск	Свободный	Свободный	Анкерный	Анкерный	Цилиндрич.
Двигатель . .	С улиткой	С улиткой	Без улитки	Без улитки	Без улитки
Промежуток между ударами в сек.	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2
Градусник . .	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть

К этой таблице следует добавить, что существуют еще и другие типы приборов, носящие те же названия. Например, существуют хронометры с умышленно некомпенсированным балансом, ход которых сильно зависит от перемены температуры. Такие хронометры устраиваются со специальной целью иметь возможность по ходу такого «температурного» хронометра очень точно определить температуру.

Существуют старые карманные хронометры, отбивающие 0,5 секунды, старые четырехдесятники с заводом ключом, хронометры — тринадцатибойщики, отбивающие 13 ударов в 12 секунд, и т. д.

Предлагаемая классификация, не претендуя на абсолютную точность, имеет целью введение единообразия в наименования различных образцов приборов, служащих для точного определения промежутков времени.

§ 127. Технические условия приемки хронометров и часов

Для того чтобы хронометры и часы вполне отвечали своему назначению, они должны удовлетворять некоторым определенным требованиям, которые и предъявляются к ним при приемке. Эти

технические условия приемки хронометров и часов, принятые в Астрономической обсерватории Гидрографического управления ВМФ, приведены в табл. 19 и 20.

Для отремонтированных хронометров в некоторых случаях удовлетворяются только условием плавности температурной кривой хода, однако указанная в п. 1 разность все же не должна быть выше $\pm 5,0$ секунды.

К четырехдесятиникам и часам при приемке предъявляются менее строгие требования, чем к хронометрам. Технические условия приемки четырехдесятников и часов показаны в табл. 20.

Таблица 19

Технические условия приемки хронометров

	Новые	Ремонтирован.
1. Разность между наибольшим и наименьшим ходами при исследовании при разных температурах (от 5 до 35° по Реомюру, через 5°) не должна превышать	$\pm 1^s,5$	$\pm 2^s,5$
2. Средний суточный ход при неизменной температуре (15°R) не должен превышать	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$
3. Разность между наибольшим и наименьшим ходами при неизменной температуре не должна превышать	$\pm 0,60$	$\pm 1,2$
4. Наибольшая разность между двумя последовательными суточными ходами не должна превышать	$\pm 0,30$	$\pm 0,7$

Таблица 20

Технические условия приемки четырехдесятников и часов

	Новые	Ремонтирован.
1. Разность между наибольшим и наименьшим ходами при исследовании при разных температурах (5°, 20°, 35°) не должна превышать	$\pm 4^s,0$	—
2. Средний суточный ход при неизменной температуре (около 15°R) не должен превышать	$\pm 4,0$	$\pm 12^s$
3. Разность между наибольшим и наименьшим ходами при неизменной температуре не должна превышать	$\pm 2,5$	± 9
4. Наибольшая разность между двумя последовательными суточными ходами не должна превышать	$\pm 1,0$	± 5

Как видно из этих таблиц, требования, предъявляемые к четырехдесятиникам, грубо говоря, в 3 раза, а к часам в 15 раз слабее требований, предъявляемых к новым хронометрам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Каспари, Исследования о механизме и ходе хронометров. «Морской Сборник», 1878, № 5, стр. 87—125.
2. П. Г. Штулькерц, Температурные исследования хронометров. «Записки по гидрографии», 1929 г., т. 56, стр. 1—26.
3. В. Фус, О влиянии влажности на ход хронометра. «Записки по гидрографии», 1887 г., вып. 2, стр. 60—63.
4. Л. П. Шинелов, Механика часового механизма. Ч. I, Ленинград, 1931.
5. А. Вилькицкий, О влиянии давления воздуха на ход хронометров. «Записки по гидрографии», 1907 г., вып. 28, стр. 263—273.
6. В. Шультц, Часы и уход за ними. Москва, 1929 г.
7. Н. Я. Цингер, Курс астрономии. Часть практическая, СПб, 1899.
8. Н. Н. Матусевич, Мореходная астрономия. Петроград, 1922 г.
9. Проф. Б. П. Хлюстин, Мореходная астрономия. 1939 г.
10. Н. Сакеллари, Очерк истории кораблевождения В. Р. Мартина. «Записки по гидрографии», 1923 г., т. 46, стр. 39—97.
11. Lehrbuch der Navigation, 2. Band, Berlin, 1906. Teil. VI. «Das Chronometer».
12. Rupert T. Gould, The Marine Chronometer, its History and Development. London, 1923.

§

об-
ка-
вы
до
ме

по
та
ст
да
та
со
на
от
от.
ис
де
сти

го-
на
эм
те.
ту
су
кл
ве
ли
на

301

22-

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

§ 128. Приборы для определения наклонения видимого горизонта

Наклонение видимого горизонта играет существенную роль при обработке высот светил, измеренных над морским горизонтом, так как ошибка в принятой величине наклонения видимого горизонта вызывает такую же ошибку в исправленной высоте светила, а следовательно, целиком войдет и в разность высот при определении места корабля приемом Сент-Илера.

Ошибка же в принятой величине наклонения горизонта может появиться вследствие того, что действительное наклонение горизонта, которое имело место во время наблюдений, не всегда соответствует принятой в таблицах величине наклонения горизонта для данной высоты глаза. Это происходит оттого, что при составлении таблиц принята средняя величина коэффициента земной рефракции, соответствующая среднему состоянию атмосферы, а во время наблюдений состояние атмосферы могло значительно отличаться от среднего, почему и действительное наклонение горизонта может отличаться от нормального, которое принято в таблицах для исправления высот светил. Опыт показал, что разности между действительным и нормальным наклонением горизонта иногда достигают $8-9'$.¹

Главной причиной, вызывающей изменение наклонения видимого горизонта, является разность температур воздуха на высоте глаза наблюдателя и морской воды у поверхности моря. Существуют эмпирические формулы, дающие возможность подсчитать действительное наклонение горизонта в зависимости от разности температур воздуха и воды. Так как, кроме этой разности температур, существуют еще и другие причины, вызывающие отклонение наклонения горизонта от его нормальной величины (например, сила ветра), то предложенные формулы дают только приближенную величину действительного наклонения видимого горизонта в момент наблюдений. Лучший же способ узнать точное значение действительного

¹ См. В. Фус, О способах определения действительного наклонения горизонта. «Записки по гидрографии», 1905 г., вып. 27, стр. 1—11.

тельного наклона видимого горизонта — это определить его из наблюдений.

Для определения действительного наклона видимого горизонта в момент наблюдений разными лицами в разное время были предложены специальные приборы весьма простого устройства. Действительно (рис. 210), если O_1MC — поверхность моря, A — глаз наблюдателя, то угловое расстояние $CZC_1 = \alpha$, измеренное через зенит между двумя противоположными точками C и C_1 видимого морского горизонта CC_1 , отличается от 180° на величину двойного наклона горизонта $2n$, где через n обозначен угол $HAC = H_1AC_1$, равный действительному наклону горизонта.

Если видимый горизонт CC_1 ниже истинного горизонта HH_1 , то, очевидно, что

$$CZC_1 = \alpha = 180^\circ + 2n,$$

откуда

$$n = \frac{\alpha - 180^\circ}{2}.$$

Если видимый горизонт лежит выше истинного, что случается реже, то

$$C'ZC'_1 = \alpha' = 180^\circ - 2n',$$

откуда

$$n' = \frac{180^\circ - \alpha'}{2}.$$

Существующие приборы для определения действительного наклона видимого горизонта в момент наблюдений, основанные на измерении угла α , можно разделить на два типа: 1) приспособляемые к секстану и 2) самостоятельные приборы.

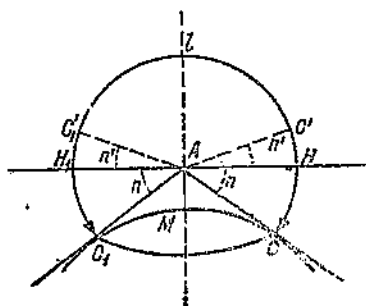


Рис. 210.

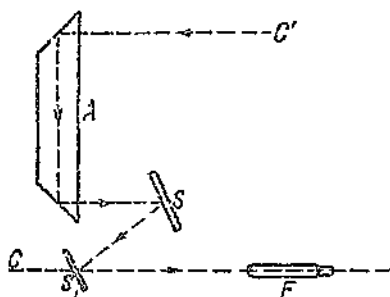


Рис. 211.

Из приборов, приспособляемых к секстану, дадим понятие об устройстве приборов Блиша, Кольшоттера и Косса.

1. В 1903 г. Блиш (J. Blisch) приспособил¹ к секстану квадратного сечения стеклянную призму, вставленную в алюминиевую оправу и прикрепляемую к ручке секстана. Призма A (рис. 211) рас-

¹ J. Blisch, Navigator's prism. Proceedings of the U. S. Naval Institute March 1903.

полагается так, чтобы один из ее концов, ограниченных плоскостью, составляющей 45° с осью призмы, приходился против большого зеркала S секстана. Наблюдатель, смотря в трубу F на видимый горизонт C , совмещает с ним изображение противоположной части горизонта C' , попавшее в трубу после четырехкратного отражения: от двух граней призмы A и двух зеркал S и S_1 . Отсчет на секстанте, исправленный погрешностью индекса, дает величину двойного наклона горизонта.

Прибор очень простой, недостаток его тот, что изображение противоположной части горизонта, вследствие четырехкратного отражения, получается весьма слабым, что затрудняет наблюдения.

2. В том же 1903 г. Е. Кольшноттер предложил другой прибор, также устанавливаемый на секстане. Прибор изготовлен в Берлине механиком Геке под руководством изобретателя. Две прямоуголь-

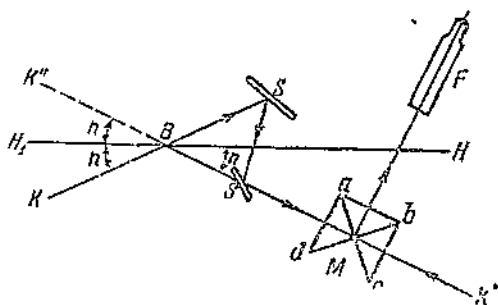


Fig. 212

ные призмы abc и abd с полным внутренним отражением (рис. 212) устанавливаются так, чтобы их гипотенузы ac и bd были взаимно перпендикулярны. Призмы M прочно соединены друг с другом и с обыкновенной астрономической трубой секстана F . Помощью такой же подъемной стойки, которая служит для установки обыкновенной трубы секстана, призмы M с трубой F устанавливаются на опорной лапке стойки на месте втулки для трубы. Если NN_1 — истинный горизонт, BK и BK' — направления к двум противоположным точкам видимого горизонта, S и s — большое и малое зеркала секстана, то движением алиады нужно большое зеркало секстана установить так, чтобы луч KB после двукратного отражения от зеркал и от гипотенузы bd призмы abd попал в трубу F и совпал с лучом $K'B$, идущим от противоположной точки горизонта и, после отражения от гипотенузы ac призмы abc , также попадающим в трубу F .

Наблюдателю, смотрящему в трубу F , изображения обоих горизонтов в этот момент будут казаться совмещенными. Так как при сведении обоих горизонтов лучи $K'M$ и sM составляют одну прямую линию, то угол $HBK' = n$ равняется углу $K''BN_1$, т. е. угол $K''BK =$

$= 2n$, значит отсчет на секстане в момент сведения изображений горизонтов дает угол $KBK'' = 2n$, где n — наклонение видимого горизонта. Следовательно, совместив движением микрометрического винта отраженные от призм abc и abd изображения двух противоположных частей видимого горизонта, делаем отсчет на секстане α и, принимая во внимание погрешность индекса секстана $\pm ci$, получаем наклонение видимого горизонта n по формуле

$$n = \frac{\alpha \pm ci}{2}$$

При нормальных условиях, когда видимый горизонт лежит ниже истинного, отсчет α придется вправо от нуля лимба. Как показал опыт, наблюдения с этим прибором при качке довольно трудны.

3. Капитан Косс (Koss) для определения положения видимого горизонта воспользовался призмой Пранделя (пентапризмой) $ABCDE$

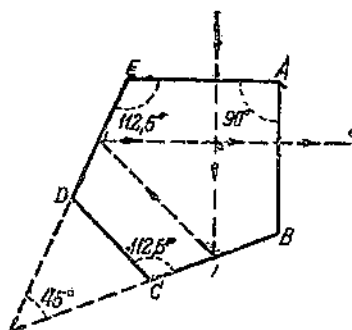


Рис. 213.

(рис. 213), обладающей, как известно, свойством¹ отклонять точно на 90° всякий луч, падающий на одну из граней, образующих прямой угол призмы. Такая призма посредством особого рукава прикрепляется к раме секстана между малым зеркалом и объективом трубы таким образом, чтобы одна из расположенных под прямым углом граней призмы, например, AE , была обращена к объективу, а другая — направо или налево от него.

Наблюдения с призмой Косса производятся следующим образом. Установив призму на раме, держат секстан плоскостью лимба к себе так, чтобы труба была направлена вертикально вниз, и алидаду ставят примерно на отсчет 90° . Тогда в поле зрения трубы будет видно и изображение той части горизонта, которая лежит в плоскости рамы секстана, по отражении ее от обоих зеркал, и изображение другой части горизонта, которая расположена на перпендикуляре к плоскости рамы, направленном вправо или влево, в зависимости от того, установлена ли призма своей гранью вправо или влево от объектива.

Отсчет на секстане при сведении этих изображений

$$\alpha_n = 90^\circ \pm i,$$

где i — погрешность индекса. Повернув призму на 90° , сводят изображение той же части горизонта, даваемой зеркалами, с изображением противоположной части горизонта, даваемой пентапризмой. Отсчет на секстане будет

$$\alpha_d = 90^\circ \pm i - 2n.$$

Разность двух отсчетов α_n и α_d , сделанных при положении призмы вправо и влево, дает величину двойного наклонения горизон-

¹ Д. С. Лемтюжников, Морские оптические приборы. Ленинград, 1926 г., стр. 26.

та независимо от погрешности индекса, которая в разности отсчетов исключается; следовательно, само наклонение видимого горизонта n определится из выражения

$$\alpha = \frac{\alpha_n - \alpha_{\text{л}}}{2}.$$

Если же погрешность индекса известна, то достаточно только одного сведения горизонтов, сделанного при одном положении призмы..

