

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-
ЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МОРСКОЙ КОЛЛЕДЖ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
«ГИРОСКОП. ГИРОКОМПАС»**

Электронавигационные приборы

специальность подготовки

26.02.03 Судовождение

Разработал:

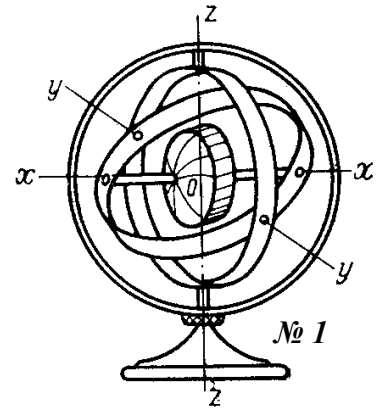
А.В. Масалов, преподаватель 1 категории Морского колледжа, председатель ЦК
«Электромеханических дисциплин»

Севастополь 2016

ГИРОСКОП

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гирискоскоп (указатель вращения) является важнейшей составной частью всех гироскопических устройств. Он представляет собой динамически симметричное быстровращающееся твердое тело (называемое ротором), подвешенное таким образом, что ось его собственного вращения может произвольно изменять свое направление в пространстве. Свободным гироскопом называется механическая система, состоящая из массивного диска (ротора), подвешенного в кардановых кольцах, (рисунок 1). В этом устройстве имеются три пересекающиеся в одной точке O оси вращения. Ось собственного вращения ротора xx называется главной осью. Две любые другие оси yy и zz , лежащие в плоскости собственного вращения ротора и перпендикулярные между собой и к главной оси, называются экваториальными. Из них ось yy – горизонтальная, а zz – вертикальная.



Свободным гироскопом или гироскопом с тремя степенями свободы вращения называется гироскоп, центр тяжести которого находится в точке подвеса, а вращение вокруг осей xx , yy , zz происходит без трения. Если точка пересечения всех осей гироскопа совпадает с центром тяжести всех частей прибора (колец и ротора), то такой гироскоп называют уравновешенным или отбалансированным. Для этого гироскопа, при не вращающемся роторе, любое положение ротора и колец будет положением безразличного равновесия, но если придать ротору быстрое вращение, то обнаружатся присущие свободному гироскопу три основных свойства, составляющие принцип действия всех гироскопических приборов.

Первое свойство. Главная ось вращающегося ротора гироскопа устойчиво сохраняет первоначально заданное ей положение в пространстве.

Второе свойство. Ось ротора гироскопа под действием приложенной к ней силы будет поворачиваться в плоскости, перпендикулярной направлению действия силы. Это свойство называют прецессионным движением. Прецессионное движение происходит с постоянной угловой скоростью. Прецессионное движение объясняется теоремой о кинетическом моменте: линейная скорость движения конца вектора кинетического момента вращающегося тела равна по величине и направлению вектору главного момента внешних сил, приложенных к нему.

Третье свойство. Под действием импульса силы (удара) главная ось гироскопа не меняет первоначального направления, а лишь совершает быстрые колебания около своего среднего положения. Такие колебания называются нутационными и хорошо наблюдаются при малой угловой скорости собственного вращения ротора.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Точка O , которая при вращении гироскопа остается неподвижной, называется точкой подвеса. Она может совпадать или не совпадать с центром тяжести гироскопа.

Гироскоп обладает тремя степенями свободы, если ориентация его главной оси вокруг точки подвеса ничем не ограничена. Если же главная ось xx может занимать любое положение лишь в некоторой неподвижной плоскости, проходящей через точку подвеса, то гироскоп имеет две степени свободы. Если же ось xx не имеет воз-

возможности изменять свое направление, то гироскоп имеет одну степень свободы. Система колец, позволяющая главной оси гироскопа занимать в пространстве любое направление, называется кардановым подвесом,

Для изучения закономерностей пространственной ориентации главной оси гироскопа при различных условиях рассмотрим направления векторов для вращательных движений уравновешенного гироскопа с тремя степенями свободы.

Угловая скорость гироскопа $\vec{\Omega}$ – вектор, который лежит на оси вращения и направлен так, что с конца вектора $\vec{\Omega}$ вращение наблюдается против часовой стрелки (рисунк 2).

Линейная скорость вращения точки \vec{v}_a – вектор, который лежит в плоскости вращения и направлен по касательной к траектории движения в сторону вращения.

Момент силы \vec{M} – вектор, который лежит в плоскости, перпендикулярной \vec{F} и \vec{l} , и направлен так, чтобы с конца вектора \vec{M} действие силы наблюдалось против часовой стрелки.

Момент количества движения гироскопа \vec{H} . Ротор гироскопа состоит из большого числа частиц, обладающих массой. А так как каждая частица имеет момент количества движения \vec{h}_i то весь ротор гироскопа будет иметь момент количества движения $\vec{H} = \sum_{i=1}^n \vec{h}_i$

Можно доказать, что $\vec{H} = \vec{\Omega} \cdot I$, где I – скалярная величина, получившая название **момента инерции гироскопа**.

Физически момент инерции характеризует свойство гироскопа поддерживать свое вращение при прекращении действия сил, вызывающих это вращение.

Момент количества движения (\vec{H}) получил название **кинетического момента гироскопа**.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГИРОСКОПА

ТЕОРЕМА О КИНЕТИЧЕСКОМ МОМЕНТЕ

Теорема. Линейная скорость \vec{v}_H , конца вектора кинетического момента гироскопа относительно точки подвеса равна моменту внешних сил относительно этой же точки, т. е., $\vec{v}_H = \vec{M}$

Уравновешенный гироскоп с тремя степенями свободы, у которого сумма моментов всех внешних сил равна нулю, называется свободным гироскопом.

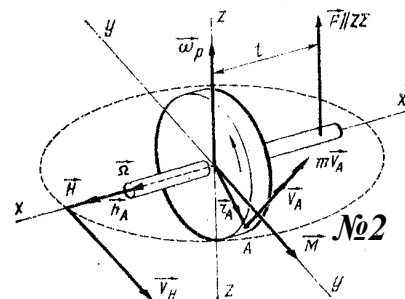
СВОЙСТВО СОХРАНЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ ГЛАВНОЙ ОСИ СВОБОДНОГО ГИРОСКОПА В ПРОСТРАНСТВЕ

Теорема. Главная ось свободного гироскопа сохраняет свое первоначальное заданное положение в пространстве неизменным.

СВОЙСТВО ПРЕЦЕССИОННОГО ДВИЖЕНИЯ ГЛАВНОЙ ОСИ ГИРОСКОПА

При действии на главную ось гироскопа внешней силы \vec{F} ось совершает поворот в плоскости, перпендикулярной действующей силе.

Приложим силу \vec{F} параллельно оси zz (рисунк 2). Момент этой силы \vec{M} лежит на горизонтальной оси yy . Так как по теореме о кинетическом моменте $\vec{v}_H = \vec{M}$, то вектор линейной скорости \vec{v}_H тоже лежит в горизонтальной плоскости. Конец вектора \vec{H} расположен на оси вращения гироскопа. Следовательно, главная ось гироскопа ГС

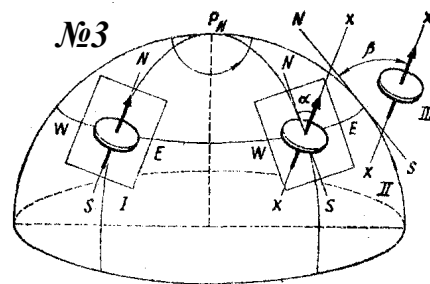


совершает поворот в горизонтальной плоскости вокруг оси zz , т.е. в плоскости, перпендикулярной действующей силе. Такое движение называется прецессионным движением, или прецессией.

Конец вектора \vec{N} получил название *полюса гироскопа*, а конец вектора \vec{M} – *полюса момента внешних сил*. Тогда свойство прецессионного движения главной оси гироскопа можно сформулировать так: *в прецессионном движении полюс гироскопа стремится к полюсу момента внешних сил по кратчайшему пути*. Свойство в такой формулировке получило название **правила полюсов**.

ВИДИМОЕ ДВИЖЕНИЕ ОСИ СВОБОДНОГО ГИРОСКОПА, УСТАНОВЛЕННОГО НА ЗЕМЛЕ

У свободного гироскопа, установленного на земле, главная ось в пространстве будет сохранять свое направление неизменным. Земля же в пространстве совершает вращение вокруг своей оси со скоростью один оборот в сутки. Естественно предположить, что для наблюдателя, находящегося на земле рядом с гироскопом, ось xx будет совершать видимое движение. На рисунке 3 изображено северное полушарие Земли. Гироскоп и наблюдатель расположены в средней широте φ . В начальный момент времени (*I*) ось xx гироскопа установлена горизонтально плоскости истинного горизонта вдоль меридиана наблюдателя так, что полюс гироскопа направлен на север. Через несколько часов Земля повернется вокруг своей оси против часовой стрелки. Вместе с Землей изменит свое пространственное положение и меридиан наблюдателя (положение *II*), главная же ось гироскопа своего пространственного положения не изменит. Наблюдатель, находящийся рядом с гироскопом, не замечает пространственного перемещения меридиана и будет наблюдать отклонение оси xx от меридиана наблюдателя к востоку и подъем ее северного конца над плоскостью истинного горизонта.



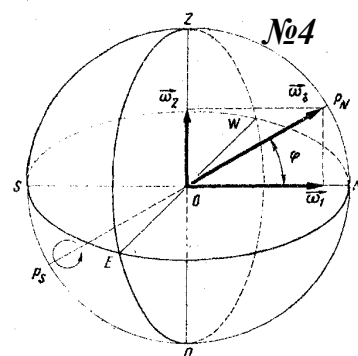
Видимый подъем полюса гироскопа над плоскостью истинного горизонта хорошо виден в положении *III*.

Причиной видимого движения главной оси свободного гироскопа является вращение Земли вокруг своей оси. Следовательно, для того чтобы выяснить, как быстро совершается видимое движение главной оси гироскопа и от чего оно зависит, необходимо изучить закономерности вращательного движения Земли.

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ И ВЕРТИКАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЗЕМНОГО ВРАЩЕНИЯ

Для наблюдателя, находящегося в средней широте северного полушария, вращение Земли наблюдается против часовой стрелки (рисунк 4) и вектор угловой скорости Земли $\vec{\omega}_\oplus$ лежит на оси вращения $P_N P_S$. Спроектируем вектор $\vec{\omega}_\oplus$ на горизонтальную линию NS и вертикальную zn . Этим самым мы вращение Земли разложили на два вращения: первое – вокруг горизонтальной линии NS , лежащей на плоскости истинного горизонта; второе – вокруг отвесной линии zn .

Горизонтальная составляющая вращения $\vec{\omega}_1$ показывает,

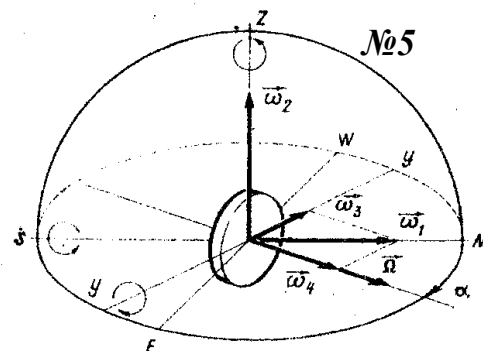


что плоскость истинного горизонта поворачивается вокруг линии NS таким образом, что восточная половина плоскости истинного горизонта опускается вниз, а западная поднимается с угловой скоростью $\vec{\omega}_1 = \omega_{\oplus} \cdot \cos \varphi$.

Вертикальная составляющая земного вращения $\vec{\omega}_2$ показывает, что плоскость меридиана наблюдателя поворачивается вокруг отвесной линии zn таким образом, что северная часть меридиана уходит к западу с угловой скоростью $\vec{\omega}_2 = \omega_{\oplus} \cdot \sin \varphi$.

ПОЛЕЗНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЗЕМНОГО ВРАЩЕНИЯ

Для того чтобы выяснить закономерность видимого движения оси xx гироскопа, установленного на земле, необходимо «привязать» составляющие земного вращения к осям гироскопа. С этой целью спроектируем их на оси гироскопа, предварительно отклонив главную ось xx от меридиана к востоку на угол α , как это показано на рисунке 5. Вертикальная составляющая $\vec{\omega}_2$ лежит на вертикальной оси zz гироскопа и ее проекции на оси xx и yy равны нулю. По своей сути вертикальная составляющая земного вращения, «привязанная» к оси гироскопа, показывает, что главная ось xx совершает вращение вокруг вертикальной оси по часовой стрелке с угловой скоростью $\vec{\omega}_2 = \omega_{\oplus} \cdot \sin \varphi$. Это вращение в северном полушарии для наблюдателя, находящегося в постоянной географической широте, будет вызывать отклонение оси xx гироскопа к востоку с постоянной угловой скоростью.



Проекция горизонтальной составляющей $\vec{\omega}_1$ на ось xx $\vec{\omega}_4 = \vec{\omega}_1 \cdot \cos \alpha$ увеличивает или уменьшает угловую скорость ротора гироскопа. Угловой скоростью $\vec{\omega}_4$ пренебрежем.

Проекция горизонтальной составляющей земного вращения $\vec{\omega}_1$ на ось yy гироскопа $\vec{\omega}_3 = \vec{\omega}_1 \cdot \sin \alpha$ показывает, что плоскость истинного горизонта вращается вокруг оси yy гироскопа так, что с конца вектора $\vec{\omega}_3$ это вращение мы должны наблюдать против часовой стрелки. При этом северная часть плоскости истинного горизонта будет опускаться, а северный конец оси xx гироскопа – подниматься над плоскостью истинного горизонта.

Таким образом, главная ось свободного гироскопа, установленного на земле, под влиянием вращения Земли совершает видимое вращение в горизонтальной плоскости относительно оси zz с угловой скоростью $\vec{\omega}_2$ и в вертикальной плоскости вокруг оси yy с угловой скоростью $\vec{\omega}_3$.

Угловая скорость $\vec{\omega}_3$ получила название **полезной составляющей земного вращения**, так как движение главной оси гироскопа в вертикальной плоскости используется для создания моментов сил, которые заставят главную ось гироскопа показывать направление на север и служить линией отсчета, относительно которой будет отсчитываться курс судна и определяться направление (пеленг) на ориентиры. А пока мы видим, что свободный гироскоп курсоуказателем (гироскопасом) использован быть не может, так как его главная ось отклоняется от меридиана.

НЕЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ ГЛАВНОЙ ОСИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

Факт прецессионного движения главной оси гироскопа к меридиану не означает, что, достигнув меридиана, она остановится и будет устойчиво находиться в меридиане. Напротив, главная ось гироскопа будет совершать около меридиана периодические незатухающие колебания.

Установим гироскоп в средней широте северного полушария так, чтобы его главная ось была горизонтальна и отклонена от меридиана (ее северный конец) на угол α к востоку. На рисунке 6 гироскоп установлен в плоскости истинного горизонта.

Перпендикулярно плоскости истинного горизонта расположена вертикальная плоскость. Линия MM – линия пересечения плоскости меридиана наблюдателя с вертикальной плоскостью.

На вертикальную плоскость Q будем проектировать движение полюса гироскопа. Движение проекции полюса гироскопа (точки на плоскости Q) будет совершаться под влиянием полезной составляющей земного вращения $\vec{\omega}_3$, вертикальной составляющей земного вращения $\vec{\omega}_2$ и прецессии гироскопа с пониженным центром тяжести $\vec{\omega}_p$.

В позиции I главная ось гироскопа горизонтальна, и, следовательно, прецессионное движение главной оси отсутствует. Но так как главная ось отклонена от меридиана на угол, то она под влиянием полезной составляющей земного вращения будет совершать движения в вертикальной плоскости, и проекция полюса гироскопа на вертикальной плоскости начнет перемещаться вверх. Под влиянием вертикальной составляющей земного вращения главная ось гироскопа (ее северный конец) будет совершать движение в горизонтальной плоскости. На вертикальной плоскости проекция полюса гироскопа будет перемещаться с линейной скоростью, которая в любой момент времени для постоянной широты места в северном полушарии будет направлена вправо и иметь постоянное значение.

Таким образом из позиции I проекция полюса гироскопа будет совершать движение вверх направо и через некоторое время займет позицию II .

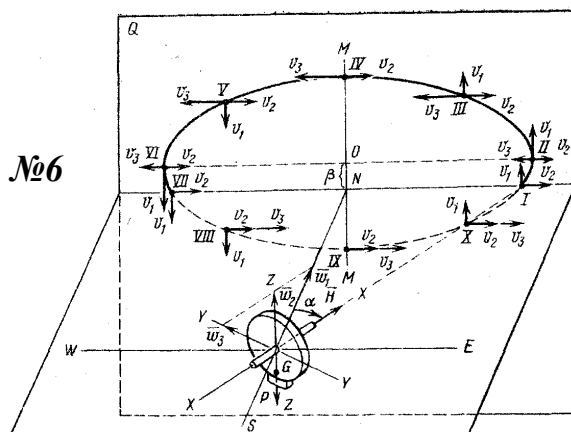
В позиции II гироскоп начнет прецессировать к меридиану и наступит такой момент, когда ось гироскопа начнет двигаться вверх налево (позиция III).

В позиции IV ось гироскопа пришла в меридиан и полюс гироскопа пересечет меридиан.

В западной половине горизонта угол α изменит свой знак, изменит направление и угловая скорость. Полюс гироскопа будет опускаться вниз. Полюс гироскопа движется вниз налево (позиция V).

В позиции VI полюс гироскопа движется вниз.

В позиции VII ось гироскопа горизонтальна. В следующий момент времени полюс гироскопа опускается под горизонт, изменится направление момента силы тяжести, и проекция полюса гироскопа начнет прецессировать к меридиану (позиция $VIII$).



В позиции IX полюс гироскопа переходит в восточную часть горизонта и начинает уходить от меридиана и подниматься вверх (позиция X) и через некоторое время вновь окажется в позиции I . Если пренебречь трением в подвесе, то такое движение оси гироскопа будет периодическим и незатухающим.

Полюс гироскопа совершает периодические незатухающие колебания по эллипсу.

Для отечественных гирокомпасов конструктивные характеристики выбираются такими, чтобы период незатухающих колебаний гирокомпаса для расчетной широты $\varphi^*=60^\circ$ был бы равен 84,4 мин.

В реальных условиях силы трений в подвесе хотя и очень малы, но существуют. Поэтому колебания оси чувствительного элемента будут затухающими и совершаться не по эллипсу, а по сходящейся спирали и погасятся через несколько суток. При этом ось гирокомпаса установится в меридиане и ее северный конец будет слегка приподнят над горизонтом.

ПОГАШЕНИЕ НЕЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЖИДКОСТНОГО УСПОКОИТЕЛЯ

Конечно, такой гирокомпас, который длительное время не приходит в меридиан, для практического использования негоден. Нельзя ли создать такую силу, которая вызвала бы дополнительную прецессию оси гироскопа в горизонтальной плоскости, причем такую, что когда ось движется к меридиану, дополнительная прецессия ускоряла бы это движение, а когда ось уходит от меридиана – замедляла этот уход? Эта сила должна действовать в вертикальной плоскости. Нельзя ли для ее создания использовать полезную составляющую земного вращения – движение оси гироскопа в вертикальной плоскости оказывается, можно.

Если к камере чувствительного элемента с северной и южной стороны прикрепить два сообщающихся сосуда с жидкостью и сделать так, чтобы в одном из сосудов жидкости было больше, чем в другом, то вес избытка жидкости и будет той силой, которая может вызвать прецессию главной оси в горизонтальной плоскости. Такое устройство получило название жидкостного успокоителя.

Для того чтобы жидкостный успокоитель ускорял движение главной оси гироскопа к меридиану и замедлял уход ее от меридиана, необходимо, чтобы период перетекания жидкости из одного сосуда в другой был равен периоду незатухающих колебаний главной оси гироскопа. В этом случае через 1—2 периода колебаний перетекание жидкости из сосуда в сосуд будет запаздывать от колебаний оси гироскопа на четверть периода. Это означает, что когда ось гироскопа (ее северный конец) отклонена к востоку и горизонтальна, в северном сосуде будет максимальный избыток жидкости, когда же ось гироскопа находится в меридиане и ее северный конец приподнят над горизонтом на максимальный угол, уровень жидкости в обоих сосудах будет одинаковым.

Такая задача решена путём подбора вязкости жидкости и диаметра трубки, соединяющей эти сосуды.

