

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского»
Кафедра технических средств судовождения

**ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
СУДОВОЖДЕНИЯ**

Методические указания
по выполнению лабораторной работы
по дисциплине технических средств судовождения
для курсантов и студентов
специальности 26.05.05 «Судовождение»

Составители: А.И. Саранчин
А.А. Касич

Владивосток
2017

**Саранчин, А. И. Элементная база технических средств
судовождения**

Методические указания / А. И. Саранчин, А. А. Касич. – Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2017. – 24 с.

Лабораторная работа соответствует разделу учебной программы «Гирокомпасы с неавтономным чувствительным элементом». Тема лабораторной работы и ее учебная цель соответствует требованиям Кодекса ПДНВ на уровне эксплуатации. Для контроля качества усвоения материала в конце работы темы приведены контрольные вопросы, в приложении дан образец отчета по лабораторной работе.

Предназначено для курсантов и студентов заочников судоводительской и радиотехнической специальностей высших морских учебных заведений, а также слушателей, обслуживающих технические средства навигации на судах морского флота.

Ил. 13, табл. 4, библиогр. 3 назв.

Рецензенты:

А.Н.Панасенко, профессор кафедры,
МГУ им. адм. Г. И. Невельского

Элементная база технических средств судовождения

СОДЕРЖАНИЕ

Общие организационно-методические указания	4
Описание лабораторной работы	6
Организационно-методические указания	6
Механические вычислительные элементы	6
Резисторы	6
Вращающиеся трансформаторы	7
Сельсины	12
Электродвигатели	15
Трансформаторами	15
Усилительные дроссели	17
Организационно-методические указания. Задания	19
Форма и содержание отчета	21
Список литературы	23

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем пособии представлены лабораторная работа по эксплуатации ТСС, предусмотренные рабочей программой дисциплины «Технические средства судовождения» для специальности 26.05.05 «Судовождение».

Согласно **Кодексу ПДНВ** (таблица А-II/1) вахтенный помощник капитана должен обладать компетенцией «Планирование и осуществление перехода и определение местоположения» (колонка 1 таблицы А-II/1 Кодекса ПДНВ), необходимой для реализации функции «Судовождение на уровне эксплуатации». Согласно кодексу необходимо

знать:

- принцип действия всех технических средств судовождения;
- комплектацию и функциональные схемы приборов;
- правила эксплуатации навигационных приборов;
- принципиальные ограничения, которые имеют место при эксплуатации приборов в определенных условиях;

уметь:

- использовать информацию, получаемую с технических средств судовождения;
- обслуживать навигационные приборы при исполнении обязанностей вахтенного помощника капитана;
- определять поправки приборов, учитывать или компенсировать их;
- контролировать работоспособность приборов и их готовность к навигационному использованию;
- организовывать технический контроль при эксплуатации судна и судового оборудования в соответствии с установленными процедурами;
- определять производственные программы по техническому обслуживанию, сервису, ремонту и другим услугам при эксплуатации судна;
- использовать информационные технологии при разработке эксплуатационных требований и эксплуатации новых видов транспортного оборудования.

Достижение компетенции, то есть достижение необходимых знаний и умений невозможно без знания элементной базы навигационных приборов. Кроме того, только элементная база позволяет решить локальные принципы **е-навигации** по выработке навигационной информации, снабжению информацией потребителей, обмену ею между приборами и между объектами мореплавания.

Лабораторная работа выполняется в специализированной аудитории кафедры ТСС, где размещены изучаемые навигационные приборы – носители вычислительных элементов.

Перед выполнением работы следует ознакомиться с её содержанием, методическими указаниями, критериями оценки и, в случае необходимости, основными теоретическими положениями по теме работы. На занятии необходимо иметь курс (конспект) лекций, тетрадь для лабораторных работ по ТСС (30-50 страниц) с указанием фамилии и номера группы курсанта на обложке, микрокалькулятор, прозрачную линейку (командирскую) с миллиметровой шкалой, циркуль, карандаш (типа М, ТМ), стирательную резинку. Порядок выполнения и вариант работы определяются преподавателем. Для лабораторной работы предлагается бланк отчета, который заполняется индивидуально, либо группой (по указанию преподавателя). Защита ЛР осуществляется по предоставлению отчета и подтверждается ответами на контрольные вопросы.

При работе на действующей технике, проводится инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале по ТБ.

Каждая лабораторная работа оценивается преподавателем по завершении занятия. Общие критерии оценки: 90-100% выполненных заданий (задач) – «отлично», 80-89% - «хорошо», 70-79% - «удовлетворительно», менее 70% - «неудовлетворительно».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ТЕМА: ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СУДОВОЖДЕНИЯ

Цель: Изучить основные элементы аналоговых электромеханических вычислительных схем, используемых в ТСС.

Время - 2 часа

Описание лабораторной работы

В технических средствах судовождения широко используется самая современная электронная база. Однако специфика работы многих навигационных приборов, в особенности тех, которые основаны на механическом движении или управляющих движением, предполагает использование соответствующих элементов.

1. Механические вычислительные элементы

В современных технических средствах механические элементы встречаются достаточно редко. Их преимущества: высокая надежность, устойчивость к электромагнитным воздействиям. Однако существенные недостатки, такие как функциональная ограниченность и высокая стоимость привели к тому, что такие элементы вытеснены более современными вычислительными устройствами. На рис. 1 показано устройство механического коноида, который используется в гирокомпасе «Курс-4М».

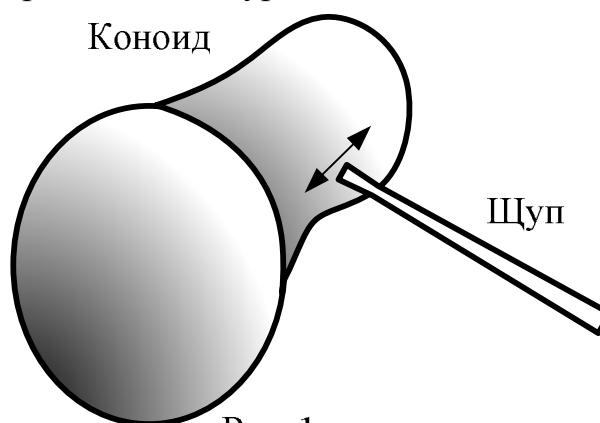


Рис. 1

В гирокомпасе «Курс-4М» коноид используется в схеме дистанционного ввода скоростной поправки. Его образующая выполнена по закону

2. Резисторы

Большой класс элементов, используемых в электрических цепях, это резисторы. Они выполняют множество известных функций: регулирование тока и напряжения, создание электрической нагрузки, формирование величины напряжений смещения и обратной связи (масштабирование), симметрирование параллельных цепей и т. д.

Резисторы могут быть как постоянными, так и переменными. На последних остановимся подробнее.