При наличии ошибки пентапризмы, т. е. когда угол между ее отражающими гранями BC и DE не равен в точности 45° , а в действительности равен $45^\circ \pm x$, в определяемой из наблюдений величине наклонения горизонта будет заключаться систематическая ошибка $\pm x$ призмы, которую нужно определить и принять в расчет. В таком случае

$$n = \frac{\alpha_n - \alpha_{\text{л}}}{2} \pm x.$$

Сам Косс сделал много наблюдений со своим прибором, сначала с судна в Красном море, а впоследствии с берега в Веруделле близ г. Пола. Практика показала, что наблюдения с призмой Косса в сильную качку вовсе не удаются.

§ 129. Прибор Пульфриха

Этот маленький и простой прибор, построенный известной фирмой Цейсса в г. Иене, дает возможность быстро и легко определить действительное наклонение горизонта с вполне достаточной для целей практики точностью.

Прибор Пульфриха основан на том же принципе совмещения изображений двух противоположных частей видимого горизонта. Он состоит (рис. 214) из металлической коробки A в виде прямого параллелепипеда размером $99 \times 39 \times 28$ мм. Одна из больших граней коробки служит основанием прибора. К наружной стороне основания четырьмя винтами привинчена небольшая астрономическая труба T длиной около 120 мм, расположенная своей оптической осью перпендикулярно к большой грани прибора.

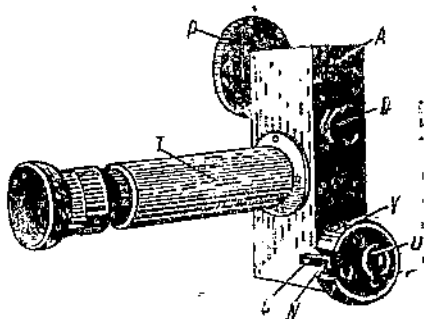


Рис. 214.

На противоположных боковых гранях коробки A имеется по одному круглому иллюминатору P и Q , закрытому шлифованным стеклом. Иллюминатор P расположен у верхней грани прибора; иллюминатор Q примерно на расстоянии $\frac{1}{3}$ длины коробки от ее верхней грани. Иллюминатор P прикрыт широким круглым футляром, внутри которого помещается диафрагма с кремальерой. Диафрагма состоит из двух металлических вертикальных щитков, раз-

двигаемых или сдвигаемых посредством кремальеры, расположенной вместе с щитками внутри футляра. При закрытой диафрагме, т. е. при сдвинутых вместе щитках, между ними остается вертикальная щель шириной около 0,6 мм. При открытой полностью диафрагме, т. е. при убранных в стороны щитках, диаметр действующей части иллюминатора около 15 мм. Изменение ширины щели диафрагмы достигается вращением футляра, имеющего по своему ободу насечку.

Внутренность прибора изображена на рис. 215. Здесь помещается прямоугольная стеклянная призма I и особой формы стеклянное тело как бы составленное из трех сложенных вместе призм II, III и IV. Призма I лежит одной из своих боковых граней на массивной медной площадке ребрами перпендикулярно к площадке, которая составляет одну цельную отливку с основанием коробки. Оправа призмы I двумя винтиками прихвачена к этой площадке. Кроме того, металлическая планка *a*, положенная на противоположную грань призмы и прихваченная своими концами к двум ввинченным в основание стойкам, надежно и наглухо скрепляет призму I с основанием коробки прибора. Одна из граней призмы I, образующих прямой угол, обращена к иллюминатору *P*, так что луч света, идущий от какой-нибудь точки горизонта, пройдя сквозь иллюминатор *P*, войдет в призму I, благодаря полному внутреннему отражению этой призмы отразится от ее гипотенузы и пройдет дальше под прямым углом к своему первоначальному направлению, т. е. параллельно длинной стороне коробки.

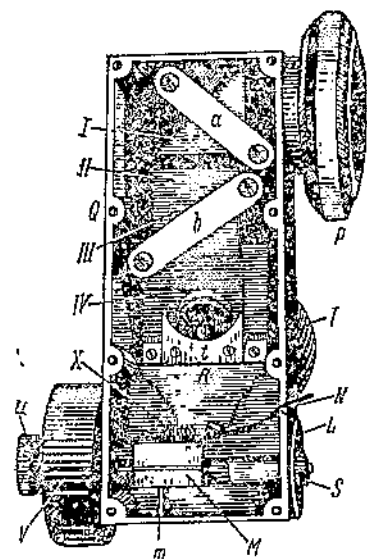


Рис. 215.

Дальнейший ход лучей прибора показан на рис. 216. Призма II и призма III своими гранями, противолежащими прямым двугранным углам, склеены друг с другом. Призмы III и IV фактически составляют одно стеклянное тело, соответствующим образом отшлифованное. Между призмами II и III помещается прокладка—тонкая серебряная пластинка с прорезанными на ней четырьмя параллельными между собой полосами шириной в 2 мм. На рис. 217 изображена отдельно призма II с приложенной к ней серебряной пластинкой *cbde*. Зеркальные полосы (на рисунке светлые) отражают падающие на них световые лучи, а такой же ширины прозрачные полосы (на рисунке темные), расположенные между зеркальными полосами, пропускают световые лучи.

Так как (рис. 216) отражающие грани *CD* призмы I и *cd* призмы II и III взаимно перпендикулярны и наклонены в противоположные стороны, то два параллельных луча *HO* и *H₁O₁*, падающие на призмы

I и III с двух противоположных направлений, пройдя через все призмы, выйдут по одному и тому же направлению $O'm$.

Действительно, луч HO , вследствие полного внутреннего отражения от грани DC призмы I, повернется на 90° относительно своего первоначального направления и пойдет по линии OO_1 . Пройдя через прозрачные промежутки грани cd призмы II и III, луч упадет в точку O' призмы IV и, испытав вторично полное внутреннее отражение от грани hq этой призмы, опять повернется на 90° , но уже в плоскости, перпендикулярной к плоскости $HO'O_1$, и выйдет из призмы IV по направлению $O'm$.

Луч H_1O_1 , параллельный лучу HO , упав на призму III, отразится от зеркальных полос призмы II, тоже пойдет по направлению O_1O и, вторично отраженный гранью hq призмы IV, выйдет из последней по тому же самому направлению $O'm$. Так как оптическая ось трубы совпадает с направлением $O'm$, то глаз через трубу увидит точки H и H_1 совмещенными.

Лучи, идущие от противоположных точек K и K_1 видимого морского горизонта, падают на призмы I и III не по параллельным направлениям, а по направлениям KO и K_1O_1 , угол между которыми равен двойному наклонению горизонта $2n$. Поэтому и изображения противоположных частей горизонта в трубе не будут совмещаться, а будут находиться друг от друга в угловом расстоянии, равном двойному наклонению горизонта. При этом, так как отражающая грань hq призмы IV перпендикулярна к отражающим граням CD призмы I и cd призмы II и III,

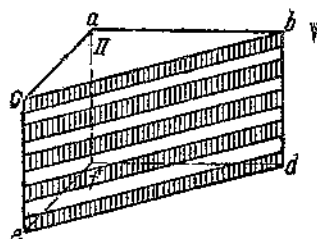


Рис. 217.

противоположные части морского горизонта будут изображаться в трубе не горизонтальными, а вертикальными прямыми, между которыми будет видно изображение неба, если видимый горизонт расположен ниже истинного (нормальный случай), или изображение моря в обратном случае. Для определения величины наклонения горизонта остается только свести оба изображения противоположных частей горизонта,

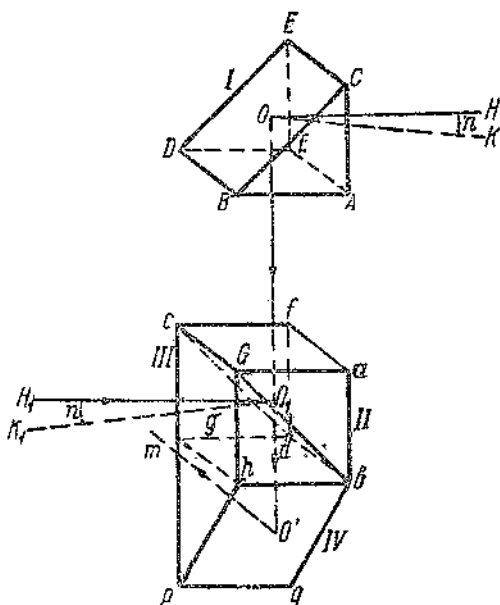


Рис. 216.

что можно сделать поворотом системы призм II, III и IV на угол 2α .

Для поворота системы призм II, III и IV и отсчитывания этого угла поворота в приборе имеется механизм следующего устройства. Система призм II, III и IV (рис. 215) помещена на металлической платформе R , которая может поворачиваться вокруг оси, совпадающей с оптической осью трубы. Система призм II, III и IV прочно скреплена с платформой. С трех сторон края призм упираются в выступающие запячки на платформе, с четвертой стороны призма IV укреплена угловой планкой t , привинченной к телу платформы двумя винтиками. Сверху обе призмы II и III прижаты планкой b , концы которой привинчены к стойкам, связанным прочно с платформой.

Для поворота платформы служит микрометрический винт S , на выступающем из прибора конце которого насажена круглая насеченная головка u и барабан, разбитый на деления, соответствующие в градусных минутах двойному углу поворота платформы. Барабан закрыт футляром V . Другой конец микрометрического винта, свободно вращаясь во втулке, удерживается в ней шайбой L . На микрометрическом винте сидят плоские клещи M , одной своей половиной опирающиеся на вертикальную стойку m . На другую половину клещей нажимает плоская стальная пружина N , привинченная одним концом к боковой грани коробки.

При вращении микрометрического винта и клещи M перемещаются по винту вправо и влево. Перемещаясь вправо, своим выступающим концом нажимают на головку винтика, винченного в конец платформы R , и поворачивают последнюю против часовой стрелки. При этом взводится спиральная пружина X , один конец которой укреплен на платформе R , а другой на стойке, звинченной в тело основания коробки.

При обратном вращении микрометрического винта клещи M будут перемещаться влево, и платформа R под действием силы упругости пружины X будет поворачиваться по часовой стрелке.

Снаружи основания прибора, внизу его (рис. 214), двумя винтами привинчена небольшая пластинка L с нанесенным на ней белой краской штрихом, служащим индексом. На барабане N в одну сторону нанесены белой краской деления от 0 до 15 минут, через 0,5 минуты, а в другую — красной краской от $-0,5$ до $-14,5$ минут. Белые деления показывают положительные значения наклона видимого горизонта, а красные — отрицательные. Чтобы это запомнить, по сторонам прорези в футляре V , сквозь которую видны индекс и деления барабана, с одной стороны белой краской нанесен знак $+$, а с другой — красной краской знак $-$. Внутренность прибора закрыта крышкой, привинченной к коробке прибора восемью винтами.

Существует еще другая модель прибора Пульфриха, отличающаяся от описанной, главным образом, способом отсчета измеренного угла наклона горизонта. В этой модели нет барабана с делениями и не приходится сводить вместе изображения противопо-

ложных частей горизонта. Здесь в поле зрения трубы наблюдатель видит так называемую угловую шкалу (рис. 218), по которой и определяется величина наклона горизонта. Для определения последней нужно заметить, в каком месте шкалы четырехугольник, образуемый двумя сторонами угла и двумя изображениями противоположных частей горизонта, приблизительно принимает форму квадрата, и сделать 'отсчет по шкале в этом месте.

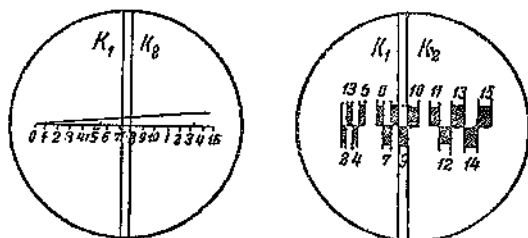


Рис. 218.

Некоторые наблюдатели считают¹ эту модель прибора удачнее первой, так как здесь не приходится иметь дела с погрешностью индекса, нет опасений испортить как-нибудь поворотный механизм и легче оценить глазом квадратную форму четырехугольника, чем свести точно в соприкосновение изображения противоположных частей горизонта.

§ 130. Употребление прибора Пульфриха

Для определения наклона видимого горизонта прибором Пульфриха нужно выбрать для наблюдений такое место на корабле, откуда видны удаленные на 180° друг от друга части морского горизонта, например, крыло мостика, крыша штурманской рубки, площадка верхнего мостика у главного компаса и т. п. Став в этом месте, берут прибор в левую руку головкой диафрагмы вверх и влево, а барабаном с делениями вниз и вправо и, смотря в трубу, сперва вращением окулярной головки трубы устанавливают ее по своему глазу. Получив в поле зрения трубы отчетливое изображение противоположных частей морского горизонта, соответствующим изменением ширины щели диафрагмы добиваются, чтобы оба изображения были одинаковой яркости.

Достигнув этого, стараются удерживать трубу в горизонтальном положении, что будет тогда, когда изображения обоих горизонтов будут строго параллельны одно другому, и, действуя микрометрическим винтом, сводят оба изображения в точное соприкосновение друг с другом. Совместив изображения горизонтов, отнимают трубу от глаза и делают отсчет на барабане с точностью до 0',1. Отсчет, сделанный на белых делениях, дает наклонение видимого горизонта со знаком +, а на красных делениях со знаком —.

¹ E. Moll, *Mesure de la depression de l'horizon*. «Revue Hydrographique», vol. VIII, № 1, Mai 1931, p. 229.

Определенная таким образом величина наклонения горизонта будет верна только в том случае, если отсчет 0,0 на барабане как раз отвечает строго перпендикулярному положению отражающих плоскостей призмы I и призмы II—III. Если это не так, если, следовательно, существует «погрешность индекса» прибора, или, правильнее, погрешность нуля барабана, то эта погрешность целиком войдет в величину определяемого наклонения горизонта. Чтобы избавиться от погрешности нуля прибора, нужно повторить наблюдение, повернув прибор на 180° около оптической оси трубы, т. е. держа его барабаном вверх головой, а головкой диафрагмы вниз и вправо. Если при одном положении барабана величина наклонения горизонта оказалась равной n_1 , при другом — n_2 , ошибка нуля прибора $\pm \sigma$, а истинная величина наклонения горизонта равна n , то нетрудно видеть, что если

$$n_1 = n \pm \sigma,$$

то

$$n_2 = n \mp \sigma,$$

следовательно,

$$n = \frac{n_1 + n_2}{2},$$

т. е. в среднем из двух отсчетов, сделанных при двух положениях инструмента, ошибка нуля исключается.