На рисунке 7 изображено погашение колебаний с помощью жидкостного успокоителя. В позиции I установился стационарный режим колебаний жидкости в успокоителе. Ось гироскопа горизонтальна, отклонена к востоку и в северном сосуде максимальный избыток жидкости. Сила тяжести избытка жидкости P_1 создает момент

относительно оси $уу$, направленный к западу. Полнос гироскопа по правилу полюсов пойдет к полюсу момента силы кратчайшим путем, т.е. к западу, к меридиану. Проекция полюса гироскопа на вертикальной плоскости будет направлена к меридиану.

При дальнейшем движении ось гироскопа приподнимается, жидкость начинает перетекать в южный сосуд, избыток жидкости в северном сосуде уменьшается, а также уменьшается и линейная скорость полюса гироскопа (позиция II).

В позиции III, когда ось гироскопа в меридиане и приподнята над горизонтом на максимальный угол, уровень жидкости в сосудах успокоителя одинаков. Следовательно, добавочная прецессия отсутствует.

В следующий момент времени главная ось гироскопа перейдет в западную часть горизонта и полюс гироскопа начнет опускаться. Но перетекание жидкости из северного сосуда в южный будет продолжаться, и в нем создается избыток жидкости (позиция IV). Момент дополнительной силы P_I , а, следовательно, и проекция полюса гироскопа изменят свои направления, и движение оси гироскопа от меридиана замедляется. После этого гироскопа начнет возвращаться к меридиану.

В позиции VI ось гироскопа будет горизонтальна, отклонена от меридиана к западу и максимальный избыток жидкости будет в южном сосуде. В этот момент сила тяжести P_I максимальна, а, следовательно, дополнительная прецессия к меридиану также будет максимальной.

После позиции VI полюс гироскопа будет спускаться вниз и перемещаться к меридиану. Жидкость начнет перетекать в северный сосуд, сила тяжести избытка жидкости, добавочная прецессия и вектор проекции полюса гироскопа будут уменьшаться.

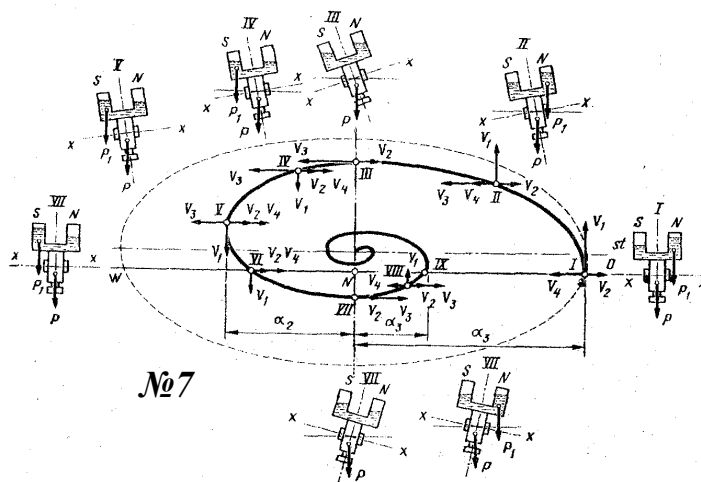
В позиции VII ось гироскопа имеет максимальный наклон, жидкости в обоих сосудах поровну и, следовательно, $P_I=0$.

При дальнейшем движении полюс гироскопа окажется в восточной половине горизонта, жидкость продолжает перетекать в северный сосуд и в нем создается избыток жидкости. Сила тяжести избытка создает такой момент относительно оси $уу$, который вызывает прецессию оси гироскопа к меридиану.

В позиции IX ось гироскопа горизонтальна, в северном сосуде максимальный избыток жидкости и полюс гироскопа продолжает свое движение по сходящейся спирали.

Колебания через некоторое время погасятся, и главная ось гироскопа займет устойчивое положение в меридиане. Северный конец ее будет приподнят над горизонтом на некоторый угол.

Вертикальная составляющая земного вращения ω_2 характеризует вращение меридиана наблюдателя вокруг отвесной линии zn . Таким образом, главная ось гироскопа оказывается как бы «привязанной» к земному меридиану и совершает движение вместе с ним.



№7

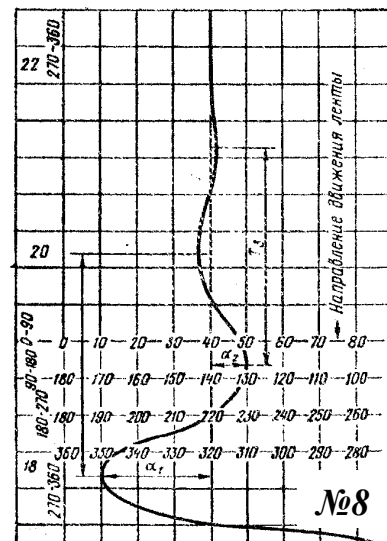
Время, в течение которого ось гироскопа совершает одно затухающее колебание при установившемся режиме, называется периодом затухающих колебаний T_3 .

Отношение двух последовательных отклонений оси гироскопа от меридиана называется **фактором затухания гироскопа**.

Период затухающих колебаний гироскопа, так же как и период незатухающих колебаний T_0 , зависит от широты места. Для одной и той же широты $T_3 > T_0$.

Значение периода затухающих колебаний для некоторых широт и фактор затухания даются в паспорте гироскопа. Значения их можно проконтролировать с помощью курсографа.

Курсограф – прибор, предназначенный для автоматической записи курса судна на движущейся ленте. На **рисунке 8** показана курсограмма – временная диаграмма затухающих колебаний оси чувствительного элемента.



ПОГРЕШНОСТИ ГИРОКОМПАСА

В идеальном случае главная ось чувствительного элемента должна установиться в истинном меридиане. В реальных же условиях вследствие наличия погрешностей ось чувствительного элемента оказывается отклоненной от истинного меридиана на угол $\Delta ГК$, который называют **общей поправкой гироскопа**.

По своей природе погрешности гироскопа бывают методическими, инструментальными и ошибками наблюдения.

Погрешности, возникающие вследствие несовершенства методов, положенных в основу конструкции гироскопических приборов, называются **методическими погрешностями**.

К методическим погрешностям относятся скоростная погрешность, инерционные погрешности, погрешность качки.

Погрешности, возникающие вследствие технического несовершенства, неточности изготовления, сборки и установки отдельных устройств гироскопа, называются **инструментальными погрешностями**.

К ним относятся: погрешность, обусловленная неравенством скоростей вращения роторов двухгироскопного чувствительного элемента; погрешность, обусловленная изменениями угловой скорости гироскопа вследствие изменения частоты или напряжения питания; погрешности, вызванные неточностью установки пелоруса репитера и нактоуза гироскопа.

Погрешности, возникающие вследствие неточности визирования объекта считывания отсчета со шкалы и другие неточности наблюдения субъективного характера, называются **ошибками наблюдения**.

Скоростная погрешность – погрешность, возникающая при движении судна с постоянными курсом и скоростью.

Для того чтобы облегчить учет скоростной погрешности гироскопа, на судах имеются специальные таблицы, линейка и монограммы. В гироскопах типа «Курс» имеется специальное устройство – скоростной корректор, с помощью которого скоростная погрешность исключается.

Инерционные погрешности – погрешности, возникающие под действием сил инерции при маневре судна.

Силы инерции, приложенные к центру тяжести чувствительного элемента, вызывают инерционную погрешность первого рода – δ_1 . Силы инерции, приложенные к жидкости жидкостного успокоителя, вызывают инерционную погрешность второго рода – δ_2 .

Силы инерции, приложенные к центру тяжести чувствительного элемента и действующие только во время маневра, вызывают прецессию главной оси xx . К окончанию маневра прецессия оси чувствительного элемента прекращается и ось оказывается отклоненной от меридиана на угол δ_1 . После окончания маневра ось чувствительного элемента будет совершать около меридиана затухающие колебания по спирали. Можно сделать так, чтобы при маневре судна ось чувствительного элемента не совершала колебаний около меридиана, а установилась в новый компасный меридиан сразу же после прекращения маневра. Для этого необходимо, чтобы период незатухающих колебаний $T_0=84,4$ мин. Выполнить это условие можно только в какой-нибудь одной широте. В отечественных гироскопах период незатухающих колебаний равен 84,4 мин в широте 60° . Эта широта называется расчетной и обозначается φ^* . В гирокомпасе «Курс-5» это условие выполняется в широтах от 20° до 80° за счет разворота гиromоторов чувствительного элемента на различные углы.

Условие, при котором ось чувствительного элемента переходит к меридиану во время маневра без колебаний, называется *условием аperiodического перехода оси гирокомпаса в новое положение равновесия*.

Если судно находится не в широте 60° , то условие аperiodического перехода оси чувствительного элемента в новое положение равновесия нарушается, и после окончания маневра ось xx будет совершать затухающие колебания.

Силы инерции, приложенные к жидкости жидкостного успокоителя, ускоряют или замедляют перетекание жидкости из сосуда в сосуд и тем самым нарушают установившийся режим работы жидкостного успокоителя. Поэтому прецессия оси чувствительного элемента будет продолжаться и после окончания маневра, до тех пор, пока в жидкостном успокоителе не установится стационарный режим работы. Это означает, что инерционная погрешность второго рода – δ_2 – достигает максимального значения после окончания маневра (примерно через четверть T_0).

Для исключения этой погрешности в некоторых гирокомпасах делают специальное приспособление, перекрывающее трубку сообщающихся сосудов жидкостного успокоителя на время маневра.

Инерционные погрешности существуют во время маневра и примерно 30–40 мин после окончания маневра судна. Поэтому к показаниям гирокомпаса в течение этого времени следует относиться критически.

Суммарная погрешность зависит от широты места, скорости судна и величины изменения курса. В широтах менее 70° и при скоростях судна до 12 узлов инерционные погрешности незначительны и ими пренебрегают. В высоких же широтах плавания даже на малых скоростях (8–9 узлов) при изменении курса более 90° суммарная погрешность достигает $5-6^\circ$.

Погрешность качки – погрешность, возникающая под действием сил инерции при качке судна δ_k .

Силы инерции, возникающие при качке судна, носят колебательный характер и

сложным образом воздействуют на чувствительный элемент. Рассчитать и учесть погрешность качки так, как это делается со скоростной погрешностью, практически невозможно. Погрешность качки в гирокомпасах типов «Амур» и «Курс» исключается применением двухгироскопных чувствительных элементов. Два гироскопа, расположенных в горизонтальной плоскости перпендикулярно друг другу и связанных между собой специальной связью, сохраняют положение чувствительного элемента во время качки в горизонтальной плоскости, при этом $\delta_K=0$.

Инструментальные погрешности. Инструментальные погрешности условно можно разделить на две группы. К первой отнести такие погрешности, которые возникают при изменении условий работы устройства, например из-за отклонения скорости вращения роторов гироскопа при изменении питающих напряжений или электропроводности поддерживающей жидкости. Совокупность изменяющихся инструментальных погрешностей обозначим δ_{II} .

Ко второй группе инструментальных погрешностей отнесем погрешности, которые с течением времени остаются постоянными, легко исключаются и учитываются.

Обозначим совокупность постоянных погрешностей δ_{II} . К постоянным погрешностям относятся погрешности, возникающие из-за неточной установки пелоруса репитера, нактоуза основного прибора гирокомпаса, рассогласования репитеров с основным прибором гирокомпаса.

Определение и исключение постоянной погрешности можно производить различными методами, описанными в правилах штурманской службы.

Для исключения рассогласования репитеров с основным прибором гирокомпаса согласовывают все репитеры при работающем компасе с точностью до $0,1^\circ$.

Постоянная погрешность гирокомпаса, причина которой не установлена, определяется путем пеленгования береговых ориентиров, истинное направление которых известно, и исключается путем разворота нактоуза основного прибора гирокомпаса относительно его основания.

Общая поправка гирокомпаса. Из рассмотрения погрешностей следует, что общая поправка гирокомпаса $\Delta GK = \delta_v + \delta_I + \delta_2 + \delta_K + \delta_{II} + \delta_{III}$.

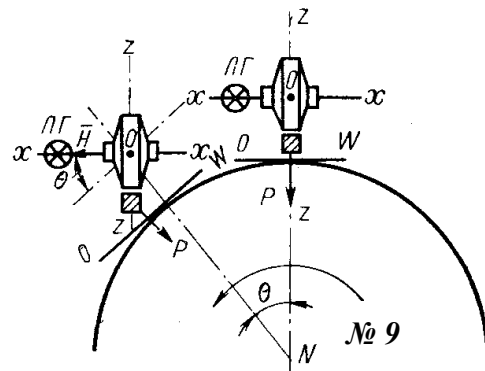
Так как погрешности, входящие в общую поправку, зависят от условий плавания и условий работы приборов, то ΔGK не является постоянной величиной. Судоводитель обязан систематически проверять стабильность общей поправки гирокомпаса во время плавания судна постоянными курсом и скоростью по пеленгам створов и небесных светил, сличением курсов по гироскопическому и магнитному компасам.

Поправка гирокомпаса особо тщательно определяется после длительной стоянки судна, смены гиросферы и поддерживающей жидкости, ремонта периферийных приборов, когда выявлено изменение поправки. Постоянство общей поправки при неизменном движении судна свидетельствует о исправной и качественной работе гирокомпаса.

ПРИДАНИЕ ГИРОСКОПУ СВОЙСТВ КОМПАСА

Чтобы превратить свободный гироскоп в гирокомпас, необходимо компенсировать отклонение его главной оси от плоскости истинного меридиана под воздействием вертикальной составляющей земного вращения и создать условия, при которых главная ось стремилась бы к плоскости меридиана, если бы по каким-либо причинам она из нее вышла.

Для создания направляющей силы, заставляющей приводить главную ось гироскопа в плоскость меридиана и оставаться в ней, используется второе свойство гироскопа – свойство прецессии. В современных гироскопах направляющая сила создается двумя способами: подвешиванием к гироскопу маятника и при помощи сообщающихся сосудов с жидкостью. С помощью таких устройств гироскопический компас приходит в меридиан (как и маятниковый) затухающими колебаниями.



В следующий момент времени в результате вращения Земли плоскость истинного горизонта повернется в пространстве на некоторый угол Θ (восточная часть горизонта опустится) и ось xx , сохраняя первоначальное направление, составит с горизонтом такой же угол Θ . Сила тяжести P , направленная всегда по отвесной линии, введет относительно оси yy момент L , вектор которого направлен вдоль оси yy к северу (т.е. на нас). Под действием момента L гироскоп начнет совершать прецессионное движение вокруг оси zz , направление которого определится по правилу полюсов: полюс гироскопа (ПГ) в прецессионном движении стремится к полюсу момента внешней силы, т.е. конец вектора H пойдет к северу N .

СУДОВЫЕ ГИРОКОМПАСЫ

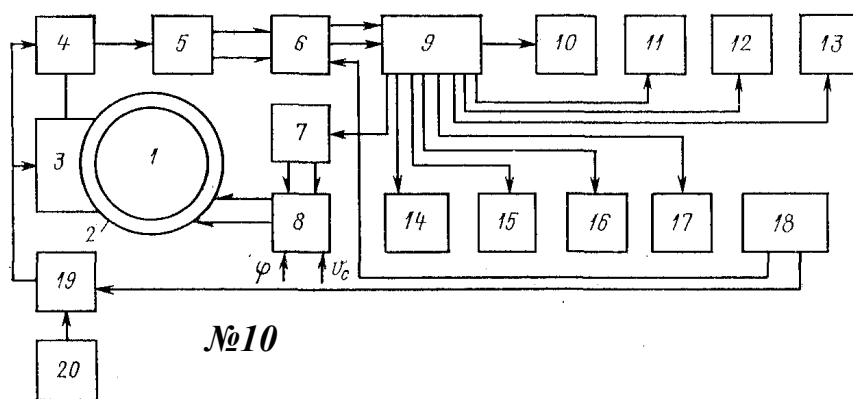
На судах морского флота используются двухгироскопные и одногироскопные компасы. В зависимости от способа получения компасного эффекта используют гирокомпасы двух видов – маятниковые и с косвенным управлением, а в зависимости от введения компенсации девиацией – корректируемые и некорректируемые. В маятниковых компасах (типа «Курс», «Амур») гироскоп управляется непосредственно физическим маятником, который создается смещением центра тяжести чувствительного элемента относительно центра подвеса. В компасах с косвенным (электромагнитным) управлением (типа «Вега») используются специальные следящие и управляющие системы.

Конструкции гирокомпасов, применяющихся на флоте, состоят из двух основных частей: гироскопического чувствительного элемента (ЧЭ), содержащего гироскопы и датчик ускорений (датчик отклонения оси гироскопа от плоскости истинного меридиана), и карданного подвеса ЧЭ с устройствами стабилизации и управления.

Чувствительный элемент гирокомпасов выполняется в виде камеры, называемой *гирикамерой*, с помещенным внутри нее одним или двумя гиромоторами. У одноступенчатых гирокомпасов гирикамеры делают различной формы, а у двухступенчатых гирикамеру обычно изготавливают в виде сферы (шара), и называется она *гиросферой*.

Особенностью компаса с косвенным управлением является возможность использования его в качестве гирокомпаса и гироазимута благодаря наличию в нем двух самостоятельных систем управления в пространстве и стабилизации от возмущающих моментов. Такие компасы называют гирокурсоуказателями (ГКУ).

Типовая структурная схема гирокомпаса показана на рисунке 10. В основном приборе расположен чувствительный элемент 1 (гироскоп с устройством для преобразования его в гирокомпас и погашения незатухающих колебаний), указывающий направление гирокомпасного меридиана. Дистанционная передача показаний гирокомпаса обеспечивается с помощью следящей и репитерной системы.



№10

Следящая система

состоит из следящего элемента 2, датчика сигнала рассогласования 3, усилителя 4, следящего двигателя 5, сельсина-датчика 6 и сельсин-азимутального двигателя 7. При изменении курса следящий элемент рассогласуется с чувствительным и возникает сигнал рассогласования, который усиливается и вызывает работу следящего двигателя 5. Следящий двигатель разворачивает сельсин-датчик репитерной системы, синхронно с которым разворачивается принимающий сельсин-азимутальный двигатель 7. Сельсин-азимутальный двигатель через корректор скоростной погрешности 8 разворачивает следящий элемент 2 в сторону, противоположную повороту судна, и согласует его с чувствительным элементом 1.

Репитерная система состоит из сельсина-датчика 6, к которому через коммутационную коробку 9 с предохранителями подключены принимающие сельсины репитеров: для пеленгования 10, рулевого 11, в штурманской рубке 12, курсографа 13, радиолокатора 14, радиопеленгатора 15, авторулевого 16, в каюте капитана 17.

Питание от судовой сети подается на станцию питания 18. Со станции питания однофазное переменное напряжение подается на обмотки возбуждения сельсинной репитерной системы. Судовое напряжение через станцию питания 18 подается на двигатель агрегата питания 19. Генератор агрегата вырабатывает переменный трехфазный ток повышенной, частоты (330—500 Гц), который поступает на питание чувствительного элемента и следящей системы. Для того чтобы колебания напряжения судовой сети не сказывались на работе гирокомпаса агрегат питания снабжен автоматическим регулятором оборотов АРО (блоком регулировки частоты) 20. Основной

прибор и агрегат питания устанавливают в специальном помещении, называемом *гиропостом*, ближе к центру качения судна. Основные приборы размещают в рулевой рубке и на мостике.

Источники питания гирокомпасов. В качестве источников питания для гирокомпасов применяются специальные агрегаты типа АМГ. Для гирокомпасов «Курс» используются АМГ-201 или АМГ-4 в зависимости от рода тока судовой сети. Для гирокомпасов «Амур» – АМГ-202 или АМГ-10 с магнитным регулятором оборотов. АМГ-201 и АМГ-202 применяются только на судах с бортовой сетью переменного трехфазного тока напряжением 220, 380 В, частотой 50 Гц. При этом агрегаты, рассчитанные на напряжение 380 В, имеют шифр АМГ-201А и АМГ-202А, а агрегаты на 220 В — шифр АМГ-201Б и АМГ-202Б.

ГИРОКОМПАС «КУРС-4»

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И КОМПЛЕКТАЦИЯ ГИРОКОМПАСНОЙ УСТАНОВКИ

Гирокомпас «Курс-4» является двухроторным, с жидкостным подвесом чувствительного элемента и следящей системой, действие которой основано на схеме моста сопротивлений.

Для превращения гироскопа в гирокомпас использован твердый маятник, для чего центр тяжести чувствительного элемента смещен вниз по оси zz .

Незатухающие колебания чувствительного элемента гасятся методом горизонтального момента, создаваемого масляным успокоителем.

Прибор снабжен электромагнитным устройством для ускоренного приведения чувствительного элемента в меридиан. Время прихода гирокомпаса в меридиан в зависимости от широты от 2,5 до 7 ч.

Показания основного компаса передаются на приборы курсоуказания по схеме синхронной передачи *ССП*. Наличие магнитного усилителя в следящей системе позволяет подключать к гирокомпасу до 20 принимающих приборов. Точность передачи показаний основного компаса на принимающие приборы – $0,1^\circ$.