Переменные резисторы представляют собой электромеханические устройства переменного сопротивления, состоящие из активного сопротивления R (рис. 2) и скользящего контакта.

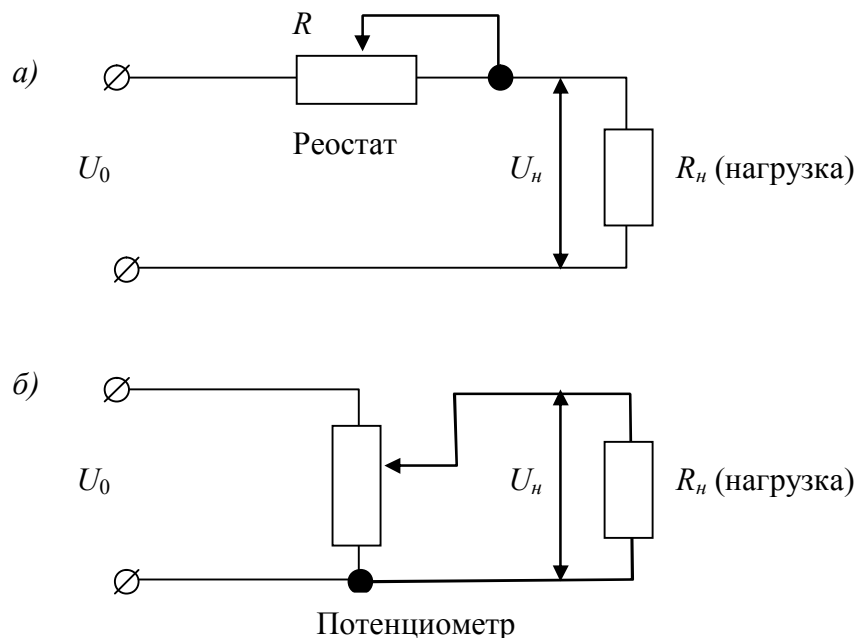


Рис. 2

По конструкции переменные резисторы одинаковы, но, в зависимости от способа включения в схему подразделяются на реостаты и потенциометры. Реостат включается в схему последовательно с нагрузкой (рис. 1а), где он служит для регулирования *тока* в цепи. При потенциометрическом подключении резистор подключается параллельно с нагрузкой (рис. 1б) и позволяет в цепи регулировать *напряжение*. Примером использования таких резисторов может служить регулятор «Ускоренное приведение» в гиросимуткомпасе «Вега», регуляторы освещения шкал и т. п.

3. Вращающиеся трансформаторы

Вращающиеся трансформаторы предназначены для получения переменного напряжения, значение которого зависит от угла поворота ротора. По назначению вращающиеся трансформаторы относятся к информационным электрическим машинам и применяются в системах автоматического регулирования в качестве элементов (датчиков угла) для измерения рассогласования между двумя вращающимися осями. Вращающийся трансформатор конструктивно представляет собой электрическую машину индукционного типа малой мощности. Наибольшее применение получили двухполюсные вращающиеся трансформаторы с двумя парами одинаковых взаимно перпенди-

кулярных обмоток: обмотки С1—С2 и С3—С4 расположены на статоре; обмотки Р1 — Р2 и Р3 — Р4 — на роторе (рис. 3).

Обмотка возбуждения (С1—С2) включается в сеть переменного тока, компенсационная обмотка (она имеет второе название – *квадратурная обмотка*) С3 — С4 замыкается накоротко или на резистор (с целью симметрирования). Обмотки на роторе называют вторичными: синусная Р1 — Р2 и косинусная Р3 — Р4. Электрический контакт с обмотками ротора осуществляется либо с помощью контактных колец и щеток (аналогично контактным сельсинам), либо посредством спиральных пружин. В последнем случае угол поворота ротора вращающегося трансформатора ограничивается максимальным углом закручивания спиральных пружин. Принцип работы вращающихся трансформаторов основан на взаимной индуктивности между обмотками статора и ротора, которая изменяется в определенной функциональной зависимости от угла поворота ротора.

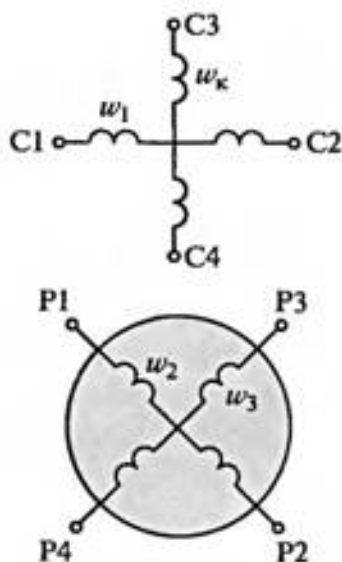


Рис. 3

Вращающиеся трансформаторы – уникальные электромеханические элементы *обратимого типа*, то есть они могут использоваться для решения прямых и обратных задач. Если вращающийся трансформатор используется в качестве измерительного элемента, то поворот ротора осуществляется посредством редукторного механизма высокой точности, который либо встраивается в корпус вращающегося трансформатора, либо монтируется отдельно от вращающегося трансформатора и механически соединяется с его валом. Если вращающийся трансформатор предназначен для работы в режиме поворота ротора в пределах определенного угла, то в качестве обмоток возбуждения и компенсационной используются обмотки статора, а в качестве вторичных — обмотки ротора.

Если вращающийся трансформатор работает в режиме непрерывного вращения ротора, то обычно применяют «обратное» использование обмоток: обмотки ротора используют в качестве обмоток возбуждения и компенси-

онной, а обмотки статора — в качестве вторичных. Если компенсационная обмотка замыкается накоротко, то при «обратном» использовании обмоток на роторе применяют лишь два контактных кольца, что упрощает конструкцию, повышает надежность и точность вращающегося трансформатора.

В зависимости от графика функциональной зависимости ЭДС вторичной обмотки от угла поворота ротора вращающиеся трансформаторы разделяют на следующие типы: *синусно-косинусный* вращающийся трансформатор (СКВТ) — напряжение U_2 на выходе обмотки w_2 находится в синусной зависимости от угла поворота ротора α , а напряжение U_3 на выходе обмотки — в косинусной зависимости от угла поворота ротора (рис. 4); *линейный* вращающийся трансформатор (ЛВТ) — выходное напряжение U_2 находится в прямолинейной зависимости от угла.