Из тех же наблюдений можно определить и величину погрешности нуля; очевидно, что

$$\sigma = \frac{n_1 - n_2}{2}.$$

Знак наклонения горизонта n легко определить и самим прибором. Выше уже указывалось, что считают $n > 0$, когда видимый горизонт лежит ниже истинного — нормальное положение видимого горизонта, и $n < 0$ при расположении видимого горизонта выше истинного. Следовательно, когда в поле зрения трубы между обоими изображениями противоположных частей горизонта видно небо, то $n > 0$, а если видно море, то $n < 0$.

Таким образом, установив прибор на нуль и посмотрев, что видно в поле зрения трубы между несведенными изображениями горизонтов: небо или море, — можно сразу определить и знак действительного наклонения горизонта.

На основании наблюдений М. Е. Жданко,¹ опубликованных им в выпуске 36 «Записок по гидрографии», можно сказать, что точность определения наклонения видимого горизонта прибором Пульфриха вполне достаточная для целей определения места корабля в море. Так, по подсчету проф. Н. Н. Матусевича,² средняя ошибка одного определения около $\pm 0',2$ и ошибка среднего вывода около $\pm 0',05$.

¹ М. Жданко, Определение коэффициента земной рефракции. «Записки по гидрографии», вып. 36, стр. 232 — 258.

² Н. Н. Матусевич, Мореходная астрономия. Петроград, 1922 г., стр. 265 — 269.

Как показала практика, работать с прибором Пульфриха очень легко и удобно даже при сильной качке. Таким образом, прибор Пульфриха следует признать весьма полезным мореходным прибором, на опыте доказавшим свою практическую ценность.

§ 131. Искусственные горизонты

При производстве береговых астрономических наблюдений с секстаном, например, для определения поправки хронометров или географических координат места наблюдения — широты и долготы — при отсутствии видимого морского горизонта или при желании достичь большей точности результатов, чем дают морские наблюдения, пользуются, как известно, искусственным горизонтом.

Главной частью искусственного горизонта является отражающая поверхность — металлическая, стеклянная или поверхность какой-

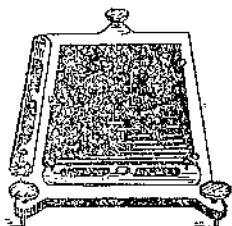


Рис. 219.

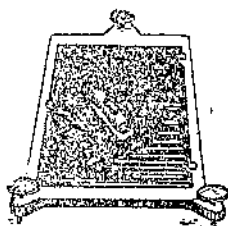


Рис. 220.

нибудь жидкости. Световые лучи, идущие от небесного светила, падают на отражающую поверхность искусственного горизонта, отражаются от нее и попадают в трубу секстана. Таким образом, при употреблении искусственного горизонта измеряются углы между небесным светилом и его зеркальным изображением в искусственном горизонте. Так как измеренный таким образом угол, исправленный погрешностью индекса, оказывается равным удвоенной высоте светила, то и само измерение углов в искусственный горизонт, по аналогии с морским наблюдением, называется «измерением высот в искусственный горизонт».

Все существующие образцы искусственных горизонтов можно разделить на два типа: с твердой и с жидкой отражающей поверхностью.

1. В горизонтах первого типа отражающей поверхностью служит зеркало металлическое или стеклянное (из черного стекла), прямоугольной (рис. 219 и 220) или круглой (рис. 221) формы, вполне

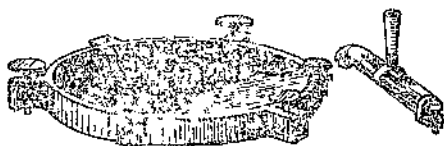


Рис. 221.

плоское и гладко отшлифованное. Для приведения плоскости зеркала в строго горизонтальное положение служат три подъемных винта и уровень, или накладной, или натлухо скрепленный с оправой зеркала.

Перед употреблением такого горизонта необходимо привести его зеркало в горизонтальное положение. Для этого, установив горизонт на каком-нибудь прочном основании (большом плоском камне, твердой площадке и т. п.), накладывают уровень на горизонт по линии, соединяющей два каких-либо подъемных винта, и, действуя ими, приводят пузырек уровня на середину. Поместив затем уровень по линии, перпендикулярной к первому положению уровня, т. е. по линии, проходящей через третий подъемный винт, вращением третьего винта опять приводят пузырек уровня на середину. Эти операции надо повторить несколько раз, пока при перекладке уровня из одного положения в другое, перпендикулярное к первому, пузырек уровня не будет все время оставаться на середине.

Уровень должен быть предварительно выверен. Для выверки уровня его ставят по линии, соединяющей два каких-либо винта горизонта, и действием этих винтов приводят пузырек уровня на середину. Не трогая больше подъемных винтов горизонта, поворачивают уровень на 180° и ставят его по той же самой линии. Если уровень верен, то пузырек его останется на середине. Если после перекладки уровня пузырек занял другое положение, то, действуя исправительным винтом, имеющимся в оправе уровня, приводим пузырек в положение, среднее между первым и вторым его положением. Такими действиями, повторенными несколько раз, уровень и выверяется.

Преимуществом горизонтов с твердой отражающей поверхностью являются отчетливость и правильность даваемых ими изображений и отсутствие колебаний изображения. Недостаток — необходимость тщательной установки горизонта и возможность легко изменить правильную его установку случайным толчком. Небольшая же наклонность плоскости зеркала искусственного горизонта уже вводит существенные погрешности в наблюдения.

Вот почему при береговых наблюдениях предпочитают пользоваться «жидкими» искусственными горизонтами. Свободная поверхность жидкости под действием силы тяжести располагается, как известно, в горизонтальной плоскости. Поэтому жидких горизонтов устанавливать не приходится. Жидкость должна хорошо отражать лучи света, почему в искусственных горизонтах пользуются обычно или ртутью, или растительным маслом, легким и т. п. Ртуть лучше всего отражает лучи света, но вследствие своей малой вязкости она более других жидкостей реагирует на случайные толчки или сотрясения почвы, вызывая колебания (дрожания) изображения светила. Масло хуже, чем ртуть, отражает от своей поверхности световые лучи, но оно более вязкое и потому меньше отзывается на внешние толчки.

2. Простой искусственный горизонт (рис. 222) состоит из плоской, прямоугольной формы неглубокой ванны А, размером

142 × 95 × 15 мм и глубиной в 5 мм (для ртути — меньших размеров 126 × 76 × 4 мм и глубиной 3 мм), в которую наливается жидкость. Для предохранения жидкости от засорения пылью или от колебаний ее ветром горизонт покрывается особой призматической крышкой *В* высотой в 95 мм. Передняя и задняя грани крышки сделаны из стекла или из слюды. Так как грани из слюды делаются значительно тоньше, чем из стекла, то слюдяные грани лучи света проходят почти вовсе без преломления, тогда как стеклянные грани, вследствие своей большой толщины, всегда несколько отклоняют проходящие через них лучи света. Поэтому в случае неполной параллельности между собой поверхностей стеклянных граней крышки, т. е. в случае призматичности стекол, световые лучи каждой стеклянной гранью крышки будут отклоняться от своего первоначального направления, что может ввести значительные ошибки в измеряемые в искусственный горизонт высоты светил.

Для исключения ошибок от призматичности стеклянной крышки искусственного горизонта на практике делают две серии наблюдений: одну серию при одном положении крышки, другую — при крышке, повернутой на 180° относительно своего первоначального положения. Среднее из всех отсчетов, сделанных при обоих положениях крышки горизонта, будет свободно от ошибки, вызываемой призматичностью стекол, так как эта ошибка, не изменяя своей величины, в одной серии высот имеет один знак, а в другой — обратный, и, следовательно, в среднем исключается.

При пользовании жидким горизонтом его перед наблюдениями устанавливают на каком-нибудь прочном основании или на твердой почве короткими сторонами к светилу и к наблюдателю.

Ванна *А* для жидкости и крышка *В* искусственного горизонта, когда ими не пользуются, хранятся в деревянном ящике *С*, внутри которого в специальных гнездах хранится еще деревянный цилиндрической формы сосуд для ртути, медный такой же формы сосуд для масла *Д*, кисточка для очистки поверхности масла от пылинок и тонкая стальная линейка для очистки поверхности ртути. Для удобства переливания жидкости обратно в сосуд для хранения один из углов ванны, как видно на рис. 222, закрыт треугольной планкой с круглым отверстием, сквозь которое удобно переливать жидкость тонкой струей в сосуд для хранения. Ящик запирается на крючки и для переноски имеет на верхней стороне крышки ручку или застегивающийся на пряжку ремень.

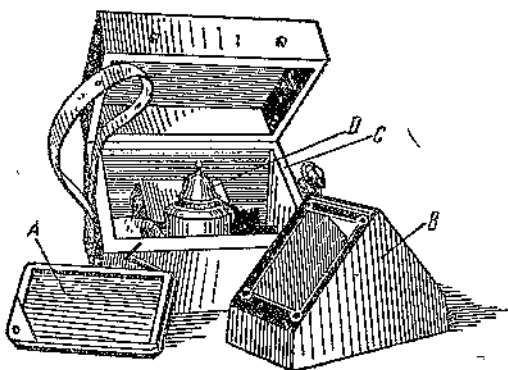


Рис. 222.

3. Ртутный горизонт В. Гербста соединяет в себе и ванну, в которой находится ртуть во время наблюдений, и сосуд для хранения ртути в остальное время.

Горизонт Гербста (рис. 223) представляет собой четырехугольную закрытую металлическую коробку, размером $16 \times 8 \times 6$ мм, вертикальной внутренней переборкой *pq* разделенную на два неравных отделения. В отделении В, в замшевом мешке С помещается ртуть. Отделение М служит для собирания капелек ртути, проливающих

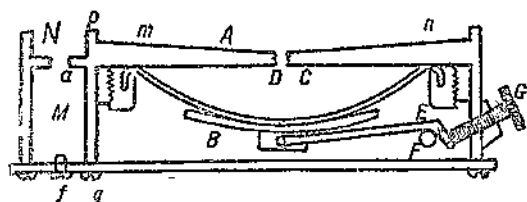


Рис. 223.

при наполнении ванны или при очистке поверхности ртути от грязи. Верхняя стенка коробки, благодаря вступаящим краям боковых ее стенок, служит ванной А для ртути, в которой последняя и помещается во время наблюдений. Дно

этой ванны А посеребрено, сделано покатым к центру и имеет в центре круглое отверстие D, служащее каналом, через который ртуть из мешка С попадает в ванну А.

Мешок с ртутью С лежит на тарелке Е. Посредством рычага F тарелка Е может подниматься кверху. На рычаг F действует наклонно расположенный и выходящий наружу винт G с круглой насеченной головкой. Ввинчивая этот винт, мы приподнимаем рычагом F тарелку Е, которая сжимает мешок С и выдавливает из него ртуть через канал D в ванну А. Наоборот, при вывинчивании винта G тарелка Е опускается, мешок С расширяется и, вследствие покатости дна ванны к центру, ртуть через канал D уходит обратно в мешок.

Для очистки перед наблюдениями поверхности ртути от грязи, перегнав ртуть из мешка С в ванну А, проводят по поверхности ртути ребром специальной металлической линейки, хранящейся в ящике с прибором, и часть ртути вместе с грязью перегоняют в отделение N горизонта. Оттуда ртуть через канал *a* попадает в отделение М. Когда в этом отделении накопится порядочное количество ртути, ее можно удалить через отверстие в дне отделения М, закрытое винтовой пробкой *f*.

Горизонт Гербста хранится в деревянном ящике, закрытом специальной крышкой. Эта плоская металлическая крышка, полностью закрывая горизонт, двумя винтами, пропущенными сквозь выступающие лапки на крышке, плотно привинчивается к двум деревянным планкам, прикрепленным ко дну ящика. Между этими планками и лежит горизонт в ящике.

Третий винт, пропущенный сквозь отверстие в середине крышки, входит в нарезку канала D горизонта и плотно закупоривает мешок С с ртутью. В то же время закупоривается герметически и отделение М горизонта специальным штифтом, имеющимся на нижней стороне крышки и входящим в отверстие *a*:

В ящике, кроме того, хранится крышка для защиты ртуты во время наблюдений от ветра и пыли, такого же устройства, как и у обыкновенного горизонта, металлические линейки для очистки ртуты и отвертка.

§ 132. Измерение высоты солнца в искусственный горизонт

Накинув перед зеркалами секстана цветные стекла, поместиться позади горизонта так, чтобы изображение солнца было видно по возможности в центре его. Наведя трубу секстана на это зеркальное изображение солнца и держа инструмент в вертикальной плоскости, движением алидады сводят с ним отраженное изображение солнца. Крепят алидаду и, действуя микрометрическим винтом, не забывая покачивать секстан около оси, приводят в соприкосновение краями оба солнца.

Чтобы определить, какого края солнца измерена высота, полезно иметь в виду, что при измерении высоты нижнего края солнца отраженное изображение его приводят к нижнему краю прямовидимого, а при измерении высоты верхнего края солнца приводят отраженное изображение его к верхнему краю прямовидимого (рис. 224).

Кроме того надо помнить, что при измерении высоты солнца до полудня нижние края непрерывно расходятся, а верхние края непрерывно сходятся, при измерении высоты солнца после полудня — наоборот.

Для более точного совмещения краев солнца надо соответственно навести одно солнце на другое или не довести их края и, покачивая секстан, ждать точного касания.

Измерение высот звезд производится так же, как и солнца, надо только для ускорения работы алидаду заблаговременно поставить на отсчет, равный удвоенной высоте звезды, и, покачивая секстан, ждать точного совпадения звезд.

Измерение высоты луны производится полностью так же, как и солнца.

§ 133. Звездный глобус ЗМИ

Звездными глобусами называются, как известно, мореходные приборы, представляющие собою модель небесной сферы с нанесенными на ней основными кругами и отмеченными условными значками положениями неподвижных звезд, которыми обычно пользуются при ночных определениях места корабля. С помощью

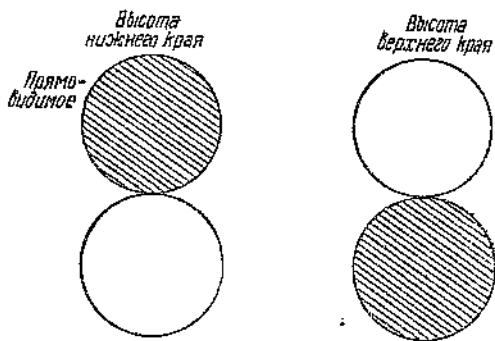


Рис. 224.

