Д. И. ГЕЦОВ и С. А. КРЮЧКОВ

ВНУТРИСУДОВАЯ СВЯЗЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ

Допущено
Управлением учебных заведений Министерства морского флота СССР в качестве учебного пособия для электромеханических факультетов высших мореходных училищ

Обд 87 191

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ»
МОСКВА — 1957

В книге даны физические основы, принцип действия и устройства судовой аппаратуры связи и сигнализации и их электрические схемы.

Книга является учебным пособием по разделу «Внутрисудовая связь и сигнализация» курса «Судовое электрооборудование» для высших мореходных училищ Министерства морского флота. Она может быть использована и в средних морских учебных заведениях, а также судовыми механиками, инженерами и работниками проектно-монтажных организаций, занимающимися вопросами внутрисудовой связи и сигнализации.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга является учебным пособием по разделу «Внутрисудовая связь и сигнализация» курса «Судовое электрооборудование» для высших мореходных училищ Министерства морского флота. Пособие состоит из двух частей. Первая часть написана доц. канд. техн. наук Д. И. Гецовым; § 26 и раздел «Внутрисудовая громкоговорящая связь» написаны инж. Н. Г. Бирюковой; вторая часть — доц. канд. техн. наук С. А. Крючковым.

В книге даны физические основы, принцип действия и устройства судовой аппаратуры связи и сигнализации и их электрические схемы. Авторы стремились сделать изложение доступным для большого круга читателей, поэтому основное внимание в книге уделено разъяснению физической сущности процессов, происходящих в устройствах связи и сигнализации, рассмотрению их схем и методов эксплуатации.

Указанные особенности изложения материала позволяют использовать книгу не только в высших, но и в средних морских учебных заведениях и делают ее полезной для судовых механиков, инженеров и работников проектно-монтажных организаций, занимающихся вопросами внутрисудовой связи и сигнализации.

Все замечания и пожелания по книге следует направлять в издательство «Морской транспорт» (Москва, Новые Черемушки, 2-я Черемушкинская ул., дом 13).

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Современное судно морского транспортного флота оснащено большим количеством разнообразных и сложных механизмов и систем. Чтобы успешно управлять ими, нужны большие знания, быстрота и слаженность действий всех членов экипажа. Такая слаженность может быть достигнута лишь при помощи широко разветвленной системы внутрисудовой связи, обеспечивающей бесперебойную и оперативную связь между руководителями и исполнителями различных видов судовых работ.

На современных судах применяются следующие виды внутрисудовой связи и сигнализации:

1) телефонная связь различных систем и назначений;
2) электрические телеграфы и указатели;
3) электрическая сигнализация различного назначения и приборы контроля.

Перечисленные средства внутрисудовой связи имеют в общей системе электрооборудования судов исключительно важное значение, выполняя различные функции и при необходимости заменяя друг друга.

Ввиду ответственной роли установок внутрисудовой связи и сигнализации в жизнедеятельности судна вопросы их устройства и эксплуатации давно привлекали внимание русских и иностранных ученых и изобретателей.

В 1832 г. русский ученый П. Л. Шиллинг создал первый в мире практически использовавшийся электромагнитный телеграф стрелочного типа. В 1838 г. американский изобретатель С. Морзе получил патент на предложенный им электромагнитный телеграф, который в усовершенствованном виде применяется до настоящего времени.

В 1854 г. русский академик Б. С. Якоби специально для военно-морского флота создал электромагнитный стрелочный телеграф, при помощи которого поддерживалась связь между капитанским мостиком и машинным отделением. Такие стрелочные телеграфы позднее послужили основой для создания более совре-

менных систем телеграфной связи с широким использованием многих элементов автоматики.

Особенно большое распространение судовые электромагнитные телеграфы и указатели получили на кораблях русского флота после изобретения в 1888 г. В. В. Колокольцевым рулевых указателей и телеграфов. В 1890 г. Н. К. Гейслер предложил другую модификацию электромагнитных указателей и телеграфов синхронной связи. Эта система, усовершенствованная в дальнейшем инженером М. А. Мошковичем и мастером И. Н. Надеждиным, получила широкое применение как на военных кораблях, так и на транспортных судах в качестве машинных и котельных телеграфов, рулевых указателей и рулевых телеграфов.

Значительным успехом стала пользоваться сначала на военных, а впоследствии и на транспортных судах внутрисудовая телефонная связь.

Впервые прибор, названный телефоном, был построен немецким физиком Ф. Рейсом в 1861 г. При помощи телефона Рейс демонстрировал передачу музыкальных звуков на довольно значительное расстояние. Однако изобретение Рейса не было оценено по достоинству современниками и практического применения не получило.

Только в 1876 г. предложенный почти одновременно, но независимо друг от друга американскими изобретателями Г. Беллом и Э. Греем электромагнитный телефон был использован для передачи человеческой речи на расстояние.

Упорный труд талантливых русских инженеров-изобретателей, таких, как В. Б. Якоби, Г. Г. Игнатьев, П. Д. Войнаровский, Ю. Охорович, П. М. Голубицкий, К. А. Мосцицкий, С. М. Бердичевский-Апостолов и многих других, способствовал быстрому росту и совершенствованию техники телефонии.

Большой вклад в дело телефонизации флота внес талантливый изобретатель — морской офицер Е. В. Колбасьев.

Но особенно значительный вклад в развитие всех отраслей телефонной техники, в том числе и судовой телефонии, внесли крупные советские ученые и инженеры. Среди них В. И. Коваленков — один из изобретателей телефонной трансляции, П. А. Азбукин — основоположник многоканальной телефонной связи, М. В. Шулейкин, Е. В. Китаев, П. К. Акульшин, И. А. Кощеев, С. Н. Ржевкин, Н. А. Баев, Б. К. Мартьянов и другие ученые и инженеры, разработавшие многие вопросы теории телефонной передачи и расчета телефонной аппаратуры. Под руководством некоторых из них за последние годы были созданы замечательные образцы береговой и судовой телефонии.

Устройства судовой телефонной связи в настоящее время широко распространены на морском флоте как в СССР, так и за рубежом. Современные крупные пассажирские суда транспортного флота и линейные корабли военно-морского флота нередко

оборудованы крупными установками внутрисудовой телефонной связи емкостью в отдельных случаях до 1500 номеров.

Морской флот СССР по уровню техники внутрисудовой телефонной связи не уступает зарубежным странам с развитым морским флотом.

Особенно широкое распространение на наших судах получили судовые безбатарейные телефонные системы и автоматические телефонные станции, за разработку которых большой группе специалистов присуждены высокие правительственные награды.

В 1933 г. на отечественных заводах было освоено производство индукционных систем синхронной связи, ставших в дальнейшем основным видом синхронной связи на судах нашего флота.

В развитии теории индукционных систем синхронной связи большая заслуга принадлежит советским ученым и инженерам Д. В. Васильеву, Г. И. Штурману и А. Г. Иосифьяну. Новые приборы управления судном разработаны инженерами Д. П. Мкртчяном и Н. М. Кудрявцевым.

В дело усовершенствования приборов управления судном большой вклад внесли талантливые советские инженеры и ученые А. Г. Иосифьян и Д. В. Свечарник, которые в 1938 г. изобрели бесконтактный самосин, обладающий большой надежностью в работе.

Дальнейшее развитие техники внутрисудовой связи и сигнализации на судах транспортного флота СССР предусмотрено Директивами XX съезда КПСС. В шестой пятилетке грузооборот морского транспорта увеличится в 2,1 раза, флот пополнится новыми экономичными грузовыми судами общей грузоподъемностью 1600 тыс. *т*, пассажирскими судами общей мощностью 198 тыс. *л. с.* и буксирными судами общей мощностью 230 тыс. *л. с.*

Значительный рост и совершенствование флота требуют оснащения судов новейшей аппаратурой связи и сигнализации, реконструкции средств связи на базе передовой современной техники, а также быстрейшего ее изучения и освоения.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

СУДОВАЯ ТЕЛЕФОНИЯ

Глава I. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ АКУСТИКИ

§ 1. Звуковые колебания

Телефония — отрасль техники, занимающаяся вопросами передачи человеческой речи на расстояние при помощи электрической энергии.

Изучение телефонии тесно связано с учением о звуке, так как человеческая речь представляет собой соответствующие комбинации звуков.

Звук с физической точки зрения представляет собой механические колебания частиц упругой материальной среды (воздуха, воды и т. д.), возникающие в результате колебаний какого-либо тела. С точки зрения физиологической под звуком понимают определенное ощущение, воспринимаемое человеком через органы слуха и нервную систему.

Колебания тела возбуждают колебания упругой среды, например воздуха, что воспринимается человеческим ухом как звук.

Избыточное по сравнению с нормальным давление, возникающее при колебаниях тела, носит название звукового давления. Единицей измерения звукового давления служит бар.

Давление в один бар — это давление, испытываемое площадкой в один квадратный сантиметр под действием на нее равномерно распределенной силы в одну дину, т. е.

$$1\ бар = \frac{1\ дн}{1\ см^2},$$

$$\text{или} \quad 1\ бар = \frac{1}{981}\frac{г}{см^2}, \quad \text{так как } 1\ дн = \frac{1}{981}\ г.$$

Бар — небольшая единица: величина нормального атмосферного давления равна одному миллиону бар.

Величина звукового давления обратно пропорциональна расстоянию от источника звука. Поэтому, говоря о величине звукового давления, следует указывать, на каком расстоянии от источника звука оно определяется.

При колебании какого-либо тела вокруг него образуются попеременно чередующиеся сгущения и разрежения частиц воздуха.

Если эти колебания происходят в диапазоне частот, воспринимаемых человеческим ухом в виде звука, то они образуют звуковые волны. Пространство, в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем.

Звуковые колебания представляют собой совокупность целого ряда синусоидальных колебаний.

Колебание частицы, находящейся в звуковом поле, представляет собой сумму отдельных колебаний, каждое из которых имеет свою амплитуду (наибольшее отклонение от состояния покоя) и период колебания (время, в течение которого совершается одно полное колебание).

§ 2. Слуховые характеристики звуковых колебаний

Каждый звук с точки зрения восприятия его органами слуха человека может быть охарактеризован с помощью следующих субъективных свойств слуха: тона, громкости и тембра.

Тон звука. С изменением частоты колебаний источника чистого тона начинает изменяться тон звука. Чем больше частота колебаний звучащего тела, тем выше тон звука, и наоборот. Частота звуковых колебаний измеряется в герцах (*гц*).

Человеческое ухо способно воспринимать звуковые колебания с частотами от 16 до 20 тыс. колебаний в секунду. Отсюда понятно, что диапазон воспринимаемых человеческим ухом частот, или спектр частот, чрезвычайно широк. Воспроизведение его в телефонной связи вызвало бы слишком большие затруднения в конструировании разговорных приборов, так как звуки с частотами ниже 16 *гц* воспринимаются ухом как отдельные толчки, а к звукам, обладающим частотами выше 15 000 *гц*, чувствительность уха резко понижается. Минимальное звуковое давление, необходимое для восприятия звука, называют порогом слышимости. Величина, обратная порогу слышимости, называется чувствительностью слуха. Чувствительность слуха и порог слышимости не одинаковы для различных тонов. Высший предел восприятия колебаний в форме звука, при котором ощущение звука переходит в ощущение боли, называется порогом ощущения давления.

Порог слышимости и порог ощущения давления зависят от частоты воспринимаемого звука, а также от субъективных особенностей человека и от его возраста.

В телефонной практике используется спектр частот 300—2600 *гц*, который обеспечивает разборчивость разговора, достаточную для деловой передачи, и называется звуковым спектром.

Для художественных передач, где требуется не только разборчивость разговора, но и передача целого ряда звуковых оттенков, сохранение тембра и т. п., используются более широкие спектры частот (от 50—80 до 8—10 тыс. *гц*).

Сила и громкость звука. Звуки даже одной частоты различаются между собой по силе. Силой или интенсивностью звука J называется количество энергии, переносимое звуковой волной через 1 $см^2$ поверхности под прямым углом в 1 сек. Сила звука измеряется в эргах на 1 $см^2$ в секунду ($эрг/см^2 \cdot сек$).

При увеличении силы звука он кажется еще более громким. Однако такое положение справедливо лишь для звуков одинаковой частоты. В общем случае громкость зависит не только от силы звука, но и от его частоты, а также субъективных особенностей слуха человека. В то время как сила звука является величиной физической, объективной, громкость звука представляет собой наше субъективное впечатление, обусловленное силой данного звука.

Зависимость между силой звука и его громкостью определяется психофизиологическим законом Лазарева — Вебера — Фехнера, согласно которому существует логарифмическая зависимость между ощущением, воспринимаемым нашей нервной системой, и внешним раздражением: прирост ощущения пропорционален логарифму отношения раздражений.

Для оценки ощущения воспринимаемых звуков пользуются понятием уровня ощущения громкости, который представляет собой логарифм отношения силы данного звука к наименьшей силе звука той же частоты, при которой наше ухо еще способно воспринять (ощутить) данный звук (порог слышимости), т. е.

$$S = k \lg \frac{J}{J_0}, \tag{1.1}$$

где S — уровень ощущения громкости (белы);

J — сила данного звука ($эрг/см^2 \cdot сек$);

J_0 — исходная сила звука, соответствующая порогу слышимости ($эрг/см^2 \cdot сек$);

k — коэффициент пропорциональности, определяющий масштаб измерения.

Выражение (1.1) представляет собой не абсолютное значение громкости, а прирост ощущений громкости при изменении силы звука от J_0 до J.

Единица уровня ощущения громкости называется белом ($б$). Если $S=1\ б$, $k=1$, то отношение $\frac{J}{J_0}=10$, так как $\lg 10=1$. Иначе говоря, при уровне ощущения громкости в 1 $б$ сила звука в 10 раз больше наименьшей силы звука, соответствующей порогу слышимости.

Чтобы не выражать величину S дробными числами, на практике пользуются величиной, в десять раз меньшей 1 бела, — децибелом ($дб$).

В этом случае формула (1. 1) принимает вид

$$S = 10 \lg \frac{J}{J_0} \text{ дб}. \qquad (1.2)$$

Из последнего выражения вытекает, что $S = 1$ *дб* при $\frac{J}{J_0} = 1{,}26$, так как $\lg 1{,}26 = 0{,}1$.

Если в выражении (1.2) вместо десятичного взять натуральный логарифм, то для отношения двух мощностей получим

$$S = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0} \text{ неп}, \qquad (1.3)$$

а если речь идет о двух напряжениях или о двух токах, то

$$S = \ln \frac{U}{U_0}, \text{ или } S = \ln \frac{J}{J_0}.$$

В этом случае уровень ощущения выражается в неперах (*неп*). Соотношение между обеими системами логарифмов определяет соотношение между децибелом и непером, а именно: 1 *дб* = 0,1151 *неп*, а 1 *неп* = 8,686 *дб*.

Тембр звука. Даже одни и те же по громкости и высоте звуки отличаются друг от друга так называемым тембром.

Тембр звука — это своеобразная «окраска» его, вызванная тем, что к частоте основного тона примешаны другие звуковые частоты, называемые обертонами или гармониками. Благодаря тембру человек, обладающий достаточно развитым музыкальным слухом, может определить принадлежность звука тому или иному источнику звука, не видя последнего.

§ 3. Особенности восприятия звуковых волн органами слуха человека

Связь между силой действующего на человеческое ухо звука и амплитудой его колебаний выражается нелинейной зависимостью. Вследствие этого при звучании сильного тона, вызывающего большие амплитуды колебания, ухо воспринимает его не в чистом виде, а в сопровождении целого ряда высших гармоник, называемых комбинационными тонами. Эти дополнительные гармоники приводят к неразборчивости речи, принимаемой по телефону при очень громкой передаче, и обусловливают нелинейные искажения.

Отношение средней квадратичной амплитуд гармоник к амплитуде гармоники основного тона служит мерой нелинейности системы и называется коэффициентом нелинейности или клирфактором, который выражается в процентах и определяется из выражения

$$K_f\,\% = \frac{\sqrt{A_{m_2}^2 + A_{m_3}^2 + A_{m_4}^2 + \ldots + A_{m_n}^2}}{A_{m_1}} \cdot 100, \qquad (1.4)$$

где A_{m_1} — амплитуда гармоники основного тона;
A_{m_2} ... A_{m_n} — амплитуды второй и прочих гармоник.

Допустимым является клирфактор, равный 3—4%.

При длительном и непрерывном воздействии на человеческое ухо какого-либо звука чувствительность уха понижается взиду утомляемости слухового нерва. Для восстановления его первоначальной чувствительности необходим отдых в течение 3—5 сек. Поэтому схема телефонного аппарата проектируется таким образом, чтобы собственный разговор в телефоне не прослушивался вовсе или, если и прослушивался, то слабо. Такие схемы носят название противоместных в отличие от схем с местным эффектом, в которых абонент прослушивает в собственном телефоне свой голос.

При воздействии на ухо двух звуков различной громкости более громкий звук заглушает более слабый и ухом воспринимаются не два, а один, более громкий, звук, несмотря на то, что звуки могут быть различной частоты. Это явление называется маскировкой звука.

Маскирующий эффект можно количественно оценить повышением порога слышимости какого-либо звука при одновременном воздействии маскирующего тона. Опыт показывает, что наибольший эффект маскировки проявляется при близости частот маскируемого и маскирующего тонов. Особенно сильное маскирующее действие дают низкие тона, т. е. тона с частотой ниже 100 *гц*.

§ 4. Качество телефонной передачи

Качество телефонной связи, передачи речи и акустических условий в помещении оценивается с помощью метода разборчивости (артикуляции).

Артикуляция может быть буквенной, слоговой или словной. Наиболее распространена слоговая артикуляция. Диктор в микрофон произносит каждый слог отдельно, слушатель при нормальной громкости приема записывает все, что он слышит в телефоне. Процентное отношение правильно принятых слогов к общему количеству переданных определяет качество передачи. Арктикуляция ниже 70% считается неудовлетворительной.

Качество телефонной связи, главным образом громкость и разборчивость передаваемой речи, зависит не только от качества собственно телефонной аппаратуры, но также от качества телефонной цепи, по которой ведется телефонная передача.

В технике связи, помимо метода артикуляции, широкое распространение получил метод оценки качества телефонной связи по уровню передачи. Под уровнем передачи понимается выраженное в неперах соотношение между какой-либо электрической величиной и однородной с ней, принятой за исходную. Так, например, если мощность телефонного тока в данном пункте

цепи будет P, а мощность, принятая за исходную, равна P_0, то уровень передачи по мощности в данном пункте выражается следующей формулой:

$$b = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0} \text{ неп.} \tag{1.5}$$

По данным Международного консультативного комитета по телефонии (МКК) средняя мощность, отдаваемая телефонным аппаратом (передатчиком) в линию абонента, равна $P = 1{,}10^{-3}$ *вт*. Эта мощность принята в качестве величины, соответствующей нулевому или абсолютному уровню.

Следовательно, абсолютным уровнем называется половина натурального логарифма отношения мощности P в данном пункте к мощности, соответствующей нулевому уровню.

Считая, что входное сопротивление телефонной цепи для тока частотой 800 *гц* равно $Z_{вх} = 600$ *ом*, найдем, что абсолютному уровню

$$P_0 = I_0^2 Z_{вх} \tag{1.6}$$

соответствует ток

$$I_0 = \sqrt{\frac{P_0}{Z_{вх}}}. \tag{1.7}$$

Подставляя численные значения для P_0 и $Z_{вх}$, найдем, что ток $I_0 = 1{,}29 \cdot 10^{-3}$ *а*.

Напряжение U_0, соответствующее нулевому абсолютному уровню, будет

$$U_0 = I_0 Z_{вх} = 1{,}29 \cdot 10^{-3} \cdot 600 = 0{,}775 \text{ в}.$$

Наряду с понятием абсолютного уровня существует понятие относительного уровня. Относительным уровнем передачи в данной точке телефонной цепи называется половина натурального логарифма отношения мощности P в этой точке к мощности P_a в начале цепи:

$$b_{отн} = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_a} \text{ неп.} \tag{1.8}$$

Для оценки качества системы телефонной связи (передатчик — линия — приемник) применяется особое понятие — р а б о ч е е з а т у х а н и е. Рабочее затухание системы передачи равно половине логарифма отношения мощности P_n, которую получит приемник (телефон) при непосредственном подключении к генератору (микрофону), имеющему внутреннее сопротивление, согласованное с сопротивлением приемника, к мощности P_k, которую получит тот же приемник, когда он подключен к генератору через телефонную линию

$$b_p = \frac{1}{2} \ln \frac{P_n}{P_k} \text{ неп.} \tag{1.9}$$

Согласно существующим нормам b_p не должно превышать 3,3 *неп.*

Таким образом, для нормальной телефонной передачи аппарат-передатчик должен развивать мощность, равную 1 ***мвт,*** а аппарат-приемник должен получать мощность порядка 1 ***мквт,*** т. е. в системе телефонной связи допустимо уменьшение мощности не более чем в 735 раз [1].

Глава 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕЛЕФОНИРОВАНИЯ. РАЗГОВОРНЫЕ ПРИБОРЫ

§ 5. Принцип телефонной передачи и устройство телефона

Непосредственная передача речи по воздушной среде возможна на малые расстояния, так как сопротивление воздуха приводит к быстрому затуханию звуковых волн.

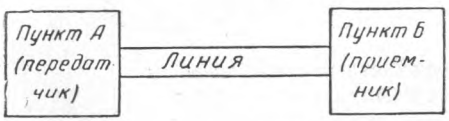


Рис. 1.1. Блок-схема телефонной связи

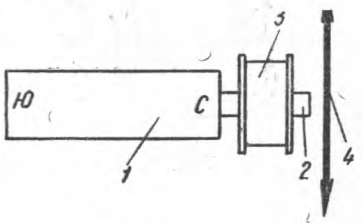


Рис. 1.2. Принципиальное устройство электромагнитного телефона

Передача речи на значительные расстояния стала возможной лишь после открытия способов превращения энергии звуковых колебаний в энергию электрических колебаний и обратного превращения электрической энергии в звуковую.

Сущность телефонной передачи состоит в том, что звуковые колебания, возбуждаемые голосом человека, превращаются в подчиненные тому же закону колебания электрической энергии и передаются по проводам или радио на требуемое расстояние, затем, после обратного преобразования, воспроизводятся снова в виде звуковых колебаний.

На рис. 1.1 представлена блок-схема телефонной передачи.

Для того чтобы передавать речь в обоих направлениях, нужно в каждом пункте иметь и передатчик, и приемник.

Для превращения звуковых колебаний в электрические служит микрофон, а для обратного преобразования электрических колебаний в звуковые — телефон.

---

[1] $e^{6,6} \leqslant \frac{P_n}{P_k}$; отсюда $\frac{P_n}{P_k} \geqslant 735$.

Электромагнитный телефон (в упрощенном виде представлен на рис. 1. 2) состоит из постоянного магнита *1* с полюсами *Ю* и *С*, сердечника *2* из мягкой стали, на который надета катушка *3* из медной изолированной проволоки, и мембраны *4* — тонкой пластинки из мягкой стали, расположенной вблизи сердечника и закрепленной по окружности.

На рис. 1. 3 изображена схема связи с помощью двух телефонов, соединенных между собой двумя линейными проводами $Л_1$ и $Л_2$ и установленных в удаленных друг от друга пунктах *А* и *Б*. Пунктирными линиями обозначены магнитные силовые линии постоянных магнитов. Мембраны телефонов в неподвижном состоянии несколько вогнуты под воздействием притягивающей силы постоянных магнитов.

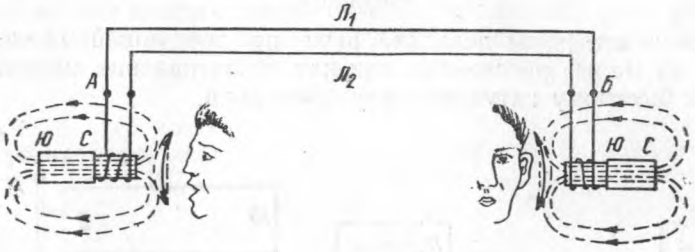


Рис. 1. 3. Схема телефонной связи с применением телефонов

Если начать разговор перед мембраной телефона в пункте *А* (см. рис. 1. 1), то под воздействием звуковой волны мембрана придет в колебательное движение и будет то приближаться, то удаляться от сердечника. Вследствие этого будет меняться величина магнитного потока, охватывающего витки обмоток телефона. Изменяющийся магнитный поток воздействует согласно закону электромагнитной индукции на обмотку катушки телефона, вследствие чего в ней будет индуктироваться переменная э. д. с. Последняя, как известно из электротехники, определяется по формуле

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}, \qquad (1.10)$$

где Φ — переменный магнитный поток;

t — время;

e — мгновенное значение э. д. с., изменяющейся по тому же закону, по которому происходят колебания мембраны под действием звуковых волн.

Индуктированная в катушке телефона переменная э. д. с. создает переменный электрический ток разговорной частоты в замкнутой цепи:

один конец катушки телефона *А*, линия, катушка телефона *Б*, другой конец катушки телефона *А*.

Переменный ток вызывает в сердечнике телефона *Б* переменный магнитный поток, который по направлению то совпадает с магнитным потоком постоянного магнита, то противоположен ему, отчего мембрана телефона в пункте *Б* то притянется, то отойдет от сердечника, т. е. будет колебаться, повторяя движения мембраны в пункте *А*.

Всякое колеблющееся в упругой среде тело создает звуковые колебания. Следовательно, телефон *Б* преобразует электрическую энергию, поступающую с линии, в энергию звуковую.

Роль постоянного магнита в телефоне. Из принципиальной схемы передачи телефонной речи (см. рис. 1.3) видно, что в телефоне пункта *А*, служащем передатчиком, наличие постоянного магнитного потока обязательно. В противном случае, несмотря на колебания мембраны, э. д. с. в обмотке телефона индуктироваться не будет и передача станет невозможной.

Выясним назначение постоянного магнита в телефоне — приемнике речи. Очевидно, что при постоянном магните в телефоне мембрана во время приема речи будет находиться под действием двух магнитных потоков: постоянного, создаваемого постоянным магнитом, и переменного, создаваемого проходящим по обмотке телефона переменным разговорным током:

$$\Phi = \Phi_0 + \Phi_{\sim}, \tag{1.11}$$

где Φ — результирующий магнитный поток;

Φ_0 — постоянный магнитный поток;

$\Phi_{\sim}$ — переменный магнитный поток.

Из электротехники известно, что сила притяжения якоря электромагнитом пропорциональна квадрату магнитного потока. Аналогично сила притяжения мембраны телефона, играющей роль якоря, пропорциональна квадрату суммарного магнитного потока.

Наибольшее значение этой силы F_1 будет

$$F_1 = k(\Phi_0 + \Phi_{\sim})^2, \tag{1.12}$$

где k — коэффициент пропорциональности, зависящий от формы и степени насыщения магнитной системы.

Когда разговора нет, по обмоткам телефона разговорный ток не проходит и на мембрану действует только постоянный магнитный поток Φ_0, притягивающий ее с силой F_2, определяемой из выражения

$$F_2 = k\Phi_0^2. \tag{1.13}$$

Амплитуда колебаний мембраны будет тем больше, чем больше разность между силами F_1 и F_2. Обозначая через F силу, движущую мембрану, получим

$$F = F_1 - F_2. \tag{1.14}$$

Подставляя вместо F_1 и F_2 их значения, будем иметь

$$F = k(2\Phi_0 + \Phi_{\sim})\,\Phi_{\sim}. \qquad (1.15)$$

Из изложенного ясно, что если в телефоне-приемнике нет постоянного магнита, его мембрана движется только под действием силы потока $\Phi_{\sim}$, а так как магнитный поток любого направления притягивает мембрану, то она движется к полюсным надставкам как при положительном, так и при отрицательном значениях $\Phi_{\sim}$, совершая за один период тока в обмотке два односторонних колебания.

Таким образом, приемный телефон без постоянного магнита излучает звуковые колебания с удвоенной частотой, в результате чего воспроизводимый звук искажается, что является существенным недостатком такого телефона. Второй недостаток этого телефона — небольшая громкость звучания ввиду того, что сила F мала, так как $\Phi_{\sim}$ создается весьма слабыми разговорными токами, сила которых измеряется микроамперами.

При наличии в телефоне постоянного магнитного потока разговор будет передаваться без искажения и более громко. Однако величина постоянного магнитного потока имеет предел, который превышать не рекомендуется, так как это снижает качество приема.

Как показывают теория и опыт, величина постоянного магнитного потока должна быть такой, чтобы его колебания при работе телефона находились в пределах ординат, соответствующих прямолинейному участку кривой намагничивания магнитной системы телефона. Для этого обмотки телефона размещают не на полюсах постоянных магнитов, изготовляемых из специальных магнитных сплавов с высокой коэрцитивной силой, а на полюсных наконечниках из мягких магнитных материалов. Постоянный магнит может быть доведен до состояния, близкого к насыщению.

В современных конструкциях телефонов для изготовления постоянных магнитов, наконечников и мембран применяют такие материалы и придают им такие габариты и формы, чтобы полезный [1] магнитный поток Φ_0 постоянного магнита в телефоне был больше амплитудного значения переменного потока примерно в несколько сот раз.

Чувствительность и частотная характеристика телефона. Качество работы телефона оценивают его чувствительностью [2], которая характеризует способность телефона преобразовывать электрическую энергию в акустическую в спектре воспроизводимых им частот.

Под чувствительностью телефона понимают отношение созда-

[1] Полезный магнитный поток меньше полного на величину магнитного рассеяния.

[2] Часто чувствительность ошибочно называют отдачей.

ваемого мембраной звукового давления P, выраженного в барах, к подводимому к обмотке переменному напряжению U, выраженному в вольтах. Следовательно, чувствительность телефона выражается через $\frac{P}{U}$ и измеряется в единицах $\frac{бар}{в}$.

Зависимость изменения величины чувствительности телефона, т. е. отношения $\frac{P}{U}$, от частоты f определяет так называемую частотную характеристику телефона. На рис. 1.4 представлены частотные характеристики телефона ТК-47 (верхняя кривая), разборного телефона (пунктир) и телефона ТК-50 (нижняя кривая).

Частотные характеристики телефонов не отличаются равномерностью. Однако они могут быть значительно улучшены путем подбора параметров отдельных частей телефонов, в частности устранением влияния резонансных свойств мембраны.

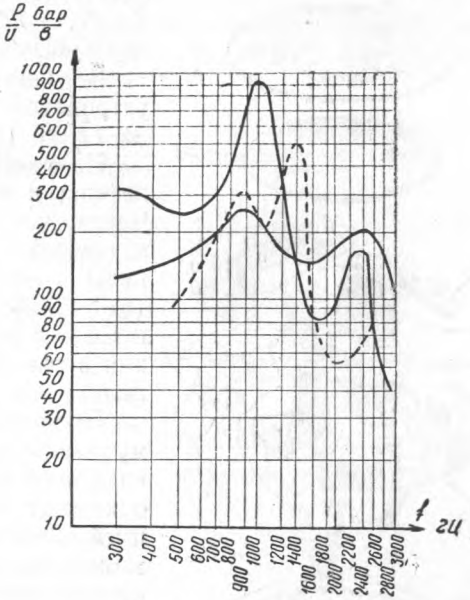


Рис. 1. 4. Частотные характеристики телефонов различных типов

§ 6. Конструкции и типы судовых телефонов

Со времени изобретения первого образца электромагнитного телефона в 1876 г. конструкция его претерпела значительные изменения. Большую работу в этом направлении осуществил в начале восьмидесятых годов прошлого столетия талантливый русский конструктор-изобретатель П. М. Голубицкий, который предложил телефон с оригинальной системой постоянных магнитов.

К началу нашего века постоянные магниты телефона стали изготовлять в форме плоских колец и полуколец, что позволило значительно уменьшить размеры и вес телефонов и придать им форму небольших круглых коробок. Такие телефоны, получившие название коробчатых, применяются и до настоящего времени.

Коробчатые телефоны бывают двух типов: разборные и капсюльные.

Разборные телефоны в настоящее время устарели. Вместо них применяют главным образом капсюльные телефоны, отличающиеся большой механической прочностью и обладающие значи-

БИБЛИОТЕКА Новосибирского института инженеров водного транспорта

87191

тельными электроакустическими преимуществами по сравнению с разборными телефонами. Капсюльные телефоны, кроме того, можно легко и быстро заменить, что особенно важно для морских установок связи.

Отечественной промышленностью выпускается несколько образцов телефонов капсюльного типа, а именно: *ТК-47*, *ТК-47 м*, *ТК-7*, *ТК-50* и *ДЭМ-4 м*.

В качестве примера рассмотрим устройство капсюльного телефона типа *ТК-47* (рис. 1. 5).

На рисунке показаны все части телефона и его общий вид в разрезе. Части телефона помещены в пластмассовый корпус *1*. Постоянные магниты *2* — литые из сплава «альни» (Fe — 65,5%, Al — 10,5%, Ni — 19% и Cu — 5%) предназначены для создания в телефоне постоянного магнитного поля.

Полюсные надставки *3* имеют форму угольников, изготовлены из сплава «пермаллой» (Ni — 45%; Fe — 55%), обладают высокой магнитной индукцией и магнитной проницаемостью при малых магнитных полях. Служат для концентрации магнитного потока в центре мембраны и для уменьшения сопротивления магнитной цепи. На полюсных надставках размещаются катушки *4* электромагнитов, представляющие собой основы из пластмассы, на которые намотаны обмотки из проволоки марки *ПЭН* диаметром 0,1 *мм*. Каждая катушка имеет 1000 витков; сопротивление ее постоянному току 60 *ом*, а переменному частотой 1000 *гц* — около 370 *ом*. Обе обмотки соединены последовательно. Индуктивность телефона при частоте 1000 *гц* равна 0,1 *гн*.

Мембрана *5* представляет собой круглый диск из электротехнической стали марки *Э4АА*. Мембрана свободно лежит на бортике корпуса и удерживается только силой притяжения по-

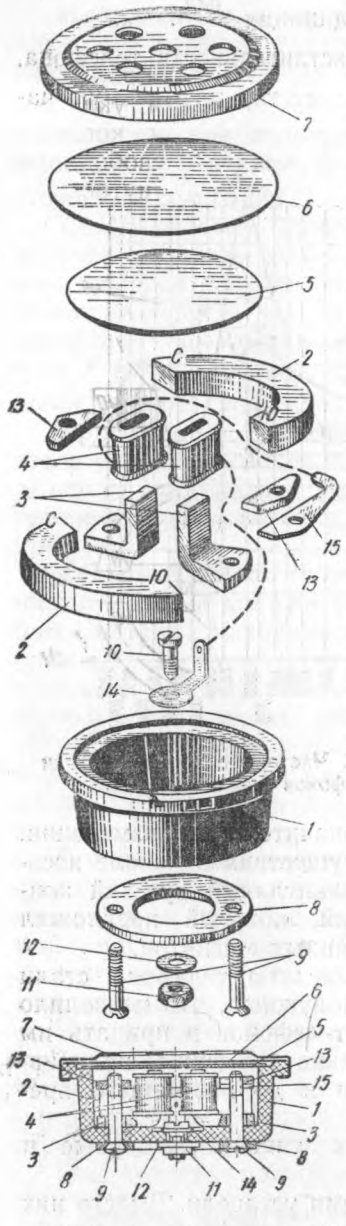


Рис. 1. 5. Устройство капсюльного телефона типа *ТК-47*

стоянных магнитов. Такая мембрана (ее иногда называют «плавающей») по сравнению с мембраной, зажатой по окружности, дает примерно в два раза большую амплитуду колебаний. Это увеличивает чувствительность телефона и уменьшает искажение звука при его воспроизведении.

Для предохранения внутренней части телефона от проникновения влаги служит защитная прокладка *6* из лакоткани, укладываемая поверх мембраны. Прокладка прижимается к корпусу защитной решеткой *7* из латуни с отверстиями для свободного прохождения звуковых колебаний, предохраняющей внутренние части телефона от механических повреждений. Защитная решетка скрепляется с корпусом наглухо посредством вальцовки. Электрическим контактом капсюля является контактный винт *10* с гайкой *11* и шайбой *12*. Под головку винта укладывают шайбу с паечным лепестком *14*, к которому гибким проводником с шелковой изоляцией припаивают один конец обмоток электромагнитов.

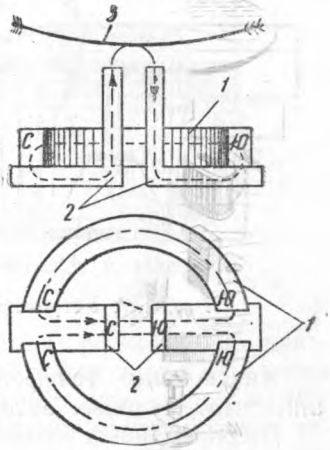


Рис. 1.6. Магнитная система телефона типа *ТК-47*

Вторым электрическим контактом служит изготовленное из латуни никелированное контактное кольцо *8*, которое крепится к корпусу крепительными винтами *9*. Электрическое соединение контактного кольца с обмоткой осуществляется одним из крепительных винтов, планкой *13* и наконечником *15*.

Концы соединенных последовательно между собой внутри капсюля обмоток подводятся один к контактному винту *10*, а другой — к кольцу *8*.

Телефонный капсюль помещается в чашке микротелефонной трубки, в которой имеются две контактные пружины. В одну, расположенную в центре чашки, упирается контактный винт *10*, с другой соединяется контактное кольцо *8*.

Капсюль типа *ТК-47* обладает высокими акустическими свойствами.

На рис. 1.6 схематически показана магнитная система телефона *ТК-47*.