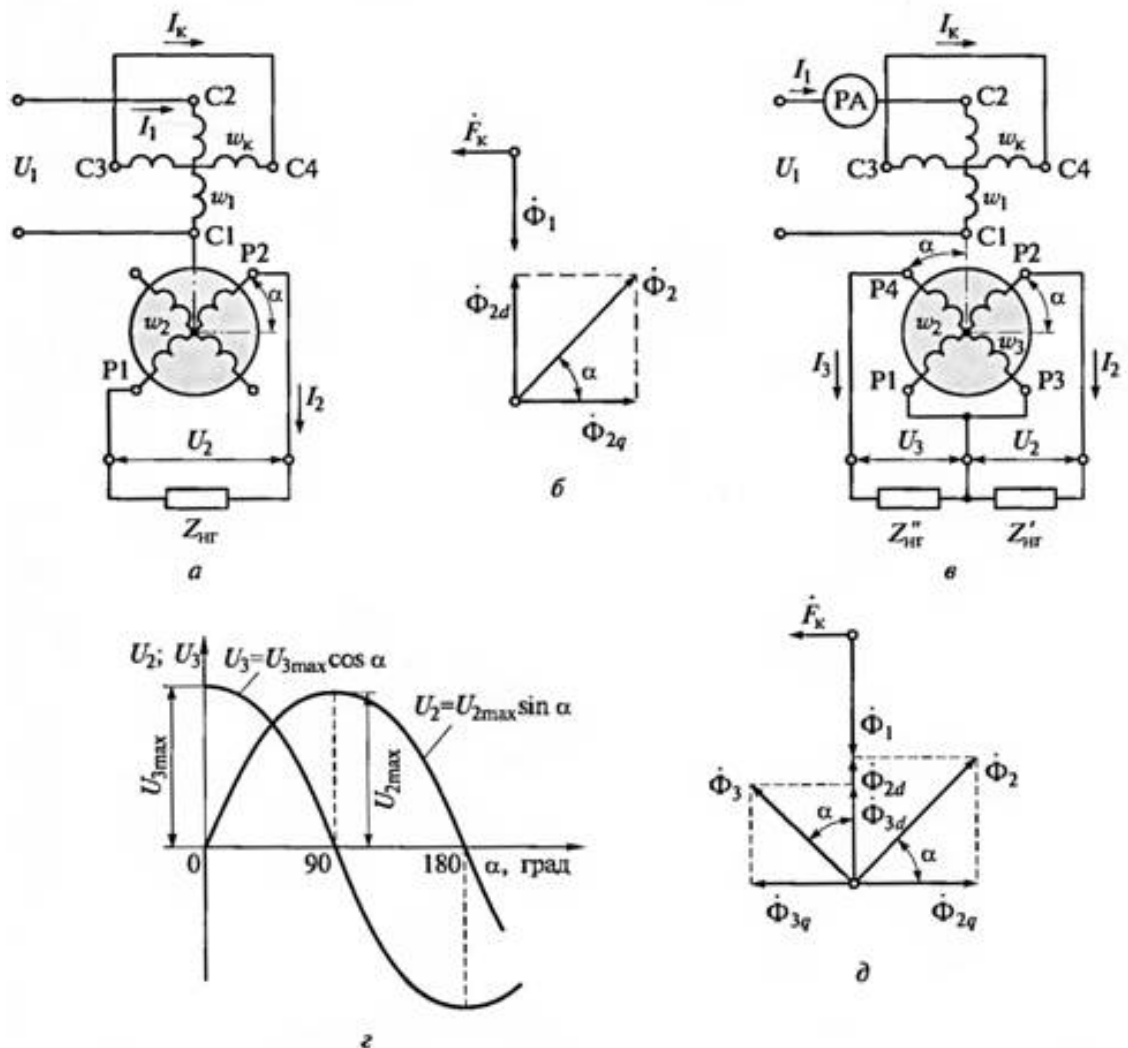


Рис. 4

Вращающийся трансформатор-построитель (ПВТ) предназначен для решения геометрических задач. Например, в вычислительной схеме индукционного магнитного компаса КМ-145 СКВТ используется в качестве построителя. На статорные обмотки подается напряжение пропорциональное

синусу и косинусу курса. Суммарный магнитный поток Φ тогда направлен по курсу

$$\Phi \sin K + \Phi \cos K = \Phi$$

Теперь достаточно развернуть ротор так, чтобы в синусной обмотке ЭДС не возникала. Это возможно только в случае, когда обмотка перпендикулярна магнитному потоку, следовательно, при ЭДС равной нулю угол поворота ротора равен курсу

$$\alpha = K.$$

Линейный вращающийся трансформатор ЛВТ отличается от СКВТ только способом подключения обмоток. В ЛВТ квадратурная и синусная обмотки подключаются последовательно (рис. 5а). При этом выходная характеристика, снимаемая с синусной обмотки также имеет вид синусоиды, однако на участке поворота ротора от -60 до $+60^\circ$ кривая имеет исключительно точную линейную зависимость. По этой причине ЛВТ чаще всего используется в вычислительных устройствах для ввода скорости судна.

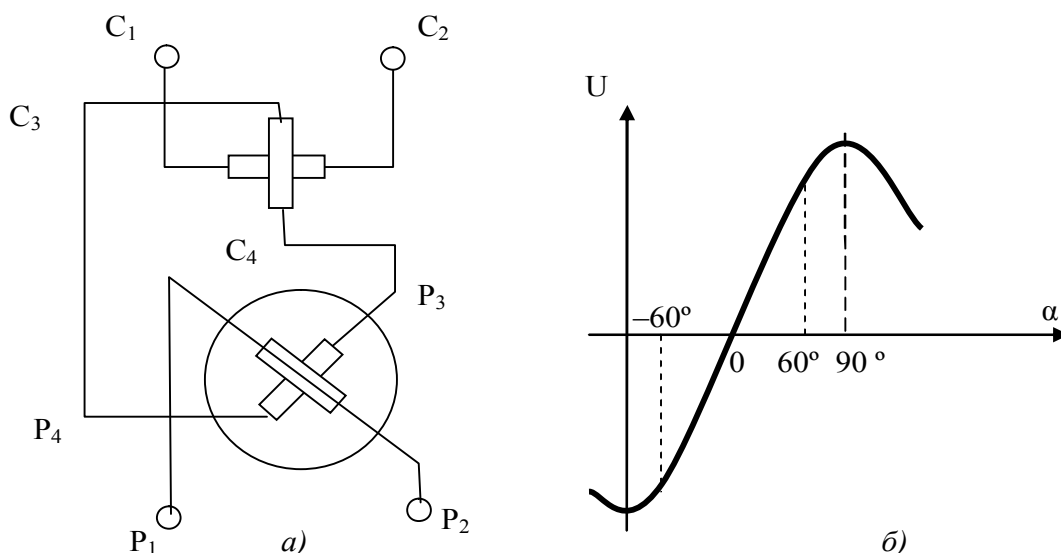


Рис. 5

Кроме того, вращающиеся трансформаторы могут применяться в качестве масштабных трансформаторов (МВТ) для согласования напряжений отдельных каскадов автоматического устройства, фазовращателей, электрических машин синхронной связи в трансформаторных системах дистанционной передачи угла.