звездного глобуса весьма быстро и просто получают ответы на многие задачи мореходной астрономии, не требующие для своего решения большой точности.

Звездный глобус, изготовленный Заводом мореходных инструментов, помещается в квадратном дубовом лакированном футляре (рис. 225), размером 242×242 мм и высотой 256 мм. Футляр состоит из двух одинаковых половинок, соединенных между собой на петлях. В нижней половине помещается глобус, верхняя служит крышкой. В закрытом положении футляр запирается на замок, и

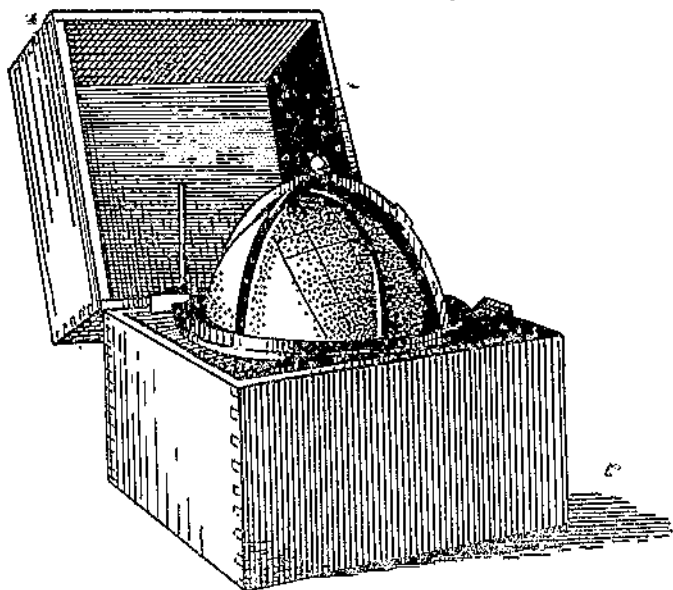


Рис. 225. $\frac{1}{8}$ нат. вел., вес 4,5 кг.

кроме того еще обе половинки футляра соединяются между собой двумя откидными крючками.

В нижней половине футляра к ребрам двугранных углов его прилегают четыре вертикальных деревянных стойки, на которые ложатся две горизонтальные деревянные же планки, расположенные вдоль боковых сторон — правой и левой — футляра и привинченные к ним двумя винтами каждая. К этим планкам четырьмя винтами прикреплена горизонтальная деревянная полка с вырезанным в центре ее круглым отверстием, диаметром в 189 мм.

Верхняя поверхность этой полки приходится заподлицо с верхними кромками боковых сторон нижней половины футляра. Вокруг вырезанного в полке отверстия лежит литое латунное кольцо, четырьмя винтами прикрепленное к деревянной полке. По внутренней кромке верхнего выступа кольца нанесены градусные деления через 1° по четвертям компаса. Десятки градусов оцифрованы. По внешнему срезу того же выступа нанесены деления на румбы и надписаны наименования главных, четвертных и трехбуквенных

румбов. Описанное кольцо изображает собой истинный горизонт небесной сферы и установлено оно в футляре так, что диаметр его $N-S$ располагается параллельно боковым стенкам футляра, N -м к задней его стенке.

Внутри кольца истинного горизонта помещается небесный глобус. Он представляет собой картонный шар, обмазанный специально приготовленной мастикой из смеси толченого мела, столярного клея, вареного масла (олифы) и квасцов. Картонный шар обмазывается несколькими слоями этой мастики, обтачивается на станке, шлифуется и затем оклеивается отдельными сферическими двугрульниками с нанесенными на них местами светил и основными кругами. Затем уже в готовом виде глобус покрывается сверху спиртовым лаком. Наружный диаметр глобуса 168 мм.

На глобусе нанесен экватор двумя параллельными тонкими окружностями, между которыми проведены перпендикулярные тонкие штрихи через 1° . Над экватором поставлены надписи делений через 10° — от 0 до 360° . Снизу экватора римскими цифрами отмечены целые часы от 0 до 24, а арабскими — 15, 30 и 45 минут каждого часа.

Затем проведена сеть меридианов ординарными тонкими линиями через 15° , причем меридианы 0° , 90° и 270° отмечены двойными линиями, как экватор, и разделены через 1° с надписями делений через 10° .

Параллели сферы проведены тонкими ординарными линиями через 10° склонения.

На глобусе условными обозначениями отмечены места 158 наиболее ярких звезд до величины 3,4 включительно. Для указания величины звезды приняты следующие условные обозначения.

⬤ Абл.
⊙ 1,5-2,4
○ 2,5-3,4
⊙ Перен. дел.

Кроме того надписаны наименования главнейших созвездий, и все звезды обозначены присвоенными им буквами греческого алфавита.

Под углом $23,5^\circ$ к экватору такими же двумя тонкими линиями, как экватор, на глобусе нанесена эклиптика, разделенная через 1° . Десятки градусов отмечены надписями от 0 до 30° , т. е. вся эклиптика разбита на 12 частей по знакам зодиака. Для целей мореходной астрономии такое подразделение эклиптики практического значения не имеет.

Небесный глобус вращается вокруг оси мира в медном позолоченном основном кольце, изображающем собой истинный меридиан наблюдателя. Основное кольцо, внешний диаметр которого 180 мм, а внутренний 169 мм, при толщине кольца в 3 мм, разбито на градусы через 1° — от 0° на экваторе до 90° на полюсах. Десятки градусов оцифрованы. Против штрихов 90° сквозь кольцо пропущены два шипа, входящие в тело глобуса. На этих шипах глобус и вращается в основном кольце, как на оси.

Для установки глобуса в футляре в кольцо большого круга, изображающем истинный горизонт, сделано два прямоугольных выреза против штрихов *N* и *S*, шириной в 4 мм и глубиной в 5 мм. В эти вырезы и входит меридианное кольцо глобуса.

Нижняя часть меридианного кольца опирается на деревянную подушку, укрепленную на дне нижней половины футляра. Подушка имеет сверху деревянную планку с укрепленными на ней двумя направляющими латунными планками, между которыми входит меридианное кольцо. Деревянная планка может перемещаться на подушке вправо и влево. Для этого в планке сделаны два продольных выреза, сквозь которые проходят медные⁹ винты с надежными на них шайбами. Винты входят в тело подушки, так что, зажав винты, мы прижмем планку к подушке. Передвижением планки регулируется движение меридианного кольца глобуса в кольце истинного горизонта. Надо так установить планку, чтобы ось мира глобуса, поставленная по широте данного места, не могла произвольно изменять своего наклона по отношению истинного горизонта.

Для регулировки свободы вращения глобуса, установленного на широту, вокруг своей оси служит мягкая пружина из листовой латуни, укрепленная внутри футляра примерно под штрихом *Ost* истинного горизонта. Пружина имеет вид крючка с широким плоским носком. Прижимаясь к поверхности глобуса, она не позволяет ему свободно, без нажатия рукой, поворачиваться и произвольно изменять свою установку по местному звездному времени.

Для решения различных астрономических задач на глобус, установленный в футляре, накладывается сверху горизонтальное кольцо, совпадающее с истинным горизонтом, с привинченными к нему двумя взаимно перпендикулярными латунными вертикалями. Для производства отсчетов одна дуга в четверть окружности каждого вертикаля разбита на градусы от 0 до 90° через 1°. Десятки градусов отмечены цифрами. Отсчеты производятся по скользящему индексу из листовой латуни, который насаживается на дугу вертикаля и, благодаря трению, держится на ней. Индекс можно перемещать рукой вдоль дуги вертикаля и, поворачивая самые дуги вертикалей, установить против любой надгоризонтной точки сферы. В точке пересечения этих вертикалей, т. е. в месте зенита, привинчена круглая латунная головка, за которую и берут кольцо с вертикалями при установке его на глобус. Поставленное на глобус кольцо с вертикалями прижимается к кольцу истинного горизонта двумя деревянными клеммами, привинченными к полке нижней половины футляра против штрихов *NW* и *SO* кольца истинного горизонта.

Для нанесения на глобусе положения светил, обладающих собственным движением по небесной сфере, как солнце, луна или планеты, служат мягкие цветные карандаши, вставленные в вертикальном положении в два круглых отверстия в полке позади глобуса.

Место солнца наносится по его склонению, выбираемому из Морского астрономического ежегодника, а вторую координату

знать не надо, так как место солнца всегда на эклиптике. Места луны и планет наносятся по склонению и прямому восхождению, выбираемым также из Ежегодника.

Перед употреблением звездный глобус необходимо установить: 1) по широте и 2) по местному звездному времени.

В зависимости от наименования широты над истинным горизонтом футляра ставится северный или южный полюс глобуса. Затем, так как широта места равняется высоте полюса, то ось мира наклоняется так, чтобы дуга меридиана места от точки *N*, если широта северная, до *N* полюса мира, или от точки *S*, в случае южной широты, до *S* полюса, равнялась заданной широте. Принимая во внимание, что на меридиональном кольце 0° поставлен на экваторе, а 90° — у каждого полюса, при установке глобуса по широте у горизонта должно приходиться деление меридианного круга, соответствующее дополнению широты.

Установив глобус по широте, поворачивают его до тех пор, пока против меридианного кольца не придется деление экватора, равное местному звездному времени. Принимая во внимание, что экватор подразделен через 1° или через 4 минуты времени, местное звездное время достаточно знать не точнее, чем до 1 временной минуты. Установленный таким образом звездный глобус представляет собой картину звездного неба в данной широте в данный момент местного звездного времени.

Помощью звездного глобуса просто и быстро решаются следующие задачи:

1. Определить приближенную высоту и азимут светила.
2. Определить наименование наблюдаемой звезды.
3. Выбрать пару звезд для определения места корабля по способу Сомнера.
4. Определить приближенное время восхода или захода светила, время прохождения светила через меридиан или через первый вертикал.
5. Определить поправку компаса.

Правила решения этих задач изложены во всех курсах мореходной астрономии и потому здесь не повторяются.¹

Точность решения вышеуказанных задач посредством нашего звездного глобуса примерно около 1° , так что во многих случаях штурманской практики вполне достаточная.

§ 134. Звездные глобусы иностранных фирм

Из звездных глобусов, изготовляемых иностранными фирмами, на кораблях ВМФ можно еще встретить английские звездные глобусы (star finders) фирмы «Cary, Porter, L^d» в Лондоне и французские глобусы (globe à relèvements célestes) А. Нюе и Bretel'я, которыми в дореволюционное время снабжались корабли старого русского флота.

¹ Проф. В. П. Хлюстин, Мореходная астрономия. Ленинград, 1939 г., стр. 127 — 140. Г. И. Шувальгин, Мореходная астрономия. Изд. 4-е. Петроград, 1924 г., стр. 337 — 340. Н. Н. Матусевич, Мореходная астрономия. Петроград, 1922 г., стр. 560 — 565.

Английские глобусы фирмы «Сагу» имеют устройство, вполне аналогичное устройству нашего глобуса, но отличаются от него только меньшими размерами. Так, диаметр глобуса всего 144 мм. На глобусе указаны положения 140 наиболее ярких звезд преимущественно первых трех величин, хотя показаны и некоторые звезды 4-й и даже 5-й величины.

Для различных величин звезд приняты следующие условные обозначения:

- ☼ — Звезда первой величины
- ☼ — " второй "
- ☼ — " третьей "
- ☼ — " четвертой "
- ☼ — " пятой "

Наиболее яркие звезды указаны их собственными именами на латинском языке. Остальные звезды переименованы присвоенными им буквами греческого алфавита. Наименования созвездий напечатаны тут же среди звезд данного созвездия. Подразделения основных кругов небесной сферы, все главнейшие детали устройства и внешний вид глобуса фирмы «Сагу» — те же, что и у глобуса ЗМИ.

Существует еще английский глобус фирмы «Хьюсз» («Hughes»), диаметром в 228 мм, у которого после установки по широте меридианное кольцо можно повернуть до совпадения с вертикалом любой звезды, так что одно и то же кольцо служит и меридианом и вертикалом. «Нависфера» фирмы «Хисз» («Heath») в Крейфорде и др. имеют в общем почти одно и то же устройство.

Французский звездный глобус в деталях своего устройства существенно отличается и от нашего и от английского. Французский глобус (рис. 226), диаметром в 220 мм, установлен не в футляре, а на деревянной подставке высотой в 300 мм. В медной конической верхушке этой подставки двумя винтами прикреплена солидная медная дуга, по длине равная полуокружности, шириной в 11 мм и толщиной в 6 мм, расположенная в вертикальной плоскости концами вверх и служащая опорой для кольца истинного горизонта.

На каждом конце опорной дуги имеется горизонтальная медная планка. На этих планках лежит медное горизонтальное кольцо, шириной в 22 мм и толщиной

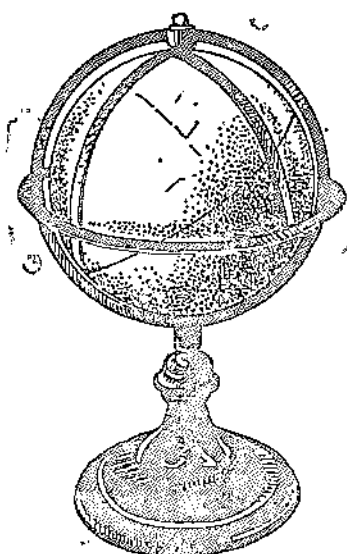


Рис. 226.

в 4 мм, изображающее собой истинный горизонт наблюдателя. Внешний диаметр кольца истинного горизонта 276 мм, внутренний—232 мм.

Истинный горизонт подразделен на градусы через 1° по четвертям горизонта, с выделением более длинным штрихом каждого пятка градусов. Десятки градусов оцифрованы. Главные румбы отмечены буквами по французской номенклатуре (*N, E, S, O*).

Глобус вращается вокруг оси мира, входящей своими концами в цилиндрические подцапфенники в медном кольце, изображающем истинный меридиан места. На оба конца оси надеты цилиндрические муфточки, высотой в 5 мм, помещающиеся между поверхностью глобуса и внутренней поверхностью меридианного кольца. Таким образом, между поверхностью глобуса и меридианным кольцом имеется свободное пространство в 5 мм, что позволяет глобусу свободно поворачиваться вокруг оси. Концы оси мира, вложенные в подцапфенники, закрыты сверху медными же планками, привинченными к меридианному кольцу двумя винтами каждая.