Как видно из рисунка, постоянные магниты *1* имеют форму полуколец и сложены вместе одноименными полюсами *Ю* и *С*. На полюсах укреплены полюсные надставки *2*, получающие соответствующие полярности. На полюсные надставки надеты катушки с обмотками (на рисунке не показаны). Поверх полюсных надставок помещается мембрана *3*. Путь магнитных сило-

вых линий, проходящих через мембрану, показан пунктирными линиями.

Телефоны капсюльного типа имеют следующие преимущества по сравнению с разборными телефонами:

1) более широкую полосу воспроизводимых частот;

2) повышенную чувствительность;

3) меньшие нелинейные искажения и относительно постоянную чувствительность в результате применения высококоэрцитивных сплавов для постоянных магнитов;

4) повышенную механическую прочность капсюлей благодаря запрессовке магнита в пластмассу корпуса.

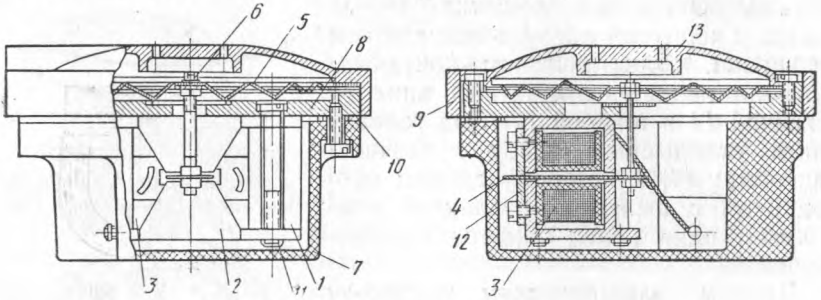


Рис. 1. 7. Устройство безбатарейного электромагнитного капсюля *БЭМ-2*

Капсюльные телефоны типа *ТК-47* находят применение в аппаратах судовых автоматических телефонных установок.

В современных телефонных аппаратах, работающих в сети судовых станций ручного действия, наибольшее распространение получил безбатарейный электромагнитный капсюль *БЭМ-2*, изображенный в двух видах на рис. 1. 7.

Капсюль состоит из двух постоянных магнитов *1* из сплава «альни», двух полюсных наконечников *2* из пермаллоя, катушки *3* с обмоткой из проволоки марки *ПЭЛ* диаметром 0,1 *мм* с числом витков, равным 1000, и сопротивлением 73 *ом*, якоря *4* из пермаллоя с припаянной к нему скобой *12*, тонкой латунной гофрированной конусообразной мембраны *5*, тяги *6*, коробки *7*, кольца *8*, эбонитовой крышки *9*, прокладок *10* и крепительных винтов *11*.

Постоянные магниты *1* и прилегающие к ним полюсные наконечники *2* укреплены винтами *11* на латунном кольце *8*. Магниты установлены между полюсными наконечниками одноименными полюсами. Между концами полюсных наконечников, имеющих форму скобы, образуются зазоры. Катушка *3* с обмоткой помещена в пространстве между магнитами и полюсными наконечниками и имеет канал прямоугольного сечения, осевая линия которого располагается симметрично упомянутым выше зазорам. Через канал в катушке и зазоры полюсных наконечников проходит якорь *4*. Один его конец с припаянной скобой *12* при-

креплен к полюсным наконечникам винтами, а другой при помощи латунного стержня тяги *6* жестко скреплен с центром мембраны *5*. Вследствие этого при колебаниях якоря колеблется и мембрана. Крышка *13* с отверстиями для прохождения звуковых волн предохраняет мембрану от механических повреждений.

Вся электромагнитная система капсюля помещена в коробке из пластмассы с запрессованными в ней двумя контактами, к которым припаяны выводные концы катушки.

Распределение магнитных потоков телефона *БЭМ-2* показано на рис. 1.8, *б* в спокойном, а на рис. 1.8, *а* и 1.8, *в* — в рабочем состояниях.

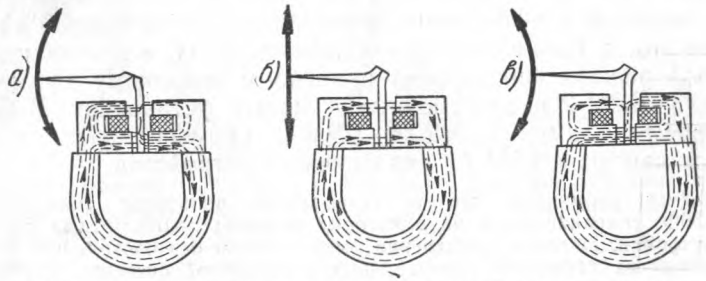


Рис. 1.8. Распределение магнитных потоков в телефоне *БЭМ-2*

Телефон работает следующим образом. В спокойном положении, когда тока в обмотке нет, свободный конец якоря находится в состоянии равновесия и расположен в середине зазора между полюсными наконечниками. При прохождении через катушку телефона переменного разговорного тока полюсные наконечники получают дополнительный переменный магнитный поток, который в одной части зазора имеет одинаковое с постоянным магнитным потоком направление, а в другой — противоположное. Поэтому в одной части зазора магнитный поток усиливается, а в другой ослабевает, вследствие чего якорь получает движение в сторону большего потока. Так как разговорный ток меняет направление со звуковой частотой, то с такой же частотой меняется направление переменного магнитного потока, а следовательно, с этой же частотой колеблется и мембрана телефона.

Преимущества телефонного капсюля *БЭМ-2* заключаются в следующем:

а) мембрана совершенно не входит в магнитную цепь телефона, а получает колебания от якоря; это позволяет рассчитывать и конструировать ее как независимую акустическую систему;

б) магнитная часть капсюля представляет собой дифференциальную систему, где постоянный и переменный магнитные потоки имеют различные пути, что делает эту систему более выгодной по сравнению с последовательной магнитной системой;

в) при отсутствии разговорного тока мембрана не испытывает со стороны магнитной системы воздействия, вызывающего начальный прогиб ее и способствующего искажению воспроизводимых звуков.

Капсюль *БЭМ-2* имеет малые габариты. Его чувствительность в несколько раз превосходит чувствительность телефонов старых марок и достигает 200—300 $\frac{бар}{в}$. Кроме того, этот капсюль обладает достаточной механической прочностью, высокой степенью влагозащищенности, малым коэффициентом нелинейных искажений (не выше 8—10%), большой устойчивостью в работе при изменениях температуры от —40 до +50°, а также обеспечивает очень высокий коэффициент артикуляции (не менее 80%).

Все это, а также свойство обратимости (т. е. способность работать в режиме микрофона) привело к широкому применению капсюля *БЭМ-2* в современных судовых установках. В настоящее время взамен капсюля *БЭМ-2* промышленностью выпускается капсюль *ДЭМ-4*м аналогичного устройства.

Следует упомянуть, что в телефонных аппаратах типа ТАК-36Ф, ТАКО-36Ф, сохранившихся на некоторых морских транспортных судах старой постройки, широкое применение имел телефон без постоянных магнитов. Он состоял из латунного корпуса, электромагнитной системы, мембраны из белой жести и эбонитовой крышки с раковиной. Принцип его работы такой же, как и обычного телефона. Постоянный магнитный поток обеспечивался питанием обмоток электромагнита телефона во время разговора постоянным током от батареи. Такой телефон требовал наличия трехпроводной системы и имел низкие электромагнитные и электроакустические качества: коэффициент артикуляции его равен 60%. В настоящее время эти телефоны не изготовляются.

§ 7. Принцип действия и устройство угольного микрофона

Другим весьма важным прибором в разговорной телефонной цепи является микрофон, служащий для преобразования звуковых колебаний в электрические. В современных телефонных аппаратах исключительное применение находит угольный микрофон, принципиальное устройство которого показано на рис. 1. 9.

Микрофон состоит из следующих основных частей: корпуса, угольного порошка, подвижного и неподвижного электродов и мембраны.

Металлический корпус *1* в виде чашки покрыт с внутренней стороны специальным изолирующим лаком, вследствие чего находящийся внутри угольный порошок *2* также изолирован от корпуса. Дно корпуса имеет отверстие, куда вставлена изоляционная втулка *3*, через которую проходит контактный винт *4*, механически скрепляющий неподвижный электрод *5* с корпусом *1*. На закраине корпуса уложен шелковый диск *6*, через отверстие которого проходит подвижный электрод *7*, скрепленный с центром металлической мембраны *8*, закрывающей сверху весь корпус и прижатой к его краям специальной крышкой с отвер-

стиями и раструбом (на рисунке не показаны) для направления звуковой волны.

Микрофон включается в цепь через контактный винт *4*, который служит одним полюсом, и корпус *1*, электрически соединенный с мембраной *8* и служащий другим полюсом.

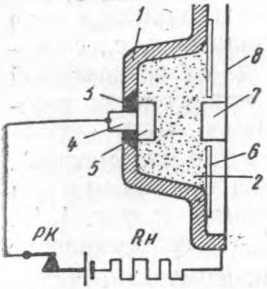


Рис. 1. 9. Принцип устройства угольного микрофона

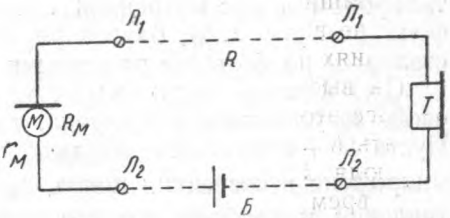


Рис. 1. 10. Принцип действия угольного микрофона

Приведенная на рис. 1. 10 схема позволяет объяснить принцип действия микрофона. Ток от одного полюса батареи *Б* проходит через микрофон *М*, линейный провод $Л_1$, телефон *Т*, линейный провод $Л_2$ и возвращается к другому полюсу батареи. При отсутствии разговора перед микрофоном сопротивление *R* данной цепи не меняется, и ток в такой цепи имеет постоянную величину.

Этот ток I_0 в прямоугольной системе координат (рис. 1. 11) изображен отрезком прямой, параллельной оси абсцисс до момента t_1 — начала разговора. При разговоре перед микрофоном под воздействием звуковой волны мембрана начинает колебаться со звуковой частотой и увлекает за собой подвижный электрод, отчего порошок внутри микрофона то уплотняется, то разрыхляется. При изменении плотности порошка изменяется сопротивление микрофона, в результате чего меняется величина тока в цепи. Если предположить, что звуковая волна колеблется по закону синуса, то мембрана будет колебаться по тому же закону. Следовательно, сопротивление микрофона, а значит и ток в цепи будут меняться синусоидально. На рис. 1. 11 сплошной линией изображена кривая изменения тока *I*, начиная с момента времени t_1. Эта кривая

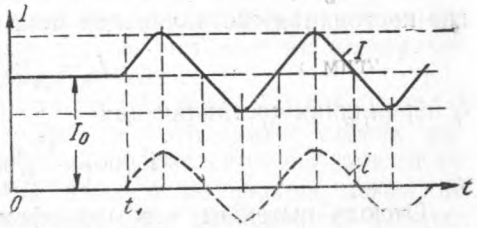


Рис. 1. 11. Кривые изменения величины тока в микрофоне

характеризует изменения пульсирующего тока, который, как известно, состоит из двух составляющих: постоянной I_0 и переменной $i_{\sim}$, изображенной отдельно внизу пунктирной синусоидальной линией.

Таким образом, микрофон во время работы является как бы генератором переменной составляющей пульсирующего тока.

При помощи телефона эта переменная составляющая тока превращается в звуковые колебания. Переменная э. д. с., создаваемая микрофоном, значительно больше э. д. с., создаваемой телефоном в рассмотренной схеме передачи при помощи телефона (см. рис. 1.3), благодаря чему телефонная связь осуществляется на большие расстояния (десятки и сотни километров).

Свойства угольного микрофона. Рассмотрим свойства угольного микрофона, для чего обратимся к рис. 1.10. Пусть U — напряжение питающей батареи, R_M — сопротивление микрофона в состоянии покоя, r_M — амплитуда изменений сопротивления микрофона при его работе, причем мгновенное значение переменной составляющей сопротивления микрофона равно $r_M \cdot \sin \omega t$ (предполагается, что звуковые колебания синусоидальные); I_0 — постоянный ток питания микрофона; I — значение пульсирующего тока; R — суммарное сопротивление нагрузки, в данном случае сопротивление линии и телефона.

При разговоре перед микрофоном сопротивление последнего получит значение $R_M + r_M \sin \omega t$, и в цепи установится пульсирующий ток

$$I = \frac{U}{R + R_M} - \frac{U r_M}{(R+R_M)^2} \sin \omega t, \tag{1.16}$$

где постоянная составляющая тока

$$I_0 = \frac{U}{R + R_M}, \tag{1.17}$$

а переменная составляющая

$$i_{\sim} = \frac{U r_M}{(R+R_M)^2} \sin \omega t. \tag{1.18}$$

Отсюда вытекает, что микрофон как бы генерирует переменный ток, амплитуда которого выражается формулой

$$i_{M\sim} = I_0 \frac{r_M}{R + R_M}. \tag{1.19}$$

Электродвижущая сила микрофона равна

$$e_{\sim} = U \frac{r_M}{R + R_M} \sin \omega t. \tag{1.20}$$

Обозначая через $E_{M\sim}$ амплитуду переменной электродвижущей силы, развиваемой микрофоном, получаем следующее выражение:

$$E_{M\sim} = U \frac{r_M}{R + R_M} \tag{1.21}$$

Для увеличения мощности телефона необходимо, чтобы микрофон развивал ток возможно большей величины. Обращаясь к формуле (1. 19), видим, что этого можно достигнуть увеличением множителя I_0 или сомножителя $\frac{r_M}{R+R_M}$.

Однако увеличивать ток I_0, питающий микрофон, можно лишь до определенного предела, так как при слишком большом его значении происходит перегрев порошка, порошок спекается, микрофонные свойства его теряются. Предельное значение тока питания в современных угольных микрофонах не превышает 0,1 *а*.

Для уменьшения величины тока, проходящего через микрофон, необходимо соответственно уменьшить и напряжение питающей батареи. Величина напряжения питающей батареи микрофона не зависит от длины линии, если он включен в местную цепь, по которой и замыкается ток питания.

Система телефонирования, при которой микрофоны абонентских телефонных аппаратов получают питание от одной батареи, находящейся на центральной телефонной станции, называется системой центральной батареи (ЦБ).

Система телефонирования, при которой источники питания установлены в телефонных аппаратах, называется системой местной батареи (МБ).

Угольный микрофон можно рассматривать не только как генератор переменной э. д. с. звуковой частоты, но и как усилитель мощности, на что впервые было указано проф. А. А. Кузнецовым еще в 1908—1910 гг.

Усилительные свойства угольного микрофона основаны на том, что микрофон развивает на выходе мощность электрического тока, в 750—900 раз бо́льшую мощности подводимой к его входу звуковой волны. Это осуществляется за счет энергии электрической батареи, питающей угольный микрофон.

Электрическое сопротивление угольного микрофона. Угольный микрофон в телефонных схемах является частью электрической цепи. Сопротивление его зависит от целого ряда факторов. Микрофон даже в положении покоя не обладает постоянным сопротивлением, что объясняется физическими свойствами угольного порошка. Между отдельными зернами угольного порошка образуются электрические контакты, плотность которых все время изменяется. Эти изменения достигают особенно больших значений в микрофонах, работающих в судовых условиях, где вследствие вибрации и качки судна угольные зерна в микрофоне постоянно перемещаются. В эксплуатационных условиях сопротивление зависит не только от колебаний мембраны, но и от продолжительности эксплуатации, угла наклона микротелефонной трубки и величины тока питания.

Экспериментальная кривая, характеризующая зависимость сопротивления микрофона от продолжительности его работы за время одного разговора, приведена на рис. 1. 12. Здесь промежу-

ток времени t_0 представляет собой время неустановившегося режима работы микрофона.

Сопротивление микрофона зависит также от угла α наклона микрофона по отношению к горизонтальной плоскости. Кривая на рис. 1. 13 иллюстрирует эту зависимость. При вертикальном положении микрофона его сопротивление имеет наименьшее значение ввиду того, что угольные зерна образуют надежный контакт между неподвижным и подвижным угольными электродами. По мере отклонения микрофона в ту или другую сторону надежность контакта ухудшается, а при горизонтальном положении микрофона сопротивление его может достигнуть весьма большого значения, практически равносильного разрыву микрофонной цепи.

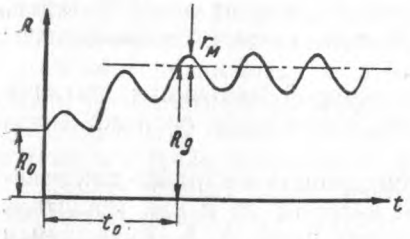


Рис. 1. 12. Зависимость сопротивления микрофона от продолжительности его работы за время одного разговора

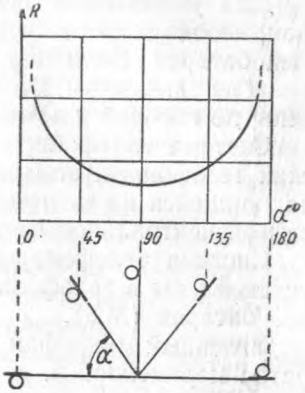


Рис. 1. 13. Зависимость сопротивления микрофона от угла его наклона по отношению к горизонтальной плоскости

Последнее обстоятельство характерно для старых типов угольных микрофонов. Такой обрыв цепи приводил во всех системах к нарушению связи, а в системах *ЦБ* и АТС — к появлению на станциях ложного сигнала отбоя. Это создавало эксплуатационные затруднения, устраняющиеся путем применения различных способов предупреждения ложных сигналов отбоя.

Современные микрофоны имеют такую конструкцию, что их сопротивление при изменении положения мало меняется. Такие микрофоны получили название безобрывных.

Сопротивление микрофона также зависит от величины проходящего через него тока питания. При увеличении тока угольный порошок нагревается, а так как уголь имеет отрицательный температурный коэффициент, то его сопротивление уменьшается, и наоборот.

Сопротивление микрофона зависит от количества и сорта угольного порошка, который различается по величине и форме угольных зерен и удельному сопротивлению угля данного сорта.

В зависимости от условий работы применяются микрофоны с порошком того или иного сорта. Так, например, в низкоомных микрофонах системы *МБ* применяется крупнозернистый порошок с малым удельным сопротивлением, а в микрофонах системы *ЦБ* — мелкозернистый порошок с большим удельным сопротивлением.

Чувствительность и частотная характеристика микрофона. Основным назначением микрофона является преобразование акустической энергии в электрическую. Поэтому для оценки качества работы микрофона необходимо знать величину развиваемой им переменной электродвижущей силы для всей полосы разговорных частот.

Качество работы микрофона характеризуется так называемой чувствительностью микрофона. Чувствительность микрофона — это отношение величины развиваемой микрофоном электродвижущей силы, выраженной в милливольтах, к величине звукового давления, выраженного в барах. Следовательно, чувствительность выражается в $\frac{мв}{бар}$.

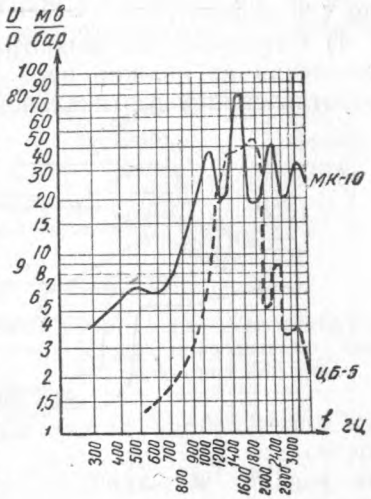


Рис. 1. 14. Зависимость чувствительности от частоты звуковых колебаний микрофонов типов *МК-10* и *ЦБ-5*

На рис. 1. 14 приведен график, отражающий зависимость чувствительности микрофона от частоты звуковых колебаний. Такую зависимость называют частотной. На рисунке представлены две частотные характеристики: пунктирной линией — характеристика устаревшей конструкции микрофонного капсюля типа *ЦБ-5*, а сплошной линией — характеристика современного микрофонного капсюля типа *МК-10*. Для различных частот при одном и том же звуковом давлении генерируемая микрофоном электродвижущая сила не одинакова, что объясняется резонансными явлениями, имеющими место при работе микрофона.

Как видно из графика, частотная характеристика микрофона типа *ЦБ-5* (пунктирная линия) имеет неравномерный характер, что вносит значительные искажения при разговоре.

Современный безобрывный микрофон типа *МК-10* (сплошная кривая) имеет более равномерную частотную характеристику.

§ 8. Конструкции и типы судовых микрофонов

Микрофоны судовых телефонных установок должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1) конструкция должна быть механически прочной и надежно защищающей от брызг;

2) средняя чувствительность в полосе частот 300—2400 *гц* должна быть не менее 15 $\frac{мв}{бар}$;

3) коэффициент артикуляции должен быть достаточно высоким (не менее 75%);

4) сопротивление микрофонного капсюля в горизонтальном положении не должно превосходить пятикратной величины его сопротивления в вертикальном положении;

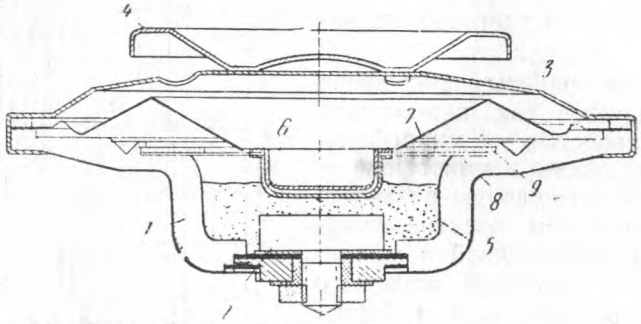


Рис. 1. 15. Схематический разрез микрофонного капсюля *МК-10*

5) микрофонный капсюль должен обеспечивать достаточно разборчивую телефонную передачу из помещений с уровнем шумов выше 100 *дб*.

Перечисленным требованиям удовлетворяют микрофонные капсюли типа *МК-10,* применяемые в телефонных аппаратах судовых автоматических телефонных станций, и капсюли типа *МКЗ-ЦБ*, используемые во всех судовых телефонных установках ручного обслуживания с батарейным питанием.

Микрофонный капсюль *МК-10*. На рис. 1. 15 схематически представлен микрофонный капсюль *МК-10* в разрезе. Он состоит из металлического корпуса *1,* через отверстие в дне которого проходит механически скрепленный с корпусом неподвижный электрод *2*. Для лучшего контакта с угольным порошком верхняя плоскость электрода покрыта слоем золота толщиной от 1 до 10 микрон. Угольный порошок *5* изолирован от корпуса изоляционным лаком. В порошок погружен второй пустотелый подвижный электрод *6* также с позолоченной поверхностью, прикрепленный к центру легкой латунной мембраны *7*. Мембрана толщиной 0,1 *мм* имеет рупорообразную форму. Чтобы угольный порошок не высыпался, между мембраной и порошком натянуто

шелковое кольцо *8*, прикрепленное к подвижному электроду *6* и к корпусу *1* зажимным кольцом *9*. Мембрана своими краями опирается на бортик корпуса, к которому она наглухо крепится. К крышке, имеющей отверстия, приварена противоморозная тарелочка *5*, одновременно предохраняющая микрофон от попадания в него влаги.

Для перезарядки капсюля несколько повертывают замок специальным ключом и вынимают его вместе с неподвижным электродом. Через освободившееся отверстие в дне корпуса меняют угольный порошок, после чего электрод устанавливают на место и нитролаком закрашивают места его соединения с корпусом. Микрофонный капсюль типа *МК-10* имеет ток питания 20—25 *ма* и сопротивление постоянному току в вертикальном положении 65—140 *ом*.

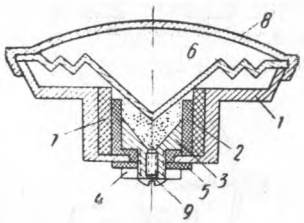


Рис. 1. 16. Схематический разрез микрофонного капсюля типа *МКЗ-ЦБ*

Микрофонный капсюль *МКЗ-ЦБ*. Наиболее распространенным типом судовых угольных микрофонов является микрофонный капсюль типа *МКЗ-ЦБ*, представляющий собой угольный микрофон влагозащищенной конструкции.

Этот капсюль, схематически изображенный на рис. 1. 16, состоит из латунной коробки *1*, в которой находится карболитовый стакан *2*, прижатый ко дну коробки головкой латунного золоченого болтика *3*. Снаружи коробки болтик затягивается гайкой *4*, изолированной от латунной коробки шайбой *5*. Головка болтика имеет коническое углубление, соответствующее коническому выступу мембраны *6*.

На карболитовый стакан надето кольцо *7* из мягкого войлока (фильца), которое своей верхней частью прилегает к конической золоченой мембране *6* из тонкой листовой бронзы. Края мембраны зажаты между коробкой *1* и крышкой *8*, завальцованной на коробке. Крышка защищает капсюль от механических повреждений.

В центре крышки имеется ряд мелких отверстий для доступа к мембране звуковых волн и несколько отверстий по краям для стока конденсирующейся на мембране влаги.

Угольная камера микрофона представляет собой полость, ограниченную стенками карболитового стакана и войлочного кольца с одной стороны и мембраной и головкой болтика — с другой.

В эту камеру через отверстие в болтике засыпается угольный порошок марки *ЦБ № 5*. Отверстие затем закрывается винтом-пробкой *9*. Микрофон развивает мощность, достаточную для осуществления циркулярной передачи шести абонентам без усилителя.

Капсюль имеет хорошую влагозащищенность и большую чувствительность, доходящую до 25 $\frac{мв}{бар}$. Коэффициент артикуляции микрофона составляет 75%.

Угольные микрофоны в судовой телефонии применяются в батарейных системах связи.

Микрофонный капсюль типа *БЭМ-2*. В безбатарейных телефонных системах широкое распространение получил электромагнитный капсюль типа *БЭМ-2* (см. рис. 1.17), являющийся обратимым: если на мембрану капсюля направить звуковые колебания, она начнет колебаться. Одновременно будет колебаться соединенный с мембраной якорь. Колебание якоря вызовет изменение со звуковой частотой магнитного потока, вследствие чего будет генерироваться переменная электродвижущая сила звуковой частоты в обмотке капсюля.

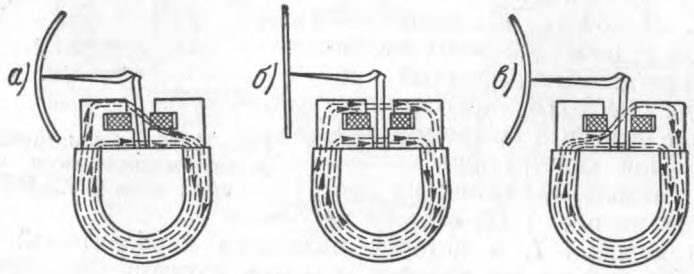


Рис. 1.17. Электромагнитная схема капсюля типа *БЭМ-2*

На рис. 1.17 (*а, б, в*) изображена схема распределения магнитного потока капсюля БЭМ-2 (в настоящее время он заменен капсюлем *ДЭМ-4*м) при работе его в режиме микрофона. На рис. 1.17, *б* показан путь магнитных линий постоянного магнитного потока при спокойном состоянии, а на рис. 1.17 *а* и 1.17 *в* — при работе микрофона.

Достоинства капсюля БЭМ-2 при работе в режиме микрофона заключаются в том, что он не нуждается в питании его постоянным электрическим током, а генерируемая им э. д. с. и его сопротивление совершенно не зависят от угла наклона капсюля и продолжительности эксплуатации.

Антишумовые микрофоны. При телефонной передаче из помещений с очень сильными посторонними шумами, например из котельных и машинных судовых помещений, танков, самолетов и т. п., применение обычных микрофонов не достигает цели, так как вместе со звуковыми колебаниями речи воспроизводятся посторонние шумы помещений, маскирующие речь абонента.

В этом случае применяются антишумовые микрофоны, которые принципиально устроены и действуют так же, как и угольные

микрофоны, но отличаются от них способом приведения в колебание мембраны.

В обычном микрофоне мембрана приходит в колебание под влиянием падающей на нее модулированной голосом абонента воздушной волны.

В антишумовых микрофонах мембрана получает колебания благодаря колебаниям костно-мышечной системы лица или горловых мышц говорящего человека. В первом случае микрофон носит название остеофона, во втором случае — ларингофона.

На рис. 1.18 показан остеофонический капсюль типа ОК-2. Он состоит из латунной позолоченной коробки *1*, закрытой тонкой бронзовой мембраной *2* с укрепленным на ней латунным позолоченным конусом *3*. От коробки мембрана с конусом изолирована изоляционным кольцом *4*. Поверх мембраны накладывается крышка *5*, которая латунным кольцом *6* с изоляционной шайбой *7* прижимает мембрану к корпусу коробки, края которой завальцовываются на скос.

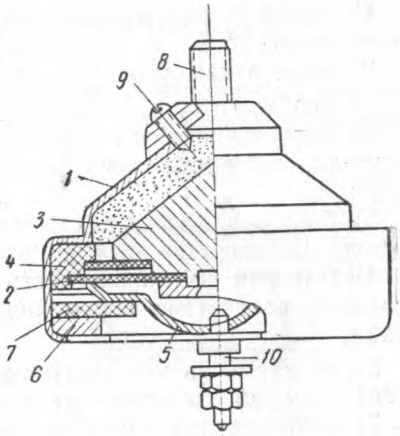


Рис. 1.18. Устройство остеофонического капсюля типа *ОК-2*

Угольный порошок засыпается в камеру между дном коробки и конусом через отверстие в чашке, которое завинчивается пробкой *9*. На винт *8* коробки навинчивается резиновый держатель остеофона (на рисунке не показан). Во время разговора резиновый держатель прижимается к челюсти, вследствие чего на него механически передаются колебания костно-мышечной системы лица, что вызывает колебания конуса и мембраны капсюля. Ввиду большой массы конуса, а следовательно, и большой его инерции он стремится сохранить состояние покоя и изгибает центральную часть мембраны в зависимости от направления перемещения самого остеофона. Колебания мембраны вызывают индуктирование остеофоном э. д. с. В электрическую цепь остеофон включается болтиками *10* и *8* путем присоединения к ним проводников [1].

Ларингофон работает по тому же принципу, но колебательные движения он получает от горловых мышц.

Сравнительные качества судовых микрофонов. Различные типы описанных микрофонов имеют свои досто-

[1] Остеофон с капсюлем типа ОК-2 обеспечивает коэффициент артикуляции до 50%; для работы его необходимо питание постоянным током.

инства и недостатки, определяющие их применение в соответствии с условиями и требованиями к установкам телефонной связи на судах. К преимуществам угольного микрофона относятся:

1) сравнительно большая мощность, позволяющая при циркулярной передаче без дополнительного усиления подключать к одному микрофону параллельно несколько абонентов;

2) простота и надежность конструкции в эксплуатации;

3) большая чувствительность микрофона, которая для капсюля *МКЗ-ЦБ* достигает величины 25 *мв/бар*;

4) коэффициент артикуляции, обеспечиваемый микрофоном, равен около 75%.

К недостаткам угольного микрофона можно отнести:

1) необходимость питания от источника постоянного тока;

2) непостоянство сопротивления, зависящего от угла наклона капсюля, величины тока питания, продолжительности работы и др.;

3) большая длительность неустановившегося режима в микрофоне, снижающая коэффициент артикуляции;

4) быстрая изнашиваемость угольного порошка в судовых условиях вследствие перемещения зерен при качке и вибрации судна;

5) спекаемость угольного порошка;

6) высокий коэффициент нелинейных искажений;

7) большая неравномерность частотной характеристики (чувствительности);

8) высокий уровень собственных шумов, обусловленных флуктуационными процессами в угольном порошке;

9) отсутствие противоударной защиты;

10) невозможность применения в помещениях с высоким уровнем шумов.

В судовых безбатарейных установках телефонной связи взамен капсюля *БЭМ-2* большое распространение получил электромагнитный микрофонный капсюль типа *ДЭМ-4*м.

К достоинствам этого капсюля можно отнести:

а) достаточную мощность, обеспечивающую возможность параллельного подключения до шести абонентов;

б) простоту и надежность конструкции, аналогичную для телефона и микрофона;

в) высокий коэффициент артикуляции (80—90%);

г) независимость электрических параметров от положения микрофона при разговоре;

д) отсутствие источника питания.

Электромагнитные микрофоны применяются в помещениях с уровнем шумов не выше 110 *дб*.

При передаче из шумных помещений с уровнем шумов порядка 100 *дб* и выше вместо обычных микрофонов применяют

остеофоны и ларингофоны. Основным их недостатком является низкий коэффициент артикуляции (не более 50%).

Для обеспечения более надежного приема речи в шумных помещениях на раковины телефонов надевают специальные резиновые заглушки, при помощи которых телефон плотно прижимается к уху, не позволяя проникать в него посторонним шумам.

Помимо антишумовых микрофонов и телефонов с резиновыми заглушками, в помещениях с высоким уровнем шумов устанавливают специальные звукоизоляционные кабины, а также применяют усиление речи при помощи ламповых усилителей.

§ 9. Принцип работы и устройство телефонного трансформатора

Основное назначение трансформатора в телефонной аппаратуре — достижение согласования сопротивления микрофона с сопротивлением питаемой им нагрузки. Такое согласование, как известно из теории телефонной связи, увеличивает отдаваемую микрофоном, как генератором, в нагрузку мощность, а следовательно, увеличивает и дальность действия телефонной связи.

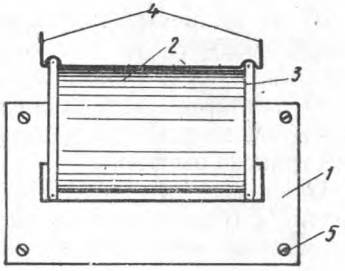


Рис. 1. 19. Устройство трансформатора

При помощи трансформатора достигается разделение цепей постоянного и переменного токов и преобразовывается пульсирующий ток в переменный, что исключает необходимость соблюдения полярности при подключении электромагнитных телефонов.

Принцип устройства трансформатора показан на рис. 1. 19.

Из рисунка видно, что трансформатор состоит из двух основных частей: сердечника *1* и обмоток *2*.

Если трансформатор имеет две обмотки, то одну из них обычно называют первичной, другую — вторичной.

В трансформаторах, применяемых в телефонных аппаратах *ЦБ*, первичной называют ту обмотку, к которой подключен микрофон, а вторичной — ту, к которой подключена линия.

Сердечник *1* трансформатора собирается из пластин, изолированных шеллачным лаком или бумагой, а пластины изготавливаются из электротехнической трансформаторной стали толщиной 0,35 *мм*. Они могут иметь О-образную, Ш- или Г-образную форму и плотно стягиваются в пакет болтиками *5*, проходящими через изолирующие трубочки. На сердечник надевается пластмассовый каркас *3*, на который наматываются изолированно друг от друга обмотки из изолированной медной проволоки. Оба конца каждой обмотки заканчиваются зажимами *4* для включения в схему.

Принцип действия трансформатора основан на явлении взаимоиндукции между близко расположенными на одном сердечнике обмотками. Если в первичной обмотке трансформатора проходит переменный ток, то во вторичной его обмотке индуктируется переменная электродвижущая сила, и если цепь замкнута, в ней появляется переменный ток. Э. д. с., индуктируемая во вторичной обмотке, будет тем больше, чем больше число витков этой обмотки, чем ближе она расположена к первичной обмотке и чем больше скорость изменения магнитного потока. При этом имеют место потери энергии:

1) на магнитное рассеяние, заключающееся в том, что не весь магнитный поток, создаваемый первичной обмоткой, воздействует на витки вторичной обмотки;

2) на гистерезис, происходящий вследствие того, что часть передаваемой энергии затрачивается на перемагничивание сердечника;

3) на вихревые токи в сердечнике, индуктируемые изменяющимся магнитным потоком, охватывающим не только витки обмотки, но и сам сердечник и вызывающие его нагрев;

4) тепловые, возникающие в результате затраты части электрической энергии на преодоление активного сопротивления обмоток трансформатора.

Очевидно, что вследствие перечисленных выше потерь мощность P_2, отдаваемая во внешнюю цепь вторичной обмоткой, будет меньше мощности P_1, подводимой к первичной обмотке, т. е.

$$P_2 < P_1.$$

Отсюда коэффициент полезного действия трансформатора

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} 100\%.$$

Для телефонных трансформаторов η равен 60—70%.

Трансформаторы в настоящее время широко применяются в различных типах телефонной аппаратуры, в аппаратуре усиления, высокочастотного и дальнего телефонирования и т. п.

Глава 3. ВЫЗЫВНЫЕ И СИГНАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ТЕЛЕФОННЫХ УСТАНОВОК

§ 10. Звонок на обрыв

В телефонном аппарате, кроме разговорных приборов, необходимы вызывные приборы, принимающие и посылающие вызовы. В то время как приемники вызова являются непременной принадлежностью каждого телефонного аппарата, приборы, посылающие вызов, могут находиться как в аппарате абонента, так и на центральной телефонной станции.

В судовых телефонных установках для приема вызова пользуются звонками. Они бывают различных конструкций и схем в зависимости от места работы, принципа действия и рода потребляемого тока.

До недавнего времени в судовой связи большое распространение имел звонок постоянного тока типа *ЗВО*, что означает звонок на обрыв, т. е. звонок, работающий по принципу прерывания электрической цепи.

Этот звонок представляет собой электромагнитный прерыватель. Схема его изображена на рис. 1.20.