Вращающиеся трансформаторы, аналогично сельсинам, можно использовать в трансформаторной системе дистанционной передачи угла. Принципиальная схема такой передачи показана на рис. 3. В качестве датчика Д и приемника П применены вращающиеся трансформаторы СКВТ. При подаче напряжения U_1 , на обмотку возбуждения в ВТ-датчике возникает пульсирующий магнитный поток Φ . Положение обмоток ротора ВТ-датчика зависит от угла α_D — поворота ротора относительно оси обмотки возбуждения. Магнитный поток Φ_1 , сцепляясь с обмотками ротора ВТ-датчика, индуцирует

в них ЭДС E_1 и E_2 , под действием которых в цепи синхронизации системы возникают токи. Проходя по обмоткам ротора ВТ-приемника, эти токи создают пульсирующий магнитный поток Φ . Пространственное положение вектора этого потока определяется углом поворота ротора ВТ-датчика, т.е. при повороте ротора ВТ датчика на угол α_d вектор потока Φ поворачивается на такой же угол. Сцепляясь с обмоткой статора $\omega_{кп}$, поток Φ индуцирует в ней ЭДС $E_{вых}$, величина которой зависит от угла рассогласования системы $\theta = \alpha_d - \alpha_n$. В остальном работа вращающихся трансформаторов в рассматриваемой системе аналогична работе сельсинов.

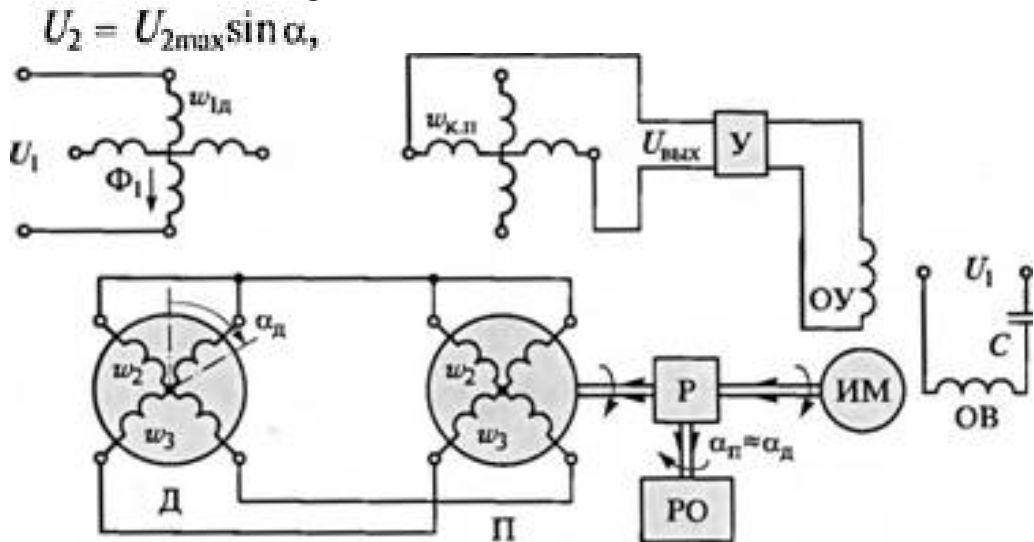


Рис. 6

Внешний вид наиболее распространенных вращающихся трансформаторов серии ВТ-5 показан на рис. 7.



Рис. 7

4. Сельсины

Сельсин — индукционная машина системы индукционной связи. Сельсинами (от англ. *self-synchronizing*) называются электрические микромашины переменного тока, обладающие свойством самосинхронизации (для плавной передачи на расстояние угла поворота вала). Сельсины передачи работают аналогично обычным механическим передачам, но в них крутящий момент между валами создаётся не при помощи непосредственно контактирующих шестерён, а посредством изменяющегося магнитного потока.

В различных отраслях промышленности, в системах автоматики и контроля часто возникает необходимость синхронного и синфазного вращения или поворота двух и более осей, механически не связанных друг с другом (например, с основного прибора на репитеры гирокомпаса). Такие задачи решаются с помощью систем синхронной связи.

Простейший сельсин состоит из статора с трёхфазной обмоткой (схема включения в электрическую цепь — треугольник или звезда) и ротора с однофазной обмоткой (рис. 8). Два таких устройства электрически соединяются друг с другом одноимёнными выводами — статор со статором и ротор с ротором. На роторы подаётся переменное напряжение от одного источника. При этом вращение ротора одного сельсина вызывает поворот ротора другого сельсина. Такой режим работы сельсинов иногда называют *индикаторным режимом*.

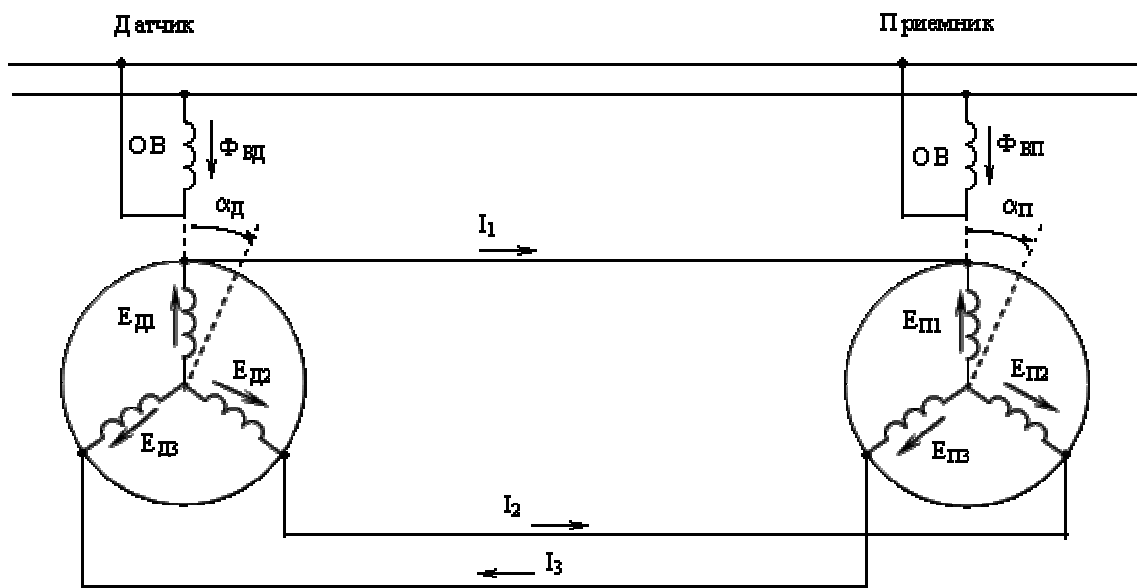


Рис. 8

Переменный ток в роторе одного из сельсинов (сельсин-датчика) создаёт в обмотках его статора ЭДС, тем самым вызывая переменный ток через соответствующие обмотки статора второго сельсина (сельсин-приёмника). Переменное магнитное поле, создаваемое этим током, взаимодействует с переменным магнитным полем ротора сельсин-приёмника; возникающий вращательный момент пропорционален разнице между положениями роторов

датчика и приёмника, и вызывает поворот последнего до тех пор, пока их положения не станут совпадать.