Звездный глобус вставляется в кольцо истинного горизонта. Меридианное кольцо входит в прямоугольные вырезы против штрихов *N* и *S* в кольцо истинного горизонта и опирается на заплечик в верхней конической части подставки, рядом с дугой, поддерживающей кольцо истинного горизонта. Так как меридианное кольцо с одной стороны разбито на градусы через 1° , причем 0° поставлен у каждого из полюсов, а 90° на экваторе, то при установке глобуса по широте нужно поставить у полуночной точки горизонта деление меридианного круга, соответствующее заданной широте, а не дополнению широты, как приходится делать при устройстве нашего или английского глобуса.

Для удобства отсчетов у точек *N* и *S* имеются на горизонте поворотные индексы, поворачивающиеся на прикрепляющем их винтике, как на оси. Прижав индексы к меридианному кольцу, можно сделать отчет по дуге меридиана.

Когда глобус по широте установлен, то в этом положении меридианное кольцо плотно зажимается стопорным винтом. Стопорный винт расположен под глобусом. Он входит в тело конической верхушки подставки и прижимает меридианное кольцо к поддерживающей горизонт дуге посредством особой планки с заплечиком, захватывающим меридианное кольцо сверху.

Сам глобус сделан из папки и покрыт лаком. На глобусе толстой черной линией нанесен экватор, разбитый перпендикулярными к нему черточками через 10 минут времени. Точки, поставленные посредине промежутка между черточками, отмечают 5 минут. Цифрами отмечены часы и каждые 30 минут времени. Цифры поставлены по обе стороны экватора своими верхушками к экватору, так что при *N* широте в прямом виде оказываются цифры часов и минут, напечатанные на *S* половине сферы, а при *S* широте удобнее пользоваться цифрами, напечатанными в *N* полушарии глобуса.

Когда глобус установлен по местному звездному времени, то в этом положении его можно застопорить посредством пружины с круглой обвязанной замшей головкой. Посредством специального винта пружина прижимается к поверхности глобуса и стопорит его.

Тонкой линией проведена эклиптика, разделенная через 1° от 0 до 360° с оцифровкой десятков градусов, причем цифры, как и вообще все надписи и буквы на глобусе, своим основанием обращены к экватору. Такими же тонкими линиями проведены и все четные меридианы через каждые два часа.

На глобусе нанесены места около 450 наиболее ярких звезд до 5-й величины включительно, пунктирными линиями обведены границы созвездий, причем тонкими линиями, соединяющими отдельные звезды, показана конфигурация главнейших созвездий, легко запоминаемая при изучении неба. Последнее следует признать весьма удачным, так как указанная на глобусе конфигурация созвездия значительно облегчает отыскание на небе как самого созвездия, так и отдельных звезд его.

Места звезд показаны черными кружками различных диаметров. Самые крупные звезды обозначены кружками, диаметром в 4 мм, самые мелкие — кружками с диаметром в 0,5 мм. Латинские собственные имена звезд показаны около соответствующих кружков. Все звезды обозначены буквами греческого алфавита, и названия созвездий на французском языке напечатаны среди звезд каждого созвездия.

Для решения различных задач служат медные поворотные дуги двух вертикалов, длиной несколько больше $\frac{1}{4}$ окружности, прикрепленных на общем шарнире к медной соединительной скобе, надеваемой на меридианное кольцо в точке зенита. На задней и верхней стенках соединительной скобы имеются плоские пружины, которыми скоба прижимается к боковой и верхней плоскости меридианного кольца и укрепляется на месте откидной щеколдой. Последняя вращается на штыре, укрепленном в верхнем выступе соединительной скобы, и своим нижним концом входит в прямоугольный вырез в нижней стенке скобы. Дуги вертикалов разбиты на градусы через 1° от -10 до $+90^\circ$ и имеют посредине небольшие головки для поворачивания вертикалов в нужную сторону.

Употребление французского глобуса вполне аналогично употреблению уже описанных глобусов. Преимущества французского глобуса — большая точность в решении задач, благодаря большим размерам, удобство оцифровки меридианного кольца, большее количество звезд и выделение конфигураций созвездий. Недостатки — некоторая громоздкость самого глобуса, непрочность материала, из которого он сделан, и менее удобная для корабельных условий установка глобуса на подставке.

§ 135. Вычислитель широты Вилькицкого

Так называется приборчик (рис. 227), посредством которого можно найти редуцию для приведения близмеридиональной высоты светила в меридиональную высоту его. Этот прибор изобре-

тен бывшим начальником Гидрографического управления А. И. Вилькицким.

Так называемая редукция или разность между меридиональной и близмеридиональной высотой светила выражается следующей формулой Деламбра:

$$r' = \frac{2 \cos \varphi \cos \delta}{\sin(\varphi - \delta) \sin 1'} \sin^2 \frac{t}{2} - \left(\frac{2 \cos \varphi \cos \delta}{\sin(\varphi - \delta) \sin 1'} \sin^2 \frac{t}{2} \right)^2 \cdot \frac{\sin 1'}{2} \operatorname{tg} H,$$

где φ — широта места, δ и t — склонение и часовой угол светила и H — меридиональная высота его.

Ограничиваясь, как это в большинстве случаев и делается в море, только первым членом этого выражения, найдем, что

$$r' \sin 1' = \frac{2 \cos \varphi \cos \delta}{\sin(\varphi - \delta)} \sin^2 \frac{t}{2}$$

или

$$r' \sin 1' = \frac{\sin^2 \frac{t}{2}}{\frac{1}{2} \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \delta}.$$

Отсюда

$$r' \sin 1' : \sin \frac{t}{2} = \sin \frac{t}{2} : \left(\frac{1}{2} \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \delta \right)$$

или $100 r' \sin 1' : 10 \sin \frac{t}{2} = 10 \sin \frac{t}{2} : \left(\frac{1}{2} \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \delta \right).$

На основании этой последней формулы и устроен вычислитель широты Вилькицкого.

В медной доске, размером 194×122 мм, в нижней ее части имеется выдвижная линейка со скошенными в разные стороны длинными краями, шириной в верхней части 16,5 мм, а в нижней — 20 мм. Линейка может перемещаться в доске вправо и влево. На линейке, примерно в расстоянии $\frac{1}{3}$ от ее левого конца, поставлен 0 и от нулевого штриха отложены вправо и влево величины, пропорциональные $\frac{1}{2} \operatorname{tg} \varphi$ или $\frac{1}{2} \operatorname{tg} \delta$ через 1° . Вправо деления идут от 0 до 75, а влево — от 0 до 65. Тут же на линейке выгравирована и надпись: «склонение светила и широта места».

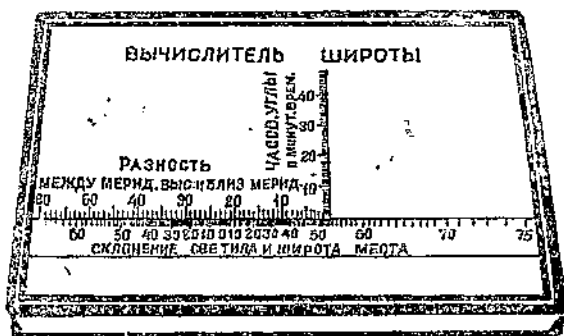


Рис. 227.

На доске в направлении, перпендикулярном к линейке, отложенные величины, пропорциональные $10 \sin \epsilon$, в пределах от 0° до 45° и сделана надпись: «часовые углы в минутах времени». По верхнему срезу выреза, в котором ходит линейка, влево от шкалы часовых углов нанесены деления, пропорциональные $100 r' \sin 1'$ от 0 до 60 минут дуги и поставлена надпись «разность между мерид. выс. и близмерид.», т. е. редукция. Медная доска лежит в деревянном футляре, и ею удобно пользоваться, не вынимая доски из футляра, а только открыв последний.

Помощью вычислителя широты легко найти редукцию, имея маленький прямоугольный треугольник из целлулоида. Применяя этот треугольник, пользуются теоремой геометрии, что перпендикуляр, опущенный из вершины прямого угла на гипотенузу, есть средняя пропорциональная между отрезками гипотенузы.

Сперва устанавливают линейку так, чтобы против вертикальной шкалы часовых углов пришелся отсчет линейки, равный меньшей величине из склонения светила или широты места, если они одноименны. Если склонение и широта разноименны, то меньшая величина откладывается влево от нуля. Затем накладывают треугольник вершиной прямого угла на шкалу часовых углов на деление, соответствующее часовому углу светила, и поворачивают треугольник так, чтобы меньший его катет пришелся справа от вертикальной шкалы против деления, отвечающего заданной широте (или склонению, что больше). Тогда больший катет треугольника пройдет через деление левой шкалы, соответствующее искомой редукции.

Редукцию снимают с прибора с точностью до десятых долей минуты дуги.

Если меридиональная высота светила H большая и найденная редукция также велика, то ее необходимо уменьшить на величину поправки, выбираемой из табл. 21.

Таблица 21

Поправка найденной редукции						
$H \backslash r$	$60'$	$50'$	$40'$	$30'$	$20'$	$10'$
85°	6',0	4',2	2',7	1',5	0',7	0',1
83	4,3	3,0	1,9	1,1	0,5	0,1
80	3,0	2,1	1,3	0,7	0,3	0,1
75	2,0	1,4	0,9	0,5	0,2	0,1
70	1,4	1,0	0,6	0,4	0,2	
65	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1	
60	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	
55	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	
50	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	
45	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	
40	0,4	0,3	0,2	0,1		
35	0,4	0,3	0,2	0,1		
30	0,3	0,2	0,1	0,1		
25	0,2	0,2	0,1	0,1		

H — меридиональная высота светила.

r — найденная по «вычислителю широты» редукция.

Как видно из этой таблицы, поправка редукции имеет существенное значение только при высотах светила, больших 70° , и при величине самой редукции, большей $30'$.

Приборчик «вычислитель широты» А. Вилькицкого, весьма остроумный и правильно построенный, все же не получил большого распространения среди мореплавателей, предпочитающих находить редукцию вычислительным путем.

§ 136. Приборы для механического решения астрономических задач.

Все способы астрономического определения места корабля в море основаны, как известно, на решении сферического треугольника, вершинами которого являются три точки вспомогательной небесной сферы: полюс мира, место светила и зенит наблюдателя. В сферической тригонометрии выводятся формулы и даются необходимые наставления для решения всевозможных сферических треугольников. Однако при решении треугольника по формулам сферической тригонометрии приходится пользоваться логарифмами с тем или иным числом знаков, что для широких кругов моряков-практиков представляет известные затруднения. Поэтому с давних уже времен многие ученые, занимавшиеся вопросами кораблевождения, прямое решение сферического треугольника помощью логарифмов старались заменить другими, более простыми, способами, учитывая, что для моряков не требуется слишком большой точности результатов вычислений, а достаточно ограничиться точностью в одну дуговую минуту или, в крайнем случае, в одну десятую долю минуты.

Существуют три способа решения полярного треугольника светила без тригонометрических вычислений: а) помощью специальных таблиц, б) помощью графиков, в) помощью механических приборов.

В статье профессора итальянской морской академии Джузеппе Песши, помещенной в переводе¹ в «Записках по гидрографии», можно найти критический разбор некоторых старых таблиц и графиков, служащих для указанной цели. В статье старшего преподавателя Военно-морского училища имени М. В. Фрунзе — А. П. Гедримовича, напечатанной в «Сборнике Научно-исследовательского кружка» этого училища,² дается сравнительная оценка новейших таблиц для вычисления высоты и азимута светила, появившихся в последнее время, в связи с развитием аэронавигации, в довольно значительном количестве.

Что касается механических приборов, служащих для решений полярного треугольника светила, то в статье Дж. Песши упоминается о некоторых из старых приборов этого рода, таких, как сфера А. Маньяка, азимутметр Сегрэ и очень остроумный «тригонометрический циркуль», изобретенный инженером Рише еще в

¹ Заметки относительно решения полярного треугольника без помощи тригонометрических вычислений. Перевод Н. Глазова, «Записки по гидрографии», 1911 г., вып. 33, стр. 340—350.

² А. П. Гедримович, Обзор таблиц для вычисления высоты и азимута линий положения. «Сборник Научно-исследовательского кружка Военно-морского училища им. М. В. Фрунзе», 1932 г., стр. 101—116

конце XVIII столетия. Этот прибор, удостоенный в 1801 году премии Французской Академии наук, основан на принципе, указанном знаменитым математиком Лагранжем. Лагранж привел основную формулу сферической тригонометрии для косинуса стороны к такому виду, который позволяет применить ее для построения механических приборов, чем изобретатель и воспользовался. Степень точности прибора была в $10''$, но размеров прибора автор не указал.

Не останавливаясь подробнее на этих старинных приборах, не получивших широкого распространения в практике кораблевождения, укажем на новейшие приборы этого рода, появившиеся в последние годы в связи с прогрессом аэронавигации.

Из новейших приборов мы опишем, насколько это позволяет имеющийся материал, пять приборов: вычислительную машину Лесора, навигационный вычислитель фирмы «В. Лот», логарифмическую линейку Байгрева, машину Виллиса и сферант.

§ 137. Вычислительная машина Лесора

Эта машина, изобретенная в 1927 г. французским моряком Лесором (H. Le Sort), служит для вычисления высоты и азимута све-

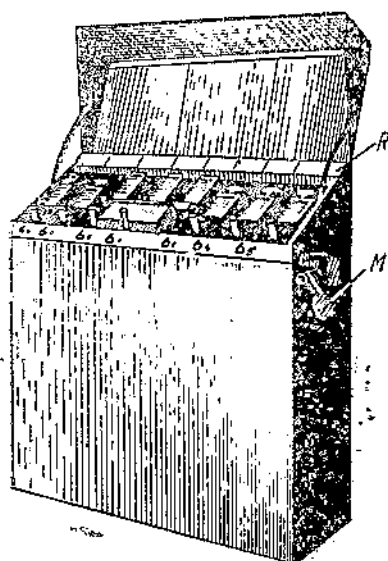


Рис. 228.

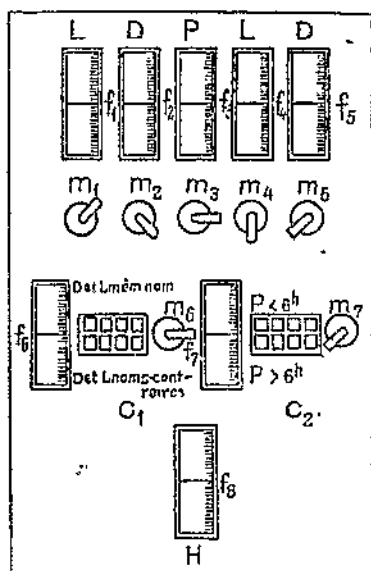


Рис. 229.