При прохождении тока по обмотке электромагнита *1* оба сердечника намагничиваются разноименной полярностью и притягивают к себе якорь *2*, который жестко скреплен с мембраной *3* и бойком *4*, при этом последний ударяет по звонковой чашке *5*. Одновременно якорь *2* роликом *6* разомкнет контакт между контактной пружиной *7* и винтом *8*, отчего оборвется цепь питания, электромагнит размагнитится, якорь вследствие упругости мембраны займет первоначальное положение, и цепь звонка снова замкнется.

Этот процесс будет повторяться до тех пор, пока на зажимы звонка будет подаваться питание.

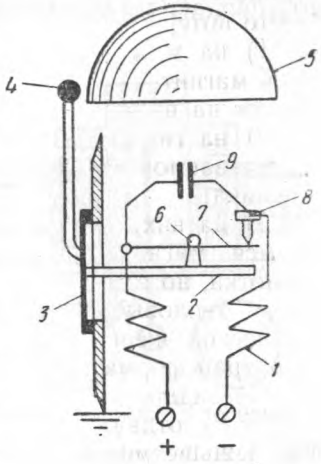


Рис. 1.20. Устройство звонка типа *ЗВО*

Для ослабления помех радиоприему от искрения контактов между пружиной *7* и винтом *8* включается искрогасительный конденсатор *9*. Звонок с конденсатором сокращенно называется *ЗВОФ*.

Звонок типа *ЗВОФ* в настоящее время применяется во внутрисудовой телефонии в тех случаях, когда имеется только постоянный ток.

Недостатками этого звонка являются: необходимость сравнительно большого тока питания (порядка 100 *ма* и больше); необходимость постоянного наблюдения за прерывающимся контактом, частая регулировка и чистка его; возникновение радиопомех, которые не могут быть полностью уничтожены искрогасительным конденсатором.

§ 11. Поляризованный звонок

В современных судовых телефонных аппаратах широкое применение получил поляризованный звонок, работающий на переменном токе. Этот звонок схематически изображен на рис. 1.21

и состоит из постоянного магнита *СЮ*, на одном из полюсов которого укреплены сердечники *1* с катушками *2*, снабженными обмотками. Над сердечниками помещается якорь *3* с прикрепленным к нему бойком *4*, вблизи которого установлены звонковые чашки *5*.

В спокойном состоянии постоянный магнитный поток воздействует на оба плеча якоря с одинаковой силой, вследствие чего последний находится в равновесии. Но как только переменный ток пройдет по обмоткам звонка, его сердечники намагнитятся и получат при каждом полупериоде противоположные полярности: магнитный поток одного из них увеличится, а другого уменьшится, вследствие чего якорь будет притянут к сердечнику с большим магнитным потоком. Так как направление тока будет меняться, то якорь будет притягиваться то одним, то другим сердечником электромагнита, приводя в колебание боек. Сила удара бойка о чашечки зависит от силы притяжения якоря.

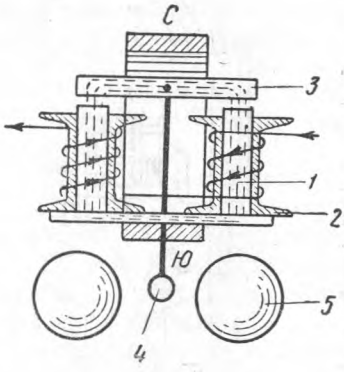


Рис. 1. 21. Устройство поляризованного звонка переменного тока

Поляризованный звонок, имеющий заводскую марку *ЗВИ*, обладает значительными преимуществами по сравнению со звонком *ЗВОФ*, которые сводятся к следующему: 1) ток питания поляризованного звонка довольно мал, в пределах 4—8 *ма*, в зависимости от сопротивления звонка, 2) отсутствует прерывающийся контакт в схеме звонка, в результате чего нет искрения, а следовательно, исключены радиопомехи, 3) регулировка его весьма устойчива, поэтому он удобен в эксплуатации.

Звонок *ЗВИ* регулируется на ток частотой $f=20$ *гц*. Однако при изменении расстояния между якорем и сердечниками звонок может работать удовлетворительно и при частоте $f=50$ *гц*.

§ 12. Индуктор

Индуктор представляет собой простейший генератор переменного тока. На рис. 1. 22а показана магнитная система индуктора.

Статором индуктора являются два постоянных магнита *1* с полюсными башмаками *2* из мягкой стали, а ротором — сердечник *3* из мягкой электротехнической стали с обмоткой *4*. На рис. 1. 22б показано принципиальное устройство индуктора. Как видно из рисунка, изолированные концы обмотки якоря *5* подводятся к двум токоотводящим пружинам *6*. Якорь индуктора приводится во вращение при помощи рукоятки *1*, двух шестерен *2*

с передаточным числом 1 : 6 и ведущей оси *3*. При бездействии индуктора ось *3* благодаря действию пружины *4* упирается в контактную пружину *I*, замыкая ее с контактной пружиной *II*, в результате чего обмотка индуктора, имеющая сопротивление постоянному току 500 *ом*, шунтируется. При вращении рукоятки индуктора штифт *7* скользит по скосу муфты *8* и передвигает ось *3* вправо, сжимая пружину *4*, вследствие чего контактная пружина *I* перебрасывается с пружины *II* на пружину *III*, шунт индуктора обрывается и переменный ток индуктора может быть послан в линию.

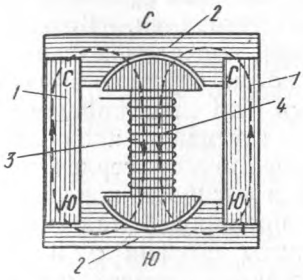


Рис. 1. 22а. Магнитная система индуктора

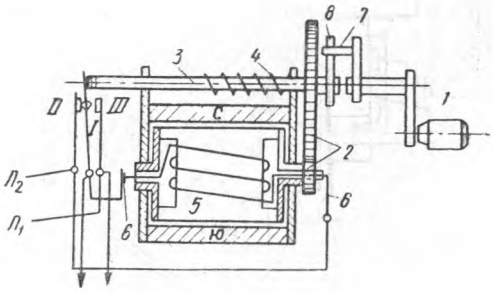


Рис. 1. 22б. Принципиальное устройство индуктора

Частота индукторного тока $f = 15—20$ *гц* получается при скорости вращения ручки индуктора порядка трех оборотов в секунду и передаточном числе шестерен, равном шести. Э. д. с., генерируемая индуктором, имеет величину 100—120 *в*, мощность обычного индуктора 2,2 *вт*. Нашей промышленностью выпускаются также индукторы мощностью 3,8 *вт* и больше.

Индукторы применяются главным образом в коммутаторах ручных телефонных станций и телефонных аппаратах системы *МБ*.

§ 13. Вибропреобразователь

В ряде случаев для посылки переменного вызывного тока пользуются не индуктором, который должен приводиться в действие вручную, а вибропреобразователем, который позволяет автоматически преобразовывать постоянный ток низкого напряжения в переменный ток более высокого напряжения и нужной частоты.

Вибропреобразователь, или токовращатель, изображен на рис. 1. 23. Он состоит из основания *1*, на котором укреплены два сердечника *2* с надетыми на них катушками с обмотками *3*. Между сердечниками на пружине *5* укреплен якорь *4*. Пружина *5* закреплена в карболитовом держателе *6* между контактными пру-

жинами *7* и *8*. К концам этих пружин подключена первичная обмотка *I* трансформатора, к середине которой подключены плюс батареи и один конец вторичной обмотки *II*, имеющий выход в схему. Второй конец этой обмотки непосредственно выводится в схему. К концу контактной пружины *5* подключен минус батареи.

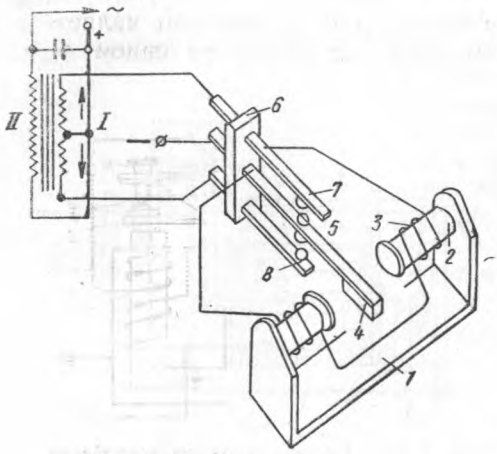


Рис 1. 23. Устройство вибропреобразователя

Принцип действия вибропреобразователя заключается в следующем.

При прохождении постоянного тока через обмотку катушек сердечники намагничиваются. Возникающий при этом магнитный поток, стремясь замкнуться по кратчайшему пути, втягивает якорь *4* в зазор между сердечниками и изгибает контактную пружину *5* так, что контакты пружин *5* и *7* замыкаются, отчего шунтируются обмотки электромагнита, а магнитный поток исчезает. Пружина *5* с якорем под действием силы упругости возвращается в исходное положение и замыкает контакт нижней пружины *8*, нарушая контакт между пружинами *5* и *7*, вследствие чего через обмотки электромагнита снова проходит ток. Процесс повторяется и продолжается до тех пор, пока к вибропреобразователю подается постоянное напряжение от аккумуляторной батареи. При переключениях контакта средней пружины на контакты верхней и нижней пружин ток проходит попеременно то через верхнюю, то через нижнюю половины первичной обмотки трансформатора в разных направлениях, отчего во вторичной обмотке появляется переменный ток частотой 20—25 *гц*, поступающий в телефонный аппарат абонента. Частоту тока можно регулировать двумя регулировочными винтами.

Вибраторы находят широкое применение во внутрисудовых телефонных коммутаторах ручного, а также автоматического действия.

§ 14. Зуммер

Зуммер представляет собой электромагнитный прерыватель и служит для преобразования постоянного тока в переменный тональной частоты (200—700 *гц*).

На рис. 1.24 изображена электромеханическая схема зуммера. Он имеет сердечник *1*, собранный из пластин трансформаторной стали, на котором помещается пластмассовый каркас с обмоткой *2*, состоящей из двух частей. Каждая часть обмотки присоединена к соответствующей контактной пружине *5* и к одному из полюсов источника питания. Над сердечником *1* помещается якорь *3*, укрепленный на пружине *6*. Зазор между пружинами *5* регулируется при помощи винта *4*. Конденсатор C_1 является искрогасительным, конденсаторы C_2 вместе с заземлением выполняют роль фильтра для устранения радиопомех.

Работа зуммера аналогична работе звонка типа *ЗВО* и происходит следующим образом.

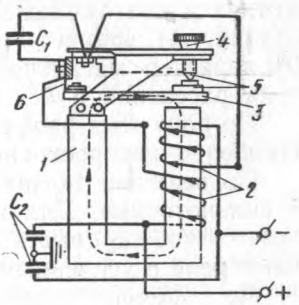


Рис. 1.24. Электромеханическая схема зуммера

В спокойном положении контактные пружины *5* замкнуты. При прохождении тока по обмотке *2* намагничивается сердечник *1*, вследствие чего к нему притягивается якорь *3*, размыкая контакт между пружинами *5*. Ток в цепи прерывается, сердечник размагничивается, и якорь *3* под влиянием упругости пружины, на которой он укреплен, возвращается в прежнее положение, восстанавливая контакт между пружинами *5*, цепь замыкается, и процесс повторяется. Таким образом, пока зуммер получает питание, его электрическая цепь то замыкается, то размыкается, приводя в колебание якорь зуммера. Эти колебания происходят с частотой, зависящей от регулировки зуммера.

Прерывистый ток в цепи якоря может быть использован для получения переменного тока звуковой частоты. Для этого применяется трансформатор, в первичную обмотку которого включают зуммер, создающий прерывистый ток, при этом во вторичной обмотке трансформатора индуктируется переменная э. д. с. звуковой частоты.

В некоторых схемах обмотка зуммера совмещена с первичной обмоткой трансформатора.

Прерывистый ток в цепи якоря зуммера используется в судовой установке типа *ОКК* для подачи абоненту сигнала занятости.

В большинстве телефонных установок создаваемая зуммером переменная э. д. с. используется для целей сигнализации. Так, например, в полевых телефонных аппаратах — для посылки вызова (фонический вызов), на телефонных станциях ЦБ — для посылки фонического вызова абоненту, не повесившему микротелефонной трубки. Но особенно широко распространен зуммер в оборудовании АТС — как береговых, так и внутрисудовых.

§ 15. Телефонные реле

Телефонным реле называется дистанционно управляемый электромагнитный механизм, служащий для коммутации телефонных цепей.

Иначе реле можно назвать электромагнитным переключателем, представляющим собой электромагнит с якорем, воздействующим на его контактные пружины. Реле находят широкое применение во всех современных автоматических устройствах.

Телефонные реле подразделяются по таким признакам: 1) род потребляемого тока; 2) допускаемая величина тока в обмотках и контактных пружинах; 3) время срабатывания и отпускания; 4) количество контактных пружин; 5) число обмоток; 6) характер магнитной цепи (с использованием магнитного потока рассеяния и без использования).

По роду тока различают реле постоянного и переменного тока. Наиболее распространены в телефонии реле постоянного тока.

По величине потребляемого тока различают реле нормальные и сильноточные. Для нормальных реле на один контакт допускается ток не свыше 200—400 *ма*. Для больших токов применяют реле с усиленными контактами.

По времени срабатывания различают реле нормального действия, быстродействующие и медленнодействующие на срабатывание и отпускание.

Число контактных пружин, которыми нагружается реле, колеблется в зависимости от схемных требований от двух до пятнадцати.

Реле может иметь одну, две и три обмотки. Число обмоток и их данные также определяются схемными требованиями. К шестому типу реле — с использованием магнитного потока рассеяния — относятся плоские реле типа *РПН*, применяющиеся в АТС, и малогабаритные реле типа *РКМ*.

В судовых телефонных установках широкое применение получили реле типа *РМ* и типа *70* [1].

На рис. 1.25 показано принципиальное устройство реле типа РМ.

Реле имеет угольник-ярмо *1*, на котором укреплен круглой формы сердечник с каркасом *3* и обмоткой *2* из медной изолированной проволоки. На одном конце ярма укреплена группа из двух контактных пружин *5—6*, изолированных от ярма пластиной *4* и друг от друга — изолирующей прокладкой *7*.

Другой конец ярма имеет призматический выступ с якорем *8*. Последний имеет прорезь, через которую проходит винт со спиральной пружинкой, предохраняющие якорь от выпадения и ограничивающие его боковое смещение (на рисунке не показаны).

[1] На судовых АТС старых типов применялись реле типа *100*, в которых для создания притягивающей силы магнитный поток рассеяния не участвует.

Винт *9* предназначен для облегчения возвращения якоря в исходное положение после прекращения тока в обмотке. Он носит название штифт отлипания.

Все части магнитной цепи реле изготовляются из мягкой электротехнической стали типа «Армко» с малой коэрцитивной силой (около 1 эрстеда) и для защиты от коррозии никелируются.

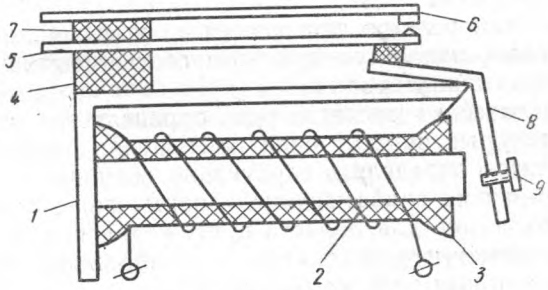


Рис. 1. 25. Устройство реле типа *РМ*

При отсутствии тока в обмотке реле якорь находится в спокойном состоянии и контакт между пружинами *5—6* разомкнут. Но как только через обмотку реле проходит достаточной величины ток, сердечник намагничивается и притягивает якорь, который поднимается и замыкает контакт между пружинами *5—6*. При исчезновении тока якорь отходит от сердечника, горизонтальная часть его под действием упругости контактных пружин опускается, контакт между пружинами *5—6* размыкается.

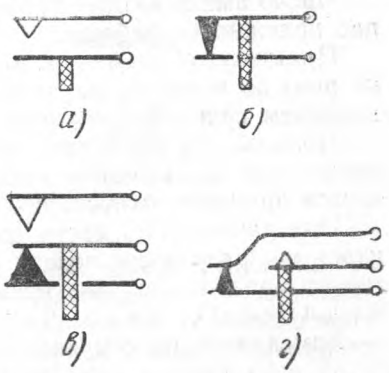


Рис. 1. 26. Контактные группы реле

В описанном случае пружины *5—6* образуют одну из основных групп, а именно — группу на замыкание. В контактных схемах реле имеются еще группы на размыкание и переключение. На рис. 1. 26 изображены все основные контактные группы: *а* — на замыкание, *б* — на размыкание, *в* — на простое переключение, *г* — на плавное переключение. Все другие, более сложные группы получаются путем комбинирования основных групп.

Пружины реле изготовляют из материалов с высоким модулем упругости (нейзильбера, марганцовистой или алюминиевой бронзы), а в местах, где осуществляется контакт, делают серебряные вставки. Размеры пружин берутся с таким расчетом, чтобы при длительной работе реле (не менее 5—10 млн. срабатываний без регулировки) не сказалось явление усталости.

Контакты реле должны обладать высокой электропроводностью и не окисляться с течением времени, для чего их изготовляют из благородных металлов, например из серебра, а особо ответственные — из золота с примесью 3—5% никеля или из платины.

Контактное давление между пружинами для всех типов реле составляет 25—30 *г*.

Рассчитывают реле по экспериментальным таблицам и графическим методом, используя при этом соответствующие нагрузочные и тяговые характеристики.

При практических расчетах реле определяется число ампервитков, от которых зависит сила притяжения якоря реле. При этом приходится определять следующие величины:

1) ампер-витки срабатывания — наименьшее число ампервитков, необходимое для полного притяжения якоря;

2) ампер-витки несрабатывания — наибольшее число ампервитков, при которых реле не работает;

3) ампер-витки удержания — наименьшее число ампер-витков, при которых реле сохраняет свое рабочее состояние;

4) ампер-витки отпускания — максимальное число ампервитков, при которых реле переходит из рабочего состояния в нерабочее.

Число ампер-витков подбирается так, чтобы был обеспечен запас надежности работы.

Промежуток времени с момента включения тока в цепь обмотки реле до момента выполнения якорем его функций называется временем срабатывания реле.

Промежуток времени с момента выключения тока из цепи обмотки реле до момента окончания якорем его функций называется временем отпускания реле.

При работе АТС часто требуется, чтобы реле отпускало свой якорь не сразу после потери питания, а спустя некоторое относительно продолжительное время. Такие реле носят название замедленных реле на отпускание.

Замедление на отпускание может быть достигнуто:

а) применением дополнительной короткозамкнутой обмотки из нескольких витков толстой проволоки, надетой на конец сердечника реле. При отключении питания основной релейной обмотки и исчезновении рабочего магнитного потока в короткозамкнутой обмотке индуктируется э. д. с. и возникает ток, создающий дополнительный магнитный поток, имеющий направление, одинаковое с рабочим, поэтому якорь удерживается некоторое время в рабочем положении;

б) применением медной гильзы, в которой располагается сердечник; катушка с обмоткой надевается, как обычно, на сердечник. В медной гильзе при выключении реле под влиянием исчезающего магнитного потока индуктируются вихревые токи, которые создают свое магнитное поле, удерживающее некоторое

время якорь реле в рабочем положении. В зависимости от продолжительности замедления подбирается стенка гильзы толщиной 2—3 *мм*;

в) подключением омического сопротивления параллельно обмотке реле.

Устройство реле переменного тока аналогично устройству реле постоянного тока. Однако в конструкции его имеется некоторая особенность, заключающаяся в том, что на конец сердечника, обращенный к якорю, надевается короткозамкнутый виток из толстой медной проволоки. При поступлении в обмотку реле переменного тока в витке индуктируется переменный ток, сдвинутый

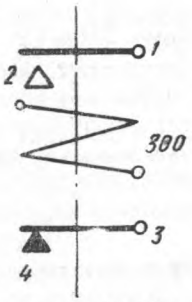


Рис. 1. 27. Изображение реле в телефонных схемах

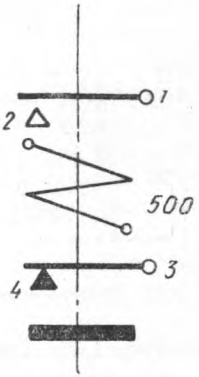


Рис. 1. 28. Изображение на схемах замедленного на отпускание реле

по фазе относительно основного. Созданный токами результирующий магнитный поток создает силу притяжения якоря, не вызывающую его вибрации, так как при исчезновении основного магнитного потока поток в короткозамкнутом витке удерживает якорь на месте.

Реле переменного тока, применяющиеся в телефонных установках, предназначаются для работы в цепях вызова, где частота переменного тока не превышает 50 *гц*.

В телефонных схемах реле обозначаются, как показано на рис. 1. 27 (зигзагом), а также буквами с указанием его порядкового номера, например P_1, P_2, или в соответствии с назначением в схеме, например: *ЛР* — линейное реле, *РР* — разделительное реле и т. д.

Контакты реле изображаются по оси его обмотки и обозначаются соответствующими номерами *1*, *2*, *3*, *4*.

При изображении на телефонных схемах замедленного на отпускание реле под или над витком обмотки реле вычерчивают

зачерненный прямоугольник, как указано на рис. 1. 28. Такой же прямоугольник, но не зачерненный, с проведенными диагоналями вычерчивается при изображении реле, замедленного на срабатывание.

§ 16. Релейный телефонный прерыватель

Релейный телефонный прерыватель представляет собой прибор с мигающим световым сигналом вызова. Подобный сигнал приходится посылать абоненту, находящемуся в шумном помещении, так как в этих условиях обычный звонок воспринимается весьма слабо.

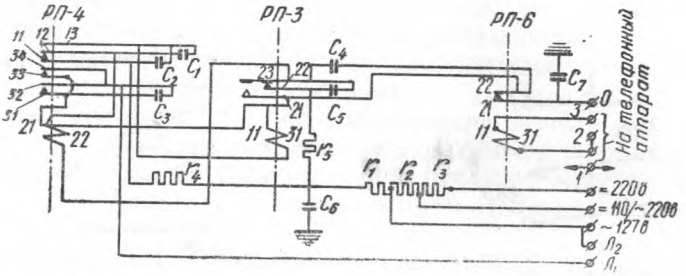


Рис. 1. 29. Принципиальная схема прерывателя типа *ПРТ-2*

Таких сигнальных приборов имеется два типа. В одном из них, в прерывателе релейном телефонном типа *ПРТ-2* установлены реле переменного тока, а в другом, применяемом в установках сигнализации типа *ПРТСП,* установлены кодовые реле типа *КДРЭ.*

Принцип действия прибора заключается в создании автоматически мигающего светового сигнала, дублирующего работу звонка телефонного аппарата абонента. Это достигается при помощи пульспары, принцип работы которой описан ниже.

На рис. 1. 29 представлена принципиальная схема прерывателя типа *ПРТ-2*, который состоит из трех реле, сопротивлений и конденсаторов. Реле *РП-6* пусковое (изображено в момент поступления вызывного тока), а реле *РП-3* и *РП-4* образуют пульспару. Принцип действия прерывателя следующий: телефонный аппарат подключен к зажимам *1, 2, 3 ПРТ-2*. Вызывной ток проходит через обмотку реле *РП-6* по цепи:

линия, зажим *1 ПРТ-2*, телефонный аппарат, зажим *3 ПРТ-2* и обмотка *РП-6*, затем зажим *2 ПРТ-2* и линия.

РП-6 срабатывает и замыкает своими контактами *21—22* цепь пульспары. Реле *РП-4* срабатывает и контактами *31—32* и *33—34* включает цепь сигнальной лампы, которая загорается. Реле *РП-4,*

сработав, нарушает шунтировку реле *РП-3*, которое срабатывает, получая питание через контакты *11—13 РП-4*. Контакты *22—23 РП-3* размыкаются, а контакты *23—21* замыкаются, шунтируя обмотку реле *РП-4*, отчего его контакты размыкаются, выключая реле *РП-3* и сигнальную лампу. Реле пульспары принимают первоначальное положение, и процесс возобновляется. Реле *РП-4* и *РП-3*, поочередно срабатывая, включают и выключают цепь питания лампы, поэтому она мигает с частотой от трех до пяти раз в секунду до тех пор, пока вызов не будет принят абонентом.

Релейный прерыватель конструктивно состоит из корпуса и крышки из силумина и платы с приборами. На крышке прерывателя с наружной стороны укреплены опознавательный самосветящийся знак «*Т*» и планка с названием группы, в которую входят прибор и щиток. В коробке прерывателя на плате смонтированы 5 остеклованных сопротивлений, конденсаторы, зажимная плата. На внутренней стороне крышки смонтированы конденсаторы и три реле переменного тока.

Прерыватель типа *ПРТ-2* работает от сети переменного тока напряжением 110/220 *в*. Он широко распространен в установках судовой телефонии для дублирования акустического сигнала мигающим световым сигналом.

Помимо прерывателя типа *ПРТ-2*, в судовой телефонии применяется для создания прерывистого светового сигнала прерыватель типа *РМ*.

В установках внутрисудовой сигнализации применяются релейные прерыватели типа *ПРС* и *ПРТСП*.

§ 17. Сигнальные лампы и вспомогательные приборы

В качестве оптических сигналов вызова и отбоя в телефонных коммутаторах применяются сигнальные лампы двух типов: коммутаторная типа *К-24* и малогабаритная неоновая типа *МН-3*.

Коммутаторная лампочка типа *К-24* (рис. 1.30) применяется в коммутаторах системы *ЦБ* и представляет собой небольшую пальцеобразную вакуумную колбочку *2* с нитью накаливания *1* внутри, к которой подводится электрический ток через латунные щечки *3*, заделанные в эбонитовый цоколь *4*. Лампочка приводится в действие при помощи реле и в линию непосредственно не включается.

Неоновая лампочка *МН-3* (рис. 1.31) применяется в установках батарейной и безбатарейной телефонии и представляет собой стеклянный баллон *1*, заполненный неоном, внутри которого помещаются два металлических цилиндрических электрода *2* и *3*.

При подаче на электроды напряжения зажигания 60 *в* между ними в газовой среде, ионизируя ее, проходит ток. При этом появляется свечение газа, окружающего катод лампы. Сопро-

тивление негорящей лампы велико и достигает нескольких мегом. В зажженной лампе оно сильно уменьшается, и ток может возрасти до опасных размеров. Для ограничения силы тока последовательно с неоновой лампочкой включают балластное сопротивле-

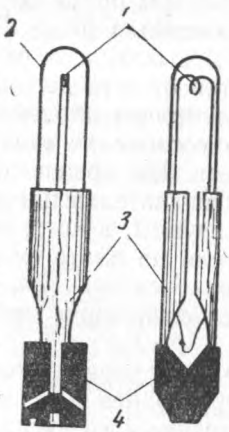


Рис. 1. 30. Устройство коммутаторной лампочки типа *К-24*

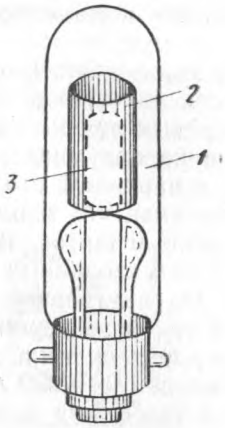


Рис. 1. 31. Устройство неоновой лампочки типа *МН-3*

ние порядка 10 тыс. *ом,* а параллельно, для обеспечения равномерности свечения, — конденсатор емкостью 0,05 *мкф.* В батарейной телефонии неоновые лампы питаются от вызывных устройств *ВУ-2* и *ВУ-1,* а в безбатарейной питание осуществляется от индуктора.

Из вспомогательных приборов рассмотрим коммутаторные ключи и предохранители.

Коммутаторный ключ является ручным переключателем (в отличие от реле — электромагнитного переключателя) и служит для переключения абонентских телефонных аппаратов и других приборов коммутатора.

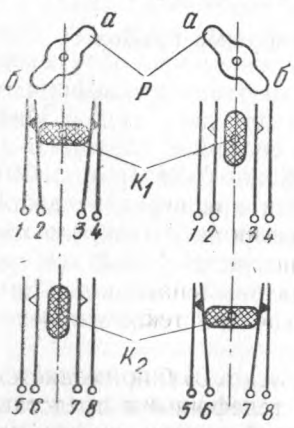


Рис. 1. 32. Схема ключа «22»

Ключи имеют одинаковое конструктивное оформление, но отличаются количеством и характером контактных пружин. На рис. 1.32 представлена развернутая схема ключа типа «22» (здесь первая цифра указывает число групп контактных пружин в ключе, а вторая — число возможных фиксированных положений оси ключа). Описываемый ключ имеет четыре группы контактных пружин: *1—2, 3—4, 5—6* и *7—8.* На них воздействуют кулачки из

пластмассы K_1 и K_2, насаженные на одной общей оси. На наружном выступающем конце оси укреплена рукоятка *Р*. На рис. 1. 32 (слева) рукоятка повернута влево (для лицевой стороны), при этом контакты *1—2* и *3—4* замкнуты, а контакты *5—6* и *7—8* разомкнуты. При повороте рукоятки вправо (см. рис. 1. 32, справа) контакты *1—2* и *3—4* размыкаются, а контакты *5—6* и *7—8* замыкаются.

Для предотвращения произвольных перемещений оси ключа при качке и сотрясениях судна на ней укрепляется кулачок с впадинами, а на передней стойке ключа помещаются два ролика, прижимающиеся к кулачку. При повороте последнего вместе с осью ролики попадают во впадины кулачка и ось ключа стопорится в определенном положении. В качестве линейных ключей в судовых коммутаторах телефонной связи установлены ключи типа *54* с пятью секциями контактных пружин на два положения.

Предохранитель *ПНО*. Для защиты приборов и источников питания судовых телефонных установок от короткого замыкания применяются ножевые предохранители типа *ПНО*, самоокрашивающиеся при перегорании (рис. 1. 33).

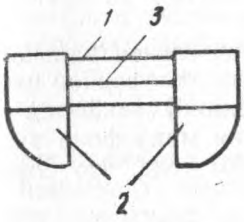


Рис. 1. 33. Устройство предохранителя типа *ПНО*

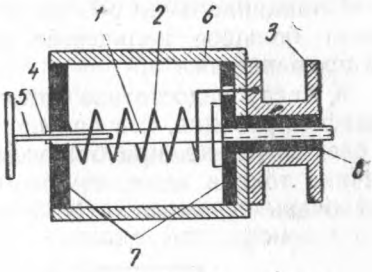


Рис. 1. 34. Устройство термической катушки

Предохранитель состоит из стеклянной трубочки *1* с ножевыми латунными наконечниками *2*, которыми он включается при помощи держателя. К наконечникам припаивается проходящая внутри трубочки тонкая проволочка *3*, покрытая специальным составом. При перегорании проволочки состав испаряется, пары его конденсируются на внутренней поверхности стеклянной трубочки и окрашивают ее.

Термическая катушка представляет собой предохранитель, действующий с некоторой выдержкой во времени. На рис. 1. 34 представлена схематически термическая катушка. Она состоит из цилиндра *6*, внутри которого проходит стержень *1*, прикрепленный к цилиндру гайкой *3* и изолированный от него эбонитовыми прокладками *7* и втулкой *8*. Штифт с головкой *5* припаивается к стержню легкоплавким припоем *4*. На стержне *1* насажена катушка с обмоткой *2*, один конец ее соединен с гайкой *3*,

а другой — со стержнем *1*, а следовательно, и со штифтом *5*. Термическая катушка вставляется в пружинящий держатель.

Электрический ток проходит с одной пружины держателя на гайку *3*, через обмотку катушки, на головку штифта *5* и на другую пружину держателя.

Если величина тока становится больше нормальной, катушка нагревается, припой расплавляется, пружина вырывает штифт *5* из стержня *1* и замыкает контакт с нижележащим контактным винтом. При этом обрывается цепь абонентской линии и включается сигнализация перегорания предохранителя.

Если плавкие ножевые предохранители перегорают мгновенно при прохождении по ним тока выше расчетной величины, то термическая катушка срабатывает через 5—12 сек.

Глава 4. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

§ 18. Схема телефонной связи по системе *МБ*

Принципиальная разговорная схема, приведенная на рис. 1. 10 имеет большое количество недостатков и поэтому на практике не применяется.

К числу недостатков относятся: 1) незначительная дальность телефонирования, так как при длинном участке телефонной цепи, а следовательно, при большом ее сопротивлении уменьшится величина тока в цепи; изменение сопротивления микрофона вызовет очень незначительное изменение величины тока, что снизит

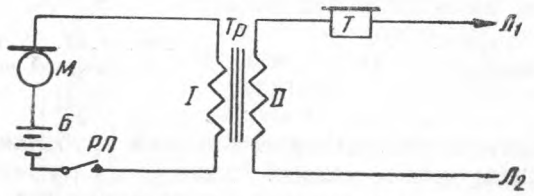


Рис. 1. 35. Принципиальная разговорная схема системы *МБ*

качество телефонной передачи; 2) необходимость подбирать в зависимости от протяженности абонентской линии соответствующее напряжение источника тока, что усложняет эксплуатацию телефонной связи; 3) необходимость при подключении телефонов в схеме соблюдать полярность, чтобы избежать возможности размагничивания постоянных магнитов.

Для устранения перечисленных недостатков телефонной передачи от протяженности линии применяются схемы с трансформаторами. Такая схема (рис. 1. 35) представляет собой принципиальную разговорную схему по системе питания микрофонов теле-

фонных аппаратов от местной батареи, размещенной в аппарате абонента.

Как видно из схемы, микрофон *М*, микрофонная батарея *Б* и первичная обмотка *I* трансформатора *Тр* включены в местную цепь, а телефон *Т* и вторичная обмотка *II* трансформатора *Тр* — в линейную цепь. При разговоре перед микрофоном по обмотке *I* проходит пульсирующий ток, переменная составляющая которого индуктирует во вторичной обмотке *II* переменную э. д. с. той же частоты. Э. д. с. создает во вторичной цепи переменный ток разговорной частоты.

Использование в системе *МБ* повышающего трансформатора дает возможность при небольшом напряжении батареи получать во вторичной обмотке переменное напряжение, необходимое для надежной работы включенного на противоположном конце линии телефона.

В системе *МБ* аппарат каждого абонента должен быть снабжен своей местной батареей, которая состоит из одного или двух сухих или наливных элементов, соединенных последовательно и дающих э. д. с. порядка 3 *в*. Такие аппараты очень удобны вследствие автономности питания и постоянной готовности к действию при соединении их с другим аппаратом.

Аппараты системы *МБ* находят широкое применение в полевых условиях, например в войсковой связи.

§ 19. Схема телефонной связи по системе *ЦБ*

При наличии в телефонной сети большого количества абонентов применение местных батарей для питания микрофонов абонентов усложняет эксплуатацию и практически невыгодно. В этом случае применяется более совершенная система питания: питание микрофонов всех телефонных аппаратов станции от одной центральной батареи, установленной в здании телефонной станции (система *ЦБ*). На рис. 1.36 представлена принципиальная схема питания микрофонов по системе *ЦБ*.

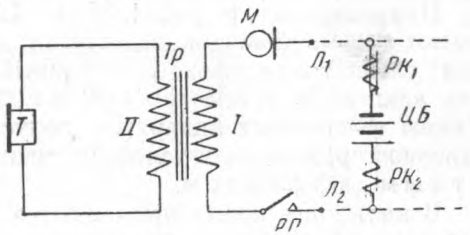


Рис. 1.36. Принципиальная схема питания микрофонов по системе *ЦБ*

Как видно из рисунка, в противоположность системе *МБ* в этой схеме телефон включен в местную цепь, а микрофон — в линейную. Трансформатор предназначен для выделения телефона из цепи постоянного тока центральной батареи, а следовательно, и для повышения его чувствительности.

Судовая телефонная связь осуществлена по принципу центра-

лизованного питания микрофонов аппаратов абонентов по следующим причинам:

а) централизованное питание всех аппаратов абонентов станции от одной батареи более экономично и удобно в эксплуатации, кроме того, исключается зависимость качества связи от состояния источников питания в аппаратах абонентов;

б) в системе *ЦБ* приборы сигнализации вызова и отбоя проще по конструкции и устойчивее в работе;

в) принципиальная схема и конструктивное устройство телефонных аппаратов системы *ЦБ* значительно проще, и стоимость изготовления их дешевле;

г) система *ЦБ*, облегчая обслуживание соединения между абонентами телефонной станции, значительно сокращает время установления каждого соединения, а следовательно, повышает оперативность и четкость связи.

К числу недостатков системы *ЦБ* могут быть отнесены: 1) повышенные требования к электрическим параметрам абонентской линии (порядка единиц ом на километр — сопротивление шлейфа постоянному току, и десятков мегом на километр — сопротивление изоляции линии); 2) необходимость наличия резервных аккумуляторных батарей и зарядных устройств на телефонных станциях; 3) абоненты телефонной станции системы *ЦБ* не могут быть соединены без участия телефонистки центральной станции, так как лишены возможности посылать самостоятельно вызов. Телефонная связь системы *ЦБ* широко распространена как в береговой, так и во внутрисудовой телефонии.

§ 20. Противоместные телефонные схемы

Приведенные на рис. 1.35 и 1.36 принципиальные схемы имеют весьма большой недостаток: говорящий в микрофон абонент слышит в телефоне собственный голос, а это вызывает явление адаптации (утомляемости) слуха и снижает качество связи. Схемы телефонных аппаратов, допускающие прослушивание собственного разговора в телефоне, называются схемами с местным эффектом.

В настоящее время применяются схемы аппаратов, в которых собственный разговор в телефоне по возможности не прослушивается. Такие схемы называются противоместными.