Сельсины, работающие в трансформаторном режиме, конструктивно не отличаются от сельсинов, работающих в индикаторном режиме, и применяются в следящих системах. На рис. 9 показана схема включения сельсинов, работающих в трансформаторном режиме. Отличие этой схемы от схемы, показанной на рис. 8, состоит в том, что однофазная обмотка B_{II} сельсина-приемника $C-II$ не включается в сеть переменного тока, а подключается к управляющему блоку усилителя $У$. При подаче питания в обмотку возбуждения B_{δ} сельсина-датчика $C-D$ в обмотках синхронизации потечет ток, который в сельсине-приемнике создаст пульсирующий магнитный поток.

В исходном положении ротор этого сельсина должен быть расположен так, чтобы его ось была ориентирована перпендикулярно оси пульсирующего магнитного потока, созданного обмотками синхронизации. В этом случае оси обмоток B_{δ} и B_{II} будут сдвинуты в пространстве на 90° и напряжение на выводах обмотки B_{II} равно нулю. На усилитель $У$ не будет подаваться сигнал, и он не будет давать питание на исполнительный двигатель ИД. Система будет неподвижна.

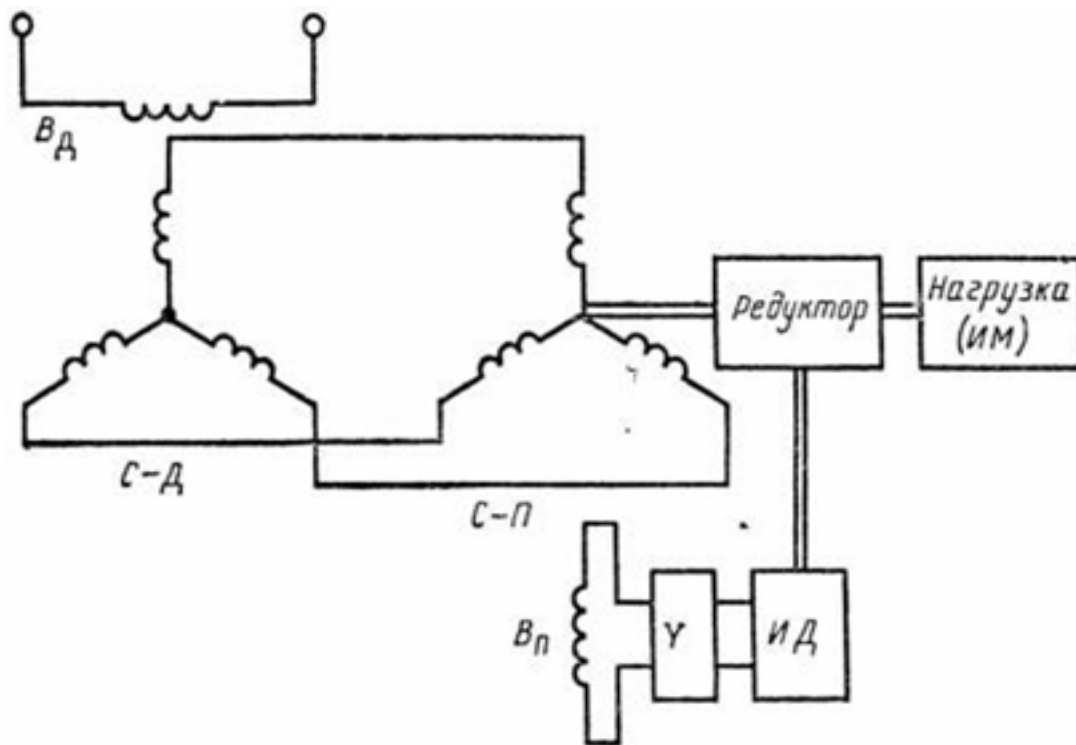


Рис. 9

Если теперь повернуть ротор сельсина-датчика $C-D$ на какой-либо угол α , то токи в обмотках синхронизации изменятся, и ось магнитного потока в сельсине-приемнике $C-II$ повернется на тот же угол. При этом появится напряжение на обмотке B_{II} , пропорциональное $\sin \alpha$. На вход усилителя $У$ поступит сигнал. Усиленный сигнал от усилителя $У$ поступает на двигатель ИД,

который приводит в действие исполнительный механизм *ИМ* и одновременно поворачивает ротор сельсина-приемника в такое положение, когда его обмотка B_{II} снова будет сдвинута на 90° относительно оси обмотки B_δ . В этом положении подача сигнала на усилитель прекращается и привод останавливается. Таким образом, исполнительный механизм будет повторять повороты или вращение ротора сельсина-датчика (будет «следить» за поворотами ротора сельсина-датчика).

В исходном положении ротор этого сельсина должен быть расположен так, чтобы его ось была ориентирована перпендикулярно оси пульсирующего магнитного потока, созданного обмотками синхронизации. В этом случае оси обмоток B_δ и B_{II} будут сдвинуты в пространстве на 90° и напряжение на выводах обмотки B_{II} равно нулю. На усилитель $У$ не будет подаваться сигнал, и он не будет давать питание на исполнительный двигатель *ИД*. Система будет неподвижна.

Если теперь повернуть ротор сельсина-датчика *С-Д* на какой-либо угол α , то токи в обмотках синхронизации изменятся, и ось магнитного потока в сельсине-приемнике *С-П* повернется на тот же угол. При этом появится напряжение на обмотке B_{II} , пропорциональное $\sin \alpha$. На вход усилителя $У$ поступит сигнал. Усиленный сигнал от усилителя $У$ поступает на двигатель *ИД*, который приводит в действие исполнительный механизм *ИМ* и одновременно поворачивает ротор сельсина-приемника в такое положение, когда его обмотка B_{II} снова будет сдвинута на 90° относительно оси обмотки B_δ . В этом положении подача сигнала на усилитель прекращается и привод останавливается. Таким образом, исполнительный механизм будет повторять повороты или вращение ротора сельсина-датчика (будет «следить» за поворотами ротора сельсина-датчика).



Рис. 10

Следует отметить, что усилитель $У$ не всегда обязательный элемент при работе сельсина в трансформаторном режиме. Например, в гирокомпасе «Курс 4М» нагрузка скоростного корректора (*ИМ*) на исполнительный двигатель *ИД* сравнительно небольшая и напряжения, которое трансформирует-

ся на обмотку V_{II} достаточно для его работы. По этой причине усилитель из схемы исключен.