тила по численной широте места, склонению светила и его местному часовому углу. Устройство прибора основано на принципах устройства счетных машин — арифмометров. Машина построена французской фирмой «Карпантье» («J. Carpentier») в Париже.

Общий вид прибора показан на рис. 228. Прибор представляет собой прямоугольный ящик с верхней подъемной крышкой, которая

герметически закрывается. Внутри ящика помещена счетная машина, поворотная рукоятка M которой находится с правой стороны ящика. На верхней закрывающей внутренность ящика доске (рис. 229) находятся 8 окон $f_1...f_8$ и два циферблата c_1 и c_2 .¹

Каждое из этих окон закрыто стеклом, посредине которого нанесена тонкая горизонтальная черта, служащая индексом. Под стеклом автоматически или по желанию посредством поворота рукояток $m_1...m_7$ может перемещаться целлулоидная лента с нанесенными на ней делениями, соответствующими углам, числам или часам.

Так, в окнах f_1 и f_4 видна лента с делениями, отвечающими различным значениям числимой широты. В окнах f_2 и f_5 деления ленты соответствуют различным значениям склонения светила. В окне f_3 деления ленты отвечают различным значениям часового угла. Чтобы установить прибор на заданные значения широты, склонения и часового угла, нужно поворачивать рукоятки $m_1...m_8$ до тех пор, пока заданные значения этих величин, написанные на лентах, не подойдут к индексам соответствующих окон.

Так как прибор вычисляет высоту светила по формуле

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t,$$

то, очевидно, на ленте окна f_1 нанесены деления, соответствующие натуральным величинам синусов разных широт, деления ленты в окне f_2 соответствуют натуральным значениям синусов различных склонений светила. Установив поворотом рукояток m_1 и m_2 ленты в окнах f_1 и f_2 на отсчеты, соответствующие заданной широте и склонению, поворотом рукоятки M прибора перемножают $\sin \varphi$ на $\sin \delta$ и в окне f_3 получают число, равное произведению натуральных значений $\sin \varphi$ и $\sin \delta$. Совершенно так же поворотом рукояток m_3 , m_4 и m_5 ставят ленты в окнах f_3 , f_4 и f_5 на отсчеты, соответствующие заданным значениям часового угла, широты и склонения. Следовательно, на этих лентах нанесены деления, соответственно натуральным величинам $\cos t$, $\cos \varphi$ и $\cos \delta$. Поворотом рукоятки M в окне f_7 получают значение произведения трех этих чисел.

Имея теперь в окне f_6 число, соответствующее первому члену формулы, а в окне f_7 —второму члену той же формулы, для получения натуральной величины $\sin h$ складывают или вычитают эти числа в зависимости от наименования склонения и величины часового угла светила. Если склонение одноименно с широтой, то поворотом рукоятки m_6 полученное в окне f_6 число устанавливают в верхней половине циферблата c_1 .

Если склонение разноименно с широтой, то то же число устанавливают в нижней половине циферблата c_1 . При часовом угле $< 6^\circ$ полученное в окне f_7 число поворотом рукоятки m_7 устанавливают в верхней половине циферблата c_2 при часовом угле $> 6^\circ$ то же число ставят в нижней половине циферблата c_2 .

Выполнив эту установку, поворачивают рукоятку M (рис. 228)

¹ Расположение окон и циферблатов на рис. 229 несколько иное, чем на рис. 228.

прибора и в окне f_8 читают значение вычисленной высоты h . Ясно, что на ленте окна f_8 нанесены деления, соответствующие натуральным величинам синусов различных углов.

Таким образом высота светила вычисляется машиной Лесора весьма быстро, в течение не более двух минут времени, и, конечно, вполне безошибочно.

Азимут светила, который для получения места корабля приемом Сент-Илера достаточно знать с точностью до градуса, снимается со специальной счетной линейки R , укрепленной на внутренней стороне крышки ящика машины (рис. 228). К сожалению, данных об устройстве этой счетной линейки не имеется.

Кроме того на внутренней стороне крышки помещаются таблицы поправок высот солнца и звезд и целлулоидная пластинка, на которой можно заранее написать карандашом значения данных величин.

Таким образом, быстрота и безошибочность вычислений посредством вычислительной машины Лесора являются самым существенным качеством этого ценного прибора. В этом отношении машина Лесора имеет неоспоримое преимущество перед всякими вспомогательными таблицами, составленными для облегчения и сокращения вычислительной работы при расчете элементов линии положения корабля. Точность вычисленной машиной высоты светила — десятая доля градусной минуты.

Однако большое количество манипуляций и физических усилий, которые необходимо приложить для использования машины Лесора, составляют ее отрицательное качество, а высокая стоимость и быстрое рассогласование тяжелой машины понижают ее практическую ценность.

Машина Лесора может быть особенно полезна на воздушных кораблях, где при определениях места нет времени возиться с логарифмами или таблицами и где из-за большой скорости полета обследованное место необходимо иметь как можно скорее после наблюдений. Для самолетов фирма «Карпантье» изготовляет специальную машину, вес которой не превышает 5 кг.

§ 138. Навигационный вычислитель Лота

Как известно из мореходной астрономии, при перемещении корабля по поверхности океана зенит наблюдателя перемещается по небесной сфере, и во всякий данный момент меридиан места изображается на небесной сфере большим кругом, проходящим через полюс мира и зенит наблюдателя. Дуга меридиана места, заключающаяся между полюсом и зенитом, есть дополнение широты места корабля.

Экваториальная система координат (склонение и часовой угол) определяет положение светила относительно экватора и меридиана места. Горизонтная система координат определяет положение светила относительно истинного горизонта наблюдателя и того же меридиана места. Из решения полярного треугольника светила — полюс, зенит, светило — и получают ответы на все задачи мореходной астрономии

Если бы построить прибор в виде двух сфер, одной с сеткой небесных меридианов и параллелей, а другой с сеткой кругов высоты и альмукантаратов, то, установив надлежащим образом одну сферу относительно другой согласно имеющимся на корабле данным — считаемая широта и долгота корабля, склонение светила и его гринвичский часовой угол — мы имели бы на таком приборе построенный для данного момента полярный треугольник светила. Следовательно, при размерах этих сфер, обеспечивающих требуемую практикой точность вычисления, с такого прибора можно было бы сразу снять и решение той или иной навигационной задачи.

Хотя непосредственное построение двух таких сфер практически неосуществимо, но изложенная идея такого вычислительного прибора была весьма остроумно использована в несколько ином виде французским изобретателем В. Лотом (W. Loth), известным своими работами над электрическим лотманом. Совместно с проф. Бастием (A. Bastien) В. Лот использовал мысль заменить обе сферы их проекциями на плоскость меридиана места, т. е. на плоскость того большого круга, который является общим для обеих сфер. Таким образом, на плоскость, изображающую собою плоскость меридиана места, спроектирована сетка сферических координат с нанесенными на ней различными значениями высот и азимутов, считаемых по четвертям. На другую плоскость, тоже изображающую собою плоскость меридиана места, спроектирована такая же сетка, но с делениями, соответствующими различным склонениям и часовым углам.

Если наложить теперь одну плоскость на другую, совместив центры спроектированных сеток, то, поворачивая в плоскости проекции вокруг их общего центра одну сетку относительно другой, можно получить бесчисленное множество проекций полярных треугольников светила на ту же плоскость меридиана места. Так как на обеих сетках деления кругов снабжены надписями, то значения различных элементов полярного треугольника, за исключением параллактического угла, сразу же можно прочесть на самих сетках.

На этом принципе и основано устройство «навигационного вычислителя», построенного французской фирмой «В. А. Лот» («Société Industrielle des Procédés W. A. Loth»). Общий вид «навигационного вычислителя» показан на рис. 230. Обе сетки нанесены на стеклянные диски диаметром в 39 см. Для обеспечения требуемой точности проекции сеток с делениями и их надписями предварительно гравировались на медной доске диаметром в 5 м. Затем эта доска фотогравировалась с уменьшением, и эти уменьшенные изображения сеток уже наносились на стеклянные диски прибора.

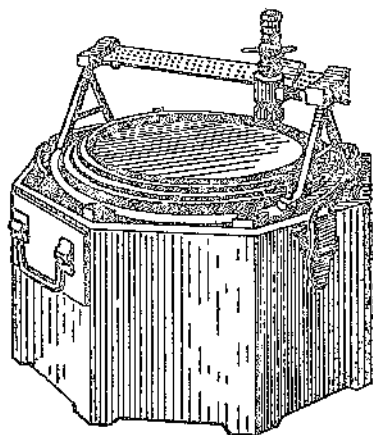


Рис. 230.

Оба диска помещаются в прочном восьмиугольном ящике один над другим, в расстоянии нескольких миллиметров друг от друга, строго параллельно друг другу, и тщательно центрированы, т. е. центры их приходятся точно на одном и том же перпендикуляре к плоскости дисков. С целью предохранения от порчи сетка с меридианами и часовыми углами нанесена на верхней стороне нижнего диска, а сетка с высотами и азимутами — на нижней стороне верхнего диска. Верхний диск установлен в ящике неподвижно, нижний же диск может быть повернут в своей плоскости вокруг оси, перпендикулярной к плоскости обоих дисков и проходящей через их центры.

На диске с меридианами последние переименованы через 4 минуты времени, т. е. через 1° . Склонения отмечены также через 1° , а часовые углы даны в часах и минутах времени.

Диск с кругами высот также имеет деления через 1° для отсчета высот и азимутов. Пределом точности отсчета прибора является одна минута дуги.

Для производства отсчетов служит микроскоп, передвигающийся вдоль прочной треугольной штанги, укрепленной на стенках ящика на треугольных подставках. Оптическая ось микроскопа строго перпендикулярна к плоскости дисков. Микроскоп может перемещаться параллельно самому себе и может быть установлен над любой точкой дисков. Фокусируя микроскоп так, чтобы отчетливо видеть сетку верхнего диска, мы не будем видеть сетки нижнего диска и наоборот. Таким образом, благодаря оставленному между дисками расстоянию в несколько миллиметров, при установке микроскопа на фокус, при производстве отсчетов, один диск не мешает другому. Увеличение микроскопа 30. Хотя микроскоп дает обратные изображения, но сами деления на дисках нанесены в опрокинутом виде, так что в поле зрения микроскопа надписи цифровидны в прямом виде.

В фокальной плоскости окуляра имеется крест из двух взаимно перпендикулярных нитей для точной установки микроскопа над заданной точкой. По желанию каждую из нитей можно несколько смещать вправо или влево посредством поворотного барабана.

На дне ящика прибора имеется лампа, освещающая диски снизу рассеянным светом.

Употребление навигационного вычислителя ясно из его описания. Сначала оба диска надо установить по считаемой широте, т. е. повернуть подвижный диск относительно неподвижного, так, чтобы угол между диаметрами дисков, изображающими ось мира и отвесную линию, равнялся бы дополнению широты. Затем надо навести крест нитей микроскопа на точку подвижного диска, определяемую склонением светила и его местным часовым углом (место светила). Имея микроскоп установленным над местом светила, изменяют фокусное расстояние микроскопа и, получив в поле зрения отчетливое изображение сетки неподвижного диска с кругами высот и азимутами, против точки пересечения нитей отсчитывают высоту и азимут светила.

Кроме этой основной задачи навигационным вычислителем можно решать еще и следующие задачи: определение поправки компаса, определение долготы по известной широте и наоборот, расчет момента наблюдений для определения долготы, определение момента восхода или захода светила и поправка компаса в этот момент, определение наименования звезды, определение ортодромического курса и длины ортодромии. Прибор дает возможность убедиться, что намеченная дуга большого круга не пересечет параллели известной широты, и определить тот начальный курс, при котором этого не случится. Помощью прибора можно проложить радиопеленг на меркаторской карте.

Как видно из изложенного, идея, лежащая в основе устройства навигационного вычислителя, весьма остроумна, практическая же ценность этого прибора зависит от надежности его работы. Для обеспечения даваемой прибором точности в 1 дуговую минуту надо быть вполне уверенным в параллельности дисков, в строгой перпендикулярности оптической оси микроскопа к плоскости дисков, в тщательности и безошибочности подразделений всех кругов, в хорошей центрировке дисков, в отсутствии эксцентриситета и т. д.

С теоретической же точки зрения прибор, по нашему мнению, не оставляет желать ничего лучшего.

§ 139. Логарифмическая линейка Байгрева

Этот прибор специально предназначен для определения высоты и азимута светила по считанной широте, известному склонению и часовому углу.

Прибор (рис. 231) состоит из двух основных цилиндров, вставленных один в другой и легко поворачиваемых один относительно другого. Высота наружного цилиндра 215 мм и диаметр 60 мм, а внутреннего — 222 мм и 54 мм соответственно. Цилиндры сделаны из алюминия. На наружной поверхности обоих цилиндров наклеены бумажные листы с напечатанными на них спиральными шкалами. На наружном цилиндре шкала логарифмов косинусов, а на внутреннем шкала логарифмов тангенсов.

Для того чтобы установка цилиндров друг относительно друга не могла произвольно изменяться, на наружной поверхности внутреннего и на внутренней поверхности наружного цилиндров вблизи их концов наклеены узкие кольцеобразные полоски сукна, не мешающие поворотам и перемещениям внутреннего цилиндра в наружном, но вызывающие известное трение и устраняющие произвольное скольжение цилиндров.

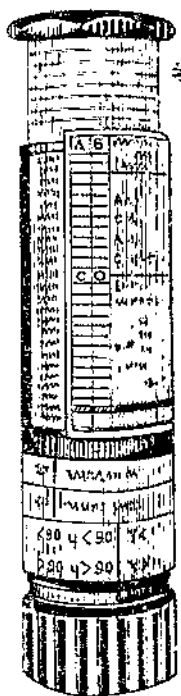


Рис. 231.

Поверх обоих цилиндров надета цилиндрическая поворотная муфта высотой в 183 мм, несущая на себе два индекса, большой и малый, по которым производится установка прибора и снимаются с прибора значения нескольких величин. Индексы расположены в середине вырезанных в муфте двух окон и отмечены буквами: большой — буквою *S*, а малый — буквою *L*.

Внизу шкалы наружного цилиндра помещены два наставления для пользования прибором: одно для нормальных случаев, а другое — для особых. На муфте имеются: шкала для перевода временных единиц в градусные, шкала изменения прямого восхождения среднего солнца через каждые 10 минут среднего григорианского времени в течение суток, шкалы поправок измеренных секстаном высот за наклонение горизонта и рефракцию и шкала поправок горизонтального параллакса луны при высоте, таблица принятых условных обозначений, правило знаков, последовательность установки прибора и наименования снимаемых с прибора после каждой установки величин и небольшая пластина из пластической массы для записи данных, полученных результатов, произведения несложных подсчетов и т. п.