Применяются два вида противоместных схем: мостовая — для аппаратуры системы *МБ*, и компенсационная — для системы *ЦБ*.

Рассмотрим противоместные схемы, которые используются в аппаратах системы *ЦБ* как береговой, так и судовой телефонной связи.

Первая схема — дифференциальная — изображена на рис. 1.37. Здесь применяется дифференциальный трансформатор, первичная обмотка которого разделена на две части и к средней ее точке подключен одним полюсом микрофон *М*. Конец одной половины

первичной обмотки соединяется с линией, конец второй — с балансным контуром *БК*, состоящим из активного сопротивления или параллельно соединенных активного сопротивления и конденсатора.

При разговоре перед микрофоном переменный ток проходит по обеим частям первичной обмотки трансформатора в разных направлениях, как показано на рисунке сплошными стрелками.

При равенстве входного сопротивления абонентской линии $Z_{вх}$ входному сопротивлению балансного контура $Z_{бк}$ результирующая э. д. с. во вторичной обмотке будет равна нулю. Следовательно, в телефоне собственная речь абонентом не будет прослушиваться.

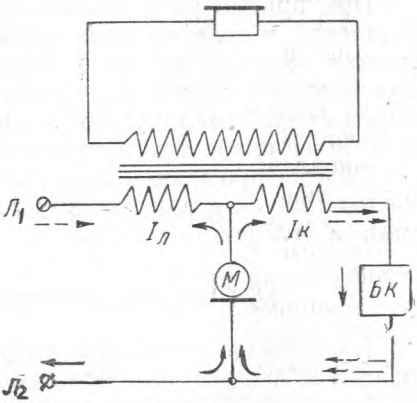


Рис. 1. 37. Противоместная дифференциальная схема телефонного аппарата

Практически равенство входных сопротивлений линии и *БК* отсутствует, поэтому достигается только ослабление прослушивания собственной речи в телефоне, что не сказывается на качестве телефонной передачи. Помимо снижения местного эффекта, схемой достигаются: 1) предохранение угольного порошка микрофона от обгорания; 2) предупреждение появления ложных сигналов отбоя на телефонной станции.

При приеме речи разговорный ток проходит по обеим частям первичной обмотки в одном направлении (что обозначено на

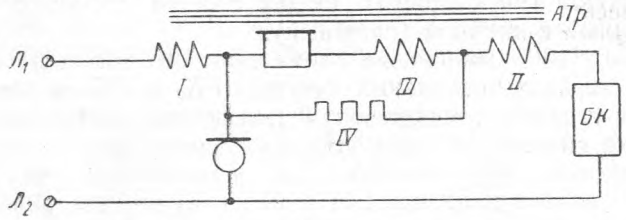


Рис. 1. 38. Противоместная схема компенсационного типа

рис. 1. 37 пунктирными стрелками) и в телефоне слышен нормальный разговор.

Другой разновидностью противоместной схемы является схема компенсационного типа. В этой схеме (рис. 1. 38) в обмотку *III* включен телефон и параллельно ему — компенсационное сопротивление *IV*, представляющее собой бифилярную обмотку с сопротивлением 70 *ом*.

Во время разговора микрофон развивает электродвижущую силу, которая вызывает появление тока в компенсационном сопротивлении и создает на концах его переменное напряжение. Одновременно в обмотке *III* трансформатора индуктируется э. д. с., противоположная по фазе и равная по величине переменному напряжению на концах сопротивления *IV*. Телефон оказывается включенным между точками одинакового потенциала, и собственный разговор абонентом не прослушивается.

При приеме речи компенсирующее действие обмотки *III* нарушается и телефон нормально воспроизводит речь. Так как величина компенсационного сопротивления неизменна, полное балансирование схемы возможно только для одной частоты при определенных параметрах линии. В остальных случаях абонентом будет слабо прослушиваться собственный разговор.

Обычно противоместные схемы рассчитываются так, чтобы на частоте 800 *гц* и при входном сопротивлении линии $Z_{вх} = 1150$ *ом* тока в телефоне не было.

§ 21. Схемы питания микрофонных цепей

При подаче питания к телефонным аппаратам абонентов от одного источника тока (система *ЦБ*) необходимо предусмотреть, чтобы разговорные токи одной пары абонентов не попадали в аппараты других и чтобы во все микрофоны абонентов независимо от того, на каком расстоянии от центральной станции они находятся, подавался по возможности ток одинаковой величины. Для этого питание телефонных аппаратов от центральной батареи осуществляется через дроссельные (реактивные) катушки [1] и конденсаторы, образующие электрические фильтры питания, или, как их называют в телефонии, мосты питания.

Различают три основных схемы мостов питания: простой, расчлененный и двойной (сложный).

На рис. 1.39 изображена схема простого моста питания, состоящего из двух реактивных катушек $РК_1$ и $РК_2$, через которые поступает питание к микрофонам телефонных аппаратов абонентов. Такая система питания носит название схемы неразделенного питания. Переменный ток разговорной частоты (на рис. 1.39 показан пунктирными стрелками) не ответвляется через реактивные катушки ввиду их большого индуктивного сопротивления для переменной (разговорной) составляющей тока, а замыкается через аппараты абонентов, поэтому возможность влияния одной цепи на другую исключается. В этом случае ток пи-

[1] Реактивная катушка представляет собой сердечник из пластин трансформаторной стали, на который насажена катушка с обмоткой. В схемах телефонных коммутаторов *ЦБ* роль реактивных катушек выполняют реле, осуществляющие также функции сигнализации вызова и отбоя. В судовых автоматических телефонных станциях реле, входящие в схему мостов питания, выполняют также функции импульсных реле.

тания микрофонов абонентов распределяется обратно пропорционально сопротивлению абонентских линий. Следовательно, питание удаленного от телефонной станции микрофона будет недостаточно, а микрофон, включенный в короткую линию, будет перегружен, качество разговора при этом будет неудовлетворительным. Уменьшение зависимости тока, питающего микрофон

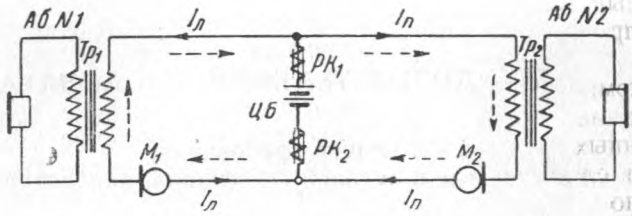


Рис. 1. 39. Схема простого моста питания

абонента, от длины абонентской линии достигается применением схемы расчлененного моста, изображенной на рис. 1. 40.

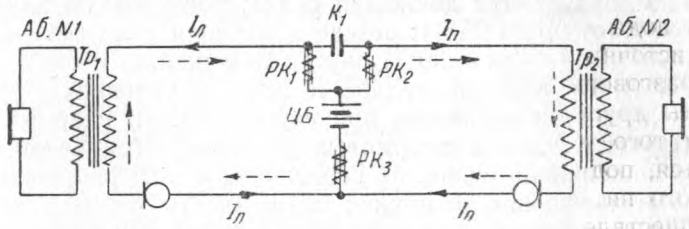


Рис. 1. 40. Схема расчлененного моста питания

Пути постоянной и переменной составляющих разговорного тока обозначены на рис. 1. 40 аналогично схеме простого моста. Наконец, для получения еще большей независимости величины

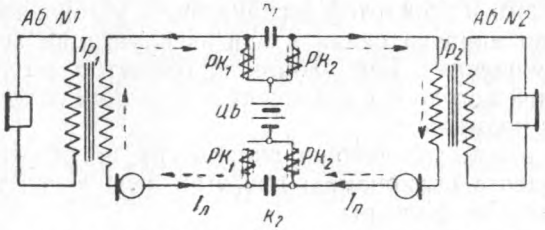


Рис. 1. 41. Схема двойного моста питания

тока питания микрофонов от длины абонентских линий применяется схема двойного моста питания, или система разделенного питания. Эта схема представлена на рис. 1. 41. Пути постоянной и переменной составляющих разговорных токов показаны на всех рисунках сплошными и пунктирными стрелками.

Выбор той или иной схемы моста питания зависит от емкости станции, характера абонентских линий, конструкции и системы коммутаторов и конкретных специфических требований, предъявляемых к телефонной связи. В установках внутрисудовой телефонной связи находит применение главным образом схема двойного моста питания, реже применяется схема расчлененного моста.

Глава 5. СУДОВЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ

§ 22. Общие требования, предъявляемые к судовой телефонной аппаратуре

Судовые телефонные установки работают в условиях, значительно отличающихся от работы телефонных установок на берегу.

К специфическим особенностям работы судовых телефонных установок нужно отнести: малые расстояния между абонентами; вибрацию корпуса при движении судна; повышенную влажность помещений (от 60 до 95%); резкие изменения температуры помещений (высокая — до +90° С внутри помещений и низкая — до —40—50° С на верхней палубе в зимних условиях); большой уровень шумов, создаваемых при работе машин; ударные сотрясения корпуса судна в штормовых условиях; ограниченные размеры помещений на судне, не позволяющие устанавливать аппаратуру значительных размеров; возможность обливания водой устройств, находящихся на открытых палубах или в помещениях, подвергаемых затоплению.

Все эти условия вызвали создание специальной конструкции внутрисудовой телефонной аппаратуры, обладающей высокой механической прочностью и электрической надежностью, высокими электроакустическими качествами, надежной защитой от коррозии, удобствами и простотой эксплуатации, устойчивостью работы при вибрации корпуса судна и при эксплуатации во влажных и шумных помещениях, при работе на открытом воздухе, при неблагоприятной погоде и в помещениях с резким отклонением температуры от нормальной.

Помимо этого, телефонная аппаратура не должна создавать при своей работе радиопомех; для этой цели в ней устанавливаются специальные фильтры.

Так как судно часто находится в темноте, на аппаратуре имеются опознавательные знаки из самосветящейся краски. Телефонная аппаратура должна также соответствовать особым эксплуатационным требованиям, предъявляемым к ней различными службами на судне: высокой оперативностью, абсолютной надежностью и бесперебойностью связи, возможностью осуществления циркулярных передач.

§ 23. Судовой двухпроводный телефонный аппарат

Современным двухпроводным судовым телефонным аппаратом является аппарат системы *ТАК-2,* внешний вид которого представлен на рис. 1. 42.

Аппарат снабжен поляризованным звонком *ЗВИ* с параллельно подключенной к нему неоновой лампочкой, телефоном типа *ДЭМ-4*м и микрофоном типа *МКЗ-ЦБ.* Микрофон и телефон для устранения местного эффекта включены через трансформатор. Кроме микротелефонной трубки, в аппарате на отдельной рукоятке монтируется добавочный телефон типа *ДЭМ-4*м, подключенный параллельно к основному. На телефонах, основном и добавочном, имеются резиновые заглушки, что значительно улучшает слышимость. Все детали аппарата находятся внутри литого из силумина корпуса с подвешенной на петлях крышкой. Между корпусом и крышкой для водонепроницаемости проложен резиновый жгут. Сверху к корпусу крепится чашка звонка. Микротелефонная трубка устанавливается на крышке между специальным держателем и наружным рычажным переключателем и включается штепсельной вилкой в розетку, находящуюся в нижней стенке корпуса аппарата. Добавочный телефон подвешивают с правой стороны на специальном крючке. На крышке корпуса имеется застекленное окошко, через которое видна неоновая лампочка.

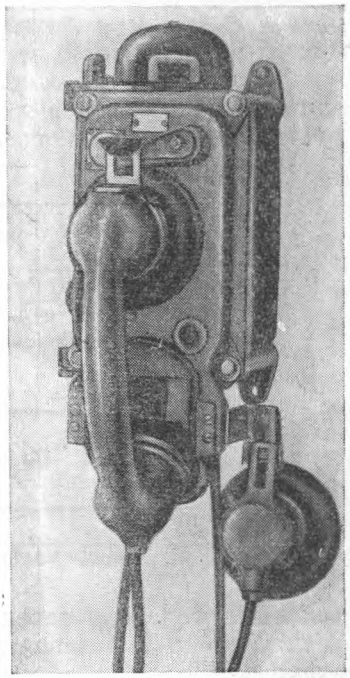


Рис. 1. 42. Внешний вид телефонного аппарата *ТАК-2*

Как видно из схемы (рис. 1. 43), аппарат имеет два линейных зажима $Л_1$ и $Л_2$ для включения в линию и дополнительный зажим $Л_3$, к которому при работе в шумных помещениях подключается прерыватель светового сигнала. В спокойном состоянии в рычажном переключателе *РП* замкнут контакт *1—2,* остальные разомкнуты.

Вызывной переменный ток проходит по цепи:

линия, зажим $Л_1$, конденсатор $С_1$, лампочка *ВЛ* с конденсатором $С_2$, звонок, линейный зажим $Л_2$, линия.

После снятия трубки контакт *1—2* размыкается, контакты *2—3* и *4—5* замыкаются. При этом образуются цепь питания и цепь переменного тока. Постоянный ток питания проходит по цепи:

плюс источника питания, линия, зажим $Л_1$, контакт *4—5 РП*, первичная обмотка трансформатора, микрофон, контакт *2—3 РП*, зажим $Л_2$, линия, минус источника питания.

Ответвлению тока питания через вторичную обмотку трансформатора и телефоны препятствует разделительный конденсатор C_1 емкостью 0,5 *мкф*.

Переменный разговорный ток при передаче проходит по цепи: микрофон, первичная обмотка трансформатора, контакт *5—4 РП*, зажим $Л_1$, один провод линии и приемный аппарат, другой провод линии, зажим $Л_2$, контакт *3—2 РП* и микрофон.

Разговорный ток ответвляется также и через вторичную обмотку трансформатора в телефоны, но так как здесь индуктируется противоположная по фазе э. д. с. от первичной обмотки,

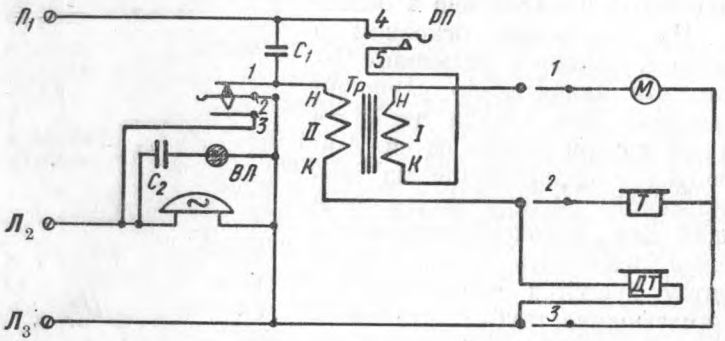


Рис. 1. 43. Принципиальная схема телефонного аппарата *ТАК-2*

ток в телефоне или равен нулю (при их равенстве), или очень незначителен. Благодаря этому устраняется местный эффект в схеме.

Переменный разговорный ток при приеме проходит по следующей цепи:

линия, зажим $Л_1$, конденсатор C_1, вторичная обмотка трансформатора, телефоны, контакт *2—3 РП*, зажим $Л_2$, линия, а также через контакт *4—5 РП* в первичную обмотку трансформатора и микрофон. Но первичная обмотка индуктирует во вторичной э. д. с., совпадающую по фазе с напряжением входящего разговорного тока, вследствие чего обе эти величины складываются.

В шумных помещениях вместо аппаратов *ТАК-2* применяются аппараты *ТАКО-2*, в которых установлены остеофоны *ОК-2*. Принципиальная схема и токопрохождение в аппарате *ТАКО-2* аналогичны *ТАК-2*.

Аппараты *ТАК-2* и *ТАКО-2* имеют поляризованные звонки, работающие на переменном токе.

В тех случаях, когда источник переменного тока отсутствует, применяется аппарат *ТАК-3*, схема которого представлена на

рис. 1. 44. Аппарат *ТАК-3* отличается от *ТАК-2* тем, что вместо поляризованного звонка здесь применен звонок типа *ЗВОФ* и схема аппарата трехпроводная, причем зажим *4* служит для включения светосигнального прибора.

Для работы в шумных помещениях применяется аппарат *ТАКО-3* такого же устройства, как и *ТАК-3*, но с остеофоном вместо микрофона.

Как правило, каждый телефонный аппарат перед включением в сеть должен быть проверен на исправность. В аппаратах проверяются две части схемы — вызывная и разговорная.

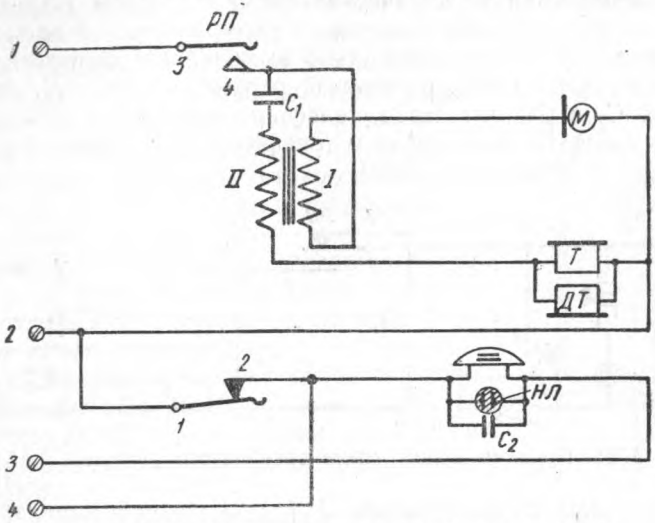


Рис. 1. 44. Принципиальная схема телефонного аппарата *ТАК-3*

Для простейшей проверки вызывной части схемы аппарата *ТАК-2* необходимо к линейным зажимам $Л_1$ и $Л_2$ аппарата подключить индуктор. Свечение неоновой лампочки и работа звонка свидетельствуют об исправности вызывной части схемы.

Для проверки исправности разговорной цепи к зажимам $Л_1$ и $Л_2$ подключается батарея напряжением 10—12 *в* и при снятой трубке производится продувание в микрофон. Наличие шороха в телефоне укажет на исправность разговорной части схемы.

§ 24. Судовой безбатарейный телефонный аппарат

Безбатарейные телефонные системы связи получили в настоящее время широкое распространение на судах благодаря их большим преимуществам, которые заключаются в том, что они не требуют для своей работы источников питания, эксплуатация которых в судовых условиях связана с большими трудностями.

Кроме того, применение в базбатарейной системе электромагнитного капсюля *ДЭМ-4м* значительно повышает электроакустические качества телефонной передачи. Базбатарейные системы применяются при уровне шумов до 110 *дб*. При уровнях шумов выше 110 *дб* приходится пользоваться батарейными установками в комбинации с усилителями.

В безбатарейных телефонных установках применяются телефонные аппараты марки *ТАК-Б*. По внешнему виду аппарат *ТАК-Б* такой же, как и *ТАК-2*, но на правой стенке его имеется ручка индуктора.

Принципиальная электрическая схема аппарата *ТАК-Б* представлена на рис. 1.45. Аппарат имеет поляризованный звонок, неоновую лампочку с последовательно включенным сопротивлением, индуктор с шунтом *ИК*, рычажный переключатель *РП*, два конденсатора C_1 и C_2, микрофон, телефоны основной и добавочный, причем в качестве микрофона и телефонов применяются электромагнитные капсюли типа *ДЭМ*.

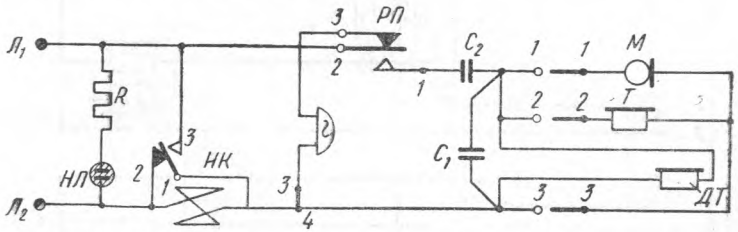


Рис. 1.45. Принципиальная схема телефонного аппарата *ТАК-Б*

В рычажном переключателе *РП* при бездействии аппарата замкнут контакт *2—3*, переменный вызывной ток с линии поступает на линейный зажим $Л_1$, контакт *2—3 РП*, поляризованный звонок, перемычку *3—4*, контакт *1—2* шунта индуктора *ИК*, линейный зажим $Л_2$ и обратно на линию. Параллельно вызывной ток ответвляется через сопротивление и неоновую лампочку *НЛ*. Вызов посылается вращением ручки индуктора (микротелефонная трубка может находиться в любом положении). Свечение лампочки свидетельствует об исправности индуктора.

При снятой трубке исходящий разговорный ток проходит от микрофона через конденсатор C_2 на контакт *1—2 РП*, линейный зажим $Л_1$, линию, через приемный аппарат обратно в линию, линейный зажим $Л_2$ и микрофон. Входящий разговорный ток с линии попадает на линейный зажим $Л_1$, контакт *2—1 РП*, конденсатор C_2, телефоны, шунт индуктора *1—2 ИК*, второй линейный зажим $Л_2$ и на другой провод линии. Перемычка *3—4*, включенная последовательно со звонком, служит для установки добавочного звонка.

Для проверки исправности вызывной части схемы аппарата соединяют линейные зажимы $Л_1$ и $Л_2$ и вращают при неснятой

микротелефонной трубке ручку индуктора — звонок и лампочка должны работать.

Для проверки разговорной части схемы при закороченных зажимах $Л_1$ и $Л_2$ и снятой микротелефонной трубке продувают микрофон, при этом должен быть слышен шорох в телефоне.

§ 25. Головной телефон с нагрудным микрофоном

Головной телефон с нагрудным микрофоном применяется в телефонных установках в случаях, когда пользующемуся телефонной связью необходима свобода рук и возможность некоторого передвижения, а также в местах, где редко приходится пользоваться связью и, следовательно, нет надобности в установке стационарного телефонного аппарата, как, например, в трюмных помещениях, которые оборудуются специальными штепсельными розетками для включения в них головных телефонов.

Головной телефон *ТН-2* (рис. 1.46) состоит из двух телефонов *Т*, соединенных ременным оголовьем, нагрудного микрофона *М* и шнура, заканчивающегося вилкой с тремя штырьками *1*, *2* и *3*.

Телефоны представляют собой наушники из пластмассы, в которых помещены капсюли типа *ДЭМ* с резиновыми заглушками. В микрофонной трубке помещен капсюль типа *МКЗ*.

При пользовании телефоном *ТН-2* штепсельная вилка включается в розетку *4*. Рукоятка нагрудного микрофона имеет клапан *5*, нажатием которого микрофон включается в линию.

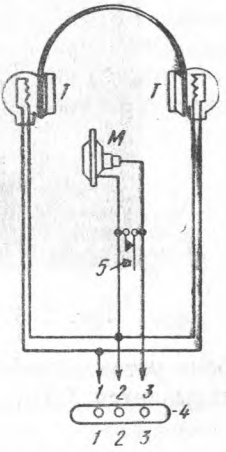


Рис. 1.46. Устройство головного телефона

При приеме речи, отпустив клапан, можно зашунтировать микрофон, что повышает качество связи.

Как видно из схемы (рис. 1.46), оба телефона подключены параллельно к штырькам *1—2* вилки, а микрофон — к штырькам *2—3*.

Головной телефон хранится в специальном деревянном укладочном ящике с ручкой для переноски.

В случаях, когда необходима защита от непогоды, применяются телефонные аппараты, смонтированные в шлемах. Имеются два типа таких аппаратов — *ТЛШ-2* и *ТЗШ-2*, что означает телефон с летним шлемом и телефон с зимним шлемом (летний шлем имеет сатиновую, а зимний — байковую подкладки).

Телефонные капсюли типа *ДЭМ* закладываются в специальные боковые карманы в шлемах. Телефонные аппараты *ТЛШ-2* и *ТЗШ-2* аналогичны *ТН-2*; они также хранятся в переносных ящиках.

Внешний вид головного телефона в шлеме показан на рис. 1. 47.

Головные телефонные аппараты находят применение и в безбатарейной телефонии. В этом случае вместо угольного микро-

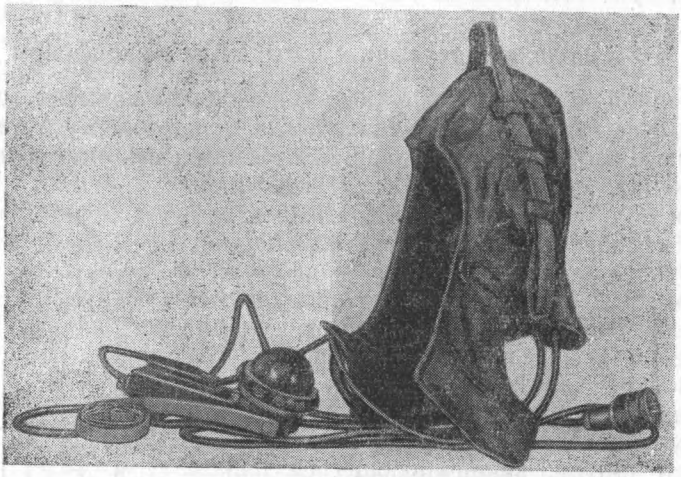


Рис. 1. 47. Внешний вид головного телефона со шлемом

фона устанавливается капсюль типа *ДЭМ*, а телефонный аппарат называется *ТНБ*.

§ 26. Телефонная связь судна с абонентами береговых телефонных станций

Основные морские порты Советского Союза имеют развитую сеть местной связи и оборудованы телефонными станциями системы *ЦБ* или *УАТС-49*. Все морские суда (кроме имеющих телефонные станции типа *КРТС-ЦБ*, *КАТС-100* или *КАТС-150*) оснащаются унифицированными телефонными аппаратами с гибким резиновым шлангом, оканчивающимся герметизированной вилкой, с помощью которой осуществляется включение аппарата в телефонную сеть порта. Суда с большим водоизмещением, на которых установлены станции типа *КАТС-100*, *КАТС-150*, имеющие комплекты реле соединительных линий для связи с береговыми телефонными станциями, оснащаются гибким резиновым шлангом, стационарно прикрепленным к промежуточному аппарату, специально предназначенному для связи этих станций с портовыми.

Ответственность на судах за исправность дополнительных устройств телефонной связи возлагается на судовых электриков или начальников радиостанций.

После швартовки судна к причалу судовой электрик включает судовой унифицированный телефонный аппарат (или промаппарат при наличии коммутаторов *КАТС-100* и *КАТС-150*) в одну из имеющихся на всех действующих причалах телефонных розеток герметизированного исполнения, включенную в местную сеть порта. На суда, оснащенные телефонными станциями типа *КРТС-ЦБ*, гибкий резиновый шланг подается для включения соединительной линии *КРТС-ЦБ* в береговую телефонную станцию.

В списке абонентов портовой телефонной станции каждому действующему причалу присваивается определенный номер, который сообщается пришвартовавшемуся судну.

Судовой электрик, включившись в местную сеть порта, обязан вызвать дежурного техника кросса телефонной станции (или старшую по смене телефонистку) для сообщения о наименовании включившегося в сеть судна и времени включения. Если портовая телефонная станция системы *УАТС*, то на судне должны иметься сведения о порядке вызова дежурного техника кросса телефонной станции, старшей по смене телефонистки, а также спецслужб (пожарной команды, скорой помощи и т. д.).

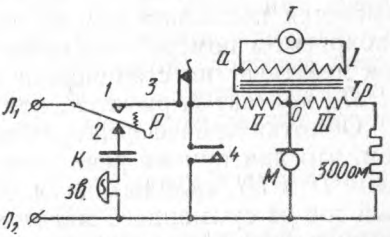


Рис. 1. 48. Принципиальная схема унифицированного телефонного аппарата

В период стоянки судна в порту унифицированный телефонный аппарат, связанный с портовой телефонной станцией, находится в распоряжении вахтенного помощника капитана.

Абонентская связь причальных линий является в порту оперативным видом связи, и повреждения ее устраняются немедленно. Контроль за исправностью линии возлагается на участковых линейных техников.

При перешвартовке судна или уходе его из порта судовой электрик отключает судовой телефонный аппарат, известив предварительно об этом дежурного техника кросса.

Принципиальная схема унифицированного телефонного аппарата представлена на рис. 1. 48.

В аппарате применена противоместная схема мостового типа. Она состоит из балансного контура, который представляет собой безындукционное сопротивление с бифилярной обмоткой, надетой на сердечник трансформатора. Омическое сопротивление балансного контура 300 *ом*. Трансформатор в аппарате имеет три обмотки с сопротивлением постоянному току соответственно 37, 31 и 75 *ом*.

Преимущество унифицированного аппарата, помимо устранения местного эффекта, заключается в применении трехжильного

микротелефонного шнура, что достигнуто благодаря перемычке между точками 0 и *а* трансформатора.

Для вызова автоматической телефонной станции абонент снимает микротелефонную трубку с рычага, при этом замыкается контакт *1* рычажного переключателя и ток от батареи телефонной станции проходит через микрофон по цепи:

$Л_1$, контакт *I* рычага телефона, обмотка *II* трансформатора, микрофон и $Л_2$; параллельная цепь образуется обмоткой *III* трансформатора и сопротивлением 300 *ом*.

Наличие параллельной микрофону ветви, помимо перечисленных выше преимуществ, предупреждает возможность обгорания угольных частей микрофона, а также появления ложных сигналов отбоя на станции. Услышав гудок — ответ станции, абонент вращает диск номеронабирателя. С этого момента замыкается шунтирующий контакт *4* номеронабирателя. Он остается замкнутым до конца набора, чем заглушается треск в телефоне абонента при работе импульсного контакта *3*, который размыкается и замыкается несколько раз (в зависимости от комбинации цифр в набираемом номере), посылая в линию пульсирующий ток. Этот ток действует на станционное оборудование по цепи:

$Л_1$, контакт *1*, рычаг *Р*, контакты номеронабирателя *3* и *4*, $Л_2$.

Обмотки трансформатора в аппарате соединены таким образом, что при приеме речи магнитные поля, создаваемые обмотками *II* и *III*, складываются, и в обмотке *I* появляется переменный ток от суммарного магнитного поля, в результате в телефоне слышна речь абонента.

При вызове абонента переменный ток с линии проходит через контакт *2* рычага, конденсатор, звонок, линию и приводит в действие звонок.

При передаче речи пульсирующий ток микрофона создает в обмотках *II* и *III* трансформатора магнитные поля, противоположные по направлению, что совместно с балансным контуром ослабляет собственную речь в телефоне. При разговоре абонентов импульсный контакт *3* замкнут.

Глава 6. СУДОВЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ

§ 27. Характеристика систем телефонной связи на судах

Для обеспечения безопасности мореплавания при выполнении судном заданий необходимы полная согласованность и слаженность в управлении всеми его механизмами. Это условие предъявляет особые требования к устройствам связи в обеспечении оперативности, точности и надежности при передаче и приеме приказаний и донесений между членами экипажа, находящимися в различных пунктах судна, разобщенных друг от друга.

Специфические требования, предъявляемые к устройствам связи различными службами на судне, вызвали появление автономных систем телефонной связи, обслуживающих определенную группу механизмов, что обеспечило большую гибкость, оперативность и четкость связи.

В зависимости от специфических требований на судах имеются следующие структурные системы телефонной связи:

1) прямая связь [1];
2) командная связь;
3) отдельные коммутаторы;
4) смешанная связь;
5) центральный коммутатор ручного обслуживания;
6) центральный коммутатор автоматического действия.

Система прямой (парной) связи

Система прямой связи представляет собой установку из двух абонентских телефонных аппаратов $Аб_1$ и $Аб_2$, постоянно соединенных между собой линией. Если это телефонные аппараты системы *ЦБ*, то для вызова одного из абонентов другому достаточно снять микротелефонную трубку. При наличии у абонентов безбатарейных телефонных аппаратов вызов посылается вращением ручки индуктора.

Система прямой связи применяется для связи в самых ответственных пунктах судна. Она обеспечивает:

а) наибольшую оперативность и простоту соединений абонентов вследствие отсутствия промежуточных коммутаций;

б) постоянную готовность аппарата абонента к приему вызова;

в) сохранение секретности переговоров вследствие отсутствия посредника при соединениях;

г) абсолютную безошибочность соединений;

д) большой срок службы и надежность эксплуатации ввиду наличия минимального количества контактов в цепи.

К недостаткам этой системы следует отнести отсутствие гибкости ее вследствие невозможности установления связи с другими абонентами и высокую стоимость материальной части.

Система командной связи

Как видно из скелетной схемы (рис. 1.49), система командной связи обеспечивает связь командного поста, где устанавливается коммутатор, с исполнительными постами, оснащенными телефонными аппаратами. На коммутаторе в верхнем ряду имеются индикаторы вызова — лампочки, а в нижнем ряду — переключатели (по количеству абонентов).

[1] Этот термин более соответствует сущности системы, чем часто употребляющийся на практике термин «парная связь».

Для связи командного поста с исполнительным достаточно снять трубку и поворотом на коммутаторе ключа, соответствующего данному посту, осуществить посылку вызова. При ответе абонент снимает микротелефонную трубку, что создает электрическую цепь для разговора.

Для связи исполнительного поста с командным достаточно снять трубку телефонного аппарата исполнительного поста. При этом на коммутаторе командного поста загорается индивидуальный индикатор вызова, соответствующий вызывающему посту. На коммутаторе поворачивается соответствующий посту ключ и снимается микротелефонная трубка.

Командный пост может осуществить двустороннюю связь с любым исполнительным постом или одновременно с группой постов (циркулярная связь).

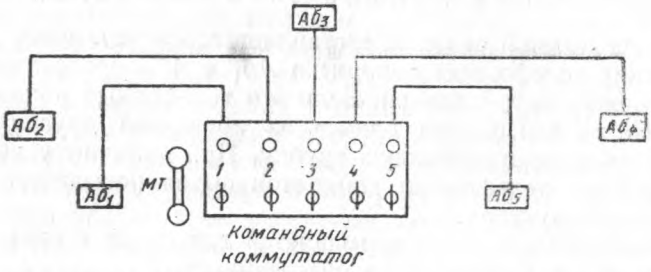


Рис. 1.49. Скелетная схема системы командной связи

Исполнительный пост осуществляет двустороннюю связь только с командным постом.

Непосредственное соединение между исполнительными постами невозможно.

По этой системе возможна передача приказаний не только с одного основного командного пункта, но и с других, где также устанавливаются коммутаторы. Однако количество командных пунктов более трех неудобно в эксплуатации. Для перевода командного пункта с одного поста на другой служит специальный телефонный переключатель.

Система командной связи обладает следующими достоинствами:

1) непосредственная связь командного пункта с любым исполнительным постом;

2) отсутствие посредника при соединениях;

3) оперативность связи;

4) постоянная готовность исполнительных постов к переговорам с командным пунктом;

5) возможность циркулярной передачи.

К недостаткам системы следует отнести:

1) возможность ошибочных соединений;

2) необходимость производить при соединениях больше манипуляций, чем при прямой связи;

3) необходимость после окончания переговоров приводить ключи в первоначальное положение.

Система отдельных коммутаторов

Как видно из скелетной схемы (рис. 1. 50), эта система позволяет каждому абоненту, имеющему коммутатор, поворотом ключа осуществлять двустороннюю связь с любым абонентом данной группы, а поворотом нескольких ключей осуществить циркулярную передачу ряду абонентов группы.

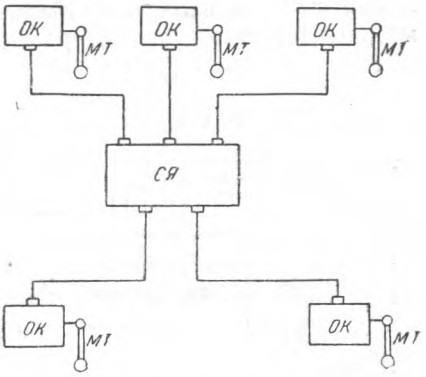


Рис. 1. 50. Скелетная схема системы связи отдельных коммутаторов

Система отдельных коммутаторов имеет ряд достоинств:

1) возможность соединения аппаратов абонентов друг с другом в любой комбинации;

2) отсутствие посредника при соединениях;

3) оперативность связи;

4) возможность циркулярной связи.

К недостаткам этой системы относятся:

1) необходимость применения многожильного соединительного кабеля;

2) необходимость установки коммутационных приборов по окончании связи в исходное положение.

Система отдельных коммутаторов применяется обычно на небольших судах, заменяя систему командной связи.

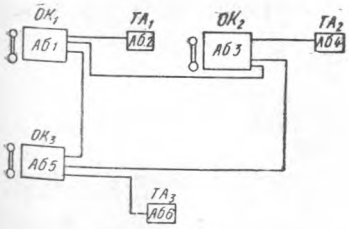


Рис. 1. 51. Скелетная схема системы смешанной связи

Система смешанной связи

Система смешанной связи характеризуется тем, что одни абоненты связаны по системе командной связи, а другие — по системе отдельных коммутаторов, т. е., как видно из скелетной схемы (рис. 1. 51), некоторые абоненты, у которых установлены отдельные коммутаторы, связаны между собой непосредственно, а абоненты, имею-

щие лишь телефонные аппараты, могут устанавливать связь только с определенными абонентами.

Достоинства и недостатки этой системы аналогичны системам отдельных коммутаторов и командной связи.

Система центрального коммутатора

Как видно из скелетной схемы (рис. 1.52), в этой системе применяется центральный коммутатор, в который включены абонентские телефонные аппараты.

На коммутаторе имеются индивидуальная сигнализация вызова и отбоя и вызывные ключи для каждого абонента, а также микротелефонная гарнитура дежурного телефониста, который осуществляет соединение абонентов попарно или циркулярно согласно их требованию. Дежурный телефонист также разъединяет абонентов при сигнале отбоя по окончании переговоров.