Подробнее с работой и устройством вращающихся трансформаторов и сельсинов можно познакомиться по рекомендованной литературе. Следует отметить, что *количество контактов в сельсинах всегда нечетное (5-7)*. Внешний вид одной из марок сельсинов показан на рис. 10.

5. Электродвигатели

В ТСС наиболее широкое распространение получили двухфазные асинхронные двигатели с тонкостенным ротором. Их преимущества – простота использования в качестве реверсивного двигателя; незначительный момент инерции ротора, отсутствие коллектора и щеток. Вследствие этих преимуществ они широко используются в следящих системах.

Одна обмотка электродвигателя получает напряжение возбуждения, другая U – управляющее напряжение. Для работы электродвигателя необходимо, чтобы напряжения были сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90° . Это достигается тем, что в обмотку возбуждения включаются конденсаторы C , номиналы которых специально подобраны. Благодаря сдвигу фаз в двигателе возникает вращающееся магнитное поле, индуцирующее в стенках ротора токи, от которых возникает свой магнитный поток. Потокосцепление обуславливает вращающий момент на роторе, в результате чего он получает вращение. Для реверсирования ротора достаточно изменить фазу управляющего напряжения на 180° .

6. Трансформаторы

Трансформатором называется статическое электромагнитное устройство, преобразующее переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.

Трансформаторы широко используются в ТСС. В схемах навигационных приборов чаще всего применяются силовые трансформаторы и автотрансформаторы; в качестве элементов усилительных схем – входные, промежуточные и выходные трансформаторы; в следящих системах – сигнальные трансформаторы.

Принцип действия трансформатора основан на явлении электромагнитной индукции. Простейший трансформатор состоит из стального магнитопровода 2 (рис. 11) и двух расположенных на нем обмоток 1 и 2. Обмотки выполнены из изолированного провода и электрически не связаны. К обмотке 1 подается электрическая энергия U_1 от источника переменного тока. Эту обмотку называют *первичной*, она имеет W_1 витков. К другой обмотке, называемой *вторичной*, подключают потребители (непосредственно или через выпрямитель). Количество витков в ней W_2 .

При подключении трансформатора к источнику переменного тока (электрической сети) в витках его первичной обмотки протекает переменный ток I_1 , образуя переменный магнитный поток Φ_0 . Этот поток проходит по магнитопроводу трансформатора и, пронизывая витки первичной и вторичной обмоток, индуцирует в них переменные э. д. с. E_1 и E_2 . Если к вторичной обмотке присоединен какой-либо приемник (нагрузка), то под действием электродвижущей силы E_2 по ее цепи проходит ток I_2 .

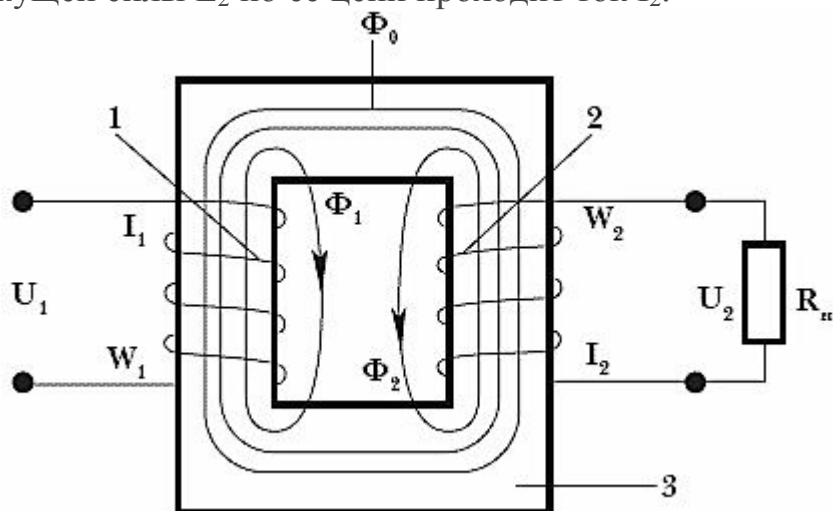


Рис. 11

Э. д. с. индуцированная в каждом витке первичной и вторичной обмоток трансформатора, согласно закону электромагнитной индукции зависит от магнитного потока, пронизывающего виток, и скорости его изменения. Магнитный поток каждого трансформатора является определенной величиной, зависящей от напряжения и частоты изменения переменного тока в источнике, к которому подключен трансформатор. Постоянна также и скорость изменения магнитного потока, она определяется частотой изменения переменного тока. Следовательно, в каждом витке первичной и вторичной обмоток индуцируется одинаковая э. д. с. В результате этого *отношение действующих значений э. д. с. E_1 и E_2 , индуцированных в первичной и вторичной обмотках трансформатора, будет равно отношению чисел витков W_1 и W_2 этих обмоток, т. е.*

$$E_1/E_2 = W_1/W_2.$$

Отношение э. д. с. $E_{вн}$ обмотки высшего напряжения к э. д. с. $E_{нн}$ обмотки низшего напряжения (или отношение чисел их витков) называется *коэффициентом трансформации*,

$$n = E_{вн} / E_{нн} = W_1 / W_2.$$

Коэффициент трансформации всегда больше единицы. Если пренебречь падениями напряжения в первичной и вторичной обмотках трансформатора (в трансформаторах средней и большой мощности они не превышают обычно 2—5 % номинальных значений напряжений U_1 и U_2), то можно счи-

тать, что *отношение напряжения U_1 первичной обмотки к напряжению U_2 вторичной обмотки приблизительно равно отношению чисел их витков*, т. е.

$$U_1/U_2 = W_1/ W_2.$$

Таким образом, подбирая требуемое соотношение между числами витков первичной и вторичной обмоток, можно увеличивать или уменьшать напряжение на приемнике, подключенном к вторичной обмотке. Если необходимо на вторичной обмотке получить напряжение большее, чем подается на первичную, то применяют повышающие трансформаторы, у которых число витков во вторичной обмотке больше, чем в первичной.

В понижающих трансформаторах, наоборот, число витков вторичной обмотки меньше, чем в первичной.

Трансформатор не может осуществить преобразование напряжения постоянного тока. При подключении его первичной обмотки к сети постоянного тока в трансформаторе создается постоянный по величине и направлению магнитный поток, который не может индуцировать э. д. с. в первичной и вторичной обмотках. Поэтому не будет происходить передачи электрической энергии из первичной обмотки во вторичную.

При подключении первичной обмотки трансформатора к сети переменного тока через эту обмотку проходит некоторый ток, называемый *током холостого хода*. При включении нагрузки по вторичной обмотке трансформатора начинает проходить ток, при этом увеличивается и ток, проходящий по первичной обмотке. Чем больше нагрузка трансформатора, т. е. электрическая мощность и ток I_2 , отдаваемые его вторичной обмоткой подключенным к ней приемникам, тем больше электрическая мощность и ток I_1 , поступающие из сети в первичную обмотку.