Внизу муфты имеется небольшой выступ. Если опустить муфту по наружному цилиндру в крайнее нижнее положение и повернуть до упора этого индекса о квадратную планку, привинченную внизу наружного цилиндра, то нижний индекс муфты придется против 0° шкалы наружного цилиндра. Чтобы положенный на стол прибор не катался по столу, снизу на наружном цилиндре привинчено эбонитовое кольцо с вертикальными желобками, а к внутреннему цилиндру сверху привинчена крышка в виде восьмиугольника.

Устройство логарифмической линейки основано на известном приеме решения полярного треугольника светила путем разбивки его на два прямоугольных треугольника.

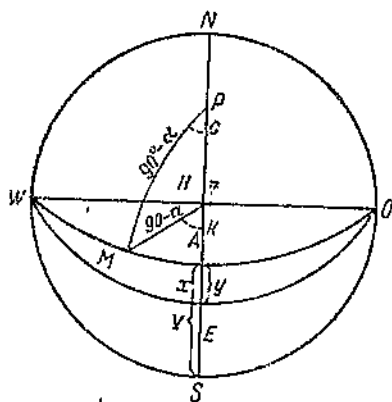


Рис. 232.

дополнение широты и дугу *МК*. Тогда, как нетрудно видеть из рисунка, полярный треугольник светила *PZM* можно заменить двумя прямоугольными треугольниками *PMK* и *ZMK* с общим катетом *МК* = *х*.

Действительно, положим (рис. 232), что небесная сфера спроектирована на плоскость истинного горизонта наблюдателя. Проведем из места светила *M* большой круг *WMKO*, перпендикулярный к меридиану места *NPZKS*, и обозначим точку пересечения его с меридианом места буквой *K*. Далее, придерживаясь принятых на приборе обозначений, обозначим буквами *у* и *У* угловые расстояния точки *K* от экватора и истинного горизонта, а буквами *d*, *H*, *A*, *a*, *с* и *х* — склонение, часовой угол, азимут, высоту,

И $\triangle$ -ка PMK имеем

$$\begin{aligned}\operatorname{tg}(90^\circ - y) &= \operatorname{tg}(90^\circ - d) \cos H, \\ \operatorname{tg} x &= \sin(90^\circ - y) \operatorname{tg} H\end{aligned}$$

или

$$\operatorname{ctg} y = \operatorname{ctg} d \cos H, \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} H \cos y. \quad (2)$$

Из $\triangle$ -ка ZMK найдем, что

$$\operatorname{tg} x = \sin(90 - Y) \operatorname{tg} A,$$

$$\operatorname{tg}(90^\circ - Y) = \operatorname{tg}(90^\circ - a) \cos A$$

или

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} A \cos Y, \quad (3)$$

$$\operatorname{ctg} Y = \operatorname{ctg} a \cos A. \quad (4)$$

Из (1) имеем

$$\operatorname{tg} y = \frac{\operatorname{tg} d}{\cos H}. \quad (5)$$

Из сравнения формул (2) и (3) получим

$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{tg} H \cos y}{\cos Y} \quad (6)$$

и, наконец, из (4)

$$\operatorname{tg} a = \operatorname{tg} Y \cos A. \quad (7)$$

Логарифмируя формулы (5), (6) и (7), имеем

$$\lg \operatorname{tg} y = \lg \operatorname{tg} d - \lg \cos H, \quad (8)$$

$$\lg \operatorname{tg} A = \lg \operatorname{tg} H + \lg \cos y - \lg \cos Y, \quad (9)$$

$$\lg \operatorname{tg} a = \lg \operatorname{tg} Y + \lg \cos A. \quad (10)$$

По последним трем формулам и решается заданный полярный треугольник светила логарифмической линейкой Байгрева. Нужно заметить, что неизвестная величина Y , как нетрудно видеть из рис. 232, легко определяется по c и y , а именно

$$Y = c \pm y,$$

причем знак $+$ берется при склонении, одноименном с широтой, а знак $-$, когда склонение разноименно с широтой.

Таким образом, порядок работы с логарифмической линейкой очень прост.

1. Вычисляем вспомогательную величину y . Для этого, имея поворотную муфту установленной на 0, выдвигают внутренний цилиндр до тех пор, пока отсчет на шкале внутреннего цилиндра, соответствующий заданному склонению, не придется против большого индекса L . Затем передвигают поворотную муфту до тех пор, пока малый индекс S не придется против отсчета на шкале наружного цилиндра, отвечающего заданному часовому углу. Тогда про-

тив большого индекса L снимают со шкалы тангенсов величину y . Так как надписи на шкалах двойные, то нужно помнить, что при часовом угле $> 90^\circ$ y также $> 90^\circ$. Таким образом, этим приемом решается формула (8).

Следует заметить, что для правильной установки прибора нужно ставить конец индекса L или S против соответствующего деления шкалы.

2. Рассчитываем величину Y по y и $c = 90^\circ - \varphi$:

$$Y = y \pm c,$$

причем знак $+$ берем при склонении, одноименном с широтой, а знак $-$ при склонении, разноименном с широтой.

3. Ставим малый индекс S на отсчет y и поворачиваем внутренний цилиндр, пока большой индекс L не придет на отсчет часового угла. Затем ставим малый индекс S на отсчет, равный Y , и против большого индекса L снимаем величину азимута A .

Если $Y > 90^\circ$, азимут также $> 90^\circ$.

Как нетрудно видеть, этим приемом решается формула (9).

4. Ставим малый индекс S на отсчет азимута, поворачиваем внутренний цилиндр, пока большой индекс L не придет на отсчет, равный Y , и, осадив муфту вниз до упора, читаем против большого индекса L отсчет высоты светила. Последним приемом решается формула (10).

Наставление для особых случаев указывает, что в тех случаях, когда величины азимута, найденного после второй операции с линейкой, заключаются между 85° и 95° , определение высоты обычным методом становится недостаточно точным. Все вычисление в этом случае придется повторить, переименив местами склонение и широту места. Найденный таким путем угол A уже не будет, конечно, азимутом, но, приняв его как бы за азимут, можно при его посредстве определить по линейке высоту обычным способом.

Подобный же прием можно применить и в тех случаях, когда склонение светила меньше 30 минут дуги и когда желательно проверить высоту, вычисленную обычным способом. Когда часовой угол H близок к 90° и отличается от 90° меньше, чем на 20 минут дуги, то следует переместить считаемое место корабля по долготе на 30 дуговых минут. Тогда часовой угол войдет в пределы шкал прибора.

Операции с линейкой для вычисления высоты и азимута светила с успехом могут заменить непосредственные вычисления по логарифмам во всех случаях, когда к результатам вычислений не предъявляются требования большой точности. При азимуте около 0° линейка дает величину азимута с точностью до 1° . При средних высотах, около $30-40^\circ$, точность снимаемой с линейки высоты около 3 минут дуги.

К недостаткам линейки, по нашему мнению, следует отнести:

1) недостаточную точность установки прибора по данным величинам, 2) возможность сдвинуть случайно и незаметно для себя муфту прибора или внутренний цилиндр и тем изменить правильную установку прибора, 3) необходимость помнить последовательность действий для получения результатов и порядок установки, т. е. какие величины нужно ставить и против какого индекса и какая величина получается после каждой операции.

§ 140. Навигационная машина Виллиса

Изобретенная американским инженером Эдуардом Виллисом (Ed. Willis) и построенная английской фирмой «Хисз и Ко» («Heath & Co») в Лондоне вычислительная машина Виллиса (рис. 233) представляет собой комбинацию пяти точно разделенных кругов для отсчета значений пяти элементов сферического Δ -ка: широты, склонения, часового угла, высоты и азимута.

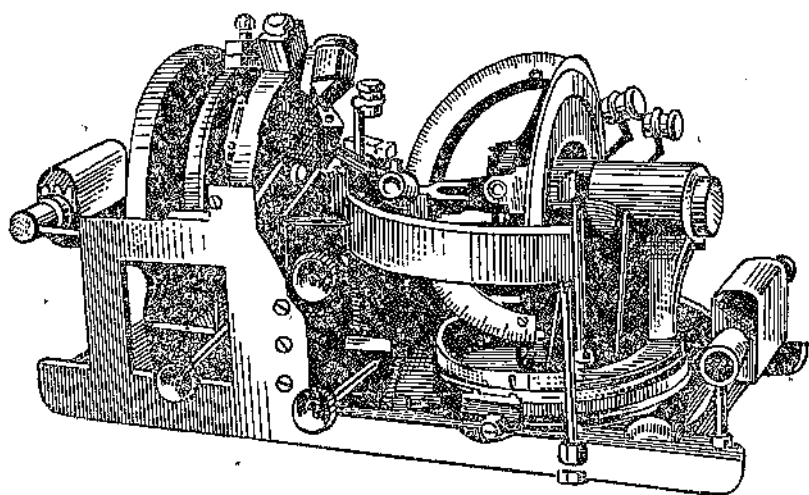


Рис. 233.

Имеются два типа машины Виллиса: для моряков и для авиаторов. Первый тип весит около 11¹/₂ кг, в то время как второй около 3 кг. Деления кругов первой машины отсчитываются с точностью до 1 минуты, а второй — до 5 минут дуги. Длина машины всего 28 см (11 дюймов).

На рис. 234 указаны назначения различных кругов машины Виллиса: A — круг склонения, B — круг широты, CC' — круг часовых углов, внешний край которого имеет деления в градусной мере, а внутренний — во временной, DD' — круг высот, а EE' — азимутальный круг. Все круги снабжены верньерами.

Обращение с этой машиной весьма простое и удобное. Установив по условиям задачи соответствующие круги машины на заданные отсчеты, с других кругов прибора снимаем значения остальных элементов сферического Δ -ка, т. е. получаем искомый ответ.

Изобретатель утверждает, что результат решения астрономической задачи получается меньше чем в одну минуту времени, так что на этом основании машину Виллиса вполне можно отнести к числу специальных вычислительных машин.

Небольшие размеры машины, простота ее устройства и обращения с нею составляют, по нашему мнению, положительные качества машины Виллиса, и если объявленная точность даваемых ею результатов действительно обеспечена, то машину Виллиса следует признать весьма полезным навигационным прибором, значительно облегчающим труд мореплавателя при определениях в море астрономическим путем.

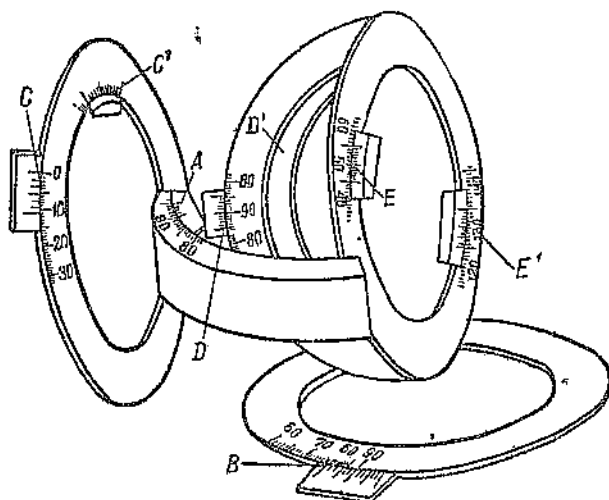


Рис. 234.

§ 141. Сферант

Все рассмотренные до сих пор вспомогательные приборы имели своим назначением освободить мореплавателя от всяких вычислений после астрономических наблюдений в море и помощью машины давать моряку те результаты, которые раньше он искал вычислительным путем. Применение этих машин облегчает труд, сокращает время и гарантирует от ошибок, трудно, к сожалению, устранимых при вычислениях. Однако описанные машины дают нам только вычисленную высоту светила и его азимут, с которыми дальше приходится поступать обычным путем и получать место корабля на карте графическим путем, по большей части приемом Сент-Илера. Таким образом, употребление этих вспомогательных приборов не исключает необходимости каждый раз пользоваться секстаном для измерения высоты светила в месте наблюдения.

Изобретенный в Америке сферант выгодно отличается от всех существующих до настоящего времени морских астрономических приборов тем, что он не только освобождает мореплавателя от

необходимости обрабатывать свои наблюдения, но даже обычное измерение высот светил секстаном позволяет заменить прямым определением географических координат корабля. Сферант позволяет определить непосредственно из наблюдений или широту места или местный часовой угол светила, а следовательно и долготу корабля.

Сферант устроен по принципу экваториала или рефрактора с параллактической установкой, которым в береговых обсерваториях пользуются для изучения подробностей небесных объектов или для определения положений небесных тел по отношению к какой-нибудь близкой звезде с хорошо известными координатами.

В сферанте (рис. 235) положение отвесной линии определяется маленьким уровнем, изображение пузырька которого посредством нескольких призм передается в поле зрения астрономической трубы. Таким образом, держа сферант, как и секстан, в правой руке и смотря в трубу на светило, наблюдатель в то же время может свободно следить и за положением пузырька уровня и удерживать отвесную ось прибора в вертикальном положении. Под уровнем установлены две призмы для ориентировки прибора не по уровню, а по видимому горизонту, с учетом его наклона в зависимости от высоты глаза. Из сказанного ясно, что сферант может быть использован двояко: или с естественным морским горизонтом, что точнее, или с искусственным горизонтом, что менее точно, но составляет большое преимущество прибора.

У сферанта имеются три круга с делениями, расположенные в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: круг широт, круг склонений и круг часовых углов. Все круги снабжены стопорными и микрометрическими винтами, верньерами и лунками для производства отсчетов.

Круг широт разбит через 1 минуту от 0 до 90° . Если прибор установить на отсчет 0° по кругу широты, то круг часовых углов станет параллельно отвесной линии, проходящей через середину пузырька уровня.

Круг склонения также разбит через 1 минуту дуги, причем при установке трубы на 0° астрономическая труба параллельна плоскости круга часовых углов. Поэтому на круге склонений имеются два нулевых штриха, и деления на этом круге идут от этих нулевых штрихов в обе стороны до 90° .