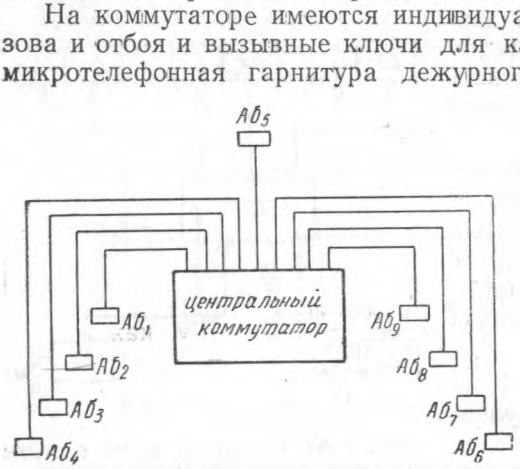


Рис. 1.52. Скелетная схема системы центрального коммутатора

Достоинствами этой системы являются:

1) большая гибкость связи, т. е. возможность соединения аппаратов абонентов в различных комбинациях;

2) возможность включения в одну станцию большого количества абонентов;

3) возможность циркулярной связи;

4) возможность преимущественного внеочередного соединения некоторых абонентов.

Недостатками системы являются:

1) необходимость посредника для соединений;

2) продолжительность процесса соединения;

3) возможность ошибочных соединений;

4) зависимость всей работы связи от личных качеств дежурного телефониста;

5) возможность отказа в соединении ввиду занятости вызываемого абонента;

6) лишение связи большого количества абонентов при повреждениях коммутатора.

Система центрального коммутатора применяется на судах для повседневной административно-хозяйственной связи.

Система связи с использованием АТС

Автоматическая телефонная станция, осуществляющая соединения абонентов без участия телефониста, является весьма сложным устройством.

Система связи с применением АТС нашла широкое распространение на судах морского флота благодаря следующим своим преимуществам:

1) отсутствие посредника при установлении соединения аппаратов абонентов;
2) сохранение секретности переговоров;
3) устранение ошибок в соединениях абонентов;
4) оперативность связи;
5) возможность применения телефонных станций большой емкости;
6) значительное сокращение эксплуатационных расходов на содержание обслуживающего персонала.

Недостатками системы являются:

1) сложность схемы телефонной станции;
2) необходимость наличия технического обслуживающего персонала высокой квалификации;
3) необходимость наличия списка абонентов у каждого из них.

§ 28. Принципиальная электрическая схема системы прямой связи

Рассмотрим электрическую схему системы прямой связи с применением аппаратов типа *ТАК-Б,* изображенную на рис. 1.53.

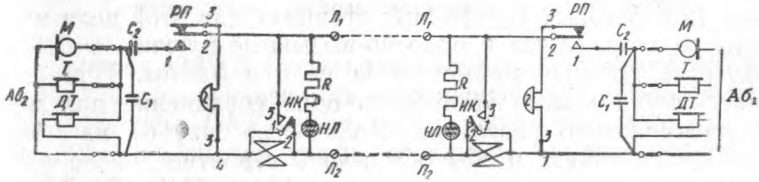


Рис. 1.53. Электрическая схема системы прямой связи

Принципиальная схема и токопрохождение в аппарате *ТАК-Б* при приеме вызова и разговоре абонентов описаны в § 24. Приведем описание токопрохождения при посылке вызова.

Абонент $Аб_1$ вращает ручку своего индуктора, отчего обрывается контакт *1—2* и замыкается контакт *1—3* индукторного шунта и ток проходит по цепи:

индуктор, контакт *1—3* индукторного шунта, зажим $Л_1$, провод линии, зажим $Л_1$ аппарата $Аб_2$, сопротивление *R* и лампочка *НЛ*; параллельная цепь: контакт *2—3 РП*, звонок, перемычка

3—4, контакт *1—2* индукторного шунта, зажим $Л_2$, провод линии, зажим $Л_2$ аппарата $Аб_1$, индуктор аппарата $Аб_1$.

В этой цепи вызывной переменный ток ответвляется через сопротивление *R* и лампочку *НЛ* аппарата $Аб_1$, свечение которой свидетельствует об исправности своего индуктора.

В аппарате $Аб_2$ звонит звонок и горит лампочка *НЛ*.

§ 29. Судовые телефонные коммутаторы ручного обслуживания

Телефонным коммутатором называется устройство, при помощи которого можно осуществить соединение включенных в него аппаратов абонентов в различных комбинациях.

Схема телефонного коммутатора может быть разделена на три основные части: абонентскую, шнуровую и общестанционную (приборы рабочего места телефониста).

1. Абонентская часть коммутатора состоит из абонентских линейных комплектов, служащих для приема сигнала вызова от абонента и установления по его требованию соединения с другим абонентом. Абонентские комплекты состоят из вызывных приборов (бленкеров, коммутаторных ламп) и соединительных приборов (линейных ключей и комплектов реле). Количество абонентских комплектов устанавливается соответственно количеству абонентов телефонной станции.

2. Приборы шнуровой пары на коммутаторе служат для опроса вызывающего телефонную станцию абонента и установления по его требованию соединения, а также для сигнализации телефонисту об окончании разговора абонентов (сигнала отбоя).

Комплект шнуровой пары состоит из соединительных приборов, роль которых в судовых телефонных станциях выполняют ключи (в береговых телефонных станциях для этой цели имеются шнуры со штепселями и опросно-вызывные ключи), и отбойных, в качестве которых применяются реле и лампы. При помощи одного шнура можно установить одно соединение для парного или циркулярного разговора. Количество шнуров на коммутаторе берется таким, чтобы обеспечить вероятное число одновременных переговоров, и составляет от 12 до 50% общей емкости коммутатора. Чем больше емкость коммутатора, тем меньшим берется процент шнуров[1].

3. Приборы рабочего места телефониста служат для осуществления служебных переговоров с абонентами телефонной станции. К ним относятся: гарнитура телефониста (или микротелефонная трубка с рычажным переключателем), транс-

[1] В коммутаторах, установленных на командном посту, отдельной шнуровой части нет. В этом случае шнуровые приборы входят в состав абонентских комплектов и в манипуляциях, производимых телефонистом, нет надобности.

форматор, вызывное устройство, вызывная педаль, зуммер для посылки тонального сигнала абоненту, звонок и сигнальная лампа для приема вызова от абонентов, линейный ключ телефониста, предназначенный для перевода гарнитуры на опрос абонента, прерыватель оптического сигнала вызова, реле (разделительные, общевызывные, общеотбойные, местные и другие) и сигнализация перегорания предохранителей.

В ряде случаев для связи устанавливаются дуплексный усилитель, выпрямительное устройство и телефонные переключатели.

При обслуживании абонентов центрального коммутатора выполняются следующие операции:

1) прием вызова от абонента;
2) опрос вызывающего абонента;
3) проба занятости линии вызываемого абонента;
4) вызов коммутатором требуемого абонента;
5) ответ вызываемого абонента;
6) соединение абонентов;
7) разговор абонентов;
8) отбой;
9) разъединение абонентов.

Разбор электрической схемы коммутатора производится по отдельным операциям в порядке их последовательности. При этом следует учитывать, что на схеме перечисленные контакты реле и переключателей изображаются в положении покоя.

При разборе схемы токопрохождения необходимо знать, какие приборы должны участвовать при осуществлении каждой операции на коммутаторе.

§ 30. Системы командной связи

1. Система связи с использованием коммутатора *ОКК2*

Коммутатор *ОКК2* (отдельный ключевой коммутатор двухпроводный) предназначен для внутрисудовой телефонной связи. Коммутатор типа *ОКК2* дает возможность организовать связь по системам командной связи, отдельных коммутаторов и смешанной связи.

Отдельные ключевые коммутаторы изготовляются емкостью в три, семь и двенадцать номеров и соответственно этому называются *ОКК2-3*, *ОКК2-7* и *ОКК2-12*.

В ключевые коммутаторы могут быть включены аппараты с угольными микрофонами и остеофонами. В первом случае к их названию на конце прибавляется буква «м» (*ОКК2-3*м, *ОКК2-7*м и *ОКК2-12*м), а во втором случае — буква «о» (*ОКК2-3*о, *ОКК2-7*о и *ОКК2-12*о).

На рис. 1.54 приведен внешний вид коммутатора *ОКК2-3*м Вызывное устройство *ВУ-2* коммутатора *ОКК2* состоит

из вызывного трансформатора, вибрационного преобразователя и двух реле. Вызов абонентов, включенных в *ОКК2*, осуществляется обычно переменным током от судовой сети. При прекращении подачи переменного тока при помощи реле переменного тока автоматически включается вибрационный преобразователь, преобразующий постоянный ток напряжением 24 ± 2 *в* в переменный.

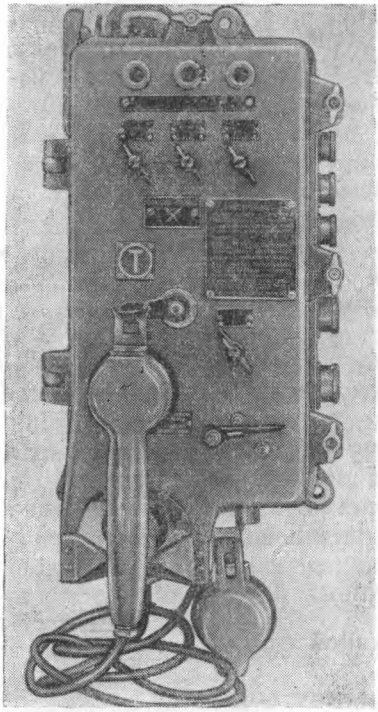


Рис. 1. 54. Внешний вид коммутатора типа *ОКК2-3м*

Дуплексный усилитель *ДУ-2П* включается поворотом ключа «*52*» на коммутаторе. Применяется этот усилитель при связи с помещениями, уровень шумов в которых выше 90 *дб*.

Для питания усилителя *ДУ-2П* в коммутаторе установлен выпрямитель типа *ВТ*, преобразующий переменный ток судовой сети в постоянный.

В коммутатор *ОКК2* включаются судовые телефонные аппараты типа *ТАК-2* или *ТАКО-2*. В него могут быть включены и коммутаторы *ОКК2* — тогда система превращается в систему отдельных коммутаторов. Если в коммутатор включаются и абонентские телефонные аппараты, и коммутаторы *ОКК2*, то система получается смешанной.

В коммутатор *ОКК2* могут быть также включены телефонные аппараты типа *ТАК-3*, имеющие звонки типа *ЗВО* в случаях, когда невыгодно пользоваться вибропреобразователями *ВУ-2* или при отсутствии сети переменного тока.

Наконец, в коммутатор через штепсельные розетки (см. § 69) могут быть включены головные телефоны различных типов.

На рис. 1. 55 представлена принципиальная электрическая схема коммутатора *ОКК2*, где показаны два абонентских комплекта и приборы телефонной станции.

Как видно из схемы, каждый абонентский комплект включает следующие приборы: линейное реле *ЛР* из трех обмоток, линейный ключ *ЛК* и вызывную лампу *ВЛ*. В абонентский комплект можно включать телефонные аппараты типа *ТАК-2*, аппарат *ТАК-2*, соединенный как командирский, другой коммутатор *ОКК2* и аппараты *ТАК-3*. В зависимости от типа телефонного аппарата абонента устанавливаются соответствующие пере-

тора ОКК2

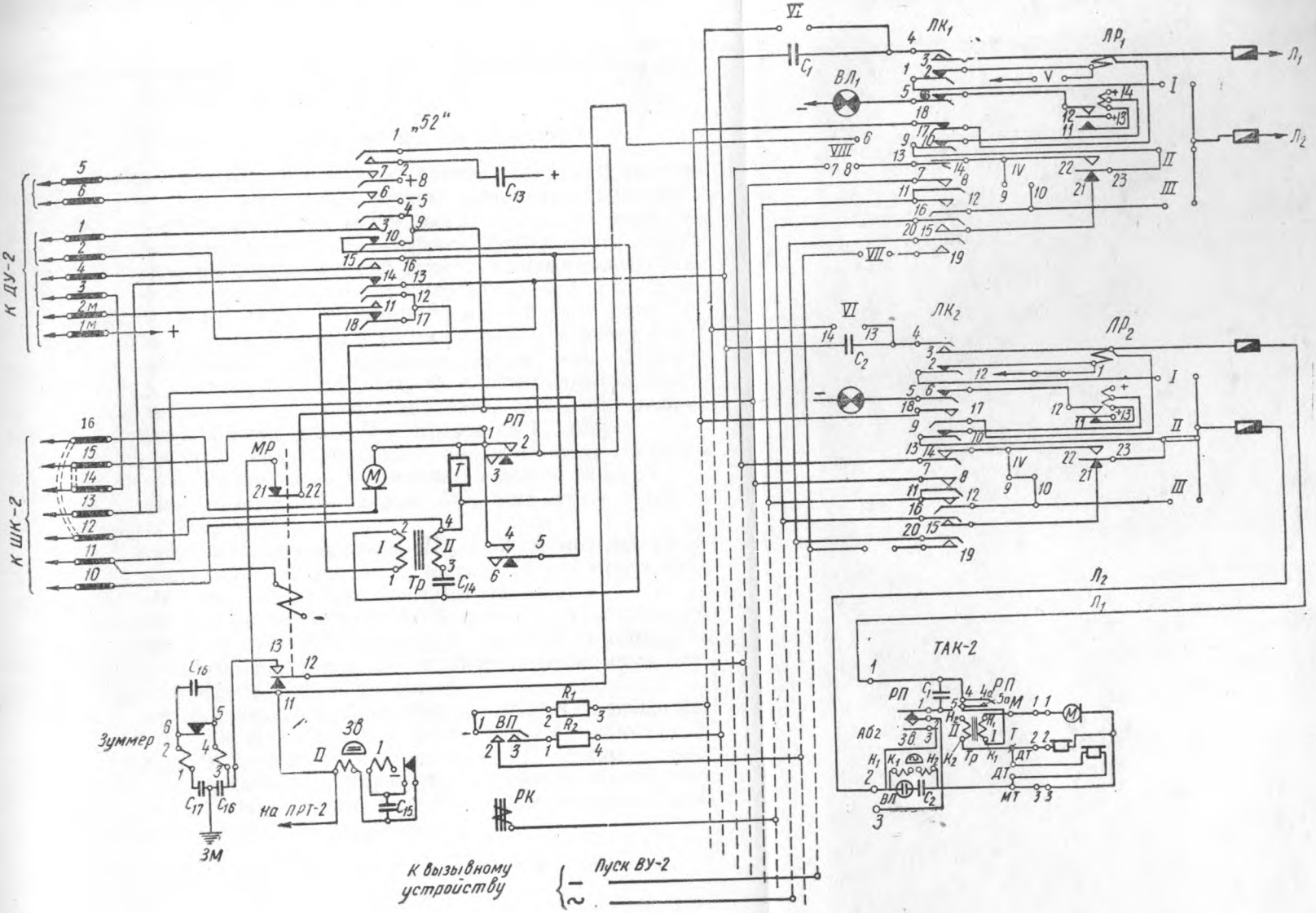


Рис. 1.55. Принципиальная схема коммутатора ОКК2

мычки на планках ключей *ЛК*. Перемычек в первом комплекте имеется девять, а во всех остальных — по семи.

Рассмотрим отдельные цепи токопрохождения в коммутаторе *ОКК2*.

Осуществление соединения коммутатора *ОКК2* с аппаратом *ТАК-2*

Как видно из схемы (рис. 1.55), на коммутаторе во втором абонентском комплекте включен аппарат типа *ТАК-2*. В этом случае установлены перемычки *II, IV, V* и *VII*.

Вызов абонентом коммутатора

Для вызова коммутатора абонент снимает микротелефонную трубку, в результате чего в абонентском комплекте срабатывает реле *ЛР*, загорается лампочка *ВЛ* и звонит звонок на коммутаторе. У вызывающего абонента в телефоне слышен треск, являющийся контролем посылки вызова. В аппарате вызывающего абонента при снятии трубки размыкается контакт *1—2* и замыкаются контакты *2—3* и *4—5 РП*, образуется цепь *1* работы реле *ЛР*.

Цепь 1: плюс, часть обмотки в 10 *ом* реле $ЛР_2$, контакт *10—9* ключа $ЛК_2$, перемычка *II*, предохранитель, линия, зажим *2* аппарата абонента, контакт *3—2 РП*, микрофон, обмотка *I* трансформатора, контакт *5—4 РП*, зажим *1* аппарата, линия и предохранитель, линейная обмотка реле $ЛР_2$, перемычка *V*, минус.

Реле $ЛР_2$ в этой цепи срабатывает, замыкает свои контакты *13—12* и *23—22*, образуя цепь *2* лампочки и цепь *3* звонка.

Цепь 2: плюс, контакт *13—12* реле $ЛР_2$, контакт *6—5* ключа $ЛК_2$, лампочка $ВЛ_2$, минус.

Цепь 3: плюс, часть обмотки реле $ЛР_2$ в 10 *ом*, контакт *10—9* ключа $ЛК_2$, контакт *23—22* реле $ЛР_2$, контакт *14—13* ключа $ЛК_2$, контакт *12—11* реле *МР*, звонок коммутатора, минус.

В этой цепи при работе звонка *ЗВОФ* проходит пульсирующий ток по обмотке *3—4* реле $ЛР_2$, поэтому в линейной обмотке $ЛР_2$ индуктируется переменная э. д. с. и в телефоне вызывающего абонента слышен контроль вызова по цепи *4*.

Цепь 4: верхний конец линейной обмотки реле $ЛР_2$, предохранитель и линия, зажим *1* аппарата, конденсатор C_1, обмотка *II* трансформатора *Тр*, телефоны, контакт *2—3 РП*, зажим *2* аппарата, линия и предохранитель, перемычка *II*, контакт *9—10* ключа $ЛК_2$, часть обмотки в 10 *ом* реле $ЛР_2$, плюс и минус, перемычка *V*, нижний конец обмотки реле $ЛР_2$.

Разговор телефониста на коммутаторе с абонентом

Приняв вызов, например, от абонента № 2, телефонист поворачивает ключ $ЛК_2$ в рабочее положение, отчего обрываются цепи *2, 3* и *4* (лампочка гаснет, действие звонка прекращается)

и снимает микротелефонную трубку. При этом замыкаются контакты *1—2* и *4—5 РП* и образуются: цепь *5* — питания микрофона абонента, цепь *6* — питания микрофона коммутатора и цепь *7* — переменного разговорного тока.

Цепь 5: плюс, дроссель *РК*, контакт *11—12* ключа $ЛК_2$, перемычка *IV*, контакт *22—23* реле $ЛР_2$, перемычка *II*, предохранитель и линия, зажим *2* аппарата, контакт *3—2 РП*, микрофон, обмотка *I* трансформатора *Тр*, контакт *5—4 РП*, зажим *1* аппарата, линия и предохранитель, линейная обмотка реле $ЛР_2$, перемычка *V*, минус [1].

Цепь 6: плюс, дроссель *РК*, контакт *8—7* ключа $ЛК_2$, контакт *9—10* ключа «*52*», обмотка *I* трансформатора *Тр*, контакт *18—17* ключа «*52*», микрофон коммутатора, контакт *1—2 РП*, обмотка реле *МР*, минус.

По этой цепи получает питание также местное реле *МР*, которое обрывает свой контакт *11—12*, благодаря чему выключается звонок. Если в это время поступит вызов от другого абонента, то звонок звонить не будет, но в это же время в цепи *3* вместо звонка включится контактом *12—13* реле *МР* зуммер, который при работе по цепи, подобной цепи *4*, даст абоненту сигнал занятости. Это относится ко всем абонентам, кроме одного, телефонный аппарат которого, *ТАК-2*, включен в первый абонентский комплект по схеме командирского аппарата. Здесь, кроме перечисленных выше перемычек, устанавливается дополнительно перемычка *VIII*. При вызове с командирского аппарата занятого коммутатора на последнем будет звонить звонок. Переменный разговорный ток идет по цепи *7*.

Цепь 7: микрофон коммутатора, перемычка *12—16*, контакт *17—18* ключа «*52*», обмотка *I* трансформатора *Тр*, контакт *10—9* ключа «*52*», контакты *7—8* и *11—12* $ЛК_2$, перемычка *IV*, контакт *23—22* реле $ЛР_2$, перемычка *II*, предохранитель и линия, линейный зажим *2* аппарата, контакт *3—2 РП*, телефоны, обмотка *II* трансформатора *Тр*, конденсатор C_1, линейный зажим *1* аппарата, линия и предохранитель, контакт *3—4* ключа $ЛК_2$, конденсатор C_2, контакт *13—14* ключа «*52*», контакт *5—4 РП* коммутатора, микрофон.

Аналогичное токопрохождение имеет место и при разговоре.

Отбой

По окончании разговора телефонист на коммутаторе вешает микротелефонную трубку и возвращает ключ $ЛК_2$ в исходное положение. При этом обрываются цепи *5*, *6* и *7*, в результате чего отпускают реле *МР* и *ЛР*.

---

[1] Цепь *5* заменяет цепь *1*, которая обрывается.

Сигнал непереведенного ключа

Если при отбое на коммутаторе телефонист забыл вернуть ключ $ЛК_2$ в исходное положение, то образуется цепь *8*, по которой работает звонок, напоминая о необходимости перевода ключа.

Цепь 8: плюс, дроссель *РК*, контакт *8—7* ключа $ЛК_2$, контакт *22—21* реле *МР*, звонок, минус.

Вызов абонента с коммутатора

Вызов с коммутатора, посылаемый абоненту, имеющему телефонный аппарат типа *ТАК-2*, осуществляется переменным током

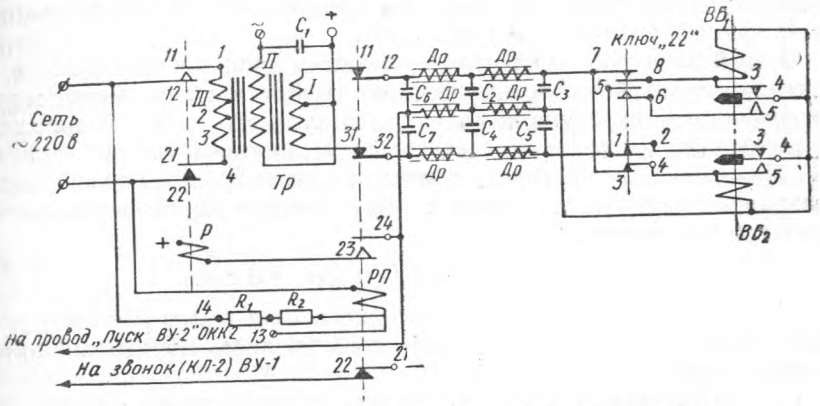


Рис. 1.56. Схема вызывного устройства типа *ВУ-2*

от судовой сети или от источника постоянного тока вызывным устройством *ВУ-2*, схема которого приведена на рис. 1.56.

Вызов переменным током

Переменный ток проходит (см. рис. 1.56) от одного полюса сети через сопротивления R_1 и R_2, реле переменного тока *РП* и поступает на другой полюс сети. Реле *РП* находится под током, контакты его *11—12*, *31—32* и *21—22* [1] разомкнуты, в результате чего оба вибропреобразователя $ВБ_1$ и $ВБ_2$ отключены, а контакт *23—24*, которым подключается реле *Р* к проводнику «*Пуск ВУ-2*», замкнут.

Для посылки вызова абоненту $Аб_2$, имеющему аппарат *ТАК-2*, на коммутаторе поворачивают ключ $ЛК_2$ в рабочее положение и замыкают на короткое время вызывную педаль *ВП*. Образуются вызывные цепи *9* и *10*.

Цепь 9: плюс, обмотка реле *Р*, контакт *23—24* реле *РП*, про-

[1] Контакт *21—22* в схеме *ОКК2* не используется.

вод *«Пуск ВУ-2»*, перемычка *VII* (см. рис. 1.55), контакт *19—20* ключа $ЛК_2$, контакт *2—1 ВП*, минус.

В этой цепи реле *Р* срабатывает и, замкнув свои контакты *11—12* и *21—22*, подключает к судовой сети обмотку *III* трансформатора *Тр*, которая индуктирует переменную э. д. с. в обмотке *II*.

Цепь 10: верхний конец обмотки *II* трансформатора *Тр* (рис. 1.55), провод, контакт *16—15* ключа $ЛК_2$, контакт *21—23* реле $ЛР_2$, перемычка *II*, предохранитель и провод $Л_2$, линия, зажим *2* аппарата $Аб_2$, звонок и параллельно лампочка *ВЛ* с конденсатором $С_2$, контакт *2—1 РП*, конденсатор $С_1$, зажим *1* аппарата $Аб_2$, провод $Л_1$ линии и предохранитель, реле $ЛР_2$, перемычка *V*, минус батареи, плюс батареи и нижний конец обмотки *II* трансформатора *Тр* (рис. 1.56).

В этой цепи работают поляризованный звонок и неоновая лампочка аппарата $Аб_2$. Абонент снимает трубку, также снимает микротелефонную трубку телефонист, в результате чего обрываются вызывные цепи и создаются разговорные, аналогичные цепям *5*, *6* и *7*. По окончании разговора абонент вешает трубку, а телефонист возвращает микротелефонную трубку и ключ на коммутаторе в исходное положение.

Вызов постоянным током

При отсутствии на судне переменного тока вызов абоненту посылается от источника постоянного тока после преобразования постоянного тока в переменный.

В этом случае реле *РП* не получает питания, его контакты *11—12, 31—32* замкнуты, а контакт *23—24* разомкнут.

Для вызова абонента, как и в первом случае, поворачивают соответствующий ключ *ЛК* в коммутаторе *ОКК2* и нажимают вызывную педаль *ВП*. При этом образуются следующие цепи.

Цепь 11: плюс, верхняя половина обмотки *I* трансформатора *Тр*, контакт *11—12* реле *РП*, оба верхних дросселя, контакт *3—4* ключа *«22»*, обмотка вибропреобразователя $ВБ_2$, два средних дросселя, провод *«Пуск ВУ-2»*, перемычка *VII* (рис. 1.55), контакт *19—20* ключа $ЛК_2$, контакт *2—1* педали *ВП*, минус.

В этой цепи якорь вибропреобразователя, втягиваясь между сердечниками, изгибается так, что замыкает контакт *4—3*, отчего обмотка вибропреобразователя $ВБ_2$ шунтируется, контактная пружина *4* отходит и по инерции замыкается с контактной пружиной *5*. В результате образуется цепь *12* (рис. 1.56).

Цепь 12: плюс, нижняя половина обмотки *I* трансформатора *Тр*, контакт *31—32 РП*, оба нижних дросселя, контакт *1—2* ключа *«22»*, контакт *3—4* обмотки $ВБ_2$ [1], оба средних дросселя,

[1] В случае разрегулировки вибропреобразователя $ВБ_2$ включается резервный вибропреобразователь $ВБ_1$, что осуществляется с помощью ключа *«22»*. При переводе ключа *«22»* обрываются контакты *1—2* и *3—4* и замыкаются контакты *5—6* и *7—8*.

провод «*Пуск ВУ-2*», перемычка *VII*, контакт *19—20* ключа $ЛК_2$, контакт *2—1* педали *ВП*, минус.

Вследствие упругости пружина *4* отходит от контакта *5*, отчего снова восстанавливается цепь *11*, и процесс начинается снова.

Таким образом, цепи *11* и *12* образуются поочередно, причем в цепи *11* ток проходит по верхней половине обмотки *I* трансформатора *Тр* снизу вверх, а в цепи *12* — по нижней половине трансформатора *Тр* сверху вниз. При этом в обмотке *II* индуктируется переменная э. д. с., которая посылает вызывной переменный ток по цепи *10*.

Что касается разговорных и отбойных цепей, то они аналогичны цепям, устанавливающимся при вызове абонентом коммутатора.

Необходимо иметь в виду, что схема *ВУ-2* (на рис. 1.56) дана для случая, когда напряжение переменного тока судовой сети составляет 220 *в*. В том случае, когда напряжение судовой сети равно 127 *в*, необходимо сделать следующие изменения: обе половины обмотки *III* трансформатора *Тр 1—2* и *3—4* соединить параллельно, а зажимы *13* и *14* соединить между собой.

Осуществление соединения коммутаторов *ОКК2* с аппаратом *ТАК-3*

Для подключения в коммутатор *ОКК2* аппарата *ТАК-3* в абонентском комплекте устанавливают те же перемычки, что и для включения аппарата *ТАК-2*, за исключением перемычки *VII*, которая в этом случае не ставится.

Аппарат *ТАК-3* включается линейными зажимами (*1* и *2*), как и аппарат *ТАК-2*, а линейный зажим *3* аппарата *ТАК-3* подключают третьим линейным проводом к контактной пружине *19* ключа *ЛК* коммутатора *ОКК2*.

Вызов абонентом коммутатора с аппарата *ТАК-3* производится так же, как и с аппарата *ТАК-2*.

Вызов абонента, имеющего аппарат *ТАК-3*, с коммутатора производится постоянным током, для чего на коммутаторе необходимо снять микротелефонную трубку, повернуть соответствующий ключ *ЛК* в рабочее положение и кратковременно нажать вызывную педаль *ВП*. При этом образуется цепь *13*.

Цепь 13: плюс, обмотка *II Тр* (рис. 1.56), провод ~, контакт *16—15* ключа *ЛК* (рис. 1.55), контакт *21—23* реле *ЛР*, перемычка *II*, предохранитель, линия, линейный зажим *2* аппарата *ТАК-3*, контакт *1—2 РП*, параллельно звонок и лампочка с конденсатором, линейный зажим *3*, линия, контакт *19—20* ключа *ЛК*, контакт *2—1 ВП*, минус.

По этой цепи у абонента звонит звонок и горит лампочка. При снятии абонентом микротелефонной трубки образуются разговорные цепи, аналогичные цепям *5*, *6* и *7*. Однако в первый мо-

мент после снятия трубки в отличие от цепи *5* микрофон абонента получает питание по цепи *14*.

Цепь 14: плюс *ВУ-2* (рис. 1. 56), обмотка *II* трансформатора *Тр*, провод ~, контакт *16—15* ключа *ЛК* (рис. 1. 55), контакт *21—23* реле *ЛР*, перемычка *II*, предохранитель, линия, линейный зажим *2* аппарата *ТАК-3* (см. рис. 1. 44), микрофон, обмотка *I* трансформатора *Тр*, контакт *4—3 РП*, линейный зажим $Л_1$, линия и предохранитель, реле *ЛР*, перемычка *V*, минус.

В этой цепи срабатывает реле *ЛР* абонентского комплекта, в который включен аппарат *ТАК-3*. Реле *ЛР* при срабатывании обрывает свои контакты *21—23* в цепи *14* и замыкает контакты *23—22*. Вследствие этого микрофон *ТАК-3* получает питание через дроссель *РК*, контакт *11—12* ключа *ЛК*, перемычку *IV* и контакт *22—23 ЛР*, т. е. по цепи *5*.

При отбое токопрохождение аналогично ранее описанным схемам.

Для защиты установки *ОКК2* от короткого замыкания применены предохранители типа *ПНО* на 0,25 *а*, включенные в линейные провода.

Дуплексный усилитель *ДУ-2П*

Для улучшения слышимости при циркулярной передаче, а также при плохой слышимости в парном разговоре используют приданный к коммутатору *ОКК2* усилитель *ДУ-2П*.

Усилитель *ДУ-2П* состоит из двух усилителей — микрофонного и телефонного, подключаемых к двухпроводной абонентской линии через дифференциальный трансформатор. Питание усилителя возможно от источников как постоянного, так и переменного тока. В последнем случае необходим выпрямитель.

Усилитель смонтирован в отдельном силуминовом корпусе, на крышке которого имеются смотровое окно вольтмиллиамперметра, линза контрольной лампы напряжения накала, два регулятора усиления (телефона и микрофона) и головки ключа для подключения измерительного прибора к одной или другой лампе. Лампы, приборы и детали расположены внутри корпуса. Усилитель крепится к переборке рядом с коммутатором и в схему коммутатора *ОКК2* включается поворотом на коммутаторе ключа «*52*» (рис. 1. 55). Принципиальная схема усилителя изображена на рис. 1. 57.

Пользуясь схемами на рис. 1. 55 и 1. 57, можно проследить цепи токопрохождения для двух возможных случаев усиления речи: при передаче с коммутатора и при передаче от абонента.

При питании усилителя от источника постоянного тока должны быть установлены перемычки между зажимами *5—10* и *6—9*. При питании усилителя от выпрямителя перемычки снимаются. В усилителях, обслуживающих коммутаторы *ОКК2* с

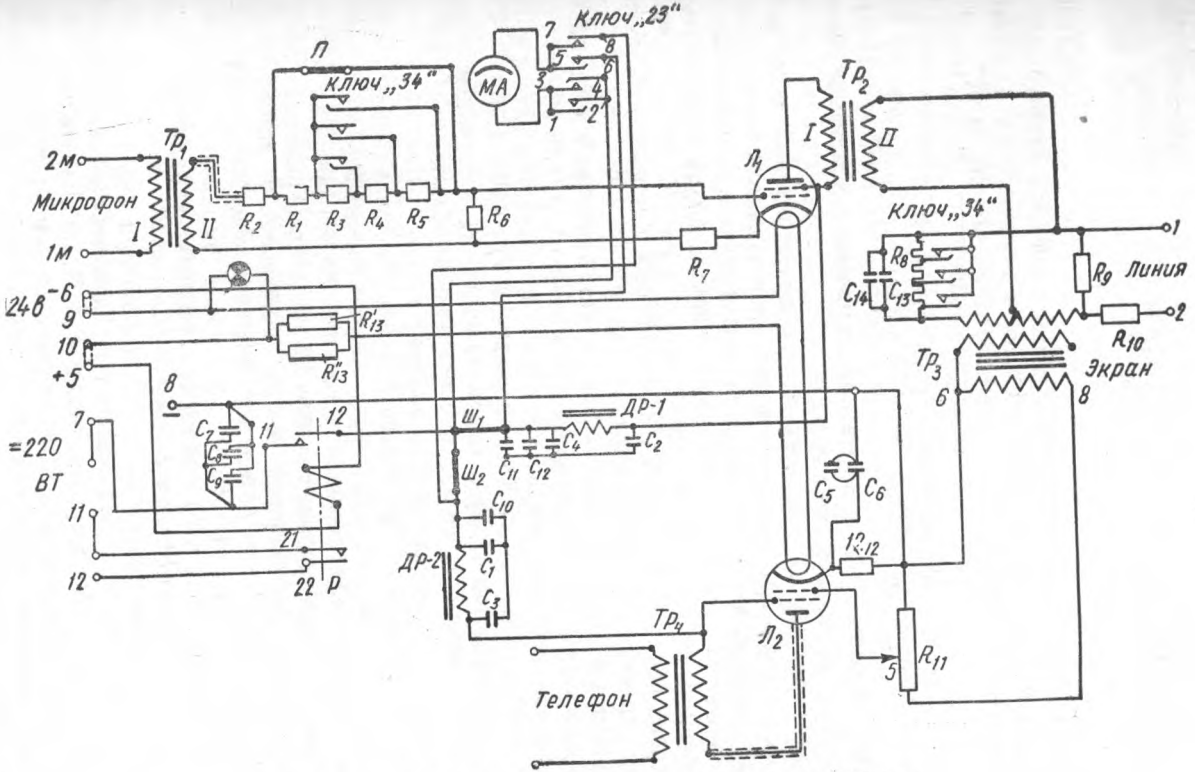


Рис. 1. 57. Схема дуплексного усилителя типа ДУ-2П

остеофонической трубкой, сопротивления R_1, R_3, R_4 и R_5 шунтируются перемычкой *II*.

Работа усилителя происходит следующим образом (см. рис. 1.57). При включении его поворотом соответствующего ключа на коммутаторе на зажимы *5* и *6* усилителя и в обмотку реле *Р* подается напряжение от батареи, питающей установку *ОКК2*. Реле *Р* усилителя, срабатывая, замыкает свои контакты *11—12* и *21—22*.

Через контакты *11—12* реле *Р* подает анодное напряжение от выпрямителя на аноды ламп. Ток накала подается на зажимы *9* и *10* усилителя через добавочные сопротивления R'_{13} и R''_{13}.

Усиление разговора при передаче с коммутатора

Микрофонная цепь коммутатора включена в усилителе на зажимы *1*м и *2*м трансформатора $Тр_1$.

При передаче разговорных токов по первичной обмотке *I* трансформатора $Тр_1$ проходит переменная составляющая разговорного тока, которая индуктирует переменную э. д. с. во вторичной обмотке *II*. Эта э. д. с. вызывает появление переменного тока разговорной частоты через сопротивления R_1—R_6 на управляющей сетке верхней лампы $Л_1$, которая соответственно коэффициенту усиления усиливает анодный ток.

Усиленный анодный ток, проходя по первичной обмотке *I* трансформатора $Тр_2$, индуктирует переменную э. д. с. в обмотке *II*, откуда усиленный разговорный ток поступает по двум цепям в обмотки дифференциального трансформатора $Тр_3$ (рис. 1.57).

Цепь 1: обмотка *II* $Тр_2$, сопротивление R_8 и конденсаторы C_{13}—C_{14} балансного контура, левая половина обмотки дифференциального трансформатора $Тр_3$, обмотка *II* $Тр_2$.

Цепь 2: обмотка *II* $Тр_2$, сопротивление R_9 и параллельно ему линия и абонентский аппарат через сопротивление R_{10}, правая половина обмотки дифференциального трансформатора $Тр_3$, обмотка *II* $Тр_2$. Таким образом, телефон абонентского аппарата получает усиленный разговорный ток, а телефонисту коммутатора разговор слышен слабо вследствие наличия дифференциального трансформатора $Тр_3$, по обеим половинам первичной обмотки которого токи (цепи *1* и *2*) проходят в разных направлениях, т. е. имеет место противоместная схема.

Усиление разговора в сторону абонентов при циркулярной передаче регулируется в зависимости от количества включенных абонентов балансным сопротивлением R_8. Последнее рассчитано на нагрузку, соответствующую включению аппаратов одного, двух, трех, а также от пяти до двенадцати абонентов. Соответственно этому ключ «*34*», переключающий балансное сопротивление, имеет четыре фиксированных положения. Одновременно с настройкой балансного контура производится шунтированием сопро-

тивлений R_3, R_4, R_5 изменение усиления микрофонного усилителя. Благодаря этому громкость передачи, независимо от количества слушающих циркулярную передачу абонентов (но не более 10), остается неизменной.

Усиление приема разговора от абонентов

Переменный разговорный ток от абонентов поступает с линии через зажимы усилителя *1—2* и проходит через первичную обмотку дифференциального трансформатора $Тр_3$, частично ответвляясь в обмотку *II* $Тр_2$. Во вторичной обмотке $Тр_3$ индуктируется переменная э. д. с., создающая переменное напряжение на зажимах *5—6* потенциометра R_{11}, подающееся на управляющую сетку второй лампы $Л_2$, вследствие чего ток в ее анодной цепи усиливается. Этот ток через трансформатор $Тр_4$ поступает в телефон на коммутаторе, включенный в зажимы *3—4*.

Усиление входящего разговора регулируется потенциометром R_{11} путем изменения места включения контакта *5*.

Лампа $Л_1$ в данном случае в усилении приема не участвует.

Характерные неисправности системы *ОКК2* и способы их устранения приведены в приложении 3.

2. Система с коммутаторами *БКК*

Система *БКК* (безбатарейный ключевой коммутатор) служит для обеспечения внутрисудовой телефонной связи в помещениях с уровнем шумов до 110 *дб*. Установка *БКК* применяется для организации связи по системам командной связи, отдельных коммутаторов и смешанной связи.

Коммутаторы *БКК* изготовляются емкостью на три, семь и двенадцать номеров, в них включаются в качестве абонентских телефонные аппараты типа *ТАК-Б* или головные телефоны различных типов (*ТН-Б*, *ТЛШ-Б* и *ТЗШ-Б*), включаемые через соответствующие штепсельные розетки.

Внешний вид коммутатора на семь номеров *БКК-7* показан на рис. 1. 58а. На рис. 1. 58б приведена принципиальная схема коммутатора *БКК-7*, на которой изображены общекоммутаторные приборы и один абонентский комплект с телефонным аппаратом *ТАК-Б*.

К общекоммутаторным приборам относятся: микротелефонная трубка с дополнительным телефоном, индуктор, поляризованный звонок переменного тока, неоновая лампочка, конденсаторы и рычажный переключатель *РП*.

Абонентский комплект состоит из ключа *ЛК* и бленкера *БЛ* с контактными пружинами *1—2—3*. Бленкер представляет собой электромагнитный механизм, работающий от вызывного тока индуктора и состоит из ярма, сердечника с обмоткой и якоря. На одной оси с якорем вращается защелка, на которую действует пружина.

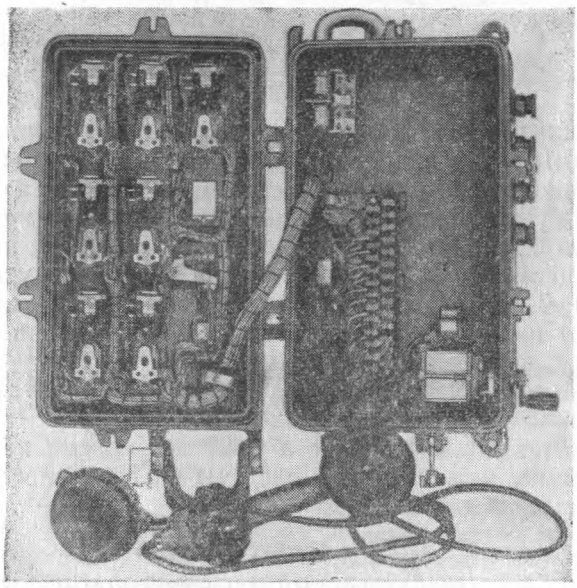


Рис. 1. 58а. Внешний вид безбатарейного ключевого коммутатора на семь номеров типа *БКК-7*

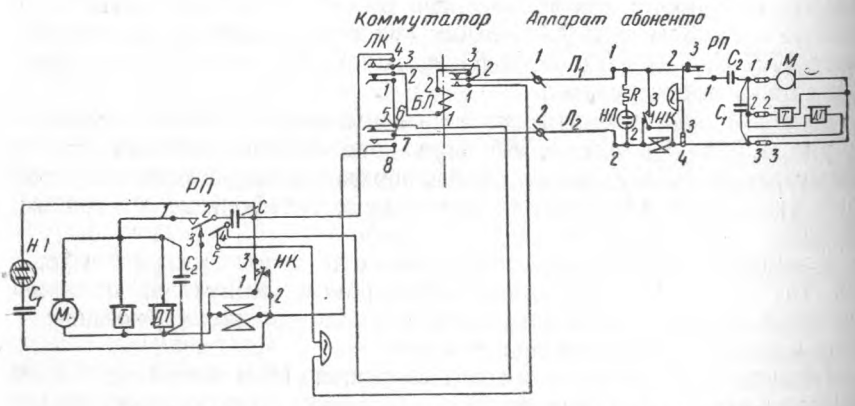


Рис. 1. 58б. Принципиальная схема коммутатора типа *БКК-7*

Бленкер имеет флажок, находящийся под воздействием своей пружины и управляющий при помощи специального упора контактной группой пружин.

Безбатарейный командный коммутатор *БКК* по внешнему виду представляет собой брызгонепроницаемый шкаф из силумина с крышкой, на которой имеются окошечки. При срабатывании бленкеров в этих окошечках показываются их флажки. Количество таких окошечек равно емкости коммутатора, т. е. количеству включенных в него линий. Под окошечками имеются рукоятки ключей, которыми производится соединение линий абонентов. Число ключей также равно емкости коммутатора. Кроме того, на крышке имеются линза неоновой лампочки, рычаг, удерживающий микротелефонную трубку, крючок для подвески дополнительной телефонной трубки, таблички с соответствующими надписями и самосветящийся отличительный знак «*Т*». Сверху шкафа установлены мембрана с бойком и звонковая чашка, на правой стенке выступает ручка индуктора, а в нижней помещаются розетка микротелефонной трубки и сальники для ввода линейных проводов.

Рассмотрим схемы токопрохождения при работе *БКК*.

Вызов абонентом коммутатора

Для вызова коммутатора абонент, не снимая трубки, вращает ручку индуктора. Создается цепь *1* срабатывания бленкера (рис. 1.58б).

Цепь 1: индуктор, контакт *1—3 ИК* и линейный зажим *1* абонентского аппарата, провод $Л_1$, зажим *1* коммутатора, контакт *2—3* бленкера *БЛ*, обмотка бленкера *БЛ*, контакты *2—1* и *5—6* ключа *ЛК*, зажим *2* коммутатора, провод $Л_2$, линейный зажим *2*, индуктор.

В аппарате абонента ток индуктора ответвляется параллельно через сопротивление *R* в неоновую лампочку *НЛ*. Бленкер *БЛ* на коммутаторе срабатывает и притягивает свой якорь, отчего защелка освобождает флажок. Последний появляется в окошке, и по надписи под ним можно определить номер вызывающего абонента. Одновременно флажок переключает контактную группу, поэтому контакт бленкера *2—1* замыкается и образуется цепь *2* поляризованного звонка, действующего все время, пока абонент вращает ручку индуктора.

Цепь 2: индуктор, контакт *1—3 ИК*, линейный зажим *1* аппарата, провод $Л_1$, зажим *1* коммутатора, контакт *2—1 БЛ*, обмотка поляризованного звонка, контакт *5—4 РП*, контакт *5—6 ЛК*, зажим *2* коммутатора, провод $Л_2$, линейный зажим *2* аппарата, индуктор.

Получив вызов, телефонист переводит ключ вызывающего абонента в рабочее положение, при этом контакты ключа *ЛК 1—2* и *5—6* размыкаются, а *3—4* и *7—8* замыкаются. При снятии на коммутаторе микротелефонной трубки в рычажном переключа-

теле *РП* размыкаются контакты *2—3, 4—5* и замыкается контакт *1—2*. В результате флажок бленкера возвращается в исходное положение, а контактная группа *БЛ* принимает положение покоя.

Вызывающий абонент снимает с аппарата микротелефонную трубку, и при этом образуется разговорная цепь *3*.

Цепь 3: микрофон коммутатора, контакт *1—2 РП*, конденсатор *С*, контакт *4—3 ЛК*, пружина *2 БЛ*, зажим *1*, провод $Л_1$, линейный зажим *1* аппарата, контакт *2—1 РП*, конденсатор $С_2$, телефоны, контакт *1—2 ИК*, линейный зажим *2* аппарата, провод $Л_2$, зажим *2* коммутатора, контакт *7—8 ЛК*, контакт *2—1 ИК*, микрофон. По окончании разговора вешают микротелефонные трубки на коммутаторе и аппарате абонента, и, кроме того, на коммутаторе возвращают ключ *ЛК* в исходное положение.

Вызов абонента с коммутатора

Для вызова абонента телефонист переводит на коммутаторе линейный ключ в рабочее положение и вращает ручку индуктора. Создается вызывная цепь *4*.

Цепь 4: индуктор, контакт *8—7 ЛК*, зажим *2*, провод $Л_2$, зажим *2* аппарата, неоновая лампочка *НЛ* с сопротивлением и параллельно через контакт *2—1 ИК* поляризованный звонок и контакт *3—2 РП*, линейный зажим *1* аппарата, провод $Л_1$, зажим *1* коммутатора, пружина *2 БЛ*, контакт *3—4 ЛК*, контакт *3—1 ИК*, индуктор.

После посылки вызова, вызываемый абонент и телефонист снимают микротелефонные трубки. В результате образуется разговорная цепь, аналогичная цепи *3*.

При циркулярной передаче телефонист поворачивает в рабочее положение ключи всех участвующих в ней абонентов. Обслуживание такой передачи аналогично обслуживанию одного абонента. При этом звонки всех вызываемых абонентов присоединяются параллельно индуктору коммутатора при вызове, а телефоны всех абонентов присоединяются параллельно микрофону коммутатора при разговоре. Поэтому, чтобы не снизить качество связи при циркулярной передаче, количество подключаемых абонентов ограничено и не может быть больше десяти.

Характерные неисправности системы *БКК* и способы их устранения приведены в приложении 4.

Система центрального коммутатора

Для осуществления телефонной связи по системе центрального коммутатора применяется коммутатор типа КРТС (ключевая ручная телефонная станция), обеспечивающий следующие виды связи: прямую (парную), циркулярную с шестью абонентами, установление соединения абонентов различных рабочих мест одного коммутатора КРТС и соединение их с береговыми и судовыми станциями различного типа.

В установку КРТС входят центральный коммутатор, состоящий из отдельных коммутационных секций (*ЦКС*), количество которых может быть от одной до пяти, вызывное устройство *ВУ-2* и общекоммутаторное устройство *ВУ-1*.

Абоненты системы центрального коммутатора снабжаются аппаратами типа *ТАК-2* или *ТАКО-2* или головными телефонами со штепсельными розетками.

На рис. 1. 59 показана секция *ЦКС* с раскрытой дверцей и повернутой релейной рамой, на которой обозначены реле *1* и конденсаторы *2*.

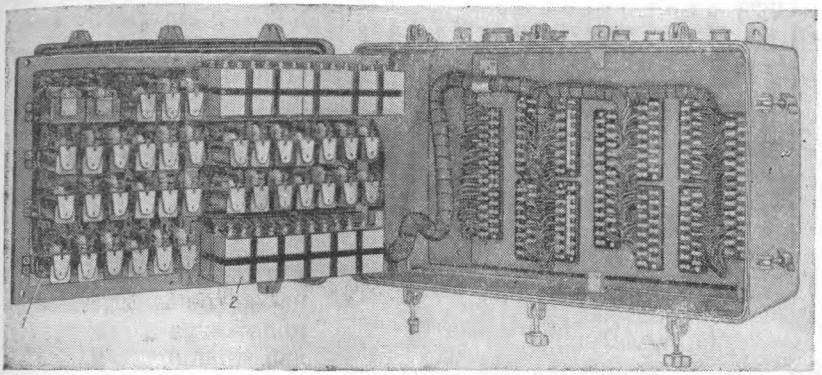


Рис. 1. 59. Центральный коммутатор с открытой дверцей и повернутой релейной рамой

Коммутационная секция *ЦКС* представляет собой брызгонепроницаемый силуминовый шкаф с дверцей, внутри которого укреплены на стальной раме реле, конденсаторы и платы с зажимами. На внутренней части дверцы имеются три ряда ключей типа «*53*» — по одиннадцати в каждом ряду, одиннадцать вызывных и столько же отбойных ламп с сопротивлениями.

На рис. 1. 60 представлена лицевая сторона дверцы секции, где расположены три горизонтальных ряда рукояток ключей *4*, по одиннадцати в каждом ряду. Горизонтальные ряды ключей выполняют функции соединительных шнуров в береговых коммутаторах и по аналогии с ними носят название шнуров или шнуровых линий. При повороте ключей в одном горизонтальном ряду в ту или иную сторону абонентские линии присоединяются к двум различным соединительным шинам, так как каждый горизонтальный ряд ключей в *ЦКС* образует два шнура. Над каждой вертикальной группой из трех ключей имеются два отверстия (окна), закрытые линзами. В верхнем ряду расположены линзы *1* молочного цвета для вызывных лампочек, а в нижнем ряду — линзы *2* зеленого цвета для отбойных лампочек. Слева расположены планки *7* с номерами горизонтальных рядов ключей и планки *5* и *6* с надписями соответственно «*Вызов*» и «*Отбой*». Внизу имеются заводской

щиток *9* и щиток *8* с названием обслуживаемой группы телефонов. Между линзами укреплены планки *3* с названиями или номерами абонентов.

Секция *ЦКС* имеет одиннадцать абонентских комплектов. Из них восемь, предназначенные для включения аппаратов *ТАК-2* или *ТАКО-2*, имеют по три реле. Остальные три комплекта комбинированные и имеют по пять реле. Один из этих комплектов предназначен для дежурного телефониста, обслуживающего абонентов *КРТС*, а два других — для связи *КРТС* по соединительным линиям с другими телефонными станциями. При отсутствии соединительных линий комбинированные комплекты могут быть использованы как обычные абонентские.

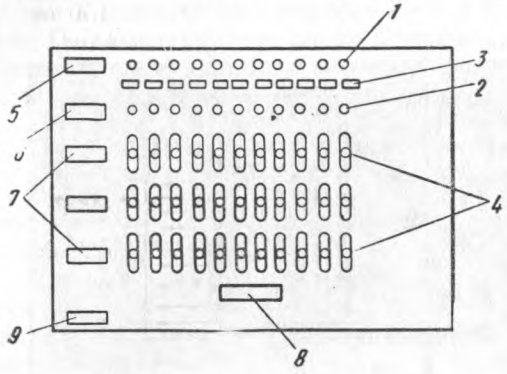


Рис. 1.60. Размещение деталей на лицевой стороне дверцы секции коммутатора типа *КРТС*

Ключи типа «*53*» имеют три положения, из которых среднее — положение покоя, а два крайних — рабочие, причем при рабочем положении ключей абонентские линии подключаются к соединительным шинам, а следовательно, соединяются между собой.

Станционная часть *КРТС* состоит из устройства *ВУ-2*, при помощи которого осуществляется посылка вызова абонентам, прибора *ВУ-1*, снабженного разговорными приборами для дежурного телефониста, номеронабирателем для вызова абонентов АТС и сигнально-вызывными приборами.

К разговорным приборам относятся микрофон, телефон, микрофонный трансформатор, дроссели и конденсаторы, а к сигнально-вызывным — индуктор, индукторное реле *РИ*, реле пуска токовращателя *РПТ*, общевызывное реле *ОВР* с общевызывной лампочкой *ОВЛ*, три общеотбойных реле *ООР* с общеотбойной лампочкой *ООЛ*, звонки переменного тока типа *ЗВИ* и постоянного — *ЗВОФ*, две сигнальные лампочки ($КЛ_1$ — для сигнализации о поступлении вызова или отбоя от абонента и $КЛ_2$ — для сигнализации отсутствия в сети переменного напряжения для работы *ВУ-2*), а также переключатель звонка $КЗВ_2$, включающий в общевызывную и общеотбойную цепи звонок *ЗВОФ* или контрольную лампочку $КЛ_1$.

Контрольная лампочка $КЛ_2$ загорается при замыкании контактов *21—22* реле *РП ВУ-2* (см. рис. 1.56) и при пропадании в

сети переменного напряжения. Реле переменного тока *РП* в *ВУ-2* в этом случае остается без питания.

При большом количестве абонентов необходима установка дополнительной группы секций, для обслуживания которой требуется второй телефонист.

Каждая группа из нескольких секций, снабженная приборами *ВУ-2* и *ВУ-1* и обслуживаемая одним телефонистом, носит название рабочего места.

Количество рабочих мест в установке *КРТС* может быть доведено до трех, общая емкость станции может достигать 150 номеров. Соединение абонентов разных рабочих мест производится телефонистами при помощи передаточных линий.

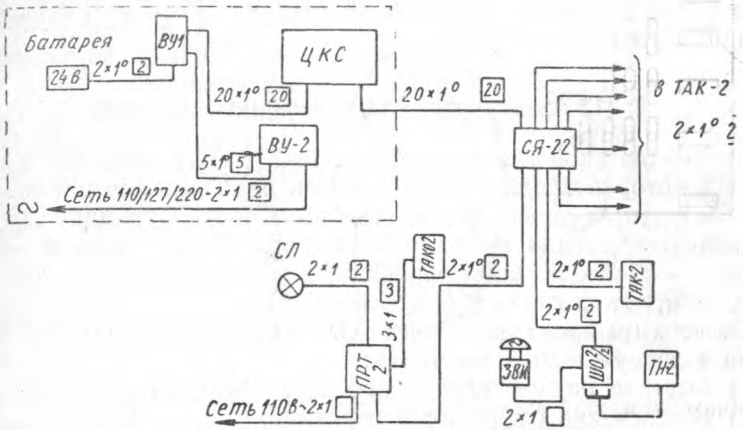


Рис. 1.61. Скелетная схема установки *КРТС* с одной секцией *ЦКС*

Кабели, соединяющие отдельные приборы на *КРТС*, имеют различное количество жил, зависящее от количества входящих в станцию *ЦКС*, от наличия соединительных линий и от числа рабочих мест.

Соединительный кабель между *ВУ-1* и *ВУ-2* имеет пять занятых жил.

Соединительный кабель между *ВУ-1* и коммутационной секцией *ЦКС* при наличии одной *ЦКС* без соединительных линий имеет двадцать занятых жил.

При наличии соединительных линий количество используемых жил в кабеле увеличивается на четыре, из которых три используются в цепи номеронабирателя, а один — в цепи вызывной педали.

На рис. 1.61 приведена скелетная схема установки *КРТС* с одной секцией *ЦКС*. Установка оборудована:

а) коммутационной секцией типа *ЦКС*;

б) вызывным устройством *ВУ-1*;

в) вызывным устройством *ВУ-2*;
г) аккумуляторной батареей на 24 *в*;
д) телефонными аппаратами типа *ТАК-2*, *ТАКО-2* и головными типа *ТН-2*, *ТЗШ-2*, *ТЛШ-2*;
е) прерывателями светового сигнала типа *ПРТ-2*;
ж) соединительными ящиками.

В установке применена мостовая схема питания микрофонов.

В числе абонентов установки *ЦКС* имеется восемь с телефонными аппаратами *ТАК-2*, один — с головным телефоном *ТН-2*, включающимся в штепсельную розетку типа *ШО-2/2* с подключенным звонком типа *ЗВИ* и один — с аппаратом *ТАКО-2* и прерывателем *ПРТ-2* с сигнальной лампой *СЛ*.

Абонентские линии включены в *ЦКС* магистральным кабелем через соединительный ящик *СЯ-22*. Однако возможно включение и индивидуальным кабелем.

§ 31. Автоматические телефонные станции

Автоматической телефонной станцией (АТС) называется станция, на которой соединение абонентов производится автоматически без участия телефониста. При этом часть функций в осуществлении соединения выполняют приборы АТС — реле, искатели, а часть — абонент (такие функции, как распознавание тех или иных сигналов станции и набор номера).

Основными преимуществами АТС по сравнению со станциями ручного обслуживания являются:

1) быстрое осуществление процесса соединения абонентов;
2) обеспечение секретности передачи;
3) соединение абонентов без участия телефониста и сокращение эксплуатационных расходов.

Опыт эксплуатации АТС на морском транспорте показал целесообразность их широкого применения для телефонизации судов.

Телефонный аппарат АТС

Телефонные аппараты автоматических телефонных станций отличаются от телефонных аппаратов ручных станций системы *ЦБ* тем, что они оборудованы дополнительно так называемым номеронабирателем.

Номеронабиратель предназначен для набора номера вызываемого абонента.

При наборе номера пружины номеронабирателя размыкают и замыкают цепь постоянного тока батареи АТС. При этом создаются импульсы тока, которые управляют на станции работой приборов.

Как видно из схемы на рис. 1.62, устройство номеронабирателя следующее.

На оси *1* наглухо закреплены диск *2* с десятью пронумерованными отверстиями и храповик *3*. Червячное колесо *4* сидит свободно на этой же оси. В зубцы храповика *3* упирается собачка *5*, ось которой закреплена на червячном колесе *4*, сцепляющемся с червячной осью *6*. В конце оси укреплен эксцентрик *7* из изоляционного материала. Эксцентрик скользит между контактными пружинами импульсного контакта *ИК* при вращении оси *6*. На противоположном конце оси находится регулятор скорости.

Действие номеронабирателя происходит следующим образом. При наборе нужной цифры абонент поворачивает диск по часовой стрелке так, чтобы отверстие с соответствующей цифрой дошло до неподвижного упора *8*, после чего диск освобождается. При движении диска по часовой стрелке заводится спиральная пружина *9*, а храповик *3* свободно скользит под собачкой *5*, не создавая сцепления с червячным колесом *4*, поэтому последнее, а вместе с ним и червячная ось *6* остаются неподвижными.

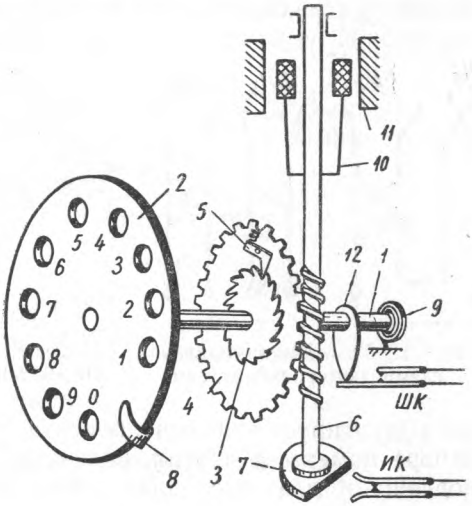


Рис. 1. 62. Принцип устройства номеронабирателя

Когда диск *2* освобождается, ось *1* с диском и храповиком *3* под действием спиральной пружины *9* начинает вращаться против часовой стрелки. При этом зубец храповика *3*, упираясь в собачку, вызывает вращение червячного колеса *4* и оси *6* также против часовой стрелки.

Червячная передача рассчитана таким образом, что количество оборотов ее оси соответствует количеству размыканий и замыканий импульсного контакта *ИК*, соответствующих набираемой цифре.

Обеспечение равномерности посылаемых в линию импульсов тока достигается при помощи расположенного на оси *6* регулятора скорости. Он состоит из двух грузиков *10*, находящихся внутри тормозного кольца *11* и прикрепленных к оси *6* пружинящими держателями. При вращении оси *6* грузики *10* под влиянием центробежной силы расходятся, преодолевая при этом действие пружинящего держателя и силу трения внутренней поверхности тормозного кольца *11*. С повышением скорости увеличивается сила трения, регулируя таким образом равномерность вращения механизма номеронабирателя.

Кроме импульсного контакта, номеронабиратель имеет шунтирующий контакт *ШК*, управляемый эксцентриком *12*, наглухо сидящим на оси *1*. Контакт *ШК* при бездействии номеронабирателя разомкнут и замыкается только в периоды поворотов диска, шунтируя при наборе номера разговорную часть схемы аппарата.

Скорость вращения диска номеронабирателя должна обеспечивать посылку 10—11 импульсов в секунду (или 0,1 сек. на один импульс, т. е. на одно замыкание и одно размыкание).

Так как на телефонной станции электромагнит искателя срабатывает при размыкании цепи, то время размыкания импульсного контакта номеронабирателя $t_р$ берут равным 62,5 *мсек*, а время замыкания $t_з$ — 37,5 *мсек*.

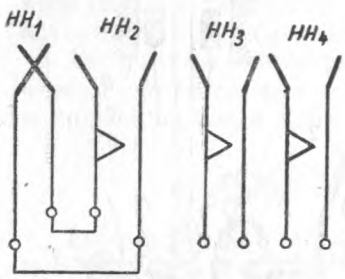


Рис. 1. 63. Принципиальная схема номеронабирателя

Отношение $t_р$ к $t_з$ носит название импульсного коэффициента. В данном случае

$$k = \frac{t_р}{t_з} \approx 1{,}66.$$

Кроме контактных групп *ИК* и *ШК*, в последних типах номеронабирателей устанавливаются две дополнительные группы, из которых одна шунтирует телефон абонента, уничтожая щелчки в нем при наборе номера, а другая, включенная параллельно контакту *ИК*, поглощает два последних холостых импульса от него, служащих для увеличения промежутка времени между посылкой отдельных серий импульсов. В результате этого с началом посылки импульсов контакт *ИК* размыкается, а в момент прохождения последних двух импульсов замыкается, и они на линию не поступают. На рис. 1. 63 изображена электрическая схема номеронабирателя. Контакт *ИК* обозначен через $НН_1$, его дополнительный контакт — через $НН_2$, контакт *ШК* — через $НН_3$ и контакт шунтирования телефона — через $НН_4$.

Телефонный аппарат для судовых АТС

В качестве абонентских телефонных аппаратов для судовых АТС применяются настенные аппараты типа *ТАС-47* и каютные типа *ТАК-47*, а также модернизированные — *ТАК-47м* и *ТАС-47м*. Микрофон, применяемый в них, имеет капсюль *МК-10ЦБ*, а телефон — капсюль *ТК-47*. Сопротивление телефона постоянному току составляет примерно 64 *ом*, переменному частотой 1000 *гц* — 300 *ом*.

Абонентские аппараты указанных типов обеспечивают нормальную работу при температуре окружающего воздуха от —40 до +60° С и относительной влажности воздуха до 95%. Кроме

того, они устойчиво работают при уровне шумов до 60 *дб* и при сопротивлении абонентской линии постоянному току до 400 *ом*.

Добавочных телефонных трубок аппараты не имеют. Питание их микрофонов осуществляется от батареи напряжением 24 *в*. В аппарате применена противоместная схема компенсационного типа.

На рис. 1.64 представлена принципиальная электрическая схема аппарата типа *ТАС-47*. Как видно из схемы, импульсный контакт $НН_1$ включен последовательно в разговорную часть схемы, а шунтирующий контакт $НН_3$ — параллельно, причем в нерабочем состоянии этот контакт разомкнут, а при замыкании он шунтирует

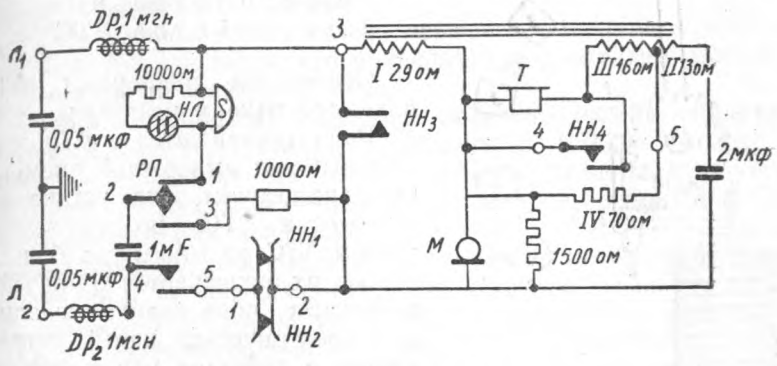


Рис. 1.64. Принципиальная схема телефонного аппарата типа *ТАС-47*

разговорную часть схемы аппарата, включая все сопротивления, в том числе и изменяющееся сопротивление микрофона. Благодаря этому величина тока импульсов становится больше, а амплитуда их не изменяется.

Звонок в аппарате *ТАС-47* поляризованный, одночашечный. Параллельно ему в схеме аппарата включена неоновая лампочка оптического сигнала вызова с последовательным сопротивлением в 1000 *ом*.

Для уменьшения помех радиоприему, создаваемых при посылке импульсов контактами *НН* номеронабирателя, в аппарате имеется фильтр низкой частоты, состоящий из двух дросселей и двух конденсаторов.

Аппарат *ТАС-47*, как и все судовые телефонные аппараты, имеет брызгонепроницаемую конструкцию, корпус его, крышка и микротелефонная трубка сделаны из силумина. Все детали аппарата внутри корпуса предохраняются от проникновения влаги резиновой прокладкой, плотно прижатой крышкой по периметру корпуса. Вводный кабель и подвижные детали защищены сальниками. Микротелефонная трубка укреплена специальным держателем.

Схема аппарата *ТАК-47* аналогична *ТАС-47*. Различие заключается лишь в том, что в аппарате *ТАК-47* отсутствует оптический сигнал вызова, а звонок двухчашечный. Корпус и микротелефонная трубка аппарата *ТАК-47* сделаны из пластмассы. Цифры и буквы номеронабирателя покрыты самосветящимся составом. Микротелефонная трубка удерживается при качке зажимными роликами. Кожух аппарата для устранения помех радиоприему экранирован металлическим порошкообразным покрытием. Аппарат устанавливается на столе на четырех резиновых подкладках.

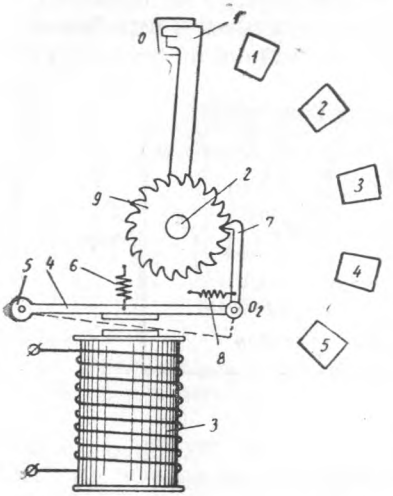


Рис. 1. 65. Принцип устройства шагового искателя

Соединительные устройства АТС

Основными приборами АТС являются реле и искатели.

Реле применяются в АТС нормальные и с выдержкой времени. Они аналогичны реле, устанавливаемым в РТС, но количество реле в АТС во много раз больше и роль их заключается в последовательном образовании различных электрических цепей, приводящих в действие ряд приборов, в том числе один из основных — искатель.

Принципиальное устройство искателя шагового типа, характерного для судовых АТС, представлено на рис. 1. 65.

Шаговым этот искатель называется потому, что его контактные щетки передвигаются шаг за шагом по контактному полю искателя при каждом притяжении якоря электромагнита искателя.

Основными элементами шагового искателя являются:

а) контактное поле, представляющее собой группу изолированных друг от друга неподвижных контактов, расположенных по дуге окружности. К этим контактам подключаются абонентские линии или выводы на другие приборы. Первый контакт (нулевой), обычно холостой, является исходным;

б) контактные щетки, представляющие собой металлические пружины *1*, наглухо сидящие на оси *2* и скользящие при вращении оси по контактному полю;

в) движущий механизм, состоящий из электромагнита *3* с якорем *4*, сидящим на оси *5* и постоянно оттягиваемым пружиной *6*.

Свободный конец якоря шарнирно связан с собачкой *7*, прижимающейся пружиной *8* к зубьям храповика *9*, жестко закрепленного на оси *2*.

При наборе номера абонента АТС в линию посылается опреде-

ленное количество импульсов. Эти импульсы поступают в электромагнит движущего механизма искателя, якорь которого начинает пульсировать; при притяжении якоря собачка идет вниз и поворачивает храповик на один зубец по направлению часовой стрелки, а при выключении питания из обмотки электромагнита якорь под воздействием пружины *6* возвращается в исходное положение, собачка свободно скользит по зубьям храповика. Вместе с поворотом храповика поворачивается ось *2* со щеткой *1*, которая переходит с холостого на следующий контакт. Таким образом, в зависимости от количества поступаемых в обмотку электромагнита импульсов тока щетки передвигаются на контакты поля, соответствующие вызываемому абоненту.

Рассмотренный тип искателя называется искателем обратного действия, так как щетки его приводятся в движение в момент отпускания якоря электромагнита.

В работе отдельных элементов искателя можно обнаружить аналогию с соответствующими элементами РТС, а именно: контакты поля искателя АТС соответствуют гнездам коммутатора РТС, щетки искателя — штепселям шнуров, движущий механизм — работе рук телефониста.

Для установления соединения абонентов необходимо наличие не менее двух проводов, поэтому поле искателя состоит из нескольких параллельных рядов контактов, по каждому из которых синхронно и синфазно движется щетка, электрически изолированная от других, но связанная механически с ними. Таким образом, щетки одного искателя составляют единый комплект, получающий вращение от оси *2*.

Существует много типов искателей АТС, отличающихся устройством и взаимным расположением своих основных элементов, типом движущего механизма, характером движения щеток и емкостью контактного поля.

В зависимости от типа движущего механизма различают искатели с индивидуальным и групповым приводом.

Искатель с индивидуальным приводом приведен на рис. 1.65. Каждый такой искатель имеет свой собственный электромагнитный движущий механизм и каждому импульсу тока соответствует перемещение щеток на один контакт. Такие искатели называются ш а г о в ы м и. При групповом приводе источником движения является постоянно вращающийся вал электродвигателя, который при помощи передаточных валов и зубчатых сцеплений сообщает движение щеткам целой группы искателей. Подобные искатели носят название м а ш и н н ы х.

Характеру привода соответствует конструкция контактного поля. Так, в шаговом искателе контактное поле, составляющее самостоятельный узел, индивидуальное.

Одноименные ламели искателей электрически соединяются между собой проводниками. В машинном искателе групповое контактное поле выполнено в виде струн, закрепленных на вертикаль-

ных рамах. Такое поле обслуживает несколько десятков искателей, расположенных параллельно друг под другом.

Различают искатели с движением щеток в одной или в двух плоскостях. Машинный искатель имеет двоякое движение щеток — вращательное и радиальное. Шаговый искатель небольшой емкости имеет только одно вращательное движение щеток. Кроме того, широко распространен декадно-шаговый искатель с подъемно-вращательным движением щеток, в котором для нахождения горизонтального ряда, состоящего из десяти контактов, щетки поднимаются вверх, а затем вращаются, отыскивая в найденном десятке определенный номер.

В настоящее время в судовых АТС применяются шаговые вращающиеся искатели типа *ШИ-25* и *ШИ-11* с емкостью поля 11, 25, и 50 контактов в одном ряду. Скорость движения щеток искателя

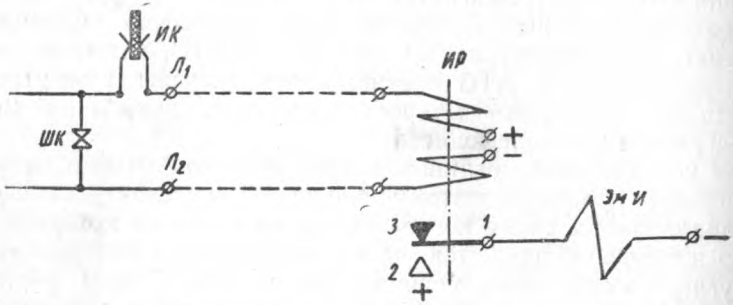


Рис. 1. 66. Принципиальная схема вынужденного движения искателя

равна 10—12 шагам в секунду и может достигать 40 шагов в секунду. Для устойчивой работы шагового искателя его электромагнит должен получать импульсы тока величиной 0,4—1,1 *а* в зависимости от типа искателя. Для обеспечения такой величины тока в телефонных линиях, имеющих значительные омические сопротивления, понадобилось бы подключение слишком высокого напряжения, что практически нецелесообразно. Поэтому импульсы, посылаемые номеронабирателем, направляются вначале в импульсное реле *ИР*, работающее при величине тока в несколько десятков миллиампер, которое и управляет пульсированием якоря электромагнита искателя.

Искатель может иметь вынужденное и свободное движение.

Вынужденным называется движение искателя, осуществляемое им под воздействием импульсов тока, возникающих в результате набора абонентом номера номеронабирателем.

На рис. 1.66 представлена принципиальная схема вынужденного движения искателя, из которой видно, что ток проходит от плюса через импульсное реле *ИР*, контакт *ИК* номеронабирателя, контакт *ШК*, минуя разговорные приборы аппарата абонента при

замкнутом контакте *ИК*. В этом случае реле *ИР* замыкает свой контакт *1—3*, а контакт *1—2* размыкает, вследствие чего электромагнит искателя *ЭмИ* тока не получает. Если же контакт *ИК* разомкнут, тока в линии нет, реле *ИР* отпускает контакт *1—3*, и электромагнит искателя *ЭмИ* получает ток. При наборе номера *ИК* то размыкается, то замыкается, вследствие чего реле *ИР* пульсирует.

Одновременно получает импульсы тока и электромагнит искателя, который и передвигает щетки на столько контактов поля, сколько импульсов получено от номеронабирателя.

Свободным называется движение искателя, которое совершается без участия абонента. Импульсы тока посылает при этом электромагнит искателя при помощи пульспары.

Как показано на рис. 1. 67, пульспара состоит из реле *Р* с контактом *1—2* и электромагнита искателя *ЭмИ* с самопрерывающимся контактом *СПК*.

В момент возникновения свободного движения искателя ток идет по цепи:

плюс, обмотка реле *Р*, контакт *СПК*, минус.

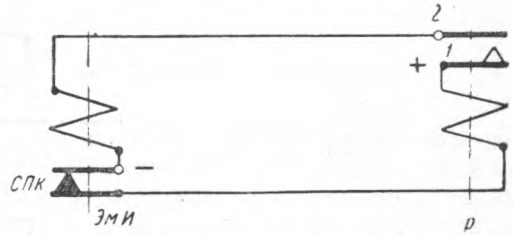


Рис. 1. 67. Принципиальная схема свободного движения искателя

Реле *Р* срабатывает и замыкает свой контакт *1—2*, благодаря чему образуется цепь:

плюс, контакт *1—2* реле *Р*, обмотка *ЭмИ*, минус.

В этой цепи *ЭмИ* притягивает свой якорь и обрывает контакт *СПК*, в результате чего реле *Р* отпускает якорь и обрывает свой контакт *1—2*, *ЭмИ* лишается питания, его контакт *СПК* замыкается, восстанавливая первоначальную цепь, и процесс начинается снова.

Таким образом, *ЭмИ* то получает импульсы тока, то лишается их, передвигая щетки с одного контакта на другой до тех пор, пока не нарушится первоначальная цепь.

Основными функциями искателей являются:

1) нахождение линии вызываемого абонента. Такой искатель носит название линейного (или линейного соединителя); сокращенно их обозначают соответственно через *ЛИ* или *ЛС*;

2) нахождение группы абонентов, в состав которой входит вызываемый абонент. В этом случае искатель носит название группового *ГИ* или групповыбирателя *ГВ*;

3) подключение линии вызывающего абонента к одному из свободных в данный момент *ЛС* в качестве предыскателя *ПИ*, или же подключение к линии вызывающего абонента свободного шнура в качестве искателя вызова *ИВ;*

4) подключение других различных приборов.

Прежде чем рассматривать основные скелетные схемы АТС, остановимся на возможных случаях включения искателя.



Рис. 1. 68. Скелетная схема включения абонентской линии в искатель

Как видно из представленной скелетной схемы (рис. 1. 68), здесь абонентская линия подключена непосредственно к щетке искателя *И*, индивидуального для каждого абонента. В контактное поле искателей линии абонентов АТС включены многократно.

Это включение характерно для простейшей АТС (рис. 1. 69) с большой нагрузкой, для специальных линий крупных АТС, а также для судовых АТС (включение аппаратов некоторых руководя-

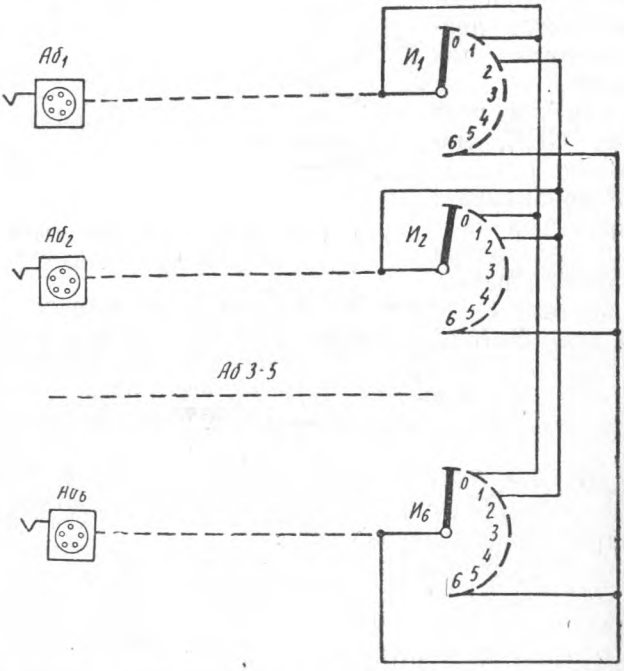


Рис. 1. 69. Скелетная схема АТС с прямым исканием

щих абонентов). Такое включение называется схемой с прямым исканием. На АТС большой емкости применять ее нецелесообразно, так как она требует установки большого количества *ЛИ* при малом коэффициенте их использования.

На схеме искатели условно содержат по одной щетке, вращающейся по контактному полю, а абонентские линии показаны однопроводными. В состоянии покоя щетки находятся на нулевых контактах. Так как принцип включения линий всех абонентов станции аналогичен, в скелетных схемах АТС может быть представлена схема включения линии только одного абонента.

Как видно из схемы на рис. 1.70, в отличие от включения по схеме прямого искания абонентская линия может быть вклю-

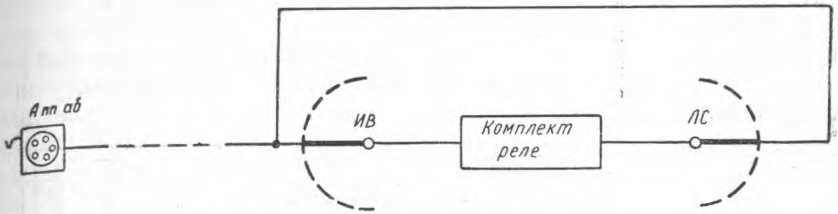


Рис. 1.70. Скелетная схема обратного предыскания

чена в один из контактов поля искателя, остальные контакты которого будут заняты другими абонентами. Этот принцип включения многократно повторяется во всех искателях, которые, таким образом, являются уже не индивидуальными для каждого абонента, а коллективными. В оборудовании станции АТС предусмотрен в зависимости от ее емкости определенный процент парных ис-

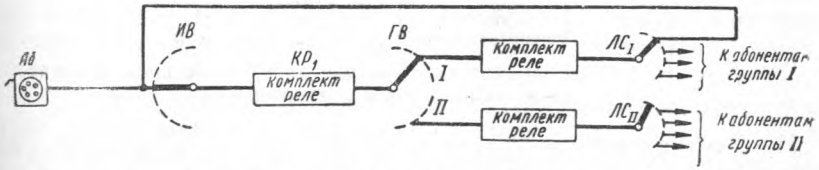


Рис. 1.71. Скелетная схема АТС обратного предыскания с группообразованием

кателей — вызова и линейных соединителей *ЛС*, устанавливающих соединение абонентов (рис. 1.71) и связанных через комплект реле друг с другом.

Этот принцип включения абонентов носит название схемы с обратным предысканием.

Шаговый искатель имеет в контактном поле три или четыре ряда контактов, обозначаемых через *a*, *b*, *c* и *d*, по которым скользят щетки, соответствующие этим рядам. Ряды *a* и *b* называют линейными, так как в их контакты включаются абонентские линии, ряд *c* — служебный, служащий для коммутации, связанной с пробой на занятость и блокировкой линий абонентов, а ряд *d*, часть

контактов которого соединены накоротко между собой, служит для возврата искателя в нулевое положение. На схеме рис. 1.69 искатели условно представлены одним рядом контактов в виде дуги и одной щеткой.

В первые контакты всех искателей многократно включена линия абонента № 1, во вторые контакты всех искателей — линия абонента № 2. Аналогично включены и остальные абоненты станции.

Рассмотрим принцип работы приборов АТС при вызове абонентом № 1 абонента № 6 по схеме прямого искания.

Вызов станции. Абонент № 1 снимает трубку и ему посылается сигнал готовности (низкий зуммерный гудок) приборов станции к выполнению его заказа. Это соответствует процессу опроса абонента на РТС.

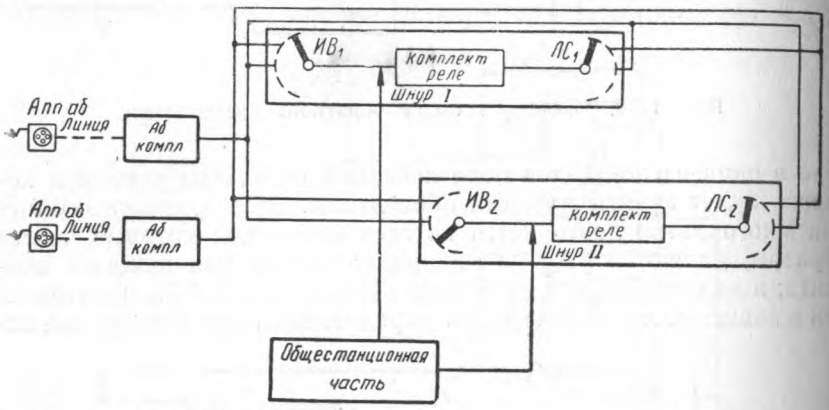


Рис. 1.72. Принципиальная схема многократного включения абонентских линий в поля искателей

Набор номера. Услышав сигнал готовности, абонент с помощью номеронабирателя набирает, например, № 6. При этом импульсы тока вызывают вынужденное движение щеток искателя первого абонента, они перейдут с нулевого контакта на контакт шестой, в который включена линия вызываемого абонента. Абоненту № 6 посылается сигнал вызова. При ответе абонента № 6 осуществляется разговор.

Отбой. По окончании разговора абоненты вешают трубки. При этом искатель свободным движением возвращается в исходное положение.

Рассмотрим принцип работы приборов АТС при установлении соединения абонентов по схеме обратного предыскания (рис. 1.70).

Вызов станции. Абонент снимает трубку, при этом незанятые *ИВ* свободным движением разыскивают линию вызываемого абонента. Как только один из *ИВ* находит эту линию, он останавливается, одновременно с ним прекращают движение все

остальные *ИВ*, и вызывающему абоненту посылается сигнал готовности приборов станции к приему импульсов набора номера.

Набор номера. Услышав сигнал готовности, абонент набирает номер. *ЛС*, включенный в одну шнуровую линию с *ИВ*, занявшим контакты вызывающего абонента, получает вынужденное движение и устанавливает щетки на контакты, в которые включена линия вызываемого абонента. Последнему посылается вызов и при снятии им микротелефонной трубки устанавливается разговорная цепь.

Отбой. По окончании разговора, когда абоненты повесят микротелефонные трубки, все реле, бывшие при соединении под током, отпустят, *ЛС* свободным движением возвратится в исходное положение. При этом происходит освобождение линий абонентов и шнура. *ИВ* остается на месте, так как исходного положения он не имеет.

Приведенная схема обратного предыскания применяется в случаях, когда емкость АТС не превышает емкости контактного поля искателей. В противном случае применяется схема группообразования. При этой схеме общее количество абонентов станции делится на равные группы, число абонентов в каждой из них не превышает емкости контактного поля искателя. Кроме искателей *ИВ* и *ЛС*, в шнур вводится еще групповыбиратель *ГВ*, имеющий вынужденное и свободное круговые движения. На рис. 1.71 показана скелетная схема обратного предыскания с группообразованием, из которой видно, что абонентские линии включены в контактные поля *ИВ* и *ЛС*. Щетки *ИВ* и *ГВ* через комплект реле соединены друг с другом, т. е. образуют шнур. Контактное поле *ГВ* разбито на части по числу групп абонентов станции, в данном случае на две: в контакты группы *I ГВ* включены щетки $ЛС_{I}$, в контактные поля которых включены линии абонентов группы *I*, а в контакты группы *II ГВ* включены щетки $ЛС_{II}$, в контактные поля которых включены линии абонентов группы *II*. Номер абонента содержит, кроме основной, одну или две дополнительные цифры, определяющие группу, в которой находится нужный абонент.

Работа схемы происходит следующим образом.

Вызов станции. Абонент снимает трубку. Свободные *ИВ* работают аналогично предыдущей схеме, и после занятия одним из *ИВ* контактов вызывающего абонента он останавливается на них (все другие *ИВ* также останавливаются). Абоненту посылается сигнал готовности станции к выполнению заказа абонента.

Набор номера. При наборе цифры, обозначающей группу, в которую включен вызываемый абонент, приходит в вынужденное движение *ГВ*, работающий в паре с *ИВ*, занявшим контакты вызывающего абонента. *ГВ* останавливается на первом контакте части контактного поля, где находится первый из *ЛС*, в

поле которого включены абоненты вызываемой группы (см. рис. 1.71), т. е. на первый контакт части поля *I* или *II*. При этом могут быть два варианта: 1) первый *ЛС* этой группы свободен и 2) он занят.

В первом случае при наборе абонентом последующих цифр номера *ЛС* вынужденным движением останавливается на контактах, в которые включена линия вызываемого абонента.

Во втором случае *ГВ* продолжает свободное движение по контактам поля данной группы до момента отыскания свободного *ЛС* этой группы. *ЛС* под воздействием на него импульсов тока номеронабирателя при дальнейшем наборе номера остановится на контактах, в которые включена линия вызываемого абонента. Абоненту посылается вызов.

После того как вызываемый абонент снимет микротелефонную трубку, устанавливается разговорная цепь. В этом случае шнур, соединяющий линии двух абонентов, состоит из *ИВ* и *ГВ*, работающих всегда совместно, и любого из *ЛС* той или иной группы.

Отбой. По окончании разговора, когда абоненты повесят микротелефонные трубки, *ЛС* и *ГВ* свободным движением возвращаются в исходное положение, а *ИВ* остается на месте. При этом происходит освобождение абонентов и шнура, который вновь может быть использован для соединения абонентов.

Функции основных приборов АТС. Аналогично РТС оборудование АТС состоит из трех основных частей: абонентской, шнуровой и станционной. На рис. 1.72 показана скелетная схема АТС с обратным предысканием, наиболее распространенная на судах. Абонентская часть здесь представлена двумя абонентскими комплектами, шнуровая часть — двумя шнурами и, наконец, станционная часть — одним комплектом.

Рассмотрим принципиальную схему АТС в последовательности, принятой при установлении соединения абонентов.

Вызов станции. Абонент снимает микротелефонную трубку и к его линии свободным движением подключается один из *ИВ*, принадлежащий незанятому шнуру. После этого абонент слышит сигнал готовности станции к приему импульсов набора номера.

Принципиальная схема посылки абоненту сигнала готовности представлена на рис. 1.73. Из схемы видно, что при замыкании контакта *К* соответствующего шнурового реле зуммер посылает прерывистый (а в некоторых схемах переменный) ток через обмотку *III* импульсного реле *ИР*. При этом в обмотках *I* и *II ИР* индуктируется э. д. с., вызывающая появление в аппарате абонента переменного тока звуковой частоты.

Набор номера. Получив сигнал готовности, абонент набирает номер. При этом импульсы, посылаемые номеронабирателем, поступают в реле *ИР*, которое своими пульсирующими контактами замыкает и разрывает цепь электромагнита *ЛС*, приводя в вынужденное движение его щетки. В результате этого *ЛС*

находит контакты, в которые включена линия вызываемого абонента. Соответствующая схема представлена на рис. 1.66.

Проба на занятость. Прежде чем послать абоненту вызов, производится проба его линии на занятость. Для этого используются специальные пробные реле *Пр*, имеющиеся в каждом шнуре, и разделительные реле *РР*, которые имеются в абонентских комплектах.

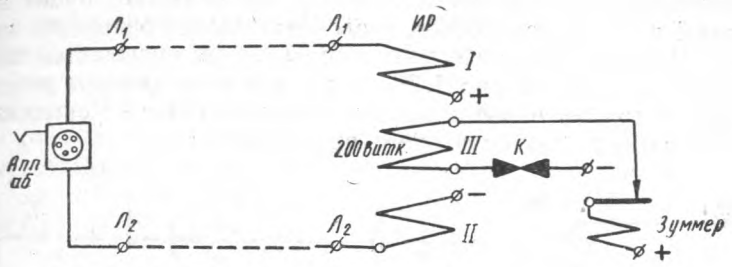


Рис. 1.73. Принципиальная схема прохождения сигнала готовности

Схема пробы на занятость представлена на рис. 1.74. Здесь имеются два шнура: первым, с $ЛС_1$, выполнено соединение с линией вызывающего абонента, а второй, с $ЛС_2$, подключен к заня-

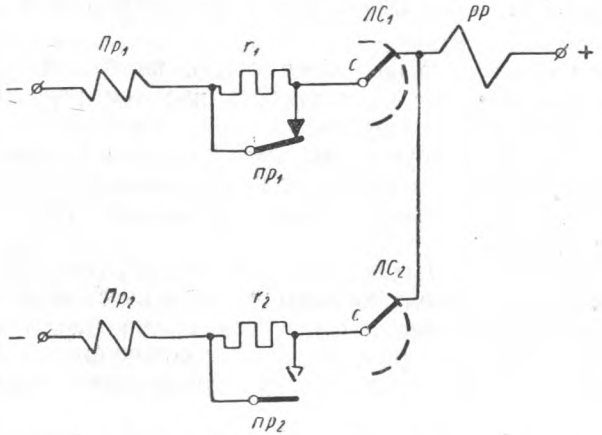


Рис. 1.74. Принципиальная схема пробы линии вызываемого абонента на занятость

той линии (на рисунке представлены щетки *с* и контакты *с* поля каждого искателя).

Как видно из схемы, при занятости линии абонента под током находятся разделительное реле *РР* и обмотка пробного реле $ПР_1$; сопротивление же r_1, последовательно подключенное к реле $ПР_1$;

зашунтировано его контактом; ток в цепи реле $ПР_1$ и $РР$ достаточной величины, поэтому контакты их замкнуты.

При наборе номера абонента, линия которого занята, шнур с $ЛС_2$ присоединяется также к контактам, к которым подключен шнур с $ЛС_1$. Образуется цепь из последовательно соединенных обмотки реле $ПР_2$ и сопротивления r_2, параллельно подключенных к цепи $ПР_2$ и r_1. Ввиду отсутствия во втором шнуре шунтировки сопротивления r_2 величина тока в обмотке реле $ПР_2$ будет недостаточной и оно не сработает, а следовательно, соединение не состоится. Вызывающему абоненту в этом случае посылается сигнал занятости по схеме на рис. 1.73, но здесь в цепи зуммера работает контактная группа пульс-пары, поэтому в отличие от сигнала готовности сигнал занятости будет прерывистым.

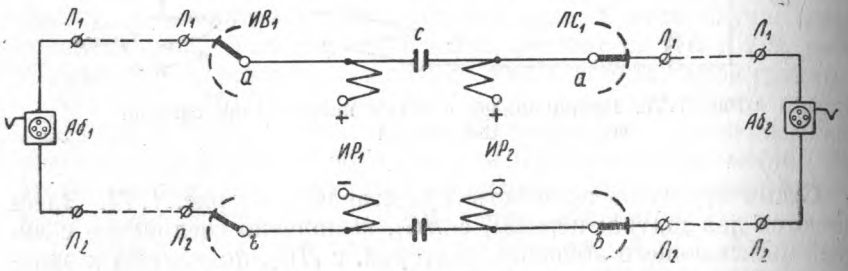


Рис. 1.75. Принципиальная разговорная схема

Посылка вызова. Если линия вызываемого абонента свободна, то при пробе на занятость пробное реле $ПР_1$ в цепи рис. 1.74 сработает, замкнет свой контакт, шунтируя r_1. Линия вызывающего абонента будет, таким образом, заблокирована, а вызываемому будет направлен вызов переменным током. Часть этого тока ответвляется в линию вызывающего абонента для контроля посылки вызова.

Соединение. После того как вызванный абонент снял микротелефонную трубку, образуется цепь по схеме на рис. 1.75. Микрофоны обоих абонентов в данной схеме получают питание через соответствующие реле, которые в совокупности с конденсаторами образуют мосты питания (в данном случае мосты сложного типа).

Отбой. Когда, закончив разговор, оба абонента повесят микротелефонные трубки, нарушается целый ряд электрических цепей, реле в них отпускают свои контакты и образуются цепи для свободного движения $ЛС$, который и возвращается в исходное положение. С этого момента все цепи окончательно обрываются и линии абонентов и шнур освобождаются.

Сбрасывание. Определенным абонентам станции (обычно капитану или другим командирам судна, которые носят название специальных или особых абонентов) в судовых АТС предо-

ставляется возможность безотказного соединения с любым, даже занятым абонентом. При этом производится принудительное отключение не требующегося командиру абонента, занятого разговором с вызываемым. Такое отключение носит название «сбрасывание». Отключенному абоненту в этом случае посылается сигнал занятости.

Схема сбрасывания представлена на рис. 1.76, где показана цепь блокировки, существующая между линиями абонентов *А* и *Б* в ряду *с* искателем *ЛС*, шнур которого их соединяет.

Особые абоненты имеют шнуры специальной конструкции и их линии включены в станцию по схеме прямого искания. На рисунке показан момент сбрасывания абонента *А*. Оно заключается в том, что щетка *с* особого искателя *ОЛС* подключает плюс батареи к реле $РР_Б$ вызываемого абонента *Б*. По этой причине в шнуре с искателем *ЛС* шунтируется пробное реле *Пр*, в результате чего оно отпускает свои контакты, искатель *ЛС* возвращается в исходное положение и нарушает соединение между абонентами *А* и *Б*. К особому абоненту остается подключенным вызванный им абонент *Б*; абоненту *А* посылается сигнал занятости.

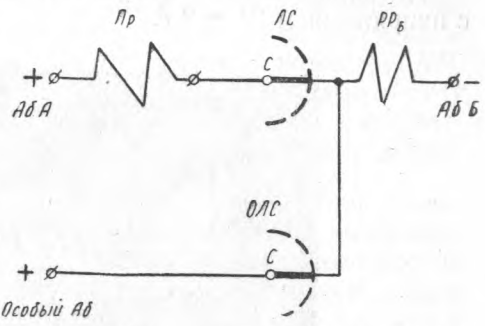


Рис. 1.76 Принципиальная схема сбрасывания

Как видно из описания принципа работы и функций основных приборов АТС, существует определенная последовательность в их работе. Поэтому методика разбора электрических схем АТС заключается в том, что нужно прежде всего присмотреться к положениям контактов при бездействии реле и изменениям их при срабатывании реле. Работу схемы следует разбирать по отдельным процессам, изучив заранее, какие основные приборы должны находиться под током при установлении того или иного процесса по обслуживанию абонентов АТС.

§ 32. Автоматическая телефонная станция на 10 номеров

Технические особенности станции

Станция на десять номеров (*КАТС-10м*) представляет собой автоматическую телефонную станцию двухпроводной системы емкостью десять номеров. Конструктивно станция оформлена в литом из силумина брызгонепроницаемом корпусе.

Внутри корпуса на поворотной раме размещаются приборы и детали станции. Доступ к лицевой стороне станции обеспечивается поворотом крышки вправо или снятием ее, для чего необходимо освободить все затяжки. Доступ к монтажной стороне достигается поворотом сборной рамы влево на 90°. Корпус станции крепится к переборке при помощи резиновых амортизаторов. В нижней части корпуса укреплена гетинаксовая плата с зажимами для подключения абонентских линий, источника питания станции и выносного звонка.

Питание станции осуществляется от аккумуляторной батареи с напряжением 24 ± 2 *в*.

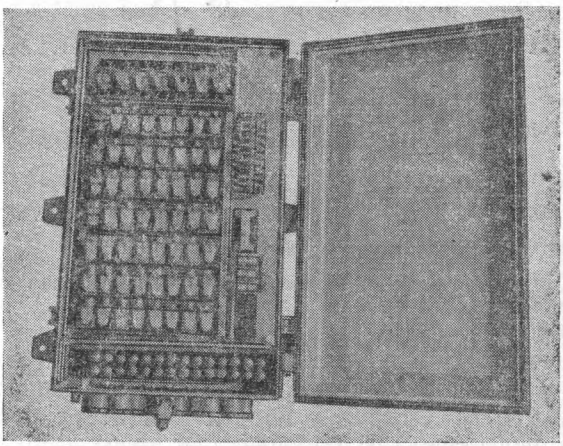


Рис. 1.77. Внешний вид автоматической телефонной станции типа *КАТС-10*м (дверца кожуха открыта)

Станция смонтирована по схеме обратного предыскания, имеет девять обычных и одного особого абонента, четыре шнура (из которых три нормальных и один особый), сигнально-вызывное устройство *СВУ* и выносной звонок типа *ЗВОФ* для сигнализации перегорания предохранителей или вынужденного нахождения искателей длительное время под током.

Установка *КАТС-10*м собрана по схеме обратного предыскания и укомплектована абонентскими телефонными аппаратами типа *ТАС-47* и *ТАК-47*, в качестве микрофонного капсюля в которых применен капсюль типа *МК-10*, а телефонного — капсюль типа *ТК-47*.

На рис. 1.77 станция *КАТС-10*м представлена с раскрытой дверцей кожуха.

Обычный абонентский комплект имеет два реле: линейное *(ЛР)* и разделительное *(РР)*. Так как на станции *КАТС-10*м де-

вять обычных абонентов, то она имеет девять линейных и столько же разделительных реле. Реле расположены попарно: для абонента № 1 в третьем нижнем ряду рамы (см. рис. 1.77), два крайних реле справа, а для абонентов с № 2 по № 9 — в двух нижних рядах.

Нормальная шнуровая линия имеет искатель вызова *ИВ* и линейный соединитель *ЛС*, восемь реле типа *РМ*, конденсатор в 1 *мкф*, два по 2 *мкф* и один в 0,25 *мкф*. В качестве *ИВ* и *ЛС* применены шаговые искатели типа *ШИ-11*, прямого действия, имеющие контактное поле из одиннадцати контактов. Все указанные приборы и детали на станции *КАТС-10*м имеются в трехкратном количестве (по числу обычных шнуров). В верхней части станции (рис. 1.77) слева расположены три *ЛС*, рядом с ними три *ИВ*, в трех верхних рядах размещены шнуровые реле: в верхнем ряду реле первого шнура ($Ш_1$—$Ш_8$), в следующих двух — соответственно реле второго и третьего шнуров. Конденсаторы укреплены на монтажной (оборотной) стороне рамы сверху.

Особая шнуровая линия состоит из особого линейного соединителя *ОЛС* типа *ШИ-11*, девяти реле типа *РМ* и пяти конденсаторов. *ОЛС* укреплен вверху рамы, крайним справа; восемь реле особого шнура ($О_2$—$О_9$) укреплены в четвертом ряду рамы, а реле $О_1$ — в пятом ряду, крайнее слева. Конденсаторы так же, как и для обычных шнуров, укреплены на оборотной стороне рамы.

Общестанционное оборудование состоит из линейного реле *ГЛР* и сигнально-вызывного устройства *СВУ*, в составе которого имеется релейный вибратор маятникового типа *ВР-1*, четыре реле *ВР*, зуммер, вызывной трансформатор, десять конденсаторов и восемь дросселей. Указанные реле *ГЛР* и $ВР_1$—$ВР_4$ укреплены в пятом ряду рамы, а конденсаторы и дроссели — на оборотной ее стороне.

Нумерация абонентов однозначная.

При помощи станции *КАТС-10*м может быть установлена связь как между двумя обычными абонентами, так и между особым и одним из обычных абонентов.

В эксплуатационном отношении особый абонент пользуется преимуществом по сравнению с обычными, заключающимся в том, что он может получить соединение с обычным абонентом, даже если линия последнего занята. При этом линию особого абонента подключают параллельно линиям разговаривающих абонентов, не нарушая их разговора, и таким образом он имеет возможность подслушать последний или принять участие в разговоре в качестве третьего абонента, или, наконец, отключить («сбросить») с предупреждением или без него линию ненужного ему в данный момент абонента, продолжая разговор с вызванным. Для этого особый абонент после набора номера вызываемого абонента набирает дополнительно любую цифру. Отключенному абоненту в этом случае посылается сигнал занятости.

Отбой для обычных абонентов односторонний. Для этого до-

статочно абоненту повесить микротелефонную трубку и его линия освобождается от соединения.

Отбой шнура обычных абонентов двусторонний (т. е. для его освобождения необходимо, чтобы оба абонента повесили микротелефонные трубки).

Отбой шнура особого абонента односторонний. При этом независимо от положения микротелефонной трубки абонента, с которым он разговаривал, аппарат особого абонента и его шнур освобождаются сразу же, как только особый абонент повесит трубку.

Имеющийся на станции *КАТС-10*м прибор *СВУ* обеспечивает посылку абонентам сигналов готовности, занятости, вызова и контроля вызова.

Для посылки абонентам вызова и его контроля используется релейный вибратор в *СВУ*, дающий переменный ток, частота которого равна 40—50 *гц*.

Общее описание работы станции

Вызов станции. Когда абонент снимает трубку, срабатывает его линейное реле *ЛР* и замыкается цепь группового линейного реле *ГЛР*. Последнее, сработав, вызывает свободное движение незанятых искателей вызова *ИВ*, разыскивающих контакты поля, в которые включена линия вызывающего абонента. Как только щетки одного из *ИВ* останавливаются на указанных контактах, срабатывает разделительное реле *РР*, *ИВ* останавливается, прекращают движение все остальные *ИВ*, линия вызывающего абонента блокируется и ему посылается сигнал готовности из *СВУ*.

Набор номера. Услышав сигнал готовности, вызывающий абонент набирает номер вызываемого абонента. При этом импульсное реле пульсирует и посылает соответствующее количество импульсов в цепь электромагнита линейного соединителя *ЛС*, щетки которого под воздействием импульсов находят линию вызываемого абонента. Производится проба занятости линии и, если она свободна, пробное реле $Ш_8$ срабатывает и соединяет линии абонентов, затем линия вызываемого абонента блокируется, чтобы исключить возможность присоединения линии третьего абонента. После этого включается релейный вибратор *СВУ* и посылается вызывной ток в аппарат вызываемого абонента; вызывающему слышна посылка вызова и этим он контролирует ее.

Разговор абонентов. Вызываемый абонент снимает микротелефонную трубку и между абонентами создается разговорная цепь.

Отбой. По окончании разговора абоненты вешают микротелефонные трубки. Реле, бывшие под током во время разговора, отпускают свои контакты. Линии абонентов и шнур освобождаются. Если же трубку повесит один из абонентов, его аппарат освобождается, а другому посылается сигнал занятости.

Электрическая схема станции (обычный шнур)

На скелетной схеме станции (рис. 1.78) представлено включение линий двух обычных абонентов и особого абонента. На схеме приведен один обычный шнур, состоящий из *ИВ* и *ЛС*, связанных вместе комплектом реле *Ш*, и специальный или особый шнур, состоящий из одного только *ЛС*, называемого *ОЛС*, и комплекта реле *ОШ*.

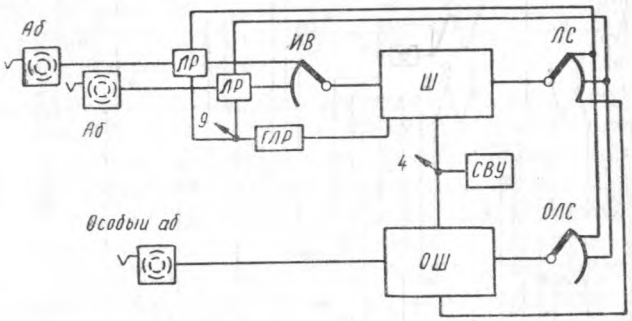


Рис. 1.78. Скелетная схема АТС *КАТС-10м*

Как видно из схемы, одноименные контакты всех искателей станции соединены друг с другом, образуя многократное поле. Абонентские линии на станции заканчиваются линейными реле *ЛР*, специальный абонент включен непосредственно в свой особый шнур по схеме прямого искания, в то время как обычные абоненты включены по схеме обратного предыскания.

К общестанционным приборам относятся групповое линейное реле (*ГЛР*), обслуживающее всех абонентов, кроме специального (на что указывает стрелка с цифрой *9*), и прибор *СВУ* (сигнально-вызывное устройство), обслуживающий все шнуры (на что указывает стрелка с цифрой *4*).

На рис. 1.79 представлена принципиальная электрическая схема обычного шнура станции.

Пользуясь указаниями, приведенными в § 31, рассмотрим схему по отдельным процессам.

Вызов станции. Абонент снимает со своего аппарата микротелефонную трубку (электрическая схема аппарата представлена на рис. 1.64). При этом замыкаются контакты *2—3* и *4—5 РП* и образуется цепь *1*.

Цепь 1: плюс, контакт *24—23* разделительного реле *РР* (рис. 1.79), провод $Л_1$, аппарат абонента, провод $Л_2$, контакт *21—22* реле *РР*, обмотка реле *ЛР*, минус.

В этой цепи срабатывает реле *ЛР* и замыкает свой контакт *21—22*, образуя цепь *2*.

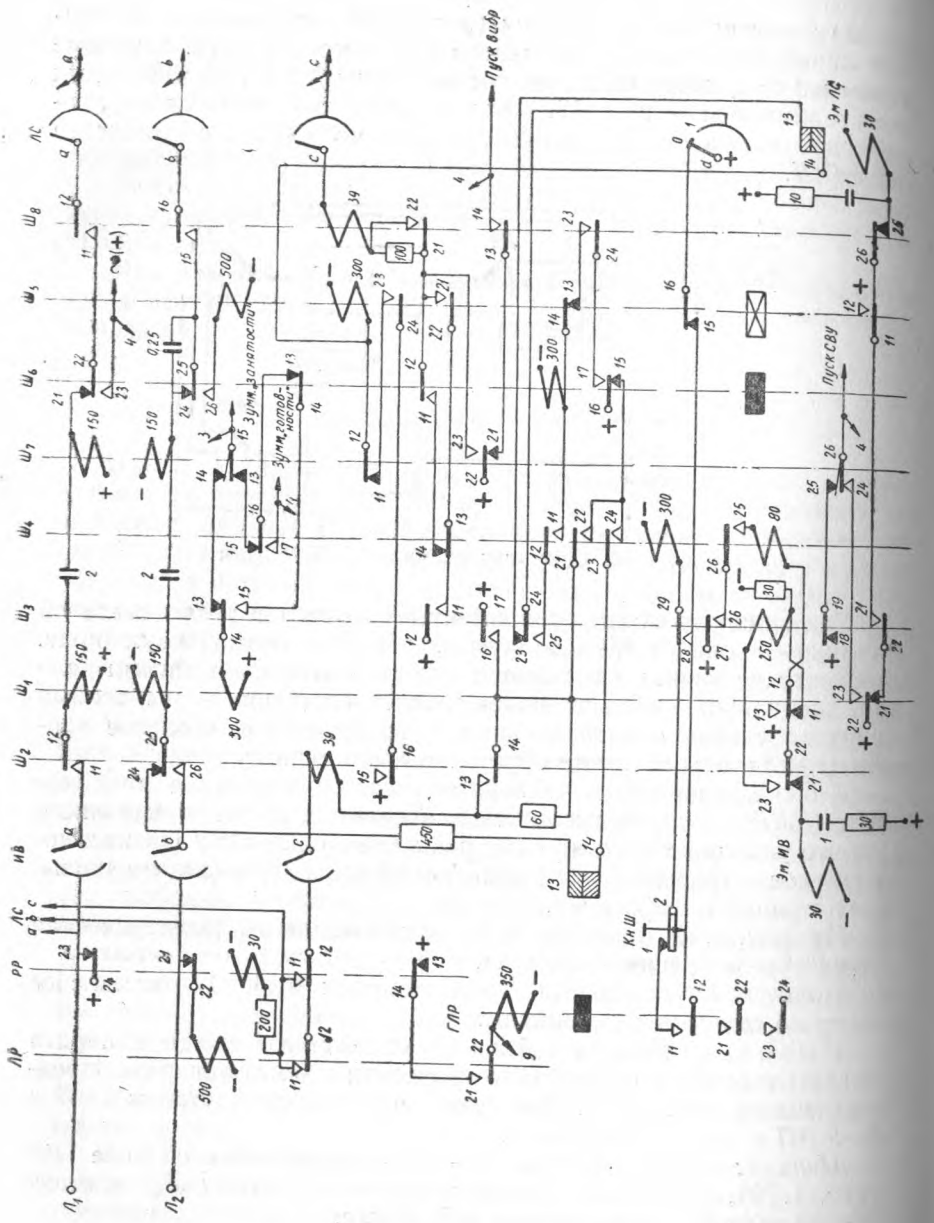


Рис. 1. 79. Принципиальная электрическая схема обычного шнура станции

Цепь 2: плюс, контакт *13—14* реле *РР*, контакт *21—22* реле *ЛР*, обмотка группового линейного реле *ГЛР*, минус.

При этом срабатывает реле *ГЛР* и в каждой свободной шнуровой линии образуются одна за другой цепи *3—5*.

Цепь 3: плюс, щетка и нулевой контакт ряда *d ЛС*, контакт *16—15* реле $Ш_5$, контакт *12—11* реле *ГЛР*, контакт *1—2* кнопки шнура *Кн.Ш*, верхняя обмотка реле $Ш_4$, минус.

Цепь 4: плюс, контакт *16—15* реле $Ш_6$, контакт *24—23* реле $Ш_4$, самопрерывающийся контакт *14—13 ИВ*, сопротивление 450 *ом*, контакт *24—25* реле $Ш_2$, нижняя обмотка реле $Ш_1$, минус.

Цепь 5: плюс, контакт *13—12* реле $Ш_1$, контакт *22—21* реле $Ш_2$, электромагнит *Эм.ИВ*, минус.

В этой цепи *Эм.ИВ*, получив питание, обрывает свой контакт *13—14*, нарушается цепь *4* и реле $Ш_1$ лишается питания. Вследствие этого нарушается контакт его *13—12*, подводящий плюс батареи к цепи *5*, цепь обесточивается, отчего восстанавливается контакт *13—14*, цепь *4* образуется вновь и процесс совместного образования и нарушения цепей *4* и *5* начинается снова.

Цепи *4* и *5*, работая совместно, дают импульсы тока в обмотки электромагнитов *Эм.ИВ* свободных шнуров. Вследствие этого все свободные *ИВ* движутся до момента отыскания одним из них контактов поля, в которые включена линия вызывающего абонента. Тогда образуется цепь *6* (только в этом шнуре).

Цепь 6: плюс, контакт *16—15* реле $Ш_6$, контакт *22—21* реле $Ш_4$, сопротивление 60 *ом*, обмотка реле $Ш_2$, щетка и контакт линии вызывающего абонента в ряду *с ИВ*, контакт *12—11* реле *ЛР*, сопротивление 200 *ом*, обмотка реле *РР*, минус.

Обрывом контакта *21—22* реле $Ш_2$, которое сработало в цепи *6*, размыкается цепь *5*, вследствие чего щетка *ИВ* шнура, установившего соединение с линией вызывающего абонента, дальше не движется. Кроме того, образуются цепи *7* и *8*.

Цепь 7: плюс, верхняя обмотка реле $Ш_1$, контакт *12—11* реле $Ш_2$, щетка и контакт ряда *а ИВ*, провод $Л_1$, аппарат абонента, провод $Л_2$, контакт и щетка *b ИВ*, контакт *26—25* реле $Ш_2$, нижняя обмотка реле $Ш_1$, минус.

Цепь 8: плюс, контакт *13—12* реле $Ш_1$, контакт *22—23* реле $Ш_2$, обмотка реле $Ш_3$, сопротивление 30 *ом*, минус.

При срабатывании реле $Ш_3$ видоизменяется цепь *6*, преобразуясь в цепь *9*.

Цепь 9: плюс, контакт *17—16* реле $Ш_3$, контакт *14—13* реле $Ш_2$, обмотка реле $Ш_2$, щетка и контакт ряда *с ИВ*, контакт *12—11* реле *РР*, сопротивление 200 *ом*, обмотка реле *РР*, минус.

При срабатывании в цепи *9* реле *РР* обрываются все его контакты, вследствие чего нарушаются цепи *1*, *2*, *3*, *4* и прекращается движение щеток *ИВ* во всех свободных шнурах. Для реле $Ш_4$, установившего соединение шнура, образуется цепь *10*.

Цепь 10: плюс, щетка и нулевой контакт ряда *d ЛС*, кон-

такт *16—15* реле $Ш_5$, контакт *28—29* реле $Ш_3$, верхняя обмотка реле $Ш_4$, минус.

Ввиду того что шнур с определенным *ИВ* присоединен к линии абонента, последнему посылается сигнал готовности вследствие образования цепей *11* и *12*.

Цепь 11: плюс, контакт *22—23*, реле $Ш_1$, контакт *24—26* реле $Ш_7$, провод *Пуск СВУ*, пусковое реле $ВР_2$, минус.

Цепь 12: зуммер готовности, контакт *17—16* реле $Ш_4$, контакт *13—14* реле $Ш_6$, контакт *15—14* реле $Ш_3$, обмотка 300 витков реле $Ш_1$, плюс.

При работе последней цепи, по которой проходит переменный ток зуммерной частоты, абонент получает по цепи *7* сигнал готовности в результате появления в обмотках реле $Ш_1$ переменной э. д. с., индуктированной из обмотки $Ш_1$ в 300 витков.

Набор номера. При наборе номера вследствие пульсации импульсного контакта номеронабирателя в цепи *7* пульсирует реле $Ш_1$, отчего замыкаются и размыкаются контакты *12—11* и *13—12* реле $Ш_1$. При отпускании контактов реле $Ш_1$ образуются две параллельные цепи — *13* и *14*. Реле замедленного действия $Ш_3$ и $Ш_4$ продолжают держать свои контакты замкнутыми.

Цепь 13: плюс, контакт *27—26* реле $Ш_3$, контакт *26—25* реле $Ш_4$, обмотка 80 реле $Ш_4$, контакт *12—11* реле $Ш_1$, контакт *22—21* реле $Ш_2$, обмотка *Эм.ИВ*, минус.

Цепь 14: плюс, контакт *22—21* реле $Ш_1$, контакт *22—21* реле $Ш_3$, контакт *26—25* реле $Ш_8$, электромагнит *Эм.ЛС*, минус.

При последующем срабатывании реле $Ш_1$ цепи *13* и *14* нарушаются. Это обстоятельство приводит к появлению пульсации в цепи *14*, отчего щетки *ЛС* передвигаются по контактам поля и верхняя обмотка 300 реле $Ш_4$ лишается питания. Как только щетки остановятся на первом контакте поля *ЛС*, образуется цепь *15*.

Цепь 15: плюс, щетка и контакт *1* ряда *d ЛС*, контакт *24—25* реле $Ш_3$, контакт *12—11* $Ш_4$, обмотка 300 реле $Ш_6$, минус.

Реле $Ш_6$ замедленного действия, поэтому хотя оно и лишится питания на некоторый период времени, контакты его будут замкнуты до окончания пробы на занятость. Если линия абонента свободна, пробное реле сработает и цепь питания реле $Ш_6$ замкнется. Если же линия вызываемого абонента занята, пробное реле не сработает и реле $Ш_6$, не получив питания, отпустит.

Проба линии на занятость. Когда кончается посылка импульсов набора номера, реле $Ш_4$ с замедлением отпускает свои контакты и образуется цепь *16*.

Цепь 16: плюс, контакт *12—11* реле $Ш_3$, контакт *13—14* реле $Ш_4$, контакт *11—12* реле $Ш_6$, сопротивление 100 *ом*, обмотка реле $Ш_8$, щетка и контакт ряда *c ЛС*, провод *c* линии вызываемого абонента, сопротивление 200 *ом*, обмотка 30 реле *РР*, минус.

При срабатывании пробного реле $Ш_8$ замкнутся его контакты *23—24* и образуется цепь *17* для реле $Ш_6$.

Цепь 17: плюс, контакт *16—17* реле $Ш_6$, контакт *24—23* реле $Ш_8$, контакт *13—14* реле $Ш_5$, обмотка 300 реле $Ш_6$, минус.

Блокировка линии вызываемого абонента. После срабатывания пробного реле $Ш_8$ образуется цепь блокировки *18*.

Цепь 18: плюс, контакт *12—11* реле $Ш_3$, контакт *13—14* реле $Ш_4$, контакт *11—12* реле $Ш_6$, контакт *21—22* и обмотка реле $Ш_8$ и дальше по цепи *16*.

Посылка вызова абоненту. *Цепь 19*: провод ~ (+), контакт *23—22* реле $Ш_6$, контакт *11—12* реле $Ш_8$, щетка и контакт ряда *а ЛС*, провод *а*, линейный зажим $Л_1$ аппарата абонента (рис. 1. 64), звонок и параллельно лампочка *НЛ*, контакт *1—2 РП*, разделительный конденсатор емкостью 1 *мкф*, линейный зажим $Л_2$, провод *b*, контакт и щетка *b ЛС* (рис. 1. 79), контакт *16—15* реле $Ш_8$, контакт *25—26* реле $Ш_6$, обмотка 500 реле $Ш_5$, минус.

В этой цепи проходит только переменный ток, от которого реле $Ш_5$ не срабатывает. Постоянного тока в цепи нет из-за наличия разделительного конденсатора в аппарате абонента. Контроль посылки вызова абонент получает путем ответвления тока из цепи *19* в его телефон.

Ответ абонента. При ответе абонента цепь *19* видоизменяется, и реле $Ш_5$ получает питание сначала по верхней (цепь *20*), а затем по нижней (цепь *21*) обмоткам.

Цепь 20: провод ~(+), контакт *23—22* реле $Ш_6$, контакт *11—12* реле $Ш_8$, щетка *а* и контакт ряда *а ЛС*, провод *а*, линейный зажим $Л_1$ аппарата абонента (см. рис. 1. 64), обмотка *1* трансформатора *Тр* и микрофон, параллельно балансный контур, контакт $НН_1$, контакт *4—5 РП*, линейный зажим $Л_2$, провод *b* и дальше по цепи *19* (рис. 1. 79).

Цепь 21: плюс, контакт *15—16* реле $Ш_2$, контакт *24—23* реле $Ш_5$, контакт *11—12* реле $Ш_7$, обмотка 300 *ом* реле $Ш_5$, минус.

При срабатывании реле $Ш_5$ обрывается контакт его *13—14*, реле $Ш_6$ отпускает свои контакты, отчего образуется цепь *22* питания микрофона абонента и, кроме того, обмотка 500 реле $Ш_5$ лишается питания.

Цепь 22: плюс, верхняя обмотка реле $Ш_7$, контакт *21—22* реле $Ш_6$, контакт *11—12* реле $Ш_8$, щетка и контакт ряда *а ЛС*, провод *а*, аппарат абонента, провод *b*, контакт и щетка *b ЛС*, контакты *16—15* реле $Ш_8$, контакт *25—24* реле $Ш_6$, нижняя обмотка реле $Ш_7$, минус.

Реле $Ш_5$ (нижняя обмотка) из-за нарушения контакта *11—12* реле $Ш_7$ также отпускает свои контакты и образуется разговорная цепь *23*. Полезно запомнить, что во время прохождения разговора под током находятся реле $Ш_1$, $Ш_2$, $Ш_3$, $Ш_7$, $Ш_8$ и *РР* обоих абонентов.

Цепь 23: аппарат левого абонента, провод $Л_1$, контакт и щетка *а ИВ*, контакт *11—12* реле $Ш_2$, конденсатор *2*, контакт *21—22*

реле $Ш_6$, контакт *11—12* реле $Ш_8$, контакт и щетка *a ЛС*, провод *a*, аппарат правого абонента, провод *b*, контакт и щетка *b ЛС*, контакт *16—15* реле $Ш_8$, контакт *25—24* реле $Ш_6$, конденсатор, контакт *25—26* реле $Ш_2$, щетка и контакт ряда *b ИВ*, провод $Л_2$, аппарат левого абонента.

Отбой. При полном отбое, когда оба абонента вешают микротелефонные трубки, отпускают свои контакты все реле и образуются цепи *24* и *25*, которые пульсируют до момента, пока *ЛС* не возвратится в исходное положение.

Цепь 24: плюс, щетка и контакт ряда *d ЛС*, контакт *24—23* реле $Ш_3$, контакт *13—14* электромагнита *Эм.ЛС*, обмотка 300 реле $Ш_5$, минус.

При срабатывании реле $Ш_5$ образуется цепь *25* питания электромагнита *ЛС*.

Цепь 25: плюс, контакт *12—11* реле $Ш_5$, контакт *26—25* реле $Ш_8$, электромагнит *Эм.ЛС*, минус.

Электромагнит *Эм.ЛС*, сработав, обрывает свой контакт *13—14*, вследствие чего обрывается цепь *24*, реле $Ш_5$ лишается питания и, обрывая своим контактом *12—11* цепь *25*, лишает питания электромагнит *Эм.ЛС*. Последний будет обесточен и, восстанавливая свой контакт *13—14*, вновь образует цепь *24*.

Таким образом, реле $Ш_5$ и электромагнит *Эм.ЛС* работают в цепях *24* и *25* по схеме пульспары, в результате чего происходит свободное движение щеток *ЛС* до возвращения их в исходное положение.

До сих пор рассматривался случай набора номера абонента, линия которого в момент поступления вызова оказалась свободной. В случае вызова абонента, линия которого занята, цепь *16* (пробы) в новом шнуре окажется подключенной параллельно цепи *18* в прежнем шнуре, поэтому пробное реле $Ш_8$ в цепи *16* не сработает, а следовательно, не смогут образоваться дальнейшие цепи и соединение линий абонентов не состоится. По схеме, полученной в предыдущих цепях, вызывающему абоненту будет при этом послан по цепи *7* сигнал занятости вследствие образования новой цепи *26*.

Цепь 26: зуммер занятости, контакт *15—13* реле $Ш_7$, контакт *15—16* реле $Ш_4$, контакт *13—14* реле $Ш_6$, контакт *15—14* реле $Ш_3$, обмотка 300 витков реле $Ш_1$, плюс.

Электрическая схема станции (особый шнур)

Особый шнур обслуживает особого абонента, пользующегося правом получения безотказного соединения с любым абонентом. Этот шнур, электрическая схема которого представлена на рис. 1. 80, состоит из девяти реле, обозначенных в отличие от реле нормального шнура буквами *О*, и одного искателя *ОЛС ШИ-11*.

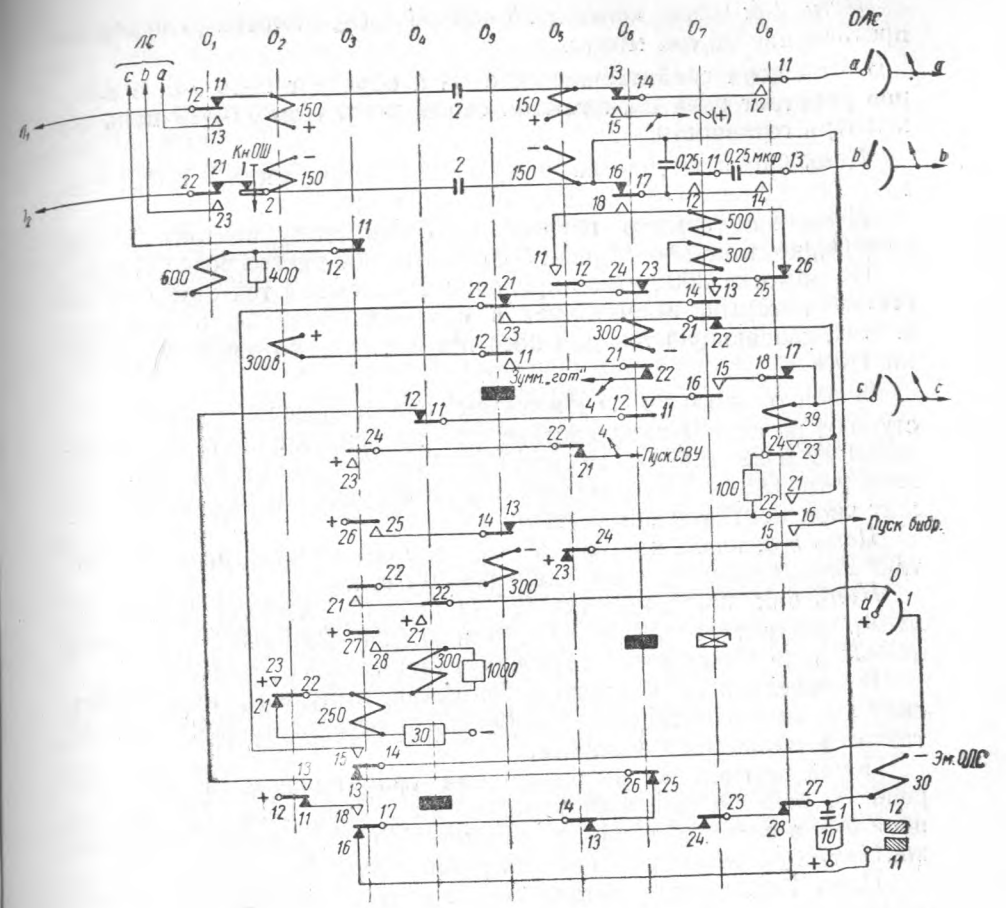


Рис. 1. 80. Электрическая схема особого шнура

Искателя вызова он не имеет, так как особый абонент включен по схеме прямого искания.

Рассмотрим схему токопрохождения при работе особого шнура, причем к номеру каждой цепи будем добавлять букву *о*.

Вызов станции. При снятии особым абонентом микротелефонной трубки образуется цепь *1-о*.

Цепь 1-о: плюс, верхняя обмотка реле $О_2$, контакт *11—12* реле $О_1$, провод $Л_1$, аппарат особого абонента, провод $Л_2$, контакт *22—21* реле $О_1$, контакт *1—2* выключателя шнура *Кн.ОШ*, нижняя обмотка реле $О_2$, минус.

В этой цепи срабатывает реле $О_2$ и образует контактом *23—22* цепь *2-о*.

Цепь 2-о: плюс, контакт *23—22* реле $О_2$, обмотка реле $О_3$, сопротивление 30 *ом*, минус.

В этой цепи срабатывает реле $О_3$ и образует цепь *3-о*, в которой работает реле $О_9$, замыкая своим контактом *11—12* цепь *4-о* зуммера готовности.

Цепь 3-о: плюс, щетка и нулевой контакт ряда *d ОЛС*, контакт *21—22* реле $О_3$, обмотка реле $О_9$, минус.

Цепь 4-о: зуммер готовности *Зумм. гот.*, контакт *22—21* реле $О_6$, контакт *11—12* реле $О_9$, обмотка 300 витков реле $О_2$, плюс.

По обмотке 300 витков проходит переменный ток звуковой частоты, который индуктирует в обмотках реле $О_2$ переменную э. д. с., создающую ток для посылки сигнала готовности по цепи *1-о*.

Набор номера. Импульсы тока от номеронабирателя поступают по цепи *1-о*, вследствие чего пульсируют контактные пружины *12* и *22* реле $О_2$, замыкая и размыкая цепи *5-о* и *6-о*. При этом реле $О_3$, будучи замедленным на отпускание, все время держит свои контакты замкнутыми.

Цепь 5-о: плюс, контакт *27—28* реле $О_3$, обмотка реле $О_4$, контакт *22—21* реле $О_2$, сопротивление 30 *ом*, минус.

Цепь 6-о: плюс, контакт *12—11* реле $О_2$, контакт *18—17* реле $О_3$, контакт *14—13* реле $О_5$, контакт *24—23* реле $О_7$, контакт *28—27* реле $О_8$, обмотка электромагнита *ЭмОЛС*, минус.

В последней цепи искатель, получая импульсы, передвигает свои щетки в вынужденном движении и останавливается на контактах вызываемого абонента.

После первого же импульса при срабатывании в цепи *5-о* реле $О_4$ реле $О_9$ получает питание по новой цепи *7-о* вместо цепи *3-о*, а с момента перехода щеток *ОЛС* с нулевого на первый контакт образуется цепь *8-о* для работы реле $О_6$.

Цепь *7-о*: плюс, контакт *21—22* реле $О_4$, контакт *21—22* реле $О_3$, обмотка реле $О_9$, минус.

Цепь 8-о: плюс, щетка и контакты ряда *d ОЛС*, контакт *14—15* реле $О_3$, контакт *22—23* реле $О_9$, обмотка реле $О_6$, минус.

Проба на занятость свободной в данный момент линии. После набора номера и прекращения посылки импульсов окончательно обрываются контакты *11—12* и *21—22* реле $О_2$, благодаря чему отпускают свои контакты реле $О_4$ и $О_9$. Реле $О_6$ как замедленное держит свои контакты на время пробы занятости замкнутыми. Образуется цепь пробы занятости *9-о*.

Цепь 9-о: плюс, контакт *26—25* реле $О_3$, контакт *14—13* реле $О_9$, сопротивление 100 *ом*, обмотка пробного реле $О_8$, щетка и контакт ряда *с ОЛС*, провод *с* линии вызываемого абонента, сопротивление 200 *ом*, разделительное реле *РР*, минус.

В этой цепи срабатывает пробное реле $О_8$, которое своим контактом *21—22* образует цепь *10-о* для реле $О_6$, держащего свои

контакты замкнутыми как замедленное, а контактом *23—24* образует цепь блокировки (*11-о*) вызываемого абонента.

Цепь 10-о: плюс, контакт *26—25* реле $О_3$, контакт *14—13* реле $О_9$, контакт *22—21* реле $О_8$, контакт *22—21* реле $О_7$, обмотка реле $О_6$, минус.

Блокировка линии вызываемого абонента. Блокировка линии производится по цепи *11-о*.

Цепь 11-о: плюс, контакт *26—25* реле $О_3$, контакт *14—13* реле $О_9$, контакты *22—21*, *23—24* и обмотка реле $О_8$ и дальше аналогично цепи *9-о*.

Посылка вызова абоненту. После образования цепи блокировки на провод *Пуск вибр.*, подается плюс, отчего работает вибрационный преобразователь, создающий во вторичной обмотке своего трансформатора переменную э. д. с. вызывной частоты. В результате этого в схему особого шнура на провод со знаком $\sim(+)$, к которому присоединен один конец вторичной обмотки вызывного трансформатора (второй конец ее присоединен к плюсу батареи), поступает переменный ток вызывной частоты по цепи *12-о*.

Цепь 12-о: провод $\sim(+)$, контакт *15—14* реле $О_6$, контакт *12—11* реле $О_8$, щетка и контакт ряда *а ОЛС*, провод *а*, аппарат абонента, провод *b*, контакт и щетка *b ОЛС*, контакт *13—14* реле $О_8$, контакт *17—18* реле $О_6$, верхняя обмотка реле $О_7$, минус.

В этой цепи проходит переменный вызывной ток, от которого реле $О_7$ не срабатывает. А из-за наличия конденсатора, включенного последовательно со звонком в аппарат абонента, постоянного тока в цепи нет.

Ответ абонента. При снятии микротелефонной трубки абонентом в его аппарате в цепь питания включается микрофон и поэтому по цепи *12-о* будет проходить постоянный ток, вследствие чего реле $О_7$ сработает.

При срабатывании реле $О_7$ обрывается его контакт *21—22*, в результате чего нарушается цепь *10-о* питания реле $О_3$. Реле $О_6$ отпускает, обрывает своим контактом *17—18* цепь питания реле $О_7$ и образует цепь *13-о* питания микрофона аппарата вызванного абонента и разговорную цепь *14-о*.

Цепь 13-о: плюс, верхняя обмотка реле $О_5$, контакт *13—14* реле $О_6$, контакт *12—11* реле $О_8$, щетка и контакт ряда *а ОЛС*, провод *а*, аппарат абонента, провод *b*, контакт и щетка *b ОЛС*, контакт *13—14* реле $О_8$, контакт *17—16* реле $О_6$, нижняя обмотка реле $О_5$, минус.

Цепь 14-о: аппарат особого абонента, провод $Л_1$, контакт *12—11* реле $О_1$, верхний конденсатор *2*, контакт *13—14* реле $О_6$, контакт *12—11* реле $О_8$, щетка и контакт ряда *а ОЛС*, провод *а*, абонентский аппарат, провод *b*, контакт и щетка *b ОЛС*, контакт *13—14* реле $О_8$, контакт *17—16* реле $О_6$, нижний конденсатор *2*, контакт *2—1 Кн.ОШ*, контакт *21—22* реле $О_1$, провод $Л_2$, аппарат особого абонента.

Полезно запомнить, что в особом шнуре во время разговора находятся под током реле $О_2$, $О_3$, $О_5$, $О_8$, а у вызванного абонента его разделительное реле *РР*.

Отбой. Отбой в схеме особого шнура односторонний и зависит только от положения микротелефонной трубки особого абонента. После того как он повесит трубку, в шнуре отпускают свои контакты в порядке последовательности реле $О_2$, $О_3$, $О_5$ и $О_8$ и создаются пульсирующие цепи *15-о* и *16-о* для возврата *ОЛС* в нулевое положение.

Цепь 15-о: плюс, щетка и контакт ряда *d ОЛС*, контакт *14—13* реле $О_3$, контакт *26—25* реле $О_6$, контакт *14—13* реле $О_5$, контакт *24—23* реле $О_7$, контакт *28—27* реле $О_8$, электромагнит *ЭмОЛС*, минус.

При срабатывании *ЭмОЛС* замыкается его контакт *11—12* и образуется цепь *16-о* для работы реле $О_5$.

Цепь 16-о: плюс, щетка и контакт ряда *d ОЛС*, контакт *14—13* реле $О_3$, контакт *26—25* реле $О_6$, контакт *17—16* реле $О_3$, контакт *11—12 ЭмОЛС*, нижняя обмотка реле $О_5$, минус.

В этой цепи обрывается контакт *14—13* реле $О_5$ и цепь *15-о* нарушается. При этом обрывается контакт *11—12 ЭмОЛС* и нарушается цепь *16-о*, контакт реле $О_5$ восстанавливается, снова образуется цепь *15-о*, процесс возобновляется до возвращения щеток *ОЛС* в исходное положение.

Случай набора особым абонентом номера абонента, линия которого занята. При наборе особым абонентом номера, линия которого занята, последовательность образования цепей и их нумерация остается такой же, как и при наборе номера абонента, линия которого свободна, до момента занятости (цепь *9-о*). Цепь *9-о* в этом случае не образуется, будучи зашунтирована цепью блокировки занятого обычного шнура. Следовательно, пробное реле $О_8$ не сработает, поэтому цепь *10-о* для удержания реле $О_6$ не будет образована и реле $О_3$ окончательно отпустит: образуется цепь *17-о*.

Цепь 17-о: плюс, щетка и ряд *d ОЛС*, контакт *14—15* реле $О_3$, контакт *22—21* реле $О_9$, контакт *24—23* реле $О_6$, контакт *25—26* реле $О_8$, обмотка реле $О_7$, минус.

Таким образом, при подключении особого абонента к занятому абоненту под током находятся реле $О_2$, $О_3$ и $О_7$.

Подслушивание разговаривающих абонентов. Контактом *11—12* реле $О_7$ создается цепь *18-о* для подслушивания.

Цепь 18-о: плюс, верхняя обмотка реле $О_2$ (или плюс, верхняя обмотка реле $О_5$ и конденсатор 2), контакт *11—12* реле $О_1$, провод $Л_1$, аппарат особого абонента, провод $Л_2$, контакт *22—21* реле $О_1$, кнопка *Кн.ОШ*, конденсатор *2*, контакт *16—17* реле $О_3$, контакт *12—11* реле $О_7$, конденсатор 0,25 *мкф*, щетка и контакт ряда *b ОЛС*, провод *b* и аппарат вызываемого абонента, провод *a* (рис. 1.79), контакт и щетка *a ИВ* (или *ЛС*) шнура, которым со-

единены линии разговаривающих абонентов, дальше контакт *11—12* реле $Ш_2$ (рис. 1.79), обмотка реле $Ш_1$ и плюс — это в случае, если вызываемый обычный абонент сам вызвал другого абонента; или же контакт *12—11* реле $Ш_8$, контакт *22—21* реле $Ш_3$, обмотка реле $Ш_7$ и плюс, если вызываемый абонент был вызван другим абонентом.

При образовании указанной цепи особый абонент может не только подслушать разговор, но и принять участие в нем или же отключиться до или после подслушивания, не нарушая цепи разговора между абонентами. При отбое особого абонента отпускают контакты реле $О_2$, $О_3$ и $О_7$ и образуются цепи, возвращающие *ОЛС* в исходное положение.

Сбрасывание. Для сбрасывания линии ненужного абонента особый абонент после набора номера вызываемого абонента дополнительно набирает любую цифру; при этом пульсирует импульсное реле $О_2$. При первом отпускании контактов реле $О_2$ срабатывает серийное реле $О_4$, но электромагнит *ОЛС* импульсов не получает, так как контакт *23—24* реле $О_7$ разомкнут. Вследствие срабатывания реле $О_4$ под током оказываются реле $О_9$ и $О_6$. Таким образом, при наборе сбрасывающей цифры находятся под током реле $О_4$, $О_3$ и $О_9$ (реле $О_6$ и $О_7$ находились под током до этого). По окончании набора сбрасывающей цифры реле $О_2$ остается под током, а реле $О_4$ замедленно отпускает свои контакты. Также отпускают контакты реле $О_9$ и $О_6$. Так как время замедления реле $О_6$ больше остальных реле, то пока оно еще держит контакты замкнутыми, держит также и реле $О_7$ и образуется цепь *19-о* (рис. 1.80).

Цепь 19-о: плюс, контакт *12—13* реле $О_2$, контакты *12—11* реле $О_4$, *16—15* реле $О_7$, контакт *18—17* реле $О_8$, щетка и контакт ряда *с ОЛС,* многократный провод *с,* сопротивление 200 *ом* и обмотка реле *РР* аппарата вызванного абонента, минус.

По этой цепи подается «чистый плюс» на реле *РР* вызываемого абонента (рис. 1.79), вследствие чего в обычном шнуре, по которому производился разговор, шунтируется реле $Ш_2$ в случае, если вызываемый абонент сам в этот момент был вызывающим (или реле $Ш_8$ — если его вызывали). Это положение равносильно посылке отбоя особым абонентом в сторону вызываемого. Поэтому абонент, который был соединен с вызываемым, выключается из линии и получает сигнал занятости.

В особом шнуре после отпускания контактов реле $О_6$ и $О_9$ образуется обычная цепь пробы занятости *(9-о)* для свободного абонента. Поэтому реле $О_8$ срабатывает и устанавливается соединение между особым абонентом и вызываемым, линия которого освободилась.

Так как у вызываемого абонента микротелефонная трубка снята, то вызов ему не посылается, а образуется разговорная цепь. Отбой производится так же, как и при наборе номера абонента, линия которого свободна.

Соединение линий обычного и особого абонентов. Для установления соединения с особым абонентом обычный абонент снимает микротелефонную трубку и, получив сигнал готовности, набирает цифру 0.

Цепи токопрохождения аналогичны цепям, образующимся при работе обычного шнура, за исключением цепи пробы занятости, которая имеет вид цепи *20-о* (рис. 1.79).

Цепь *20-о:* плюс, контакт *12—11* реле $Ш_3$, контакт *13—14* реле $Ш_4$, контакт *11—12* реле $Ш_6$, сопротивление 100 *ом*, обмотка пробного реле $Ш_8$ обычного шнура, щетка и контакт ряда *с ЛС*, многократный провод *а* особого шнура (рис. 1.80), контакт *11—12* реле $О_3$, обмотка реле $О_1$ (параллельно сопротивление 400 *ом*), минус.

Если линия особого абонента свободна, то реле $О_1$ в этой цепи срабатывает, отключив аппарат особого абонента от особого шнура и подключив его к обычному шнуру. Дальнейшие цепи аналогичны тем, которые имеют место при связи двух абонентов с помощью обычного шнура.

Если в момент пробы на занятость линия особого абонента занята, реле $О_3$ находится под током и контакт его *11—12* разомкнут, поэтому цепь *20-о* не может образоваться, и соединение не состоится. Вызывающий абонент получит по схеме обычного шнура сигнал занятости.

Электрическая схема сигнально-вызывного устройства *(СВУ)*

Сигнально-вызывное устройство, схема которого представлена на рис. 1.81, служит для посылки сигналов готовности и занятости, а также для создания переменного тока при посылке сигналов вызова и контроля.

Для работы сигнально-вызывного устройства необходимо подать плюс на провод *Пуск СВУ* (см. рис. 1.79 и 1.80). Тогда в схеме *СВУ* срабатывает пусковое реле $ВР_2$ по цепи *1-с* (в отличие от предыдущих цепей в нумерации цепей *СВУ* добавляется буква *с*).

Цепь 1-с: плюс, провод *Пуск СВУ*, обмотка реле $ВР_2$, минус. Реле $ВР_2$ срабатывает и образует цепь зуммера *2-с*.

Цепь 2-с: плюс, контакт *22—21* реле $ВР_2$, обмотка *2—1* трансформатора *Тр.зумм.*, контакт *7—6* зуммера, минус.

В этой цепи работает зуммер. При этом во вторичной обмотке *4—3* трансформатора зуммера индуктируется переменная э. д. с., которая подает переменный ток в схему шнура к проводу с надписью *Зумм.гот.* по цепи *3-с*.

Цепь 3-с: конец обмотки *4—3* трансформатора *Тр.зумм.*, провод *Зумм. гот.* и дальше по цепи *12* обычного шнура через обмотку 300 витков в реле $Ш_2$ и плюс, контакт *11—12* реле $ВР_2$, конец *4* обмотки *Тр.зумм.* или по цепи *4-о* особого шнура.

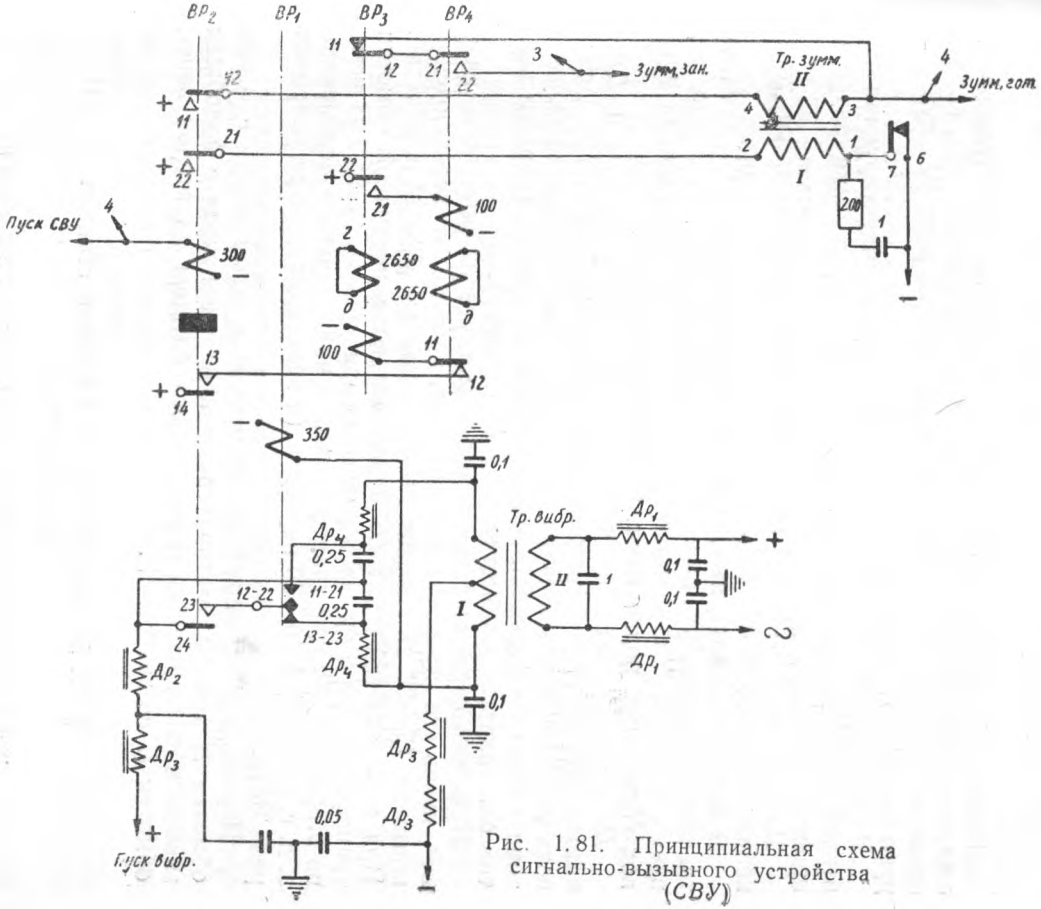


Рис. 1.81. Принципиальная схема сигнально-вызывного устройства (СВУ)

Помимо этого образуется цепь *4-с*.

Цепь 4-с: плюс, контакт *14—13* реле $ВР_2$, контакт *12—11* реле $ВР_4$, обмотка реле $ВР_3$, минус.

Реле $ВР_3$ срабатывает и образует цепь *5-с* для работы реле $ВР_4$.

Цепь 5-с: плюс, контакт *22—21* реле $ВР_3$, обмотка реле $ВР_4$, минус.

В цепях *4-с* и *5-с* реле $ВР_3$ и $ВР_4$ работают по схеме пульспары с замедлением (благодаря наличию вторых обмоток *г—д*), вследствие чего контакты *11—12* реле $ВР_3$ и *21—22* реле $ВР_4$ пульсируют также с замедлением.

В момент, когда оба контакта замкнуты, индуктируемая во второй обмотке *3—4 Тр.зумм.* э. д. с. создает ток в схеме шнура к проводу *Зумм.зан.*

Для посылки вызова в качестве источника переменного тока используется вибратор $ВР_1$.

В момент посылки вызова, когда цепь *1-с* пуска *СВУ* замкнута, работает реле $ВР_2$, замыкая свой контакт *23—24*. В это же время в шнуре благодаря срабатыванию пробного реле на провод *Пуск вибр.* подан плюс. Образуется цепь *6-с*.

Цепь 6-с: провод *Пуск вибр.* с плюсом, дроссели $ДР_3$ и $ДР_2$, контакт *24—23* реле $ВР_2$, контакт *12—22* и *13—23* реле $ВР_1$, дроссель $ДР_4$, нижняя половина первичной обмотки *I* трансформатора вибратора *Тр.вибр.*, дроссель $ДР_3$ и минус (параллельно ток ответвляется в обмотку реле $ВР_1$, минус).

При прохождении тока через обмотку вибрационного реле $ВР_1$ якорь его приходит в колебание, происходит переключение контакта *12—22* на контакт *11—21* и контакт *13—23* и обратно. При этом ток проходит по одной половине первичной обмотки трансформатора и другой в разных направлениях, благодаря чему во вторичной обмотке трансформатора индуктируется переменная э. д. с. с частотой 40—50 периодов (в зависимости от регулировки реле $ВР_1$).

Переменный вызывной ток поступает в схему шнура с конца обмотки *II* трансформатора со знаком ~ на провод с подобным знаком и возвращается через полюса батареи на второй конец обмотки *II* со знаком +.

§ 33. Автоматическая телефонная станция на 20 номеров

Технические особенности станции