Ввиду того что потери мощности в трансформаторе обычно малы, можно приближенно принять, что мощности в первичной и вторичной обмотках одинаковы. В этом случае можно считать, что токи в обмотках трансформатора приблизительно обратно пропорциональны напряжениям: $I_1/I_2 \approx U_2/U_1$ или что токи в обмотках трансформатора обратно пропорциональны числам витков первичной и вторичной обмоток: $I_1/I_2 \approx W_2 / W_1$. Это означает, что в повышающем трансформаторе ток во вторичной обмотке меньше, чем в первичной (во столько раз, во сколько напряжение U_2 больше напряжения U_1), а в понижающем ток во вторичной обмотке больше, чем в первичной. Поэтому в трансформаторах обмотки высшего напряжения выполняются из более тонких проводов, чем обмотки низшего напряжения.

7. Усилительные дроссели

Усилительные дроссели являются составной частью магнитных усилителей (МУ). Их работа основана на законе магнитной индукции. На рис. 12а) показано устройство простейшего дросселя.

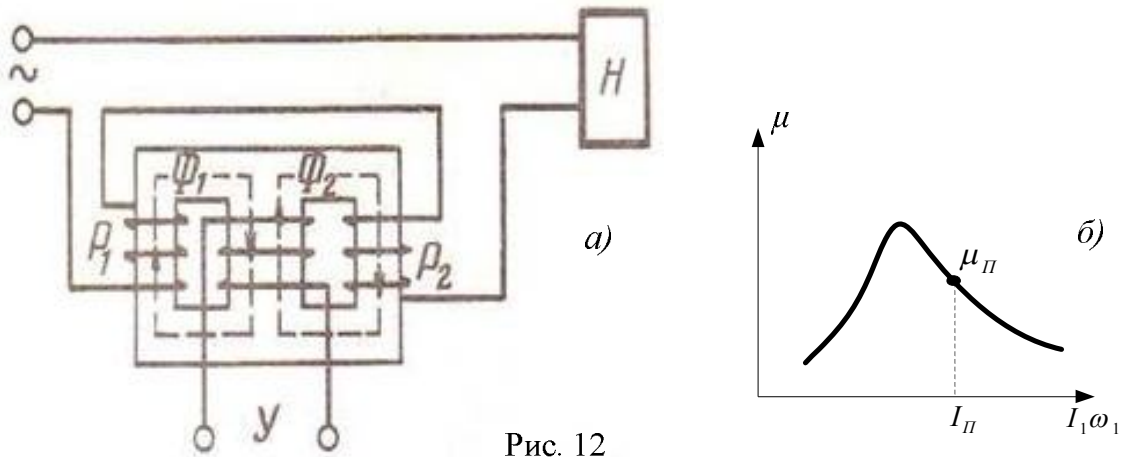


Рис. 12

Трехстержневой сердечник дросселя выполнен из пермаллой. Пермаллой, это материал практически не имеющий инерционности к перемагничиванию. Магнитная проницаемость μ пермаллой изменяется по закону, показанному на рис. 12б). На центральный стержень сердечника наматывается управляющая обмотка U , которая питается постоянным током I_p от выпрямителя, тем самым поддерживается магнитная проницаемость сердечника в точке μ_p . Рабочие обмотки P_1 и P_2 дросселя питаются переменным током. Благодаря их идентичности магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 в центральном сердечнике взаимокompенсируются и на управляющий ток не влияют.

Если на управляющей обмотке U появляется даже очень малый дополнительный сигнал, подлежащий усилению, то магнитная проницаемость сердечника резко снижается. Вместе с ней резко снизится и индуктивность рабочих катушек. Следовательно, их индуктивное сопротивление также резко снизится, а, значит, по закону Ома ток в них возрастет на несколько порядков. Таким образом, с помощью маломощного сигнала постоянного тока на управляющей обмотке на значительную величину изменяется сигнал на рабочих обмотках. В следящих системах, например, управляющим сигналом является сигнал *рассогласования*. Дроссели могут иметь и более сложное устройство – рабочих обмоток может быть несколько.

Условные обозначения на схемах

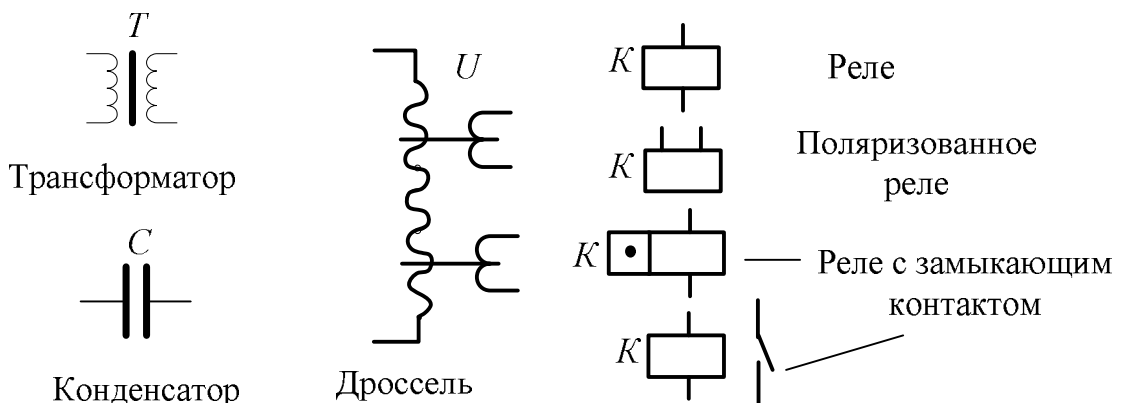


Рис. 13

Обозначения резисторов приведены на рис. 1.

Организационно-методические указания

При изучении темы использовать материальную часть гирокомпаса «Курс-4МВ», в частности, следящая система, в которой представлены практически все изучаемые элементы. Дополнительно возможно руководствоваться рисунками, размещенными на стенде над прибором. При изучении рекомендуется все перечисленные элементы функциональных схем найти непосредственно в приборах. Выполнив работы, необходимо заполнить отчет, представленный в конце задания.

Задания

В следящей системе гирокомпаса проверяются и регулируются три ее основных характеристики:

- чувствительность;
- время обработки угла 90° ;
- число колебаний.

Выполнение данных проверок позволит оценить все входящие в систему элементы.

Чувствительность следящей системы. Этот параметр определяет минимальный угол рассогласования, при котором срабатывает следящая система. Для проверки после прихода гирокомпаса в меридиан достаточно выполнить следующие действия:

- зафиксировать отсчет курса на столе прибора 1М или по любому репитеру;
- вращая вручную ротор исполнительного двигателя в приборе 9Б, рассогласовать по репитеру первоначальный отсчет на $0,3-0,5^\circ$;
- отпустив ротор исполнительного двигателя, снять отсчет, на который отработала система, и определить разницу отсчетов по отношению к начальному отсчету;
- проделать аналогичные операции при отклонении ротора исполнительного двигателя в противоположную сторону;
- определить среднюю разность отсчетов при рассогласовании в обе стороны, которая не должна превышать $0,2^\circ$.