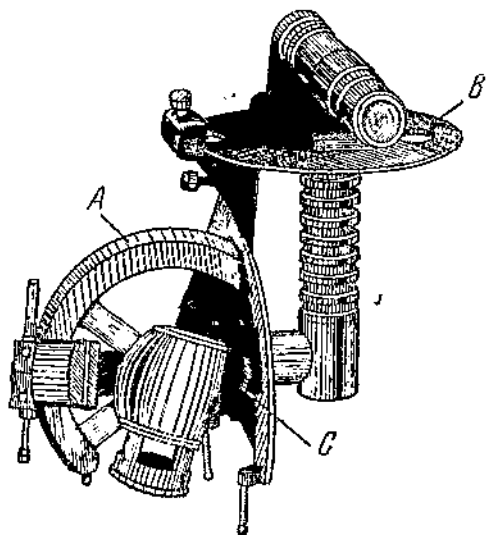


Рис. 235

Деления круга часовых углов нанесены и во временной и в градусной мере и идут через 4 секунды времени и через 1 минуту дуги от нуля до 12 часов (180°). Если установить сферант на отсчет 6 часов, или 90° по кругу часовых углов, то круг склонения расположится перпендикулярно к кругу широты.

Многие части сферанта сделаны из алюминиевых сплавов, поэтому вес его даже несколько меньше веса секстана, всего около 1¼ кг (3 фунта). Перед трубой при солнечных наблюдениях накладываются цветные стекла. В рукоятке сферанта помещается маленькая сухая батарея для ночного освещения пузырька уровня. По изготовлении прибор вывернется на заводе и выпускается в совершенно исправном виде. Если же во время практики оптическая часть прибора получит повреждение, то для ее исправления сферант необходимо отправить обратно на завод для проверки и регулировки.

Три оси сферанта: отвесная линия, полярная ось и оптическая ось трубы, продолженные до пересечения с небесной сферой, определяют на последней положение зенита, полюса и светила, т. е. дают на небесной сфере обычный сферический Δ -к, который сферантом и решается.

Действительно, установив трубу по кругу склонения на отсчет, соответствующий величине и наименованию склонения светила в момент наблюдения, остальные два круга закрепляют приближенно на отсчетах широты и часового угла. Держа затем прибор в правой руке, наводят трубу на светило и, действуя микрометрическим винтом круга широты, совмещают изображение светила с изображением пузырька уровня. Отсчет по кругу широты дает нам широту места.

Если круг широты закрепить на отсчете, равном численной широте, а совместить изображения светила и пузырька уровня, действуя микрометрическим винтом круга часовых углов, то на последнем прочитаем отсчет местного часового угла светила. Замечая в момент наблюдения момент по хронометру, поправка которого относительно среднего гринвичского времени известна, легко рассчитать и долготу места корабля.

Из этого краткого описания видно, что сферант представляет собой действительно совершенно оригинальный прибор, позволяющий подойти к определению места корабля в море астрономическим путем с совершенно другой стороны, чем это делалось за последние 200 лет. Однако наличной литературы о сферанте еще далеко не достаточно для окончательного суждения о практической ценности этого прибора.

Автор известных таблиц высот — американский моряк Вимс (Weems) в конце 1929 г. произвел со сферантом наблюдения с судна «Суата», стоявшего в гавани Сан-Педро в Калифорнии. Таким образом, место корабля было известно вполне точно. Из произведенных Вимсом двух серий определений широты судна сферантом, по 10 измерений в каждой серии, широта определилась из первой серии с средней ошибкой в 9'8; из второй — с сред-

ней ошибкой 7',8. Наибольшие отклонения отдельных измерений достигают в этих сериях 21' и 33'. Из трех серий наблюдений для определения часового угла по 10, 10 и 8 наблюдений в каждой, долгота определялась со средней ошибкой 3',3, 3',0 и 3',4.

Из семи определений долготы, произведенных в том же 1929 г., несколько ранее Кастером на судне «Chaumont» в море к югу от Сан-Франциско, при хороших условиях погоды, долгота определялась со средней ошибкой в 1',6. Максимальная ошибка в этой серии достигала 2',8.

Продолжающиеся в течение нескольких лет опыты со сферантом в Калифорнийском университете и непрерывное совершенствование этого прибора показывают, что сферант не вышел еще из периода испытания и что пока еще не может заменить собой секстан. Точность даваемых сферантом координат все-таки недостаточная и не может удовлетворить моряка. Трудно думать, что сферант удастся усовершенствовать, так как свойственные ему ошибки происходят от использования на корабле уровня, т. е. от попытки построить прибор на принципе, теоретически неправильном.

Кроме того совместное определение обеих координат, в зависимости от положения светила на небесном своде, всегда даст одну координату с большей точностью, чем другую. Если светило расположено близко к меридиану, то лучше определится широта и хуже долгота. При положении светила вблизи первого вертикала, наоборот, лучше определим долготу и хуже широту.

Таким образом, сам принцип устройства сферанта вызывает появление таких неизбежных ошибок, что думать о полной замене им секстана во всех случаях практики вряд ли в настоящее время возможно.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф у с, О влиянии рефракции на наклонение горизонта. «Записки по гидрографии», 1911 г., вып. 3, стр. 123 — 152.
2. В. Ф у с, О способах определения действительного наклонения горизонта. «Записки по гидрографии», 1905 г., вып. 27, стр. 1—11.
3. А. В и л ь к и н с к и й, Описание устройства искусственного горизонта В. Гербста и некоторые замечания о его употреблении. «Морской Сборник», 1887 г., № 4, неоф. отд., стр. 27 — 29.
4. Г. И. Ш у л ь г и н, Мореходная астрономия. Изд. 2-е, 1905 г., стр. 220—221.
5. Спецификация и чертежи звездного глобуса Завода мореходных инструментов.
6. К. М и г а л о в с к и й, Приборы для решения задачи Сомнера. «Морской Сборник», 1929 г., № 8—9, стр. 149 — 162.
7. Н. Р ы б а л т о в с к и й, Логарифмическая линейка для решения задач по способу Сомнера. «Записки по гидрографии», 1927 г., вып. 53, стр. 109 — 111.
8. Каталог фирмы «Henry Hughes and Son» (Husun).
9. В. В е т ч и н к и н, Сферант. «Записки по гидрографии», 1932 г., № 3, стр. 41 — 50.
10. J. B l i c h, Navigator's prism. «Proceedings of the U. S. Naval Institute», March 1903.

11. E. Kohlschütter, Folgerungen aus den Kosschen Kimmtiefenbeobachtungen zu Verudella. «Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie», December 1903, p. 533 — 554.
 12. «Cary, Porter, Ltd». English's Patent Star Finder. Проект.
 13. La Rédaction, La machine à faire le point. «Revue Maritime», Février 1928., p. 223 — 228.
 14. F. Collin, La position du navire, obtenue sans calcul à la mer. «La vie technique et industrielle», № 125, Février 1930, p. 1098 — 1100.
 15. Le calculateur de navigation S. I. P. L. «Revue Hydrographique», vol. VI, № 2, Novembre 1929, p. 177 — 179.
 16. C. Plath, Katalog über nautische Instrumente, Ausgabe V.
 17. Heath's selected Price List of Instruments.
 18. E. Moll, Mesure de la dépression de l'horizon. «Revue Hydrographique», vol. VIII, № 1, mai 1931, p. 220 — 231.
 19. H. B. Kaster, The Spherant. «United States Naval Institute Proceedings», vol. 56, № 329, July 1930, p. 607 — 614.
 20. Com. Weems, The Spherant. «United States Naval Institute Proceedings», vol. 56, № 334, December 1930, p. 1129 — 1131.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I

НАВИГАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Глава I. Прокладочные инструменты	3
§ 1. Циркуль измерительный	3
§ 2. Линейка обыкновенная	5
§ 3. Линейка параллельная	7
§ 4. Треугольник	9
§ 5. Транспортир штурманский	10
§ 6. Параллельная линейка капитана Фильда	13
§ 7. Катящаяся линейка	13
§ 8. Прибор Арапова	14
§ 9. Протрактор	16
§ 10. Проверка протрактора	18
§ 11. Грузики для карт	21
§ 12. Картодержатель	22
§ 13. Штурманский дальномер-микрометр (ДМ)	23
Глава II. Магнитные компасы	27
§ 14. Основания устройства компасов	27
§ 15. Подразделение судовых компасов	28
§ 16. Главные части и типы магнитных компасов	29
§ 17. 127-мм (5-дюймовый) морской магнитный компас системы Гидрографического управления ВМФ	30
§ 18. Выверка компаса	50
§ 19. Установка компаса	58
§ 20. Употребление компаса	63
§ 21. Уход за компасами	65
§ 22. Лупа компасная	67
§ 23. Шлюпочный компас	69
§ 24. 75-мм (3-дюймовый) морской магнитный компас	72
§ 25. 190-мм (7 1/2-дюймовый) съемочный котелок	74
§ 26. Дефлектор де-Колонга	76
§ 27. 127-мм (5-дюймовый) креновой котелок	82
§ 28. 127-мм (5-дюймовый) морской магнитный компас системы Гидрографического управления ВМФ для коммерческих судов	85
§ 29. Таксиметр (пеленгатор с глухой картушкой)	87
§ 30. Установка таксиметра	89
§ 31. Употребление таксиметра	90
§ 32. Курсовой указатель	92
§ 33. Бортовой пеленгатор	95
§ 34. Компас В. Томсона (лорда Кельвина)	97
§ 35. Английский компас Четвинда	103
§ 36. Большой германский компас М/08 с картушкой М/09 в жидкости	105

Глава III. Лаги	108
37. Подразделение лагов	108
38. Ручной лаг	109
39. Употребление ручного лага	111
40. Ошибки ручного лага	113
41. Уход за ручным лагом	114
42. Механические лаги	115
43. Механический лаг Уокера „Нептун“	115
44. Употребление механического лага	122
45. Уход за лагами Уокера	125
46. Лаг „Нептун“ с электрической передачей	125
47. Механический лаг Уокера „Тридент“	128
48. Механический лаг Уокера „Черуб II“	129
49. Механический лаг Уокера „Черуб“	131
50. Советские лаги	133
51. Соединительный вертлюг	134
52. Механические лаги других систем	135
53. Ошибки механических лагов	138
54. Самопишущий лаг Никольсона	140
55. Шведский автоматический лаг „Сал“	142
56. Донный лаг	146

Глава IV. Навигационные лоты	148
57. Подразделение лотов	148
58. Ручной лот	149
59. Употребление ручного лота	152
60. Проверка лотиния	155
61. Дип-лот и его употребление	156
62. Уход за ручным лотом и дип-лотом	158
63. Преимущества механических лотов	158
64. Основания устройства механических лотов	159
65. Устройство лота Томсона „Марка IV“	162
66. Употребление лота Томсона	170
67. Пружинный глубомер	173
68. Основания устройства пружинного глубомера	175
69. Определение глубины лотом Томсона без глубомера	176
70. Бросание лота Томсона с выстрела	178
71. Лот Томсона „Марка IV“ с электрическим приводом	181
72. Употребление моторного лота	187
73. Другие образцы лота Томсона	189
74. Уход за лотом Томсона „Марка IV“	191
75. Инструкция для сборки, сборки и проверки станка лота Томсона „Марка IV“	192
76. Глубомер Клаузена	194
77. Лот-предостерегатель Джемса	199
78. Употребление лота Джемса	205
79. Уход за лотом Джемса	208
80. Электролот	208

Часть II

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Глава V. Морские угломерные инструменты	213
81. Основания устройства секстана	213
82. Наименование частей секстана	214
83. Главнейшие фирмы, изготовляющие секстаны	216
84. Навигационный секстан ЗМИ	217
85. Зрительные трубы навигационного секстана ЗМИ	228
86. Принадлежности навигационного секстана ЗМИ	231
87. Промерный секстан	232
88. Особенности конструкции иностранных секстанов	234
89. Рамы секстанов	235
90. Стопорное приспособление алидады	238

91.	Стойки больших и малых зеркал	244
92.	Зрительные трубы и их стойки	245
93.	Лупы и их держатели	248
94.	Цветные стекла и их стойки	249
95.	Источники ошибок в наблюдаемых секстаном углах	250
96.	Технические условия приемки секстанов навигационного типа	256
97.	Прибор Фуса	257
98.	Исследование секстанов в обсерватории	260
99.	Простой способ определения ошибок эксцентриситета секстанов	270
100.	Проверка секстанов перед наблюдениями на корабле	274
101.	Употребление секстана на корабле	277
102.	Уход за секстаном	279
103.	Квинтаны и октаны	280
104.	Секстаны с искусственным горизонтом	281
105.	Секстан с уровнями системы Кутнихо	286
106.	Секстан с уровнями системы Гольдвейга	289
107.	Октан с уровнем системы ОРЛ	291
108.	Секстан с уровнем Бусса	294
109.	Пентаквинтан Плата	298
110.	Угломерные секстаны	299
111.	Карманный секстан	300
Глава VI. Хронометры и часы		302
112.	Назначение и подразделение хронометров	302
113.	Устройство столового хронометра	302
114.	Регулятор хронометра	306
115.	Передающий механизм	309
116.	Счетчик хронометра	311
117.	Устройство двигателя	312
118.	Обращение с хронометрами и уход за ними	315
119.	Причина колебаний хода хронометра	317
120.	Исследование хронометров в обсерватории	321
121.	Четырехдесятники	324
122.	Сличительные часы	327
123.	Палубные часы	330
124.	Секундомеры	332
125.	Морские часы	333
126.	Классификация хронометров и часов	333
127.	Технические условия приемки хронометров и часов	334
Глава VII. Вспомогательные астрономические приборы		337
128.	Приборы для определения наклона видимого горизонта	337
129.	Прибор Пульфриха	341
130.	Употребление прибора Пульфриха	345
131.	Искусственные горизонты	347
132.	Измерение высоты солнца в искусственный горизонт	351
133.	Звездный глобус ЗМИ	351
134.	Звездные глобусы иностранных фирм	354
135.	Вычислитель шпроты Вилькицкого	358
136.	Приборы для механического решения астрономических задач	361
137.	Вычислительная машина Лесора	362
138.	Навигационный вычислитель Лота	364
139.	Логарифмическая линейка Байгрева	367
140.	Навигационная машина Виллуса	371
141.	Сферант	372

Редактор *Н. А. Шмаков*
Подписано в печать 27/III 1943 г.
ГМ40309.

Печ. л. 23^{3/4}. Кол. знаков
в 1 печ. л. 4400. Уч.-изд. л. 26,67.
Заказ 670.

Ф-ка юном. книги изд-ва ЦК ВЛКСМ
«Молодая гвардия». Москва,
ул. Фридриха Энгельса, 45.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
6	2 сверху	<u>5</u> 600	<u>0,5</u> 600
15	19 сверху	825°	325°
65	11 снизу	2178	217°
65	8 "	1800	180°
107	16 сверху	к дну котелка	к дну поилка

Зак. 670