Гирокомпасная установка питается от сети переменного трехфазного тока напряжением 220 или 380 В, частотой 50 Гц, или от сети постоянного тока 110 или 220 В соответственно через преобразователи АМГ-201 и АМГ-4. При этом потребляемая мощность составляет около 1 кВт. Наибольшая потребляемая мощность в пусковом режиме около 4 кВт.

Точность показаний гирокомпаса: на неподвижном основании $\pm 0,2^\circ$, на движущемся с постоянной скоростью и курсом судне $\pm 1,0^\circ$.

Для исключения скоростной погрешности гирокомпас имеет полуавтоматический настольный корректор.

Расчетная широта гирокомпаса $\varphi^*=60^\circ$; расчетный период незатухающих колебаний $T_0=84,4$ мин. Гарантийный срок работы чувствительного элемента 3000–5000 ч.

Гарантийный срок работы всего комплекта гирокомпаса с заменой (в случае необходимости) отдельных деталей и электроэлементов (в пределах ЗИПа) 10 000 ч.

Ниже приводятся шифр, наименование и назначение приборов, входящих в комплект гирокомпасной установки «Курс-4» для работы от судовой сети переменного тока.

Прибор 1М – основной компас. Является главным прибором в комплекте, так как в нем находится основная часть гирокомпаса – гиросфера, линия *NS* которой указывает гирокомпасный меридиан.

Прибор 4Д – пусковой прибор, служит для подачи питания в схему гирокомпасной установки, разветвления различных цепей схемы, их защиты от короткого замыкания и перегрузки, а также для контроля величины токов, потребляемых чувствительным элементом и следящей системой,

Прибор 9Б – трансляционно-усилительный прибор, применяется для усиления сигнала рассогласования следящей сферы с гиросферой и отработки показаний чувствительного элемента на следящую сферу и приборы курсоуказания.

Прибор 10М – сигнальный прибор, предназначен для подачи звукового и световых сигналов в случае нарушения режима работы основных узлов гирокомпаса.

Прибор 12М – помпа охлаждения, служит для подачи охлаждающей жидкости в змеевик системы охлаждения основного компаса.

Прибор 15А (или ЗУ-2) – защитно-разветвительная коробка, применяется для подключения приборов курсоуказания и защиты их цепей от короткого замыкания и перегрузки.

Прибор 17 – выключатель затухания, используется для ручного или автоматического выключения успокоителя колебаний чувствительного элемента. Иногда комплект поставляется без прибора 17.

Прибор 18 – агрегат питания, служит для преобразования судового напряжения.

Прибор 19А – репитер, используется для указания курса судна и пеленгования.

Приборы 38 и 38А – настенный репитер и репитер с подвесом.

Прибор 20А – пелорус, служит для подвеса прибора 19А.

Прибор 34А – штурманский пульт. Служит для указания и автоматической записи курса судна, дистанционной установки корректора и подачи сигналов, обеспечивающих контроль за работой гирокомпаса.

Приборы 22А и ПКГ-2 – пеленгаторы, визирный и оптический.

Прибор 25 – ящик с запасными частями и инструментами (ЗИП).

Приборы 1М, 4Д, 9Б, 10М и 18 устанавливаются в специальном помещении, называемом гиропостом.

В штурманской рубке устанавливают приборы 17 и 34А.

Прибор 15А (или ЗУ-2) устанавливают в защищенном от влаги помещении, выбранном с таким расчетом, чтобы расход кабеля, подводимого от него к репитерам, был наименьшим.

ОСНОВНОЙ КОМПАС

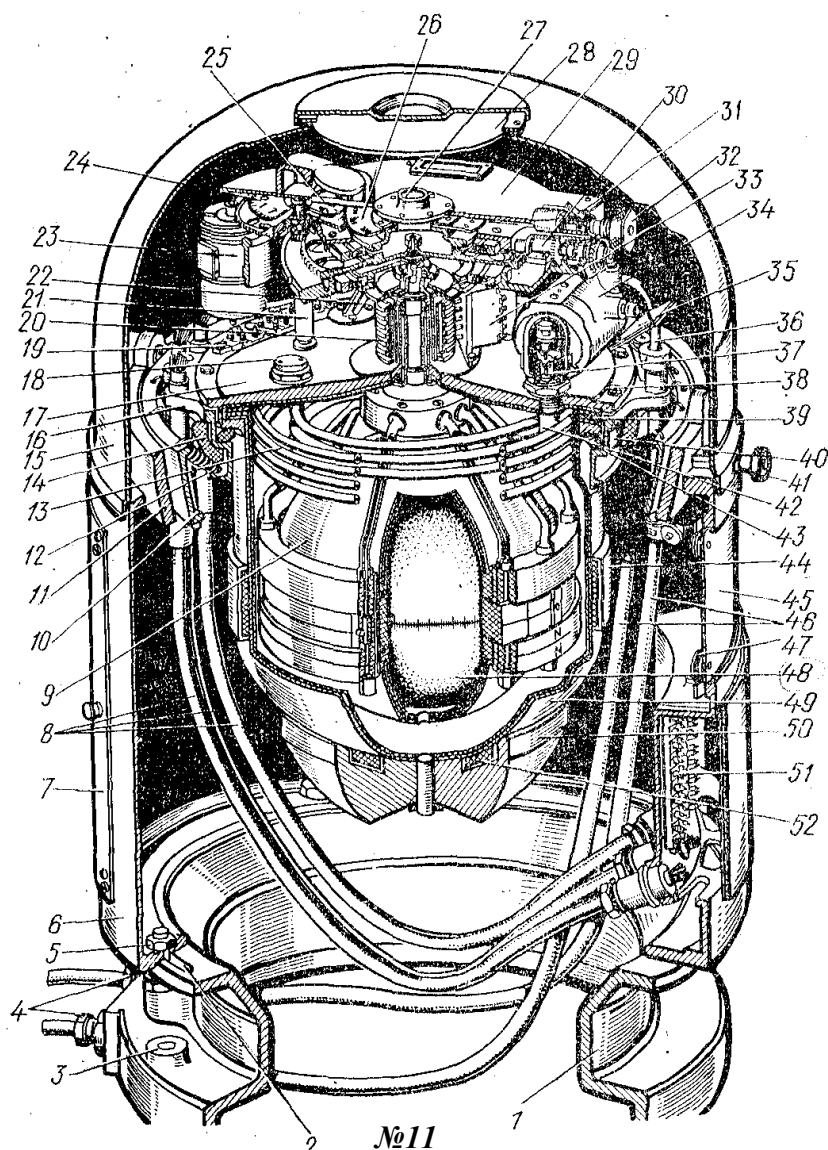
В основном компасе (прибор 1М) находится чувствительный элемент – гиросфера, а также ряд дополнительных деталей и устройств для обеспечения подвеса чувствительного элемента, его работы и передачи показаний в различные пункты судна. Все части, из которых состоит основной компас, можно подразделить на подвижные и неподвижные относительно судна.

К подвижным частям относятся чувствительный элемент, следящая сфера, азимут-мотор и механизм корректора.

К неподвижным относительно судна частям относятся нактоуз, резервуар для поддерживающей жидкости, его крышка, называемая «столом», элементы системы охлаждения и устройство для ускоренного приведения чувствительного элемента в меридиан.

На рисунке 11 показана конструкция основного компаса с его узлами и деталями.

1 – основание нактоуза; 2 – отверстия для болтов крепления; 3 – отверстия для крепления к палубе; 4 – штуцеры для трубопровода охлаждающей воды; 5 – болт крепления цилиндрической части нактоуза к основанию; 6 – цилиндрическая часть нактоуза; 7 – съемная крышка; 8 – гибкие кабели питания; 9 – следящая сфера; 10 – внутреннее кольцо карданового подвеса; 11 – наружное кольцо карданового подвеса; 12 – пружинный подвес; 13 – змеевик охлаждения; 14 – прокладка из пористой резины; 15 – колпак нактоуза; 16 – приливы для крепления кабелей питания; 17 – стол гирокомпаса; 18 – винтовая пробка к отверстию для залива и замера поддерживающей жидкости; 19 – клеммные платы стола; 20 – коллектор; 21 – ножка корректора картушки точного отсчета; 22 – термометр; 23 – азимутальный двигатель; 24 – картушка точного отсчета; 25 – курсовая черта; 26 – картушка грубого отсчета; 27 – уровень; 28 – верхнее застекленное окно колпака; 29 – корректор; 30 – втулка с резьбой для перемещения каретки; 31 – стопор; 32 – маховик для ручной установки корректора; 33 – щеткодержатель; 34 – электродвигатель корректора; 35 – зеркало; 36 – патрубок системы охлаждения; 37 – сигнальное термореле; 38 – болты крепления стола; 39 – Г-образная резиновая прокладка; 40 – внутреннее кольцо пружинного подвеса; 41 – стопор колпака нактоуза; 42 – стакан термореле; 43 – круглая резиновая прокладка; 44 – статорные обмотки системы ускоренного приведения в меридиан; 45 – задвижная крышка на роликах; 46 – резиновые шланги системы охлаждения; 47 – ролики крышки; 48 – гирисфера; 49 – резервуар; 50 – балансирный груз; 51 – клеммные платы; 52 – обмотка системы сигнализации положения гирисферы по высоте



ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ И ЕГО ПОДВЕС

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (гиросфера) представляет собою герметическую сферу, внутри которой расположены два гиromотора, жидкостный успокоитель, реле выключателя затухания и «катушка электромагнитного дутья».

Корпус гиросферы (рисунк 12) состоит из двух латунных полусфер, облицованных снаружи эбонитом. При сборке чувствительного элемента полусферы спаиваются, причем спайка замазывается специальной мастикой и закрывается эбонитовым пояском, что обеспечивает герметичность и правильность геометрической фигуры гиросферы. Гиросфера представляет собой сложное устройство. Вскрытие ее на судне категорически воспрещается.

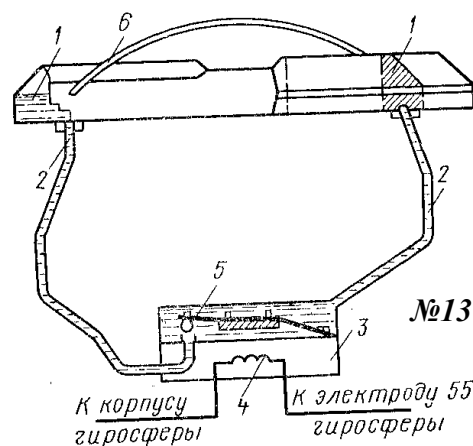
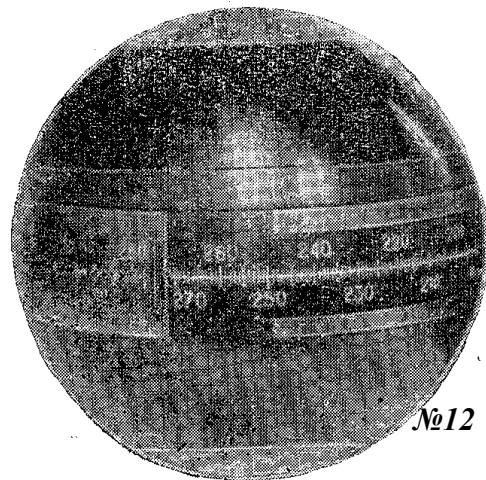
Основным элементом гиросферы является гироскопическая система, состоящая из двух одинаковых гиromоторов. **Гиromоторы** установлены в специальном кронштейне, который крепится к нижней полусфере. Кронштейн и камеры гиromоторов изготовлены из специального сплава, называемого «электроном» и состоящего в основном из магния и алюминия. Этот сплав обладает малой плотностью.

Внутри гиросферы гиromоторы могут поворачиваться около вертикальных осей только в противоположные стороны, что обеспечивается антипараллелограммным механизмом. Величина углового поворота ограничивается упорами в пределах $\pm 7^\circ$.

Для смазки подшипников гиromоторов в нижнюю часть гиросферы наливается 110 г масла. Масло к подшипникам подается капиллярным способом по трубкам со специальной набивкой.

Жидкостный успокоитель (рисунк 13) помещается на кронштейне. Он служит для погашения незатухающих колебаний чувствительного элемента. Успокоитель выполнен в виде кольцеобразного желоба, с северной и южной сторон которого расположено по одному сосуду. Оба сосуда заполнены примерно до половины маслом. Каждый из сосудов разделен перегородкой на два отсека, соединенных между собой тройниками, для предупреждения погрешности гироскопа на качке за счет перетекания масла в успокоителе в плоскости O^st-W . Диаметр тройников подобран таким, чтобы период собственных колебаний масла в этой плоскости был равен примерно периоду качки. Сосуды соединены двумя трубками. Нижняя трубка служит для перетекания масла, а верхняя — для перетекания воздуха, вытесняемого маслом.

Реле выключателя затухания находится в камере, через которую проходит нижняя трубка, соединяющая сосуды успокоителя. При подаче тока в обмотку реле его якорь, несущий на себе клапан, притягивается к электромагниту, перекрывает трубку успокоителя и тем самым прекращает перетекание масла из одного сосуда в



другой. Реле включается при маневре судна для предупреждения инерционной погрешности второго рода.

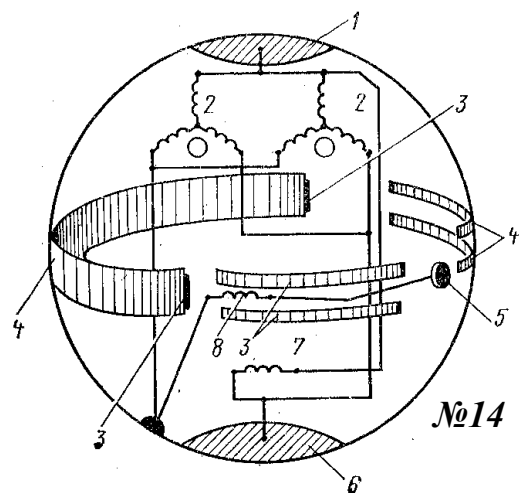
В нижней части гиросферы уложена **катушка электромагнитного дутья**.

После сборки гиросфера заполняется водородом, который предупреждает коррозию металла, а также уменьшает трение гиromоторов, так как плотность водорода в 16 раз меньше плотности воздуха. Кроме того, имея хорошую теплопроводность, водород улучшает отдачу тепла от гиromоторов корпусу гиросферы и окружающей гиросферу среде.

Центр тяжести гиросферы ниже центра ее величины примерно на 6 мм. Это расстояние называется метацентрической высотой гиросферы. Диаметр гиросферы 252 мм.

По экватору гиросферы нанесена шкала с делениями от 0 до 360°, с ценой каждого деления 1°. Шкала оцифрована через каждые 10°, причем так, что деления 0 и 180° совпадают с линией *NS* гиросферы (0° совпадает с *S*). Экваториальная шкала служит для определения положения гиросферы в азимуте, а экваториальная линия — для определения положения гиросферы по высоте.

На **рисунке 14** показана принципиальная электрическая схема чувствительного элемента. 1 — верхняя полярная шапка; 2 — обмотки статора; 3 — угольные электроды; 4 — экваториальные электроды; 5 — круглый электрод; 6 — нижняя полярная шапка; 7 — обмотка катушки электромагнитного дутья; 8 — обмотка реле выключателя затухания.



Для подводки электрического питания к гиromоторам, катушке электромагнитного дутья и обмотке реле выключателя затухания гиросфера имеет на своей поверхности графито-эбонитовые электроды: два полярных (полярные шапки), широкий экваториальный полупояс, четыре узких (в виде полос) и небольшой круглый электрод (пятачок) на экваторе гиросферы.

Полярные шапки, выдавленные из латуни и покрытые графито-эбонитом, наложены на полюсы гиросферы и изолированы от ее корпуса. В центре полярных шапок имеются токоведущие буксы, входящие внутрь гиросферы. К этим буксам внутри гиросферы припаяны проводники, идущие к электрическим узлам гиросферы.

Широкий полупояс и четыре узкие полосы являются экваториальными электродами гиросферы. Экваториальные электроды изготовлены из графито-эбонита и наложены непосредственно на латунный каркас гиросферы. С этих электродов питание к электрическим узлам гиросферы подводится по проводникам, которые припаяны к корпусу гиросферы.

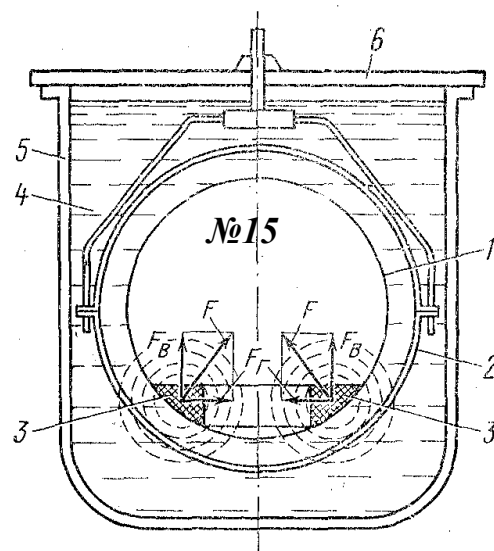
Широкий полупояс расположен по дуге 272°–0–88°. Этот электрод участвует в работе следящей системы, поэтому на концах полупояса запрессованы угольные электроды следящей системы. Четыре узкие полосы расположены симметрично, по две с каждой стороны экваториальной линии, расстояние между ними по высоте равно ширине угольных электродов следящей системы.

Кроме того, в промежутке между узкими полосами на делении 180° экваториальной шкалы расположен круглый электрод, изолированный от корпуса гиросферы. Этот электрод электрически соединен с обмоткой реле выключателя затухания.

Для питания гиросферы первая фаза подается на верхнюю полярную шапку, вторая – на нижнюю и третья – на экваториальные электроды.

Из теории известно, что подвес чувствительного элемента должен обеспечивать максимальное исключение сил трения относительно вертикальной оси. В giroкомпасе «Курс-4», как и во всех двухроторных giroкомпасах этого типа, применяется жидкостный подвес чувствительного элемента.

Жидкостный подвес. Гиросфера помещается в следящую сферу и вместе с ней полностью погружается в поддерживающую токопроводящую жидкость, налитую в резервуар (рисунк 15). 1 – гиросфера; 2 – следящая сфера; 3 – катушка электромагнитного дутья; 4 – поддерживающая жидкость; 5 – резервуар; 6 – стол. Следящая сфера негерметична, и поэтому гиросфера плавает в ней, имея небольшую отрицательную плавучесть.



Поддерживающая жидкость представляет собою смесь дистиллированной воды, глицерина, буры и формалина. Глицерин придает смеси плотность, необходимую для плавучести гиросферы. Бура служит для улучшения токопроводимости жидкости, так как электрическое питание к электродам гиросферы подводится непосредственно через поддерживающую жидкость. Формалин предупреждает развитие микроорганизмов, увеличивая таким образом срок службы жидкости.

При рабочей температуре поддерживающей жидкости ($+39^\circ$) гиросфера имеет отрицательную плавучесть в 30 г. Компенсация этой плавучести осуществляется кольцообразной катушкой электромагнитного дутья, укрепленной в нижней части гиросферы.

Катушка электромагнитного дутья изготовлена из медной изолированной проволоки, наложенной на алюминиевый каркас, и питается переменным током напряжением 120 В, частотой 330 Гц. При прохождении тока вокруг катушки образуется переменное магнитное поле, которое индуктирует в алюминиевом каркасе следящей сферы вихревые токи. Магнитное поле последних, взаимодействуя с магнитным полем катушки, препятствует опусканию гиросферы на дно следящей сферы. Отталкивающие силы F направлены к центру гиросферы. Разложим их на горизонтальные F_H и вертикальные F_B составляющие.

Вертикальные силы F_B поддерживают гиросферу, не давая ей опускаться на следящую сферу. При опускании гиросферы нижний зазор между гиросферой и следящей сферой уменьшается, что приводит к увеличению вихревых токов в корпусе следящей сферы, увеличению подъемной силы F_B и, следовательно, к всплытию гиросферы. При подъеме гиросферы выше ее среднего положения сила электромагнитного дутья уменьшается и гиросфера опускается.

При качке и изменении режима движения судна, а также при ударах и сотрясениях корпуса судна возникают силы инерции, стремящиеся прижать гиросферу к

стенкам следящей сферы. В этом случае нарушается равенство величин центрирующих сил F_G и их равнодействующая возвращает гиросферу в среднее положение, т.е. центрирует ее. Если, например, гиросфера приблизится к левой стенке следящей сферы, то левая сила F_G возрастет, а правая уменьшится, и их равнодействующая, направленная вправо, возвратит гиросферу в среднее положение. При устойчивой же работе прибора равнодействующая центрирующих сил F_G равна нулю.

При нормальной плотности поддерживающей жидкости геометрические центры гиросферы и следящей сферы совпадают. При этом верхний и нижний зазоры между гиросферой и следящей сферой составляют 6–8 мм, а боковые зазоры – 4 мм. Неравенство зазоров объясняется утолщением следящей сферы по экватору.

Электромагнитное дутье обеспечивает центрирование гиросферы в следящей сфере только в том случае, когда плотность поддерживающей жидкости не выходит из определенных пределов. Плотность жидкости зависит от ее температуры, которая при работе гирокомпаса может колебаться при изменении температуры наружного воздуха в гиропосту. Если температура поддерживающей жидкости увеличивается, то ее плотность уменьшается и гиросфера опускается. При уменьшении температуры плотность жидкости увеличивается и гиросфера всплывает.

В гирокомпасе «Курс-4» допустимые колебания гиросферы по высоте составляют ± 2 мм. Для этого температура поддерживающей жидкости не должна выходить из пределов 37–41°.

Для поддержания постоянства температуры в указанных пределах гирокомпас имеет автоматически действующую систему охлаждения.

За положением гиросферы в следящей сфере можно наблюдать через смотровое окно резервуара и прозрачные сегменты следящей сферы, расположенные по ее экватору.

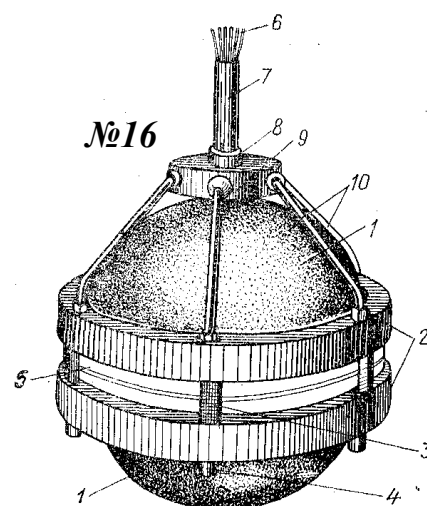
Жидкостный подвес при наличии следящей системы практически исключает силы трения гиросферы о жидкость и таким образом обеспечивает высокую чувствительность гирокомпаса. Однако такой подвес имеет существенный эксплуатационный недостаток, а именно – требует принудительного охлаждения.

СЛЕДЯЩАЯ СФЕРА

Следящая сфера, являясь основной частью следящей системы, служит одновременно для обеспечения подвеса чувствительного элемента и подведения к нему электрического питания.

Следящая сфера (**рисунк 16**) состоит из следующих основных частей: двух чаш, держателя со стержнями, двух токопроводящих колец с электродами, эбонитовых колодок и смотровых застекленных окон. 1 – следящие чаши; 2 – экваториальные кольца; 3 – эбонитовые колодки; 4 – шайбы; 5 – стёкла; 6 – проводники; 7 – держатель; 8 – подшипник; 9 – диск держателя; 10 – стержень держателя.

Следящие чаши 1 представляют собой выдавленные из алюминиевых листов полусферы, покрытые снаружи эбонитом, а с внутренней стороны – эбонитом и графито-эбонитом. Графито-эбонитовая масса, являющаяся проводником, накладывается на полюс каждой



полусферы с внутренней стороны и тоже носит название «полярной шапки». Полярные шапки не изолированы от полусфер. Обе чаши на полюсах имеют отверстия для доступа поддерживающей жидкости внутрь следящей сферы.

Полусферы укреплены на экваториальном поясе следящей сферы, который состоит из двух эбонитовых экваториальных колец 2.

В верхней и нижней частях экваториального пояса с внутренней стороны запрессованы токопроводящие кольца.

Токопроводящие кольца изготовлены из латуни, покрыты снаружи эбонитом, а с внутренней стороны – эбонитом и тремя графитовыми секторами (электродами), расположенными так, что при работе чувствительного элемента они находятся напротив соответствующих электродов гиросферы.

Между эбонитовыми кольцами находятся семь **эбонитовых колодок** (распорок) 3 в соответствии с числом стержней держателя. В двух противоположных колодках вмонтированы два электрода, которые называются следящими электродами. Следящие электроды при работе гиросферы расположены у срезов широкого полупояса гиросферы.

В колодке, расположенной напротив круглого электрода гиросферы, также вмонтирован электрод.

Застекленные смотровые окна, служащие для наблюдения за гиросферой, расположены между эбонитовыми колодками. На стеклах 5 с внутренней и наружной сторон нанесены горизонтальные линии, по которым можно определить положение гиросферы по высоте. В углах стекла имеются срезы, служащие для лучшего доступа поддерживающей жидкости внутрь следящей сферы.

Держатель 7 представляет собой полый латунный стержень, покрытый снаружи эбонитом. В нижней части держатель заканчивается утолщенным эбонитовым диском 9, по окружности которого расположены семь латунных боек для крепления семи стержней держателя. К бойкам припаиваются изолированные друг от друга проводники 6, которые проходят внутри держателя и выходят в его верхней части. После припайки проводников нижняя полая часть держателя заливается карбинолом.

Стержни 10 держателя проходят через верхнее и нижнее эбонитовые кольца и эбонитовые колодки. Наружная поверхность стержней покрыта слоем эбонита. На концы стержней навинчены эбонитовые шайбы 4, изолирующие стержни от поддерживающей жидкости.

Между соответствующими стержнями и электродами следящей сферы осуществляется электрический контакт при помощи контактных винтов. Отверстия, через которые ввинчиваются контактные винты, закрыты эбонитовыми пробками.

Следящая сфера верхней частью держателя пропускается через центральное отверстие в столе гирокомпаса и подвешивается на двух бронзовых подшипниках 8. После этого на верхнюю часть держателя надевается коллектор следящей сферы с контактными кольцами. Коллектор при помощи эксцентрикового натяга и специальной гайки укрепляется на следящей сфере наглухо.

На **рисунке 17** приведена электрическая схема подводки питания к гиросфере через следящую сферу.

Гиросфера питается трехфазным током напряжением 120 В, частотой 330 Гц, который подается от агрегата питания на клеммные платы стола гирокомпаса. С клемм 27, 28 и 29 стола гирокомпаса трехфазный ток поступает через щетки на контактные

кольца коллектора: 1-я фаза (клемма 27) поступает на третье снизу кольцо, 2-я фаза (клемма 28) – на второе снизу кольцо и 3-я фаза (клемма 29) – на нижнее кольцо.

Первая фаза (27) с контактного кольца коллектора поступает внутрь держателя по проводнику, который припаян к стержню 27 держателя. По стержню держателя ток поступает на контактный винт 27, который соединяет стержень с корпусом верхней следящей чаши, откуда ток первой фазы поступает на верхнюю полярную шапку следящей сферы, с нее через поддерживающую жидкость на верхнюю полярную шапку гиросферы и далее через буксу – внутрь гиросферы на первую фазу статоров гиромоторов.

Вторая фаза (28) с контактного кольца коллектора поступает внутрь держателя по проводнику, который припаян к стержню 28 держателя. По стержню ток поступает на контактный винт 28, который, соединяет стержень с корпусом нижней следящей чаши. С корпуса нижней следящей чаши ток второй фазы идет на нижнюю полярную шапку следящей сферы и далее через поддерживающую жидкость – на полярную шапку гиросферы. С нижней полярной шапки гиросферы через буксу ток подается внутрь гиросферы на вторую фазу статоров гиромоторов.

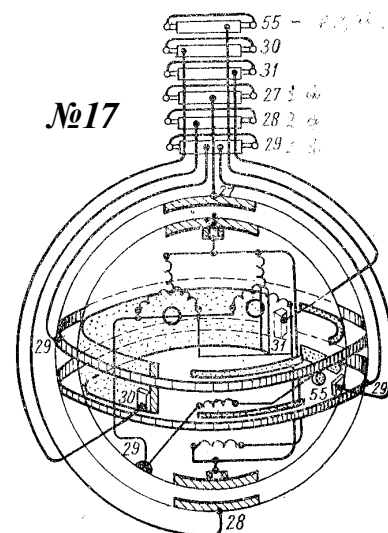
Третья фаза (29) с нижнего контактного кольца коллектора поступает по двум проводникам внутри держателя к двум стержням держателя под номерами 29. По этим стержням через контактные винты 29 ток поступает на верхнее и нижнее токопроводящие кольца следящей сферы. С колец через их графито-эбонитовые секторы и поддерживающую жидкость ток третьей фазы поступает на экваториальные электроды гиросферы – на широкий полупояс и четыре узкие графито-эбонитовые полосы. С широкого полупояса ток подается на третью фазу статоров гиромоторов.

Концы обмотки электромагнитного дутья подключены к верхней и нижней полярным шапкам гиросферы, т.е. к первой и второй фазам. На верхнее контактное кольцо 55 коллектора также подводится первая фаза (27) по проводнику, который проходит через выключатель затухания (прибор 17). С верхнего контактного кольца первая фаза поступает внутрь держателя по проводнику, который припаян к стержню 55 держателя. По стержню держателя ток поступает на контактный винт 55, с него – на электрод следящей сферы, расположенный напротив круглого электрода гиросферы. С этого электрода ток проходит через поддерживающую жидкость на круглый электрод 55 гиросферы, к которому присоединен один конец обмотки реле выключателя затухания. Второй конец этой обмотки присоединяется к корпусу гиросферы и замыкается на третью фазу. Таким образом, обмотка реле выключателя затухания питается от первой и третьей фаз.

Вследствие большого расстояния между электродами различных фаз по сравнению с расстояниями между электродами одинаковых фаз утечка токов между фазами незначительна.

АЗИМУТ-МОТОР

Азимут-мотор является составной частью следящей системы и служит для согласования следящей сферы с гиросферой.



Азимут-мотор представляет собой сельсин-приемник типа БС-404А. Он крепится к корректору и через шестерни последнего механически связан со следящей сферой. На верхней части коллектора следящей сферы укреплен поводок, на конце которого имеется шарик, при помощи которого следящая сфера соединяется с диском компасных курсов корректора, а последний через диск истинных курсов и зубчатую передачу связан с азимут-мотором. Кроме того, азимут-мотор электрически связан с сельсином-датчиком БД-501А, находящимся, в трансляционно-усилительном приборе (прибор 9Б).

При рассогласовании следящей сферы с гиросферой нарушается равенство переходных сопротивлений жидкости между срезами широкого полупояса гиросферы и следящими электродами следящей сферы. Сигнал рассогласования после усиления поступает во вспомогательную обмотку следящего двигателя АДП-261 в трансляционно-усилительном приборе. Следящий двигатель начинает работать и поворачивает механически связанный с ним ротор датчика. Датчик заставляет синхронно отрабатывать электрически связанный с ним азимут-мотор, а последний поворачивает следящую сферу в сторону согласования с гиросферой.

КОРРЕКТОР

Корректор служит для исключения из показаний гироскомпаса скоростной погрешности.

В гироскомпасах типа «Курс» корректор установлен на столе основного компаса на трех колонках и называется настольным корректором.

НАКТОУЗ С КАРДАНОВЫМ ПОДВЕСОМ

Нактоуз (рисунк 11) является корпусом основного компаса, в котором смонтированы его узлы и детали. Нактоуз состоит из трех частей: нижней 1 (основание), цилиндрической части 6 и колпака 15.

Нижняя часть нактоуза представляет собой литое круглое основание, которое наглухо скрепляется болтами с деревянной подушкой, жестко связанной с палубой судна.

Средняя, цилиндрическая часть нактоуза, выполненная из листового железа, соединена с основанием четырьмя болтами, проходящими через эллиптические отверстия, что позволяет разворачивать ее в небольших пределах (около 10°) относительно основания. Это достигается при помощи зубчатого сектора и зубчатого колеса, находящихся внутри нактоуза. Величина угла поворота контролируется по градусной шкале с ценой деления в 1° и индексу, которые также расположены внутри нактоуза. Нактоуз поворачивают относительно основания при установке курсовой черты основного компаса в диаметральной плоскости судна или параллельно ей.

В средней части нактоуза, со стороны кормы, имеется ниша, в которой на специальных колодках расположены клеммы. К этим клеммам подводятся провода, собранные в кабели 8 для питания основного компаса. В ней же расположен трансформатор освещения *ТО*. Ниша закрывается крышкой. Над нишей имеется закрываемое крышкой окно, служащее для наблюдения за гиросферой и для доступа внутрь нактоуза.

На средней части нактоуза находятся выключатель освещения основного компаса и переключатель устройства, ускоренного приведения чувствительного элемента в меридиан.

Карданный подвес позволяет компасу оставаться в горизонтальном положении при качке судна. Он имеет следующее устройство.

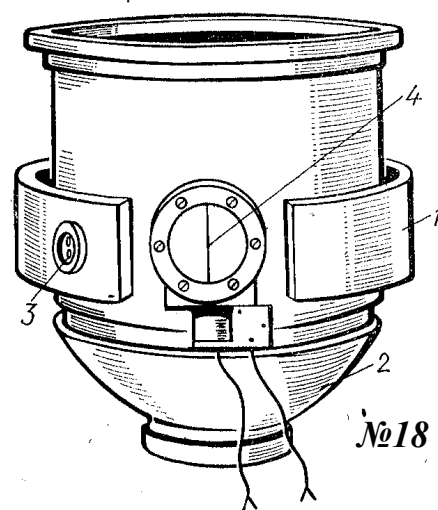
Вверху средней части нактоуза имеются подшипники, расположенные по диаметральной плоскости судна. В эти подшипники входят цапфы наружного кольца карданового подвеса. К наружному кольцу подвешено внутреннее кольцо, цапфы которого расположены на линии, перпендикулярной диаметральной плоскости судна, создавая таким образом кардановый подвес.

К внутреннему кардановому кольцу 10 на пружинах 12 подвешено опорное кольцо. На него наложена резиновая прокладка, на которую опирается своими запле-чиками резервуар 49. На внутреннем кольце имеются 12 резьбовых отверстий для крепления стола 17 при сборке основного компаса.

В приливах внутреннего кольца укреплены две трубки для подачи воды, в змее-вик охлаждения основного компаса и три трубки для подводки кабеля от нактоуза к столу компаса.

РЕЗЕРВУАР

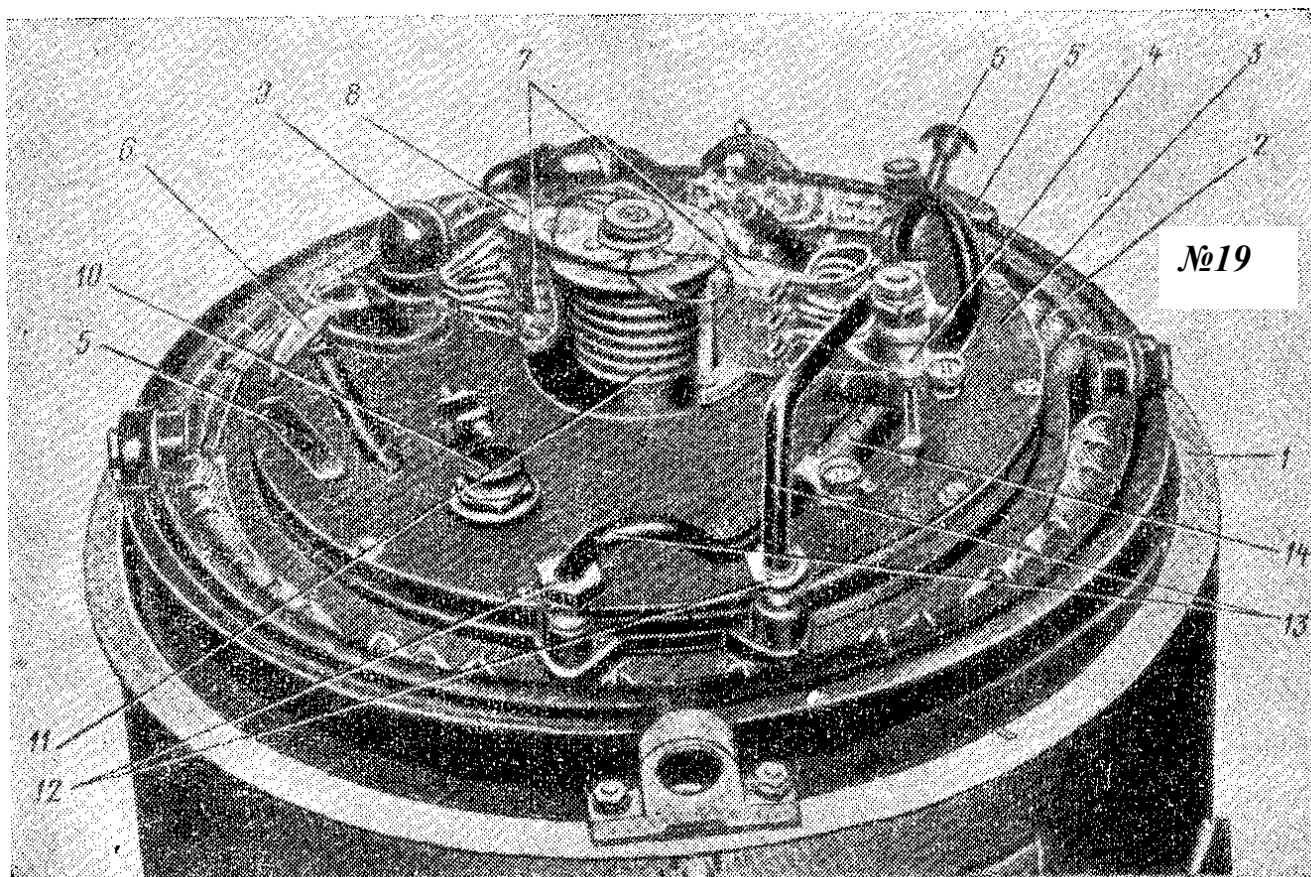
Резервуар (рисунок 18: 1 – кольцообразный пояс (магнитопровод); 2 – балансировочный груз; 3 – клемм-ная плата; 4 – курсовая черта) представляет собой бак, выдавленный из красной меди, в который заливается поддерживающая жидкость. Внутри резервуар покрыт слоем эбонита. В верхней части резервуара по периметру сделано запле-чико, служащее для посадки резервуара на внутреннее кольцо карданового подвеса. В средней ча-сти, со стороны кормы судна, резервуар имеет застеклен-ное окно с вертикальной курсовой чертой 4, расположен-ное напротив окна нактоуза и служащее для наблюдения за положением гиросферы. Внизу резервуара помещен балансировочный груз 2 весом около 16 кг для балансировки карданового подвеса. Груз имеет несимметричную форму, что позволяет путем поворота груза устанавливать стол гирокомпаса в гори-зонтальное положение. Горизонтальность положения стола проверяют по круглому уровню, находящемуся на корректоре.



В теле балансировочного груза со стороны резервуара имеется кольцевой паз, в котором расположена катушка сигнального устройства для дистанционного наблю-дения за положением гиросферы по высоте. Плоскость катушки параллельна эквато-риальной плоскости гиросферы. Концы катушки выведены наружу через отверстия в теле груза и подключены к клеммной плате, которая установлена на обойме стекла резервуара. Эти клеммы соединены наружным монтажом с соответствующими клем-мами индикатора положения чувствительного элемента по высоте, смонтированного в приборе 34А. Индикатор представляет собой миллиамперметр, шкала которого про-градуирована в миллиметрах с нулем посередине.

Стол

Стол (рисунок 19: 1 – нактоуз; 2 – кардановое кольцо; 3 – стол; 4 – терморегуля-тор; 5 – рукоятки для подъёма стола; 6 – пружинные держатели корректора; 7 – щёт-кодержатели; 8 – поводок корректора; 9 – замыкатель ревуна; 10 – пробка; 11 – кол-лектор; 12 – штуцеры змеевика охлаждения; 13 – трубки системы охлаждения; 14 – резиновая трубка терморегулятора) служит для подвеса следящей сферы и закрытия резервуара с поддерживающей жидкостью. Он представляет собой круглый бронзо-вый диск с отверстием в центре и приливами для крепления ряда деталей.



Нижняя поверхность стола покрыта слоем эбонита. Кроме центрального отверстия, через которое проходит держатель следящей сферы, стол имеет два резьбовых отверстия, закрываемых пробками. Через эти отверстия замеряют уровень поддерживающей жидкости и в случае необходимости производят, долив и частичное изменение ее состава.

По окружности стола имеются двенадцать сквозных отверстий для болтов, крепящих стол к внутреннему кольцу. Этими болтами стол притягивается к внутреннему кольцу, закрывая резервуар. Благодаря герметичности, создаваемой резиновой прокладкой, жидкость не может выливаться из резервуара при качке судна.

Со стороны резервуара к столу прикреплен змеевик системы охлаждения поддерживающей жидкости. Концы трубок змеевика выведены на наружную поверхность стола и оканчиваются штуцерами.

На столе гирокомпас крепятся клеммные платы, два щеткодержателя со щетками, термометр, терморегулятор, замыкатель ревуна, зеркало и пружинные захваты корректора. Клеммы стола соединяются проводниками, собранными в кабели, с клеммами средней части нактоуза.

Через щетки, которые прижимаются к контактному кольцу коллектора, подводится питание к чувствительному элементу через следящую сферу. Термометр служит для контроля за температурой поддерживающей жидкости. Он находится в защитном кожухе и через отверстие стола нижним своим концом погружен на 10–15 мм в поддерживающую жидкость.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

При работе гирокомпас выделяется тепло, вызывающее нагрев поддерживающей жидкости. Нагрев жидкости происходит главным образом от гиросферы, рабочая

температура внутри которой составляет примерно 50–60°.

Для поддержания температуры жидкости в пределах, необходимых для обеспечения подвеса чувствительного элемента, гирокомпас имеет циркуляционную водяную систему охлаждения и сигнализацию.

В систему охлаждения гирокомпаса входят циркуляционная помпа, шланги, терморегулятор, замыкатель ревуна и термометр. На **рисунке 20** (1 –

редукционный клапан; 2 – кран; 3 – электродвигатель помпы; 4 – центробежный насос; 5 – змеевик помпы; 6 –

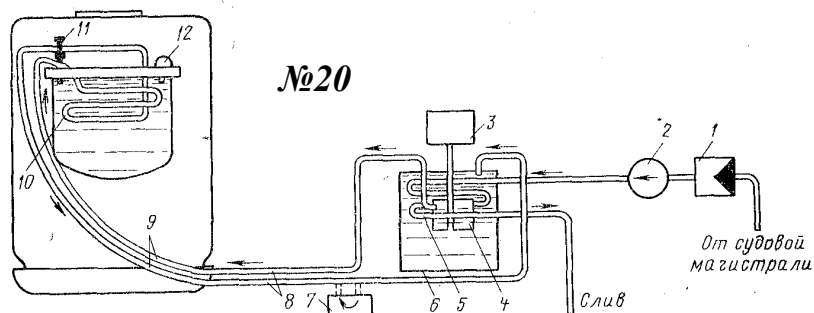
бачок помпы; 7 – холодильник; 8 – соединительные шланги; 9 – шланги основного компаса; 10 – змеевик основного компаса; 11 – терморегулятор; 12 – замыкатель ревуна) показана принципиальная схема системы охлаждения. В бачок 6 помпы заливается охлаждающая жидкость, как правило, дистиллированная вода. Электродвигатель 3 помпы приводит в работу центробежный насос 4, помещенный в бачке 6. Центробежный насос подает охлаждающую жидкость по шлангам 8 к основному компасу. По шлангу 9 в основном компасе жидкость поступает к терморегулятору 11, и далее в змеевик 10 основного компаса. Пройдя змеевик, жидкость возвращается по шлангам 9 и 8 в бачок 6 помпы. Терморегулятор 11 автоматически регулирует доступ охлаждающей жидкости в змеевик так, чтобы температура поддерживающей жидкости не выходила из пределов 37–41°.

Совершая непрерывную циркуляцию, охлаждающая жидкость постепенно нагревается. Для ее охлаждения в помпе имеется свой змеевик 5, который соединяется с судовой магистралью (например, санитарной) через кран 2. Для снижения давления в судовой магистральной в ее схему перед краном 2 включен редукционный клапан 1.

Система охлаждения гирокомпаса обеспечивает температурный режим 37–41° поддерживающей жидкости в том случае, когда температура окружающего воздуха не превышает +40°, а температура воды, поступающей в змеевик помпы, не превышает +30°. На судах, совершающих рейсы в тропических районах, должен устанавливаться специальный холодильник 7 для охлаждения воды, поступающей в змеевик помпы. Этот холодильник в состав комплекта гирокомпасной установки не входит.

На случай отсутствия заборной воды в судовой санитарной магистральной должна быть предусмотрена возможность подачи воды в змеевик помпы от судовой магистральной пресной воды. При выходе из строя помпы охлаждения охлаждающую жидкость можно подавать от судовой магистральной непосредственно в змеевик основного компаса через редукционный клапан.

Устройство для ускоренного приведения чувствительного элемента в меридиан. Чувствительный элемент гирокомпаса после включения питания приходит в меридиан в течение 3–6 ч.



В этот период гирокомпас использовать нельзя. Для ускоренного приведения гиросферы в меридиан (примерно за 1 ч) имеется специальное устройство (**рисунк 21**), которое включает следующие элементы.

1. Статор. Обмотки статора (главная *OY1* и управляющая *OY2*) образуют три пары полюсов. Эти обмотки расположены на корпусе резервуара. Роль ротора выполняет чувствительный элемент.

2. Конденсаторный блок *C*, включенный последовательно с главной обмоткой *OY1* и служащий для сдвига фазы.

3. Переключатель кулачкового типа *SA*.

При подаче питания в обмотке *OY1* и *OY2*, расположенных в плоскости экватора гиросферы, образуется вращающееся магнитное поле, которое индуцирует в металлической оболочке чувствительного элемента вихревые токи.

Взаимодействие поля, создаваемого этими токами, с вращающимся магнитным полем статора создает вращающий момент, направленный по вертикальной оси гиросферы. Гиросфера начнет поворачиваться. Для изменения направления вращающего момента служит переключатель *SA*, меняющий фазу тока в управляющей обмотке *OY2*. Такое устройство позволяет привести чувствительный элемент гирокомпаса в меридиан значительно быстрее, чем затухающими колебаниями, и с достаточной точностью $\pm 2^\circ$.

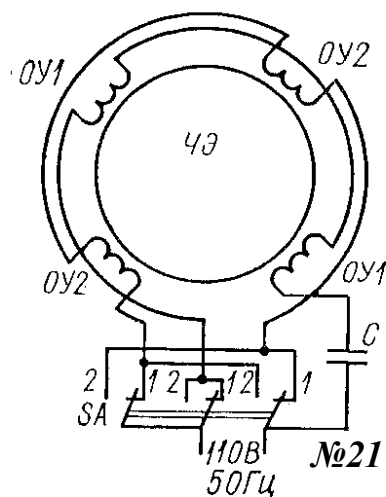
Переключатель приведения в меридиан укреплен в средней части нактоуза, а его ручка выведена в нишу, закрываемую откидной крышкой. Переключатель имеет три положения: «Увеличение», «Выключено» и «Уменьшение». Установка рукоятки переключателя в положение «Уменьшение» соответствует прецессии гиросферы в сторону уменьшения отсчета курса, а в положение «Увеличение» – в сторону увеличения отсчета курса.

Ускоренное приведение гиросферы в меридиан при помощи электромагнитного устройства целесообразно производить при неработающих гиромоторах. Для этого надо в приборе 4Д включить выключатель «Однофазный ток», а затем включить электромагнитное устройство ускоренного приведения и привести гиросферу в меридиан. После этого подать питание на гиромоторы и в течение примерно 20 мин. (время разгона гиромоторов) удерживать гиросферу в меридиане при помощи электромагнитного приспособления.

СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА

В гирокомпасе «Курс-4», как и во всех двухроторных гирокомпасах, следящая система работает по схеме моста сопротивлений, составленного на переходных сопротивлениях жидкости (между срезами широкого полупояса гиросферы и следящими электродами) и на двух постоянных сопротивлениях.

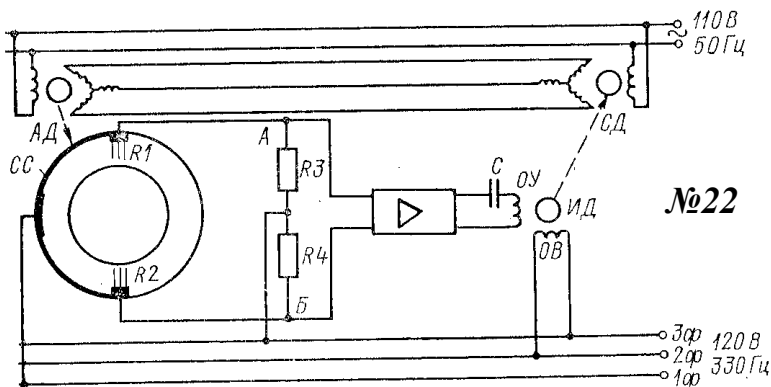
Главное назначение следящей системы в гирокомпасе «Курс-4», как и во всех гирокомпасах, – передавать показания основного компаса на приборы курсоуказания. Следящая система гирокомпаса состоит из следящей сферы, следящего двигателя, датчика, азимут-мотора и усилителя.



При работе без усилителя следящая система «чувствует» рассогласование гиросферы и следящей сферы только при угле рассогласования не менее $0,5^\circ$. Следовательно, точность показаний гироскопа при работе схемы без усилителя составила бы $\pm 0,5^\circ$, что недостаточно.

Чтобы увеличить чувствительность следящей системы и тем самым увеличить точность передачи показаний основного компаса на приборы курсоуказания, в схему следящей системы включается магнитный усилитель. При работе с усилителем следящая система реагирует на угол рассогласования менее $0,1^\circ$.

Электрическая схема следящей системы построена на принципе электрического моста. Эквивалентная схема следящей системы показана на **рисунке 22**, на котором $R1$, $R2$ – переходные сопротивления токопроводящей жидкости между следящими контактами следящей сферы и одноименными электродами гиросферы. Сопротивление $R3=R4$. Мост сопротивления подключен к первой и третьей фазам трехфазного тока 120 В, 330 Гц. Когда $R1=R2$, между точками A и B разности потенциалов нет, на первичную обмотку (обмотку управления $ОУ$) исполнительного двигателя ток не поступает и двигатель не работает. Если гиросфера повернется относительно следящей сферы, то равенство плеч моста будет нарушено $R1 \neq R2$. Сигнал рассогласования из точек A и B поступает через усилитель на управляющую обмотку $ОУ$ исполнительного двигателя $ИД$ следящей системы $СС$. В обмотку возбуждения $ОВ$ $ИД$ со второй и третьей фаз подается переменное напряжение. Отработка $ИД$ вызывает поворот сельсина-датчика $СД$ и электрически связанных с ним принимающих сельсинов, в том числе и азимутального двигателя $АД$, который механически связан со следящей сферой и возвращает ее в согласованное с чувствительным элементом положение. Конденсатор C , последовательно включенный с $ОУ$, необходим для создания вращающего момента $ИД$.



ТРАНСЛЯЦИОННО-УСИЛИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

Трансляционно-усилительный прибор (прибор 9Б) служит для усиления сигнала рассогласования следящей сферы с гиросферой и отработки показаний, чувствительного элемента на следящую сферу и приборы курсоуказания.

Прибор состоит из двух узлов, установленных в корпусе с открывающейся крышкой.

Первый узел, предназначенный для усиления сигнала рассогласования, представляет собой магнитный усилитель, все элементы которого смонтированы на металлической панели, находящейся в верхней части прибора.

На лицевой стороне панели расположены следующие элементы: два селеновых выпрямителя, два сопротивления по 500 Ом каждое, секционированное сопротивление на 1500 Ом, конденсаторы емкостью 0,5–1 мкФ и 0,5 мкФ, сигнальный трансформатор (СТ) и сигнальная неоновая лампа МН-3 с добавочным сопротивлением на 20 000 Ом. Кроме того, на лицевой стороне панели находятся 1-амперные предохранители для защиты обмотки возбуждения азимут-мотора и 1-амперные предохранители

, включенные в цепь трехфазного тока напряжением 120 В, частотой 330 Гц. В правом верхнем углу панели установлен тумблер для включения следящей системы.

На внутренней стороне панели установлены фазовый трансформатор (ФТ) и два усилительных дросселя ДУ.

Второй узел, расположенный в нижней части прибора 9Б, предназначен для отработки рассогласования следящей сферы и гиросферы и передачи показаний основного компаса на приборы курсоуказания. В этот узел входят следящий двигатель (АДП-261) и сельсин-датчик, кинематически связанные между собой. Следящий двигатель и сельсин-датчик укреплены на кронштейне.

Панель с магнитным усилителем и кронштейн с сельсином-датчиком и следящим двигателем крепятся к корпусу прибора винтами и могут сниматься независимо друг от друга для замены.

На крышке прибора 9Б имеется застекленное окно, через которое можно наблюдать за сигнальной неоновой лампой «Рассогласование следящей системы».

Напряжение для зажигания неоновой лампы МН-3 находится в пределах 56–65В, что следует учитывать при ее замене во избежание ложных сигналов.

ПРИБОРЫ КУРСУКАЗАНИЯ

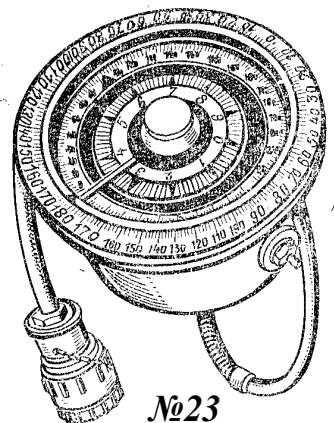
Основной компас устанавливается в гиропосту, откуда его показания передаются в рулевую и штурманскую рубки, на мостик и в другие помещения, где устанавливаются приборы курсоуказания. К ним относятся репитеры, курсографы и приборы, служащие для их подвеса.

РЕПИТЕРЫ

В гироскопах «Курс-4» для транспортных судов применяются репитеры трех типов: приборы 19А, 38 и 38А.

Прибор 19А (рисунк 23) предназначен для пеленгования и подвешивается на специальной колонке, называемой пелорусом, установленной на крыльях мостика.

Репитер имеет металлический, застекленный сверху корпус. В центре стекла находится металлическая букса с отверстием, служащая для центрирования пеленгатора при установке его на репитер.



На корпусе имеются цапфы для подвеса репитера в кардановом кольце пелоруса.

На кольцевом ободе корпуса, охватывающем стекло, нанесена шкала, называемая азимутальным кругом и предназначенная для отсчета курсовых углов. Азимутальный круг разбит на 360 градусных делений, по 180° в обе стороны.

Для придания азимутальному кругу горизонтального положения, необходимого при пеленговании, в нижней части корпуса репитера укреплен груз.

Внутри корпуса расположены сельсин-приемник 3 типа БС-404А (**рисунк 24: 1** – катушка грубого отсчета; 2 – катушка точного отсчета; 3 – сельсин-приёмник; 4 – валик ручного согласования; 5 – контакты замыкателя; 6 – шестерни согласования; 7 – курсовая черта), укрепленный на специальном кронштейне, катушка грубого отсчета 1 и катушка точного отсчета 2.

Конструктивно катушки оформлены таким образом, что их оси вращения совпадают и катушка грубого отсчета вращается вокруг катушки точного отсчета, охватывая последнюю в виде кольца. Обе катушки лежат в одной плоскости, и над

ними укреплен неподвижный индекс – курсовая черта 7.

Картушка 2 точного отсчета разбита на 100 делений с ценой каждого $0,1^\circ$ и оцифрована через каждый градус. На оси картушки точного отсчета имеется трибка, сцепленная посредством зубчатой передачи с картушкой 1 грубого отсчета. Картушка 1 разбита на 360 делений с ценой каждого 1° и оцифрована через каждые 10° .

Если репитер согласован с основным компасом, то при курсе судна 0° нулевые деления картушек точного и грубого отсчетов находятся точно под курсовой чертой.

При изменении судном курса на 10° картушка грубого отсчета также поворачивается на 10° , а картушка точного отсчета совершает полный оборот, причем одинаковые градусные деления картушек проходят под курсовой чертой одновременно. Поэтому для снятия отсчета курса по репитеру надо с картушки грубого отсчета снять целые десятки градусов, а с картушки точного отсчета – единицы и десятые доли градусов. На картушке грубого отсчета, кроме основной шкалы, имеется шкала для пеленгования, оцифровка которой произведена в зеркальном изображении. Поэтому при пеленговании цифры на этой шкале в призме пеленгатора видны в прямом изображении.

Картушки грубого и точного отсчета изготовлены из стекла и подсвечиваются тремя лампочками. В приборе установлен трансформатор ТО-121, со вторичной обмотки которого снимается напряжение для питания лампочек освещения. Первичная обмотка трансформатора включена параллельно обмотке возбуждения сельсина-приемника, которая питается однофазным током 110 В, 50 Гц. Цепь первичной обмотки трансформатора проходит через реостат на 1650 Ом, служащий для регулировки освещения. Реостат установлен в приборе 20А.

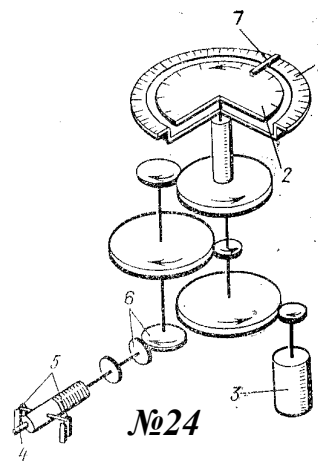
В нижней части репитера имеется сальник, через который пропущен кабель, оканчивающийся штепсельной муфтой. С ее помощью репитер соединяется с прибором 20А.

Сельсин-приемник 3 репитера связан с картушками через механическую передачу, один оборот его вала соответствует изменению отсчета по картушкам на 1° . Поэтому в пределах одного градуса происходит самосинхронизация репитера с основным компасом. В случае рассогласования более чем на один градус согласование репитера с основным компасом выполняют вручную с помощью специального механизма. В корпусе репитера сбоку имеется отверстие, в которое вводится ключ. При нажатии ключом на валик 4 происходит сцепление шестерен 6 и разрыв контактов 5, к которым подведены две фазы, связанные с обмоткой синхронизации сельсина-приемника 3. Разрыв этих контактов отключает сельсин от датчика трансляционно-усилительного прибора. Для установки картушек на нужный отсчет вращают валик 4 ключом.

Приборы 38 и 38А предназначены для установки в закрытых помещениях и имеют такое же внутреннее устройство, как и прибор 19А. В отличие от прибора 19А они не имеют груза и пеленгаторной шкалы.

Прибор 38 – настенный репитер – имеет на корпусе три прилива, при помощи которых он крепится на амортизаторах к переборке.

Прибор 38А (рисунк 25) имеет клеммную коробку, при помощи которой он



также на амортизаторах крепится к переборке. Этот прибор можно раз вращивать как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости, т.е. устанавливать под любым углом зрения. Прибор обычно используется как путевой репитер.

ПЕЛОРУС

Пелорус (прибор 20А) представляет собой полую колонку, имеющую в верхней части две лапы, к которым крепится кардановое кольцо с цапфами.

Колонка пелоруса состоит из двух частей; нижняя своей цилиндрической частью входит внутрь верхней и закрепляется в ней четырьмя болтами. Такая конструкция позволяет изменять высоту колонки и выставить курсовую черту репитера параллельно диаметральной плоскости судна.

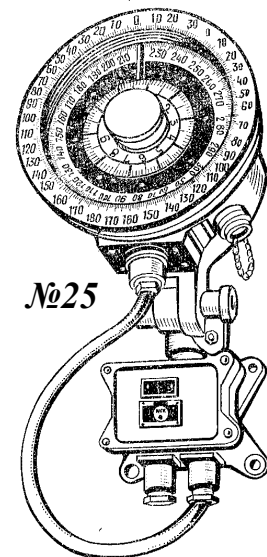
Нижняя часть имеет в основании четыре отверстия для крепления пелоруса к палубе.

Внутри нижней части колонки укреплена коробка с реостатом и клеммными платами для подвода питания к репитеру. Ручка реостата выведена наружу через крышку коробки. На ручке имеются надписи «Увеличение» и «Уменьшение» и стрелки, указывающие сторону поворота ручки для уменьшения или увеличения освещенности картшек.

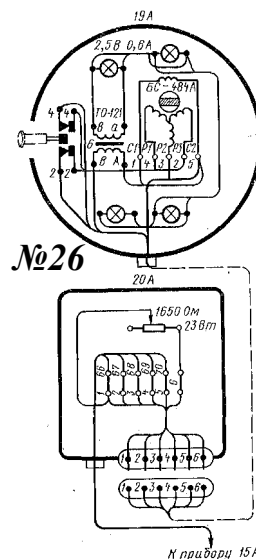
В нижней части коробки имеется штепсельная муфта, к которой подключается гибкий кабель репитера и сальник для ввода кабеля наружного монтажа.

На рисунке 26 даны электрические схемы приборов 19А и 20А. К клеммам 66 и 70 прибора 20А подводится однофазный ток напряжением 110 В, частотой 50 Гц. От этих клемм через штыри 1 и 5 штепсельной муфты и через гибкий кабель репитера ток подводится к обмотке возбуждения сельсина-приемника (зажимы С1 и С2). Параллельно обмотке возбуждения сельсина подключена первичная обмотка трансформатора освещения ТО121 через реостат.

Три конца обмотки синхронизации принимающего сельсина выведены к клеммам Р1, Р2 и Р3, которые соединены гибким кабелем и штырями 2, 3 и 4 штепсельной муфты с клеммами 67, 68, 69 прибора 20А. Эти клеммы прибора 20А наружным монтажом соединяются с одноименными клеммами разветвительной коробки (прибор 15А или ЗУ-2), с которыми также наружным монтажом соединены соответствующие клеммы датчика трансляционно-усилительного прибора.



№25



№26

ЗАЩИТНЫЕ ПРИБОРЫ

К защитным приборам относятся разветвительная коробка (прибор 15А) и защитное устройство (прибор ЗУ-2).

Разветвительная коробка

Разветвительная коробка (прибор 15А) предназначена для подключения приборов курсоуказания и защиты их, цепей от короткого замыкания и перегрузки.

Прибор выполнен в виде ящика с открывающейся крышкой, внутри которого установлены клеммные платы с плавкими предохранителями. Разветвительная коробка рассчитана на подключение девяти приборов курсоуказания.

В коробке находятся плавкие предохранители (1-амперные). Они включены как в цепи обмоток возбуждения, так и в цепи уравнильных токов сельсинов-приемников приборов курсоуказания. Таким образом, в цепи каждого сельсина-приемника установлено пять предохранителей.

Защитное устройство

Защитное устройство (прибор ЗУ-2) так же, как и прибор 15А, служит для подключения приборов курсоуказания, защиты их цепей от короткого замыкания и перегрузки и, кроме того, для сигнализации и отключения какого-либо сельсина в случае его неисправности.

Прибор выполнен в виде коробки с открывающейся крышкой. Внутри коробки находятся клеммные платы с плавкими предохранителями, защитные устройства и сигнальная лампа на 110 В.

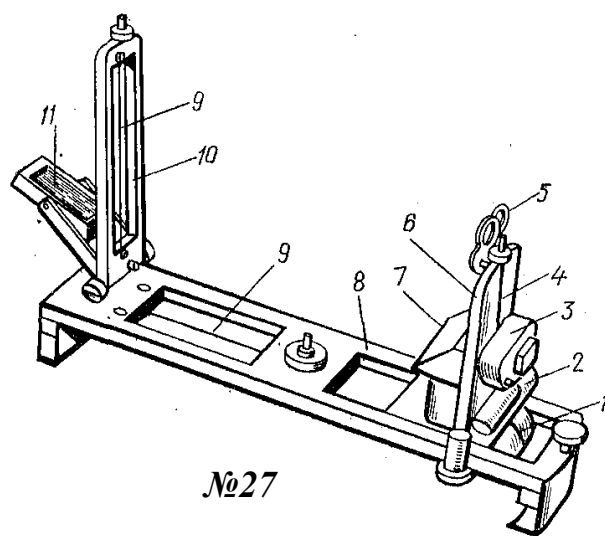
Так же, как и в приборе 15А, однофазный ток напряжением 110 В, частотой 50 Гц для питания обмоток возбуждения подается на клеммы под номерами 66, 70, причем линия возбуждения защищается 1-амперными плавкими предохранителями.

ПЕЛЕНГАТОРЫ

Визирный пеленгатор

Пеленгатор (прибор 22А) состоит из основания 8 в виде продолговатой рамы с лапками для крепления к кольцу репитера, глазной и предметной 10 мишеней (рисунк 27). 1 – риска; 2 – планка; 3 – козырёк; 4 – визирная щель; 5 – светофильтр; 6 – кронштейн; 7 – призма; 8 – основание; 9 – нить; 10 – предметная мишень; 11 – зеркало.

Глазная мишень имеет следующее устройство. В кронштейне 6 укреплен трехгранная призма 7, защищенная кожухом. Для глаза наблюдателя имеется козырек 3. Одновременно через призму виден пузырек уровня, установленного под призмой поперек рамки, а также индекс, пересекающий поле зрения призмы вдоль оси рамки по ее середине. В верхней части кронштейна глазной мишени на шарнире укреплены в оправе два светофильтра 5, которыми пользуются при пеленговании Солнца, перекрывая вертикальную визирную щель 4. Для поворота пеленгатора имеется планка 2 с двумя колонками.



Предметная мишень 10 – узкая рамка, связанная шарнирно с основанием пеленгатора. По середине предметной мишени и на рамке основания натянута тонкая никелевая проволока – нить 9. Обе нити 9, индекс под призмой, риска 1, нанесенная у основания глазной мишени, и пузырек уровня должны находиться в одной вертикальной плоскости при горизонтальном положении прибора.

К рамке предметной мишени на кронштейне прикреплено плоское двустороннее зеркало 11, которое может вращаться вокруг своей горизонтальной оси. Зеркалом пользуются при пеленговании небесных светил.

Как на глазной, так и на предметной мишени сверху имеются направляющие штифты для установки длинных прямых стержней при пеленговании близких, но высоко расположенных предметов.

ОПТИЧЕСКИЙ ПЕЛЕНГАТОР

Пеленгатор (прибор ПГК-2) имеет специальную оптическую систему, позволяющую с большой точностью пеленговать отдаленные предметы.

Этот пеленгатор (**рисунок 28**) состоит из двух оптических систем: основной трубы, через которую наблюдают пеленгуемые предметы, и микроскопа, служащего для точного отсчета делений на картежке репитера.

Оптические характеристики пеленгатора

Увеличение:

оптической трубы
микроскопа

Поле зрения:

оптической трубы
микроскопа

Чувствительность уровня

Пределы пеленгования по горизонту

Пределы визирования по вертикали

№28

5,85×

4×

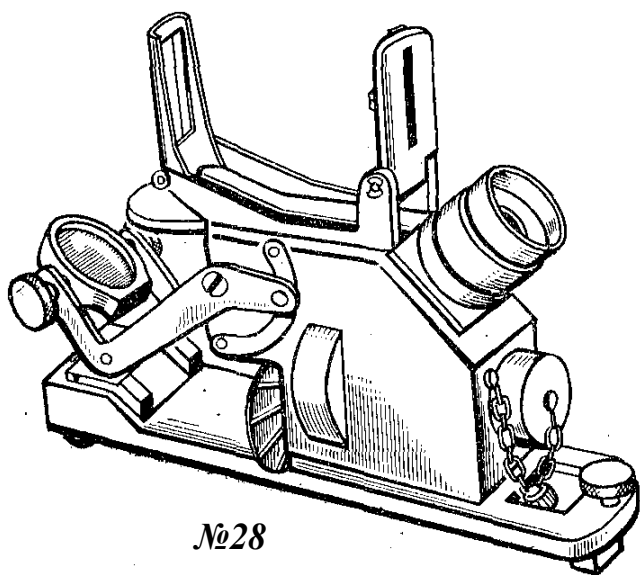
8°30'

6×6 мм

15'

0–360°

0–60°



ШТУРМАНСКИЙ ПУЛЬТ

Штурманский пульт (прибор 34А) служит для: контроля за курсом судна; автоматической записи курса судна; дистанционной установки корректора; контроля за положением гиросферы по высоте; контроля за напряжением в цепи питания чувствительного элемента; подачи световых сигналов об отклонениях от допустимых значений температуры поддерживающей жидкости и тока в цепи питания чувствительного элемента, а также для подачи сигналов о рассогласовании следящей системы.

Внутри прибора расположены: механизм указания и автоматической записи курса, механизм дистанционной установки (управления) корректора и приборы контроля и сигнализации.

МЕХАНИЗМ УКАЗАНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ КУРСА

Механизм состоит из репитера и курсографа.

РЕПИТЕР прибора 34А отличается от обычного репитера лишь тем, что согласование его с основным компасом производится вращением валика картежки точного отсчета с помощью ключа. Согласование производится при отключенных двух фазах обмотки синхронизации сельсина-приемника (БС-404А), для чего необходимо нажать и удерживать в процессе согласования кнопку, расположенную в левом нижнем углу крышки штурманского пульта.

КУРСОГРАФ служит для непрерывной автоматической записи курса судна, что

позволяет контролировать работу рулевого. Лента курсографа с записью курса является контрольным документом при разборе аварий. Курсограф используется также для записи кривой затухающих колебаний при пуске гирокомпаса.

Курсограф состоит из двух узлов: узла курса и узла времени, взаимодействием которых обеспечивается непрерывная запись курса по времени.

УЗЕЛ КУРСА состоит из сельсина-приемника и механического устройства, приводящего в движение диск и кронштейны с перьями.

Сельсин-приемник курсографа является общим с репитером и работает от сельсина-датчика прибора 9Б.

При изменении судном курса вращение ротора сельсина-приемника передается через шестерни и червячную передачу на барабан и диск.

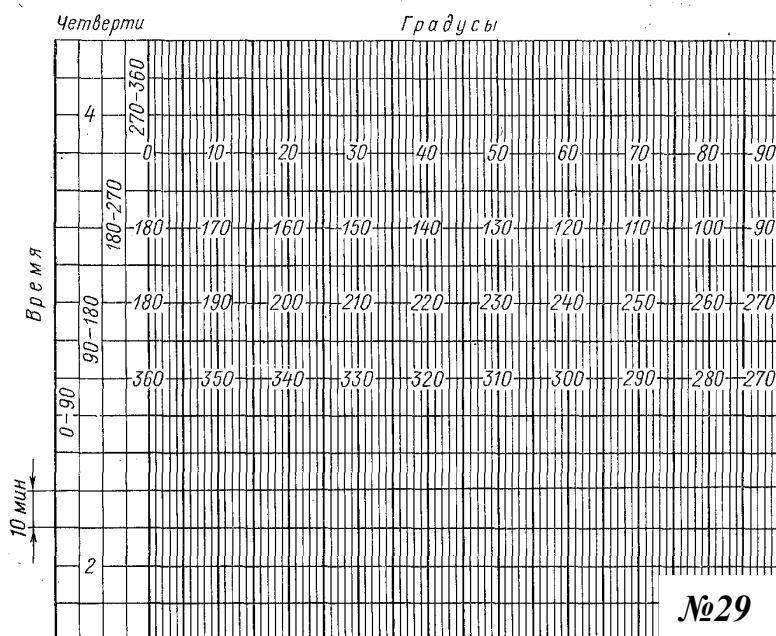
Барабан имеет фигурный направляющий паз, в который входит ромбовидный палец каретки. Каретка несет на себе кронштейн с курсовым пером. При вращении барабана каретка катится роликами по направляющим планкам и перемещает перо, которое оставляет след на ленте курсографа.

Лента курсографа разбита вертикальными линиями на 90 градусных делений (**рисунк 29**). При изменении курса судна от 0 до 90° каретка с пером перемещается из крайнего левого положения в крайнее правое, причем перо в каждый момент отмечает курс судна. При изменении судном курса от 90 до 180° каретка перемещается из крайнего правого положения в крайнее левое. Курс судна при этом снимается по шкале 90–180°, счет которой идет справа налево.

При изменении курса от 180 до 270° и от 270 до 360° каретка совершает еще два полных перемещения, отмечая пером курс судна, который теперь должен сниматься соответственно по шкалам 180–270° и 270–360°. Таким образом, для снятия курса с ленты курсографа необходимо знать четверть, в которой располагается курс судна. Для этой цели имеется второе перо, называемое четвертным.

Кронштейн для четвертного пера имеет шарнир, укрепленный так, что короткое плечо кронштейна при помощи пружины прижато к диску. Диск имеет четыре сектора различных радиусов, поэтому при повороте диска на 360° четвертное перо занимает четыре различных положения на ленте. На левом краю ленты курсографа отмечены четыре широкие полосы: 0–90, 90–180, 180–270 и 270–360°. Если курс судна находится в первой четверти, то четвертное перо расположено в первой полосе 0–90°, указывая тем самым, что курс судна должен отсчитываться по шкале 0–90° ленты курсографа. При расположении курса судна в других четвертях перо расположено в полосе соответствующей четверти, в которой находится курс судна.

Перья курсографа представляют собой капиллярные трубки, опущенные одним



концом в стеклянные баллончики, заполненные специальными чернилами. Перья можно снимать для заправки чернилами и для чистки. Для заправки перьев в ЗИПе имеется флакон с чернилами и пипетка.

УЗЕЛ ВРЕМЕНИ курсографа представляет собой лентопротяжный механизм и состоит из электродвигателя времени, ведущего валика, ведомого валика и валика, несущего на себе рулон ленты. Ведущий и ведомый валики связаны гибким пружинным тросиком.

Электродвигатель времени вращается с постоянной скоростью и через редуктор передает свое вращение на ведущий валик лентопротяжного механизма. Последний через тросик вращает ведомый валик, который навивает на себя ленту, протягивая её равномерно. Лента по бокам имеет перфорацию, в которую входят зубцы ведомого и ведущего валиков. Этим обеспечивается протягивание ленты без скольжения и перекосов.

Лента курсографа, кроме вертикальных линий, имеет и горизонтальные, разбивающий ленту по времени. Расстояние между двумя горизонтальными линиями протягивается электродвигателем времени за 10 минут. Эти линии оцифрованы через каждые 2 ч. Общая длина полного рулона ленты рассчитана на 30 суток непрерывной работы курсографа.

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

К приборам контроля и сигнализации, расположенным в штурманском пульте, относятся вольтметр, индикатор, *И*, положения чувствительного элемента по высоте, сигнальная лампа «Отклонение тока», сигнальная лампа «Рассогласование следящей системы» и сигнальная лампа «Отклонение температуры».

Вольтметр установлен в левом верхнем углу прибора и предназначен для контроля за напряжением в цепи трехфазного тока напряжением 120 В, частотой 330 Гц. Он включен между первой и второй фазами.

Индикатор И (миллиамперметр) установлен в правом верхнем углу. Он служит для указания положения чувствительного элемента по высоте. Для согласования показаний стрелки прибора с действительным положением чувствительного элемента в линию прибора включен реостат. Следует иметь в виду, что при качке судна индикатор может давать ложные сигналы.

Сигнальные неоновые лампы находятся между вольтметром и индикатором.

Левая лампа «Отклонение тока» сигнализирует о нарушении режима в линии трехфазного тока. Электрическая цепь этой лампы проходит через контакты токового сигнализатора прибора.

Средняя лампа «Рассогласование следящей системы» питается от вторичной обмотки трансформатора, включенного в диагональ основного моста следящей системы и установленного в приборе 9Б. Эта лампа загорается при рассогласовании следящей системы выше установленных пределов (больше $1,5^\circ$) и, таким образом, сигнализирует о пониженной чувствительности и скорости отработки следящей системы. Во избежание ложных сигналов при замене этой неоновой лампы её следует подбирать по напряжению зажигания, которое должно быть в пределах 56–65 В.

Правая лампа «Отклонение температуры» питается через контакты замыкателя ревуна в основном компасе, и, следовательно, ее загорание свидетельствует о выходе температуры поддерживающей жидкости из пределов $37\text{--}41^\circ$.

Сигнальный прибор (прибор 10М) служит для подачи светового сигнала об отклонении режима тока в трехфазной цепи, подачи звукового сигнала о выходе температуры поддерживающей жидкости из пределов $37-41^{\circ}$, подачи светового сигнала о рассогласовании следящей системы.

Прибор оформлен в виде коробки со съемной крышкой, внутри которой находятся лампы «Отклонение тока» и «Рассогласование следящей системы» и ревун, электрическая цепь которого проходит через контакты замыкателя ревуна в приборе 1М.

ПРИБОРЫ ЛИНИИ ПИТАНИЯ

К приборам линии питания относятся пусковой прибор и агрегат питания.

ПУСКОВОЙ ПРИБОР

Пусковой прибор (прибор 4Д) служит для: подачи питания двигателю агрегата от судовой сети, подачи в схему гирокомпаса однофазного тока 110 В, 50 Гц, контроля величины токов в фазах гиromоторов и следящей системе, разветвления различных цепей схемы, а также для их защиты от короткого замыкания и перегрузки.

Конструктивно прибор оформлен в виде коробки с откидной крышкой (рис. 30). 1 – пакетный выключатель судовой сети; 2 – сигнальная лампа «Судовая сеть»; 3 – амперметры; 4 – сигнальная лампа «Однофазный ток»; 5 – пакетный выключатель однофазного тока; 6 – токовый сигнализатор.

На крышке прибора внизу установлены два пакетных выключателя. Через выключатель 5 в схему гирокомпасной установки подается однофазный ток 110 В, 50 Гц от понижающего трансформатора, первичная обмотка которого питается судовым переменным током 220 В, 50 Гц. Понижающий трансформатор не входит в комплект гирокомпасной установки.

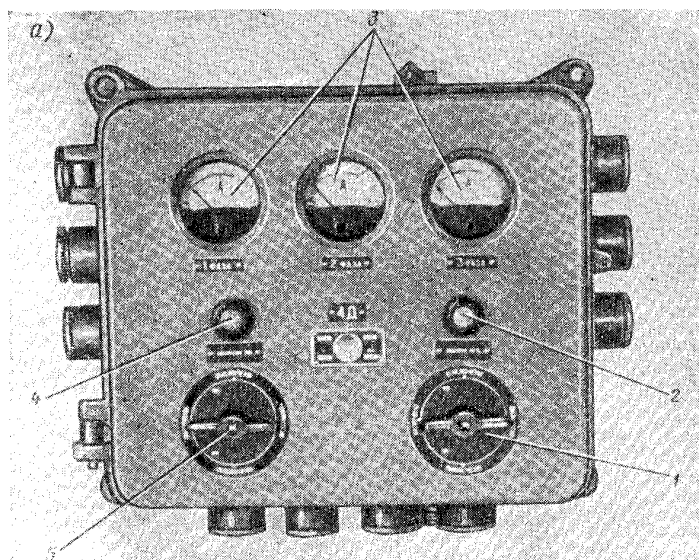
Выключатель 1 служит для подачи питания от судовой сети двигателю агрегата. Рукоятки обоих выключателей находятся на лицевой стороне крышки и имеют по два положения «Выключено» и по два положения «Включено».

В верхней части крышки прибора установлены три амперметра 3, включенные в фазы трехфазной цепи и служащие для контроля токов в фазах гиromоторов и в следящей системе. Для наблюдения за амперметрами на крышке имеются три застекленных окна.

В корпусе прибора находятся две сигнальные неоновые лампы, токовый сигнализатор 6, клеммные платы и предохранители.

Сигнальная лампа 2 «Судовая сеть» включена между двумя фазами судового трехфазного тока и служит для сигнализации о подключении схемы гирокомпасной установки к судовой сети.

Сигнальная лампа 4 «Однофазный ток» включена в цепь вторичной обмотки понижающего трансформатора и служит для сигнализации о подключении схемы к цепи



№30

однофазного тока 110 В, 50 Гц.

Лампы зажигаются при установке рукояток выключателей в положение «Включено». Горение ламп можно наблюдать через отверстия в крышке прибора, закрытые колпачками со стеклянными вставками.

Токовый сигнализатор смонтирован в центре прибора и служит для подачи сигнала об отклонении тока в фазах гиromоторов и в следящей системе от допустимых предельных величин. Токовый сигнализатор представляет собой малогабаритный асинхронный электродвигатель, обмотки которого пофазно последовательно включены в линию питания гиromоторов и следящей системы. На валу ротора двигателя укреплен замыкатель контактов. При отклонении токов в фазах от допустимых пределов вращающий момент на валу двигателя изменяется на столько, что происходит замыкание какой-либо пары контактов. В обоих случаях происходит замыкание цепи сигнальных ламп «Отклонение тока».

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДВУХГИРОСКОПНЫХ КОМПАСОВ ПРОВЕРКА ПЕРЕД ПУСКОМ, ПУСК И ОСТАНОВКА ГИРОКОМПАСОВ

Подготовка гироскопов к действию

1. Убедиться, что выключатели во всех приборах комплекта находятся в положении «Выключено».

2. Проверить надежность контактных соединений, прочность монтажа, а также крепление узлов приборов.

3. Протереть чистой ветошью, смоченной бензином, корпуса и крышки приборов, проверить уплотнение сальников и крышек приборов.

4. Проверить от руки легкость хода вращающихся частей. Обнаруженные заедания устранить. Удалить старую смазку во всех зубчатых передачах жесткой кисточкой, смоченной бензином, и нанести новый слой смазки, имеющейся в ЗИП.

5. Смазать открытые подшипники, после чего каждый из них провернуть вручную на 4–5 оборотов.

6. Прочистить и протереть марлей или батистом, смоченными спиртом, контактные кольца и коллекторы электрических машин. Подгоревшие поверхности предварительно зачистить стеклянной бумагой № 00. Проверить состояние и плотность прилегания щеток агрегата. Выработанные более чем на 60% щетки заменить новыми.

7. Проверить наличие предохранителей, их исправность и правильность посадки в гнезда. Ампераж предохранителей проверить по электросхеме каждого прибора. Неисправные предохранители должны быть заменены запасными.

8. Проверить наличие сигнальных и осветительных ламп, их исправность и правильность посадки в гнезда; неисправные лампы заменить запасными.

9. Проверить количество поддерживающей жидкости в резервуаре основного компаса через одно из отверстий в столе гироскопа при помощи чистой деревянной палочки, предварительно протертой спиртом. Уровень жидкости должен быть не ниже 20 мм от верхней кромки стола. При меньшем количестве жидкости долить ее.

10. Проверить, свободно ли поступает забортная и пресная вода в змеевик помпы.

11. Проверить уровень воды в помпе охлаждения; он должен быть не ниже красной черты на водомерном стекле помпы. В случае необходимости долить воду через наливное отверстие помпы.

12. Заправить чернилами перья курсографа. Если лента курсографа на исходе, заправить новый рулон ленты.

13. Убрать из гиропоста все посторонние предметы.

ПУСК ГИРОКОМПАСА «КУРС-4» НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

1. Подать в схему однофазный ток 111 В, 50 Гц, повернув рукоятку «Однофазный ток» прибора 4Д в положение «Включено». При этом сразу же должна загореться сигнальная лампочка «Однофазный ток» в приборе 4Д, свидетельствующая о наличии однофазного напряжения.

2. Повернуть рукоятку «Судовая сеть» прибора 4Д в положение «Включено». При этом сразу же начнет работать агрегат питания, а в приборе 4Д зажжется лампочка «Судовая сеть».

3. Проверить по амперметрам прибора; 4Д пусковые токи в фазах гиromоторов, которые должны быть в следующих пределах:

Первая фаза.....не более 4,0 А

Вторая фаза.....не более 4,4 А

Третья фаза.....не более 4,0 А

4. Убедившись по звуку ревуна и по горению сигнальных ламп «Отклонение температуры» (приборы 10М и 34) в исправности линии сигнала, вынуть один из предохранителей в приборе 4Д и, таким образом, разорвать цепь замыкателя ревуна.

5. Убедиться в правильности направления вращения двигателя помпы, после чего вынуть 1-амперные предохранители в приборе 4Д.

6. Убедиться в горении сигнальных ламп «Рассогласование следящей системы» и «Отклонение тока» в приборах 9Б, 10М и 34.

Лампы «Отклонение тока» при пуске гирокомпасов должны гореть до тех пор, пока гиromоторы не наберут требуемую скорость вращения.

Лампы «Рассогласование следящей системы» должны гореть до включения в действие следящей системы.

7. Включить следящую систему гирокомпасов выключателем в приборе 9Б. Сразу же начнет работать следящий двигатель в приборе 9Б. Когда колебания следящего двигателя прекратятся, сигнальные лампы «Рассогласование следящей системы» должны погаснуть.

8. Включить освещение основного компаса и по термометру на столе проверить температуру поддерживающей жидкости. Когда температура жидкости будет подходить к 37°, поставить на место предохранители ревуна и убедиться, что при температурах жидкости в пределах 37–41° ревуна не дает сигнала.

9. Когда температура жидкости поднимется до 41°, поставить на место предохранители помпы и открыть кран в судовой водяной магистрали, подающей воду в змеевик бачка помпы. В результате действия системы охлаждения температура жидкости должна снизиться до 39° и впредь оставаться постоянной.

10. Проверить показания токов в фазах гиromоторов по амперметрам прибора 4Д.

Токи должны быть в следующих пределах:

Первая фаза.....1,5–2,0 А

Вторая фаза.....1,3–1,7 А

Третья фаза.....1,3–1,8 А

11. Когда чувствительный элемент придет в меридиан, в чем можно убедиться по курсографу, проверить положение чувствительного элемента по высоте. Зазор между экваториальными линиями гиросферы и следящей сферы не должен превышать ± 2 мм. Одновременно проверить согласованность индикатора положения чувствительного элемента по высоте в приборе 34А с действительным положением гиросферы.

12. Согласовать все приборы курсоуказания с основным компасом. Курсограф установить по времени.

13. Если судно на ходу, то установить корректор по скорости и широте.

14. Закрыть все приборы гирокомпасной установки, имеющие крышки.

15. Сделать соответствующую запись в техническом формуляре. Если при пуске гирокомпаса наблюдаются какие-либо отклонения, то нужно отрегулировать соответствующие приборы и устранить все неисправности.

УСКОРЕННЫЙ ПУСК ГИРОКОМПАСА «КУРС-4» НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

1. Определить по магнитному компасу или иным путем истинный курс судна.

2. Выполнить все действия, указанные в пп. 1–6 для нормального пуска.

3. Поставить переключатель ускоренного приведения в соответствующее положение и, наблюдая по отсчетам на гиросфере, привести чувствительный элемент в меридиан с возможной точностью.

4. Выполнить все действия, указанные в пп. 7–15 для нормального пуска.

Для ускоренного приведения гирокомпаса в меридиан при неработающих гиromоторах необходимо:

1) подать в схему однофазный ток 110 В, 50 Гц, повернув рукоятку «Однофазный ток» прибора 4Д в положение «Включено»;

2) привести чувствительный элемент в меридиан;

3) выполнить действия, перечисленные в пп. 2–15.

ОСТАНОВКА ГИРОКОМПАСА «КУРС-4» НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

1. Выключить следящую систему выключателем в приборе 9Б.

2. Повернуть рукоятку «Судовая сеть» прибора 4Д в положение «Выключено».

3. Поставить все выключатели в приборах в положение «Выключено».

4. Прекратить доступ охлаждающей воды в змеевик помпы, для чего закрыть кран в судовой магистрали, подводящей воду к помпе.

5. Протереть все приборы гирокомпаса сухой ветошью.

6. Закрыть все приборы, имеющие крышки.

7. Записать на ленте курсографа дату, судовое время и место остановки курсографа.

ПУСК ГИРОКОМПАСА «КУРС-4» НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

1. Повернуть рукоятку выключателя «Судовая сеть» в приборе 4Д в положение «Включено».

2. По загоранию неоновой лампочки в приборе 4Д убедиться, что через 2–4 с после включения судового питания сработали контакторы пускового автомата и замкнулись контакты СИР.

3. Выполнить все действия, указанные в пп. 3–15 при пуске гирокомпаса «Курс-

4» на переменном токе.

УСКОРЕННЫЙ ПУСК ГИРОКОМПАСА «КУРС-4» НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

1. Определить по магнитному компасу или иным путем истинный курс судна.
2. Выполнить указания, перечисленные в пп. 1–6 для нормального пуска.
3. Поставить переключатель ускоренного приведения в соответствующее положение и привести чувствительный элемент в меридиан с возможной точностью.
4. Выполнить действия согласно пп. 7–15 для нормального пуска.

Для ускоренного приведения гироскопа в меридиан при неработающих гироскопах необходимо:

- 1) вынуть в приборе 4Д предохранители в цепи питания гироскопов (зажимы 21, 22, 23);
- 2) включить в работу агрегат питания;
- 3) привести чувствительный элемент в меридиан;
- 4) поставить на место предохранители в цепи питания гироскопов;
- 5) выполнить действия согласно пп. 3–15 для нормального пуска гироскопа на переменном токе.

ОСТАНОВКА ГИРОКОМПАСА «КУРС-4» НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

Остановка выполняется так же, как и остановка гироскопа «Курс-4» на переменном токе. После остановки гироскопа необходимо продуть агрегат питания для удаления угольной пыли.

УХОД ЗА ГИРОКОМПАСАМИ «КУРС» И «АМУР»

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При уходе за гироскопами следует руководствоваться «Правилами технической эксплуатации судовых электронавигационных и радионавигационных приборов» и заводскими инструкциями по обслуживанию и уходу.

Приборы комплекта всегда должны содержаться в исправном и безукоризненно чистом состоянии. В любой момент гироскоп должен быть готовым к действию, что достигается правильной эксплуатацией, регулярными техническими осмотрами, проверками и профилактическим ремонтом прибора.

Общими признаками исправного технического состояния гироскопа являются:

- требуемая точность показаний;
- хорошее состояние корпусов приборов комплекта – неповрежденная окраска, отсутствие ржавчины, окисления, царапин, вмятин, сколов, пыли и т.п.;
- хорошее состояние внутреннего и наружного монтажа (надежное крепление, хорошая изоляция монтажных проводов и деталей);
- хорошее состояние всех выключателей;
- четкая и безотказная работа приборов контроля, управления и курсоуказания;
- надежное крепление приборов и исправное состояние амортизации;
- стабильность показаний гироскопа при допустимых колебаниях температуры в гиропосту, при наличии вибрации корпуса судна и колебаниях напряжения и частоты судовых источников питания в допустимых пределах.

Техническая исправность гироскопа подтверждается актами инспекторских

осмотров и освидетельствований представителями электронavigационных камер, инспекторами Регистра СССР.

Для поддержания гирокомпаса в хорошем эксплуатационном состоянии систематически должны проводиться технические осмотры, проверки и профилактические работы.

Технический осмотр проводят при выключенном гирокомпасе. При этом выполняют:

внешний осмотр, проверяя исправность корпусов приборов, запоров, состояние окраски, надежность крепления и амортизации приборов, качество контактов штепсельных разъемов, исправность предохранителей, надежность крепления и состояние изоляции монтажных проводов;

внутренний осмотр, проверяя исправность и надежность крепления монтажных проводов, деталей и узлов, надежность крепления ламп и предохранителей, состояние контактных поверхностей переключателей и реле, состояние механических приводов, состояние коллекторов и контактных колец следящей системы, преобразователя и сельсинов. При внутреннем осмотре проверяют также количество поддерживающей жидкости в основном компасе и уровень воды в помпе охлаждения.

Техническая проверка проводится при работающем гирокомпасе. При этом проверяют соответствие показаний приборов контроля, управления и курсоуказания номинальным значениям, указанным в техническом описании, проверяют работу агрегата (напряжение и частоту) и стабильность и точность показаний гирокомпаса.

Профилактические работы проводят с целью обеспечения бесперебойной работы гирокомпасной установки. К ним относятся чистка приборов комплекта от пыли, нагара, устранение неисправностей, выявленных в результате технического осмотра и проверки, смазка трущихся поверхностей, замена износившихся деталей.

После проведения профилактических работ в обязательном порядке проверяют сопротивление изоляции приборов по отношению к корпусу и проводят испытание гирокомпаса в действии.

В соответствии с правилами технической эксплуатации технические осмотры, проверки и профилактические работы делятся на ежедневные, еженедельные, ежемесячные и полугодовые. Ежедневные, еженедельные и ежемесячные технические осмотры, проверки и профилактические работы производят лица судового экипажа, ответственные за эксплуатацию электронavigационных приборов, а полугодовые – совместно с представителями электрорадионавигационной камеры.

ЕЖЕДНЕВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСМОТРЫ, ПРОВЕРКИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

При ежедневных технических осмотрах и проверках гирокомпаса необходимо внимательно следить за:

- поправкой гирокомпаса; постоянство поправки гирокомпаса или ее колебания в допустимых пределах являются самыми верными признаками исправного технического состояния гирокомпаса;

- температурой поддерживающей жидкости, определяя ее по термометру на столе основного компаса; отклонение температуры жидкости от допустимых пределов может повлечь за собой изменение поправки гирокомпаса и даже выход его из строя; не следует особенно полагаться на ревун, так как замыкатель ревуна может не

сработать из-за загрязнения контактов;

- положением гиросферы по высоте;
- уровнем поддерживающей жидкости в основном компасе;
- показаниями приборов контроля;
- установкой корректора, подправляя ее при изменении скорости судна и широты;

- работой курсографа, у которого следует проверять наличие чернил в перьях и запас ленты; кроме того, необходимо следить за согласованностью курсографа с основным компасом и судовым временем;

- уровнем воды в помпе охлаждения;
- согласованностью приборов курсоуказания с основным компасом;
- агрегатом питания, который должен работать без искрения.

Ежедневно со всех приборов комплекта должна удаляться пыль, а в помещении гиропоста производиться влажная уборка.

О всех замеченных неисправностях необходимо доложить капитану и принять меры к их устранению. Останавливать гирокомпас можно только с разрешения капитана.

ЕЖЕНЕДЕЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСМОТРЫ, ПРОВЕРКИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Еженедельные технические осмотры, проверки и профилактические работы выполняют при неработающем гирокомпасе. При этом следует:

- произвести внешний и внутренний технический осмотр приборов комплекта, обратив особое внимание на исправность монтажа, состояние контактных колец, коллекторов и щеток электрических машин и сельсинов;
- протереть коллекторы и контактные кольца электрических машин сухой мягкой тряпкой;
- проверить посадку ламп и предохранителей.

Если судно находится на ходу, то еженедельные технические осмотры, проверки и профилактические работы ограничиваются внешним и внутренним осмотром приборов комплекта в объеме, допустимом при работающем гирокомпасе. При первой же остановке гирокомпаса еженедельные технические осмотры, проверки и профилактические работы должны быть проведены в полном объеме.

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСМОТРЫ, ПРОВЕРКИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Ежемесячные технические осмотры, проверки и профилактические работы производят на стоянке судна. При этом необходимо:

- очистить все узлы внутри приборов от пыли продуванием их сухим сжатым воздухом под давлением не более 2 атм;
- зачистить коллекторы и контактные кольца электрических машин и сельсинов, отрегулировать нажатие щеток;
- смазать резиновые уплотнения специальной мазью из смеси графита и касторового масла;
- проверить состояние амортизаторов;
- проверить крепление приборов комплекта.

После проведения ежедневных, еженедельных и ежемесячных профилактических работ данные о расходе запасного имущества и принадлежностей в связи с имевшими место неисправностями giroкомпаса должны быть отмечены в ведомостях ЗИП.

ПОЛУГОДОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСМОТРЫ, ПРОВЕРКИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Полугодовые технические осмотры, проверки и профилактические работы производят совместно с представителями электрорадионавигационных камер. При этом заменяют все изношенные детали giroкомпаса, проверяют наличие и состояние ЗИПа, производят проверку работы giroкомпаса в соответствии с заводской инструкцией в полном объеме.

ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ГИРОКОМПАСА «КУРС-4» НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

Перед пуском giroкомпаса после длительного перерыва в его работе или после установки giroкомпаса на судне необходимо произвести полный осмотр giroкомпасной установки, а также проверку и регулировку giroкомпаса.

Частичную регулировку отдельных приборов giroкомпасной установки производят также в процессе ежедневных, еженедельных и ежемесячных профилактических работ.

Ниже приводится порядок проверки и регулировки giroкомпаса, а также способы устранения некоторых его неисправностей. При регулировке giroкомпаса, а также при обнаружении неисправностей в процессе повседневной эксплуатации giroкомпаса необходимо пользоваться заводской инструкцией.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОСМОТР ГИРОКОМПАСА

Предварительный осмотр giroкомпаса производят в объеме ежедневного, еженедельного, ежемесячного и полугодового технического осмотра.

Неисправности, обнаруженные в результате технического осмотра, устраняют на месте или в электрорадионавигационной камере, если они связаны с работами, которые не могут быть выполнены в судовых условиях.

ПРОВЕРКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

1. Отключить схему от судовой сети, поставить переключатель ускоренного приведения в рабочее положение, отсоединить проводники на столе прибора 1М от клемм 27, 28, 29, 30, 31 и 55.

2. Мегомметром на 500 В измерить величину сопротивления изоляции giroкомпаса, которая должна быть не меньше 1 МОм.

3. При обнаружении в схеме giroкомпаса низкого сопротивления изоляции путем последовательного удаления предохранителей найти и устранить поврежденный участок изоляции.

ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ПРИБОРОВ ЛИНИИ ПИТАНИЯ (ПРИБОРЫ 4Д и 18)

1. При помощи щупа, имеющегося в ЗИПе, проверить уровень масла в бачке блока селеновых выпрямителей агрегата питания. При необходимости долить в бачок трансформаторное масло.

2. Проверить прозвониванием правильность соединения приборов 4Д и 18,

3. Проверить исправность и соответствие всех предохранителей в приборе 4Д по схеме этого прибора и при необходимости заменить их.

4. Включить в цепь питания агрегата три амперметра с пределами измерения 10 А и поворотом рукоятки выключателя «Судовая сеть» подать на агрегат судовое напряжение.

5. Проверить работу реле пуска агрегата, которое должно сработать через 1–2 с после пуска. Если при включении агрегата в работу контакты реле замыкаются многократно, то в соответствии с инструкцией по обслуживанию агрегата надо обнаружить неисправности и устранить их.

6. По включенным в цепь питания агрегата амперметрам проверить ток в обмотках электродвигателя агрегата. Если при номинальном напряжении судовой сети токи в обмотках электродвигателя отклоняются от пределов, указанных в формуляре агрегата, то электродвигатель неисправен. В соответствии с инструкцией по обслуживанию агрегата необходимо обнаружить неисправность и устранить ее.

7. При помощи тахометра измерить скорость вращения двигателя агрегата. Номинальное число оборотов двигателя должно находиться в пределах $2470 \pm 1\%$ об/мин и автоматически поддерживаться при колебаниях судового напряжения в пределах 10%. Если скорость вращения двигателя выходит из допустимых пределов или непрерывно колеблется, отрегулировать БРЧ в соответствии с инструкцией или отыскать неисправность и устранить ее.

РАЗБОРКА ОСНОВНОГО КОМПАСА

Основной компас разбирают при замене чувствительного элемента или поддерживающей жидкости, а также при зачистке электродов чувствительного элемента и следящей сферы. Если перед разборкой гирокомпас работал, то разборку можно начать только после остановки гиromоторов (примерно через 1,5 ч после выключения гирокомпаса).

Замена чувствительного элемента. Прежде чем приступить к работе, нужно достать из ящика с запасными частями необходимые инструменты: треногую подставку, гаечные ключи №8, 11, 14 и 27, отвертку № 3 и пинцет.

Кроме того, нужно приготовить пресную воду, спирт и чистую ветошь.

Порядок работы следующий.

1. Отсоединить все проводники, соединяющие стол с нактоузом, от всех клеммных плат стола.

2. Отсоединить штуцеры шлангов системы охлаждения от карданового кольца.

3. Вывернуть болты, соединяющие стол с внутренним кардановым кольцом.

4. Установить в стороне треногую подставку.

5. Осторожно, не наклоняя, приподнять за рукоятки стол вместе со следящей сферой и корректором и подождать, пока жидкость стечет в резервуар.

6. Установить стол на треногую подставку, а резервуар накрыть чистой тряпкой.

7. Вывернуть эбонитовую пробку, закрывающую контактный винт 28 следящей сферы, вывинтить винт и вынуть его пинцетом.

8. Отвернуть семь эбонитовых гаек, навинченных на стержни держателя, поддерживая при этом нижнюю следящую чашу. Нижнюю следящую чашу отделить без перекосов от верхней и поставить ее на подставку для чувствительного элемента.

9. Удалить заменяемый чувствительный элемент.

10. Промыть следящие чаши, змеевик, внутреннюю поверхность стола, а также загружаемый чувствительный элемент пресной водой и протереть их насухо. Затем промыть эти узлы спиртом.

11. Прозвонить электросхему следящей сферы между электродами и соответствующими кольцами коллектора.

12. Вложить новый чувствительный элемент в нижнюю следящую чашу и соединить ее с верхней, накрутив на стержни эбонитовые гайки. Ввинтить контактный винт 28, «прозвонить» цепь между винтом и клеммой 28 стола, после чего ввернуть эбонитовую пробку.

Если в ящике чувствительный элемент был сильно наклонен, то перед загрузкой дать ему отстояться в нормальном положении около 30 мин.

13. Перенести стол со следящей сферой и гиротермостатом к резервуару и медленно, давая возможность поддерживающей жидкости заполнить следящую сферу, поставить стол на место.

14. Скрепить стол болтами с внутренним кардановым кольцом и присоединить проводники к соответствующим клеммам стола.

15. Завернуть штуцеры системы охлаждения.

16. Замерить уровень поддерживающей жидкости, который должен отстоять не более чем на 35 мм от верхней кромки стола.

17. Проверить горизонтальность стола по уровню на крышке корректора. Если пузырек отклонен от среднего положения, поворотом балансировочного груза привести стол в горизонтальное положение.

Замена поддерживающей жидкости. При замене поддерживающей жидкости разборку основного компаса производят в том же порядке, что и при замене чувствительного элемента.

Испорченная жидкость удаляется из резервуара сифонным способом с помощью резинового шланга, имеющегося в ЗИП, или выбирается кружкой. При порче поддерживающая жидкость становится мутной, а также в ней могут образоваться хлопья.

Предварительно в стеклянной посуде должна быть приготовлена поддерживающая жидкость по следующему рецепту:

Вода дистиллированная	13 л
Глицерин химически чистый, плотностью 1,23 г/см ³	2,5 л
Бура (натрий тетраборнокислый)	14 г
Формалин технический 40%	0,1 л

Применять недистиллированную воду не разрешается. Бура для обезвоживания хранится в герметичной упаковке в ящике с запасными частями.

Порядок приготовления поддерживающей жидкости следующий.

1. Отмерить 10 л дистиллированной воды, влить ее в чистую стеклянную посуду и туда же влить 0,1 л формалина.

2. В полученный раствор влить 2,5 л глицерина. Сосуд, содержащий глицерин, ополоснуть дистиллированной водой и слить ее в бутыл с общим раствором. На ополаскивание должно быть взято 2 л воды.

3. Растворить в эмалированном или луженом сосуде 14 г буры в 0,5 л дистиллированной воды, нагретой до 40–50°, и вылить раствор в бутыл с общим раствором. Сосуд, содержащий раствор буры, ополоснуть дистиллированной водой и слить ее в бутыл с общим раствором. На ополаскивание должно пойти 0,5 л дистиллированной

воды.

4. Полученную смесь тщательно перемешать чистой деревянной или стеклянной палочкой. Раствор должен быть совершенно прозрачным (допускается легкий розоватый оттенок).

5. Правильность составления поддерживающей жидкости проверить ареометром, который хранится в ящике с запасными частями. Плотность жидкости при температуре 20° должна быть 1,040 г/см³, при температуре 15° – 1,041 г/см³, при температуре 25° – 1,030 г/см³. Допустимые отклонения плотности $\pm 0,0014$ г/см³.

В случае несоответствия плотности жидкости установленным требованиям необходимо довести ее до нормы. Для увеличения плотности жидкости в нее добавляют глицерин, а для уменьшения – дистиллированную воду.

6. Слить жидкость в резервуар. Жидкость примерно на 3/4 должна закрыть смотровое стекло резервуара.

Температура замерзания жидкости около –4°С.

При замене поддерживающей жидкости рекомендуется зачистить электроды чувствительного элемента и следящей сферы мягкой стеклянной шкуркой и затем протереть марлей, смоченной спиртом.

При отсутствии большой стеклянной посуды поддерживающую жидкость можно готовить непосредственно в резервуаре. На время до загрузки чувствительного элемента резервуар с жидкостью следует накрыть двойным слоем марли во избежание загрязнения жидкости.

ПРОВЕРКА ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ

В период разбега гиromоторов чувствительного элемента (10– 15 мин) токи должны быть повышены, а затем снижаться до нормальных рабочих величин.

Если амперметры показывают токи выше номинальных, то при нормальной работе агрегата причиной этому служит повышение токопроводимости поддерживающей жидкости.

В этом случае необходимо отлить из резервуара 1 л жидкости, а затем влить в него такое же количество смеси, состоящей из 12 частей дистиллированной воды и 2,5 части глицерина. Если амперметры не покажут нормальных величин тока, то повторить операцию.

Отливают и сливают жидкость сифонным способом с помощью резинового шланга. Для создания сифона необходимо удалить воздух из резинового шланга с помощью спринцовки.

Для тщательного перемешивания жидкости после слива раствора в резервуар надо еще несколько раз отлить и слить жидкость. При опускании сосуда, в который сливают жидкость, ниже уровня стола гирокомпаса жидкость перетекает из резервуара в сосуд.

При подъеме сосуда выше уровня стола жидкость течет из сосуда в резервуар.

В случае, когда амперметры показывают токи ниже нормальных, необходимо увеличить токопроводимость поддерживающей жидкости. Для этого в нее следует добавить буры, учитывая, что 1,5 г буры увеличивают показания амперметров примерно на 0,1 А.

Для добавления буры надо отлить из резервуара сифонным способом около 0,5

л жидкости в эмалированную кружку и, нагрев жидкость до температуры 40–50°, растворить в ней буру. Сифонным же способом влить раствор в резервуар.

После этого необходимо проверить работу токового сигнализатора, который должен реагировать на изменение тока в любой фазе трехфазной цепи на $\pm 0,25$ А. При этом в приборах 10М и 34А должны загораться сигнальные лампочки «Отклонение тока». Пределы работы токового сигнализатора проверяются путем закорачивания двух фаз на сопротивление 400–600 Ом мощностью не менее 25 Вт при одновременном снятии третьего предохранителя в линии трехфазного тока в приборе 4Д (зажимы 15–21, 16–22, 17–23). Если пределы работы токового сигнализатора не совпадают с допустимыми ($\pm 0,25$ А), то его следует отрегулировать. Для этого надо с помощью пружины установить средний (подвижной) контакт в вертикальное положение, а неподвижные контакты вывинтить до предела. Затем ввинчиванием контактных винтов неподвижных контактов установить такой зазор между подвижным и неподвижными контактами, чтобы токовый сигнализатор срабатывал при изменении трехфазного тока на $\pm 0,25$ А и более.

Следует помнить, что при пуске гирокомпаса, когда токи в трехфазной цепи повышены, срабатывание токового сигнализатора является нормальным.

ПРОВЕРКА СИНХРОННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Перед проверкой синхронной передачи необходимо согласовать все приборы курсоуказания с основным компасом. Затем поставить на место 6-амперные предохранители в приборе 4Д. Включить следящую систему, после чего картушки всех приборов курсоуказания начнут вращаться в одну сторону согласованно с основным компасом.

Если картушка одного из приборов курсоуказания будет вращаться в сторону, противоположную вращению картушки основного компаса, то необходимо отключить его, вынув соответствующие предохранители в разветвительной коробке (прибор 15А), и поменять местами две фазы на сельсине-приемнике (клеммы 67, 68 и 69).

Одновременно следует проверить освещение шкал приборов курсоуказания. Если в одном из репитеров освещение окажется слабым, то заменить сгоревшую лампочку.

После того как картушки остановятся, все репитеры должны быть согласованы с основным компасом с точностью до $0,1^\circ$.

Если один из приборов курсоуказания окажется рассогласованным с основным компасом на угол, кратный $1/3^\circ$, то все три фазы ротора сельсина-приемника подключены неверно и поэтому следует подключить их согласно схеме. При рассогласовании прибора курсоуказания на $0,5^\circ$ следует поменять местами проводники 66 и 70, по которым подводится однофазное напряжение к обмотке возбуждения сельсина-приемника.

Другие углы рассогласования (в пределах 1°) устраняются разворотом статора сельсина. Для этого ослабляют винты, крепящие сельсин, и статор рукой поворачивают в соответствующую сторону до установки шкалы на требуемый отсчет.

Если повороту статора мешают внешние части прибора, то для устранения рассогласования надо переместить сельсин в осевом направлении и таким образом вывести трибку на оси сельсина из зацепления с шестерней редуктора. Затем установить шкалу на требуемый отсчет и сцепить трибку с шестерней.

ПРОВЕРКА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

В первую очередь необходимо проверить правильность присоединения трубопроводов системы охлаждения, краны, надежность уплотнения штуцеров и шлангов помпы и основного компаса.

Через наливное отверстие в крышке помпы залить в бачок помпы дистиллированную воду до красной черты водомерного стекла.

Для пуска помпы поставить на место 1-амперные предохранители помпы (зажимы 15–15, 16–16, 17–17) в приборе 4Д. Проверить по красной стрелке на корпусе направление вращения электродвигателя помпы, валик которого виден через отверстие, закрываемое пробкой. Если помпа вращается в обратную сторону, поменять местами две фазы статора электродвигателя на клеммной плате самой помпы.

После пуска помпа должна подавать воду в змеевик основного компаса. Подача воды контролируется посредством винта на трубке штуцера на столе основного компаса. При отдаче винта из отверстия должна выбрасываться охлаждающая жидкость (дистиллированная вода).

В случае неисправности помпы допускается временно, до исправления помпы, охлаждать гидрокомпас непосредственно от судовой магистрали через редуктор, понижающий давление до 0,7 атм.

После проверки помпу необходимо выключить до тех пор, пока температура поддерживающей жидкости не поднимется до 41°.

РЕГУЛИРОВКА ОХЛАЖДЕНИЯ

Вначале следят по термометру на столе основного компаса за температурой поддерживающей жидкости. Когда температура будет подходить к 41°, ставят на место предохранители ревуна (зажимы 59 или 60) в приборе 4Д. Ревун при этом не должен подавать сигнала. Как только температура станет равной 41°, ревун должен подать сигнал, а также должна загореться лампа «Отклонение температуры». Если сигнальные приборы не работают, необходимо проверить, во-первых, чистоту контактов замыкателя ревуна на столе основного компаса и протереть их батистовой тканью, смоченной спиртом. Затем отрегулировать замыкатель ревуна так, чтобы верхний контакт замкнулся со средним, о чем укажет сигнал ревуна. После этого включить систему охлаждения, поставив на место предохранители помпы.

Для увеличения потока охлаждающей жидкости надо отвернуть гайку терморегулятора на несколько оборотов. Температура поддерживающей жидкости начнет падать, причем при 41° ревун должен прекратить работу. В противном случае еще раз подрегулировать верхний контакт замыкателя ревуна.

Когда температура достигнет значения 37°, вновь отрегулировать замыкатель ревуна так, чтобы замкнулся его нижний контакт со средним. После этого надо установить терморегулятор на автоматическое поддержание температуры поддерживающей жидкости в пределах 37–41°.

Для этого необходимо:

1) поднять температуру поддерживающей жидкости до 39°, подтянув гайку терморегулятора на несколько оборотов.

2) вынуть пружину-фиксатор из прорезей центрального и установочного винтов и вывинтить их в крайнее положение;

3) завинчиванием гайки терморегулятора сжать резиновую трубку до прекращения протока охлаждающей воды. При этом гайка не должна переходить за деление 5, так как сильное сжатие пружины может повредить терморегулятор. Если при завинчивании гайки до деления 5 резиновая трубка не перекрывается, необходимо заменить пружину или подложить прокладку под верхнюю планку;

4) ввинтить установочный винт до упора в нижнюю планку и затем медленно продолжать ввинчивание до тех пор, пока из выходного конца шланга не появятся капельки воды. Шланг должен быть предварительно отсоединен от гнутого патрубка на столе гирокомпаса;

5) ввинтить центральный регулировочный винт до упора в шток термореле и дальнейшим ввинчиванием приподнять верхнюю планку до появления из резиновой трубки тонкой струи охлаждающей жидкости;

6) соединить резиновую трубку с гнутым патрубком и проверить 2–3 раза примерно через часовые промежутки времени температуру поддерживающей жидкости по термометру;

7) если температура выходит за пределы 38–40°, следует слегка отжать или подвернуть (не более чем на один оборот) установочный винт;

8) вложить пружину-фиксатор в прорези винтов.

Отрегулированный таким образом терморегулятор должен обеспечивать температурный режим поддерживающей жидкости 37–41° при температуре охлаждающей жидкости не выше 29°. При плавании в тропиках и при отсутствии специального холодильника в системе охлаждения температура охлаждающей жидкости может подняться выше 29°. В этом случае, как исключение, допускается повысить температуру поддерживающей жидкости до пределов 44–48°. Установка регулятора в этом случае на автоматическое поддержание температуры производится тем же способом. Температура охлаждающей воды не должна превышать 33°.

РЕГУЛИРОВКА ПОЛОЖЕНИЯ ГИРОСФЕРЫ ПО ВЫСОТЕ

К регулировке положения гиросферы по высоте следует приступить, через 3–5 ч после прихода гирокомпаса в меридиан.

Регулировка положения гиросферы по высоте должна производиться при температуре поддерживающей жидкости 39°, так как именно при такой температуре экваториальная линия гиросферы должна совпадать с горизонтальной риской, нанесенной на смотровых стеклах и эбонитовых колодках следящей сферы. Если отклонение превышает ± 2 мм, необходимо изменить плотность поддерживающей жидкости.

В случае, когда гиросфера приподнята выше нормального положения, в поддерживающую жидкость следует добавить дистиллированную воду. Если гиросфера опущена, то в поддерживающую жидкость следует добавить глицерин.

Воду и глицерин добавляют сифонным способом с помощью резинового шланга, при этом необходимо тщательно перемешивать поддерживающую жидкость.

После добавления глицерина или воды необходимо проверить показания амперметров в приборе 4Д. Если токи окажутся ниже допустимых пределов, то надо добавить буру таким же способом, как указывалось выше.

При плавании в тропиках и при установлении температурного режима поддерживающей жидкости 44–48° для сохранения нормального положения чувствительного элемента по высоте следует добавить 100–140 см³ глицерина.

ПРОВЕРКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, СКОРОСТИ ОТРАБОТКИ И ЧИСЛА КОЛЕБАНИЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ

Проверка чувствительности и скорости отработки, следящей системы производится не ранее чем через час после прихода чувствительного элемента в меридиан и только на стоянке судна. Для проверки чувствительности следящей системы необходимо вручную рассогласовать следящую сферу с гиросферой поворотом следящего двигателя в приборе 9Б на $0,3-0,5^\circ$, замечая отсчеты по картушке точного отсчета основного компаса. Затем, освободив электродвигатель, заметить отсчет, на котором остановится картушка гирокомпаса. Так нужно проделать несколько раз, производя рассогласования следящей сферы с гиросферой в разные стороны. Точность возвращения картушки компаса в равновесное положение справа и слева* характеризует чувствительность следящей системы, которая в среднем не должна быть ниже $\pm 0,2^\circ$. В противном случае следует проверить, нет ли заеданий в следящей системе или в репитерах.

Для того чтобы проверить скорость отработки следящей системы, надо рассогласовать следящую сферу с гиросферой на 90° и замерить секундомером время, в течение которого следящая сфера вернется в согласованное положение. Это время не должно превышать 15 с. Рассогласование следящей сферы с гиросферой производится закорачиванием клемм 30 и 31 с клеммой 29 на столе основного компаса. Когда картушка основного компаса повернется на $100-120^\circ$, надо прекратить закорачивание и при переходе картушки через отсчет, отличающийся на 90° от равновесного, пустить секундомер. При переходе картушки через равновесное положение остановить секундомер.

Одновременно со временем отработки проверяется число колебаний следящей системы около равновесного положения. Число прохождений следящей системы через положение равновесия не должно превышать пяти.

Если время отработки больше 15 с, то в схеме имеется какая-нибудь неисправность, которую необходимо устранить. Для обнаружения неисправности надо отключать поочередно приборы курсоуказания и проверять скорость отработки следящей системы. Нормальная величина скорости отработки укажет на неисправность в приборе, после отключения которого производилась проверка.

Если скорость отработки следящей системы не зависит от приборов курсоуказания или число колебаний следящей системы около положения равновесия больше пяти, следует подобрать новую величину емкости в цепи вспомогательной обмотки следящего двигателя, замеряя каждый раз скорость отработки и число колебаний, пока они не достигнут нормальных значений.

ПРОВЕРКА РАБОТЫ ПРИБОРА 34А

В курсографе проверяют согласованность курсового и четвертного перьев, наличие чернил в перьях, а также работу лентопротяжного механизма.

Для проверки согласованности курсового и четвертного перьев надо вручную поворачивать репитер курсографа, разомкнув предварительно две фазы ротора. При переходе курсового пера через отсчеты 0, 90, 180 и 270° четвертное перо должно переходить в соответствующие четверти.

Для проверки работы лентопротяжного механизма следует согласовать установку ленты с часами и проверить правильность прохождения ленты в течение 5–6 ч. Если при пуске электродвигателя времени не работает, то следует ему помочь сдвинуться с места, не прикладывая при этом больших усилий.

Если перо курсографа не пишет, вынуть из металлической оправы стеклянный баллончик пера, прочистить капиллярную трубку тонкой проволокой, а затем, пользуясь имеющейся в ЗИП грушей, промыть перо спиртом или водой.

Корректор и механизм дистанционной установки корректора проверяют на согласованность стрелки прибора 34А с индексом корректора и на отсутствие заеданий в механических передачах. Заедания можно обнаружить вращением маховика ручной установки корректора.

Для проверки согласованности движения стрелки прибора 34А и индекса корректора следует:

- установить индекс корректора на деление 15. Вращением оси сельсина-приемника в приборе 34А установить стрелку в среднее положение по шкале скорости;
- поставить на место предохранители 130 и 131 в приборе 4Д и включить однофазный ток;
- нажать кнопку со знаком «+» в приборе 34А: стрелка в приборе и индекс в корректоре должны перемещаться вправо;
- нажать кнопку со знаком «-»: стрелки в приборе и индекс в корректоре должны идти влево.

При переходе индекса за деление 0 или 30 ограничительные контакты должны разорвать линию питания электродвигателя СЛ222.

Если при нажатии кнопки «+» индекс и стрелка перемещаются влево или индекс и стрелка не двигаются, следует проверить правильность подключения электродвигателя СЛ222.

Если при нажатии кнопки стрелка и индекс движутся в противоположные стороны, то необходимо проверить правильность подключения роторных обмоток сельсинов корректора и прибора 34А.

Стрелка сельсина в приборе 34А и индекс корректора должны двигаться плавно, без скачков.

ПРОВЕРКА СИГНАЛЬНОЙ ЛИНИИ РАССОГЛАСОВАНИЯ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ

Эта проверка производится после включения следящей системы. Поворотом валика следящего двигателя в приборе 9Б следящая сфера рассогласовывается с гиросферой на $1,5-2,5^\circ$, при этом в приборах 9Б, 10М и 34А должны загореться сигнальные лампы «Рассогласование следящей системы». Если сигнальные лампы не загораются, то их следует заменить. Если и новые лампы не горят, проверить исправность монтажа линии сигнала рассогласования следящей системы.

ПРОВЕРКА РАБОТЫ УКАЗАТЕЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ПО ВЫСОТЕ

Прежде чем приступить к проверке, необходимо балансировочным грузом отрегулировать горизонтальное положение стола и определить положение чувствительного элемента по высоте, наблюдая его непосредственно и по индикатору в приборе

34А. Затем выключить помпу для повышения температуры поддерживающей жидкости чувствительный элемент при этом начнет опускаться. Наблюдая за положением чувствительного элемента и показаниями индикатора в приборе 34А, проверить их соответствие; показания индикатора не должны расходиться с положением чувствительного элемента более чем на ± 1 мм.

То же самое проделать при подъеме чувствительного элемента, включив помпу охлаждения для понижения температуры поддерживающей жидкости.

Подъем и опускание чувствительного элемента производить в пределах ± 4 мм.

При расхождении показаний индикатора с положением чувствительного элемента по высоте более чем на ± 1 мм изменить соответственно положение стрелки в индикаторе. Если этим не удастся согласовать показания индикатора с положением чувствительного элемента по высоте, то следует отрегулировать величину переменного сопротивления 5 кОм в цепи индикатора в приборе 34А.

ПРОВЕРКА УСТАНОВКИ ОСНОВНОГО КОМПАСА И РЕПИТЕРОВ ДЛЯ ПЕЛЕНГОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ДИАМЕТРАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ СУДНА

Основной компас должен быть установлен так, чтобы курсовая черта была параллельна диаметральной плоскости судна. При нарушении правильности установки основного компаса относительно диаметральной плоскости в показаниях гирокомпаса появляется постоянная погрешность.

Установку основного компаса и репитеров, предназначенных для пеленгования, проверяют при работающем гирокомпасе. При этом репитеры должны быть точно согласованы с основным компасом и их показания не должны отличаться друг от друга более чем на $0,1^\circ$.

Прежде чем приступить к проверке установки основного компаса, следует проверить правильность установки репитеров, предназначенных для пеленгования и подвешенных на пелорусах. Пелорусы должны быть установлены так, чтобы стрелки, нанесенные на их основаниях, были направлены к носу параллельно диаметральной плоскости судна, что оценивается на глаз. Линии $0-180^\circ$ азимутального круга репитеров должны точно совпадать с диаметральной плоскостью судна. Для проверки берут курсовые углы достаточно удаленного предмета по азимутальному кругу главного магнитного компаса и по азимутальным кругам репитеров. Если имеются расхождения в курсовых углах, то поворотом корректировочных колец пелорусов добиваются равенства курсовых углов, взятых по репитерам, с курсовым углом, взятым по главному магнитному компасу.

Для проверки установки основного компаса и исключения постоянной поправки пеленгуют предмет, истинный пеленг которого известен. Если компасный пеленг предмета не совпадает с истинным, то поворотом нактоуза основного компаса добиваются равенства этих пеленгов.

Работа по исключению постоянной поправки гирокомпаса может быть проделана как на стоянке, так и на ходу судна. Однако исключать на ходу постоянную поправку гирокомпаса следует только в том случае, когда она имеет значительную величину (более 1°). При этом поправка должна определяться из серии наблюдений.