Если среднее значение больше величины $0,2^\circ$, то необходимо с помощью переменного резистора в приборе 9Б добиться нужного значения чувствительности.

Время обработки угла 90° . Эта проверка, называемая и как проверка скорости отработки следящей системой, выполняется также после прихода ЧЭ в меридиан при соблюдении следующей последовательности действий:

- замечается отсчет курса по шкале на столе прибора 1М;
- в приборе 9Б переключкой в виде изоляционного провода с оголенными концами закоротить клеммы 30 или 31 с клеммой 29 (можно отключить

клемму 30 или 31) и рассогласовать следящую систему относительно начального отсчета на угол 120-130°;

— схема восстанавливается, т.е. убирается перемычка или подключаются клеммы 30, 31, и после отработки следящей системой угла 20-30° включается секундомер;

— после отработки угла 90° от момента включения секундомера последний останавливается и определяется время отработки этого угла.

Аналогичная проверка выполняется и в другую сторону (при первой проверке замыкается, допустим, 30 с 29, а при второй – 31 с 29).

Время отработки угла 90° как в одну, так и в другую сторону должно быть не более 15 с. При этом разность во времени отработки при рассогласованиях на угол 90° в разные стороны не должна превышать 4с.

Одновременно при отработке следящей системой проверяется число ее колебаний относительно исходного состояния, т.е. количество проходов следящей системой через начальный отсчет. Оно не должно превышать пяти колебаний.

Если время отработки следящей системой угла 90° более 15 с, то необходимо проверить отсутствие механических заеданий в системе трансляции курса, начиная от исполнительного двигателя и сельсина-датчика в приборе 9Б до репитеров. Для проверки принимающих необходимо поочередно отключать их, допустим, в приборе ЗУ или разветвительной коробке 15 А и каждый раз проводить описанную выше проверку. При выявлении неисправного репитера устранить обнаруженные в нем дефекты или заменить сельсин и выполнить контрольную проверку.

Если данные проверки не дают желаемых результатов, то необходимо подобрать величины сопротивлений и емкостей, стоящих в цепи исполнительного электродвигателя (в приборе 9Б), измеряя при этом время отработки и число колебаний следящей системой.

Подбор емкости в приборе 9Б, подключенной параллельно вспомогательной обмотке исполнительного двигателя, так же, как и регулировочное сопротивление, влияет на чувствительность следящей системы.

Сигнальная линия. В приборе 9Б установлена сигнальная система о рассогласовании ЧЭ со следящей сферой выше допустимого значения. Этот сигнал также поступает в приборы 10М и 34 Н-1 на сигнальные лампы “Рассогласование следящей системы”.

Для проверки срабатывания сигнальной системой необходимо в приборе 9Б отключить усилитель и, вручную поворачивая валик электродвигателя (в приборе 9Б), рассогласовать следящую систему с ЧЭ на угол 0,7-2,5°. При этом должны загореться сигнальные лампы. Если они не загораются, то необходимо найти неисправность и устранить её.

Проверка и регулировка системы синхронной передачи курса. Как правило, проверка и согласование системы синхронной передачи курса выполняется после каждого пуска гирокомпасов, а также при подключении приборов (репитеров) к системе трансляции курса после их замены, ремонта и т.д.

Показания каждого репитера (принимающего) не должны отличаться от показаний прибора 1М (по репитеру на столе прибора 1М) на величину не более $+0,1^\circ$.

В то же время при согласовании могут наблюдаться случаи, когда рассогласование составляет $0,3^\circ$ или $0,5^\circ$. Обычно это возникает после выполнения ремонтных работ в системе синхронной передачи курса.

Если рассогласование репитера составляет $0,3^\circ$, то у данного репитера необходимо поменять местами (последовательно) все три фазы ротора сельсина (три подводящих провода).

Если рассогласование репитера курса составляет $0,5^\circ$, то у этого репитера меняются местами подводящие концы возбуждения сельсина.

Если рассогласование отличается от указанных величин, то оно устраняется разворотом статора сельсина или переацеплением трибки, сидящей на оси ротора сельсина, с шестерней. Для разворота сельсина необходимо ослабить винты, крепящие его статор, и вручную повернуть статор до установки шкалы прибора на требуемый отсчет (выполняется под питанием).

Контрольные вопросы

1. Какие задачи решает СКВТ?
2. Какие задачи решает ЛВТ?
3. Чем отличаются СКВТ, ЛВТ и МВТ?
4. Назначение сельсинов?
5. Составные части ВТ.
6. Составные части сельсина.
7. Задачи, решаемые трансформаторами в приборах ТСС.
8. Назначение и устройство дросселей.
9. Принцип работы усилительных дросселей.
10. Виды реле, используемых в ТСН.
11. Назовите все обмотки в СКВТ и их обозначения.
12. Виды подключения обмоток в сельсинах.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ

ОТЧЕТ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СУДОВОЖДЕНИЯ

Фамилия _____ группа _____ дата _____

1. Заполнить таблицы

Таблица 1. Чувствительность

отклонение		Среднее значение	допуск	Результаты регулировки
влево	вправо			
			0,2°	

Таблица 2. Время отработки угла 90°

Отклонение		допуск	Результаты регулировки
На увеличение	На уменьшение		
		Не более 15 с	

Таблица 3. Сигнальная линия

Отклонение		допуск	Результаты регулировки
На увеличение	На уменьшение		
		0,7 – 2,5°	

Таблица 4. Система синхронной передачи курса

Отклонение		допуск	Результаты регулировки
На увеличение	На уменьшение		
		0,1°	

Выводы:

Отметка о выполнении работы _____ преподаватель _____

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович Б.Г., Саранчин А.И. Гирокомпасы типа "Курс". Теория. РУМЦ. – Владивосток, 1997.– 103 с.
2. Воронов В.В., Перфильев В.К., Яловенко А.В. Технические средства судовождения. Конструкция и эксплуатация. - М: Транспорт, 1988.
3. Смирнов Е. Л., Яловенко А. В., Якушенко А. А. «Технические средства судовождения». М.: «Транспорт», 2004г.

Позиция №
в плане издания
методической литературы
МГУ 2017 г.

Методические указания

Александр Иванович Саранчин
Александр Алимович Касич

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СУДОВОЖДЕНИЯ
Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Компьютерная верстка А. И. Саранчина

Подписано в печать 01.12.2016. Формат 60 × 84/16.
Мет.-изд. л. Тираж 50 экз. Заказ №
Отпечатано в типографии РПК МГУ им. адм. Г. И. Невельского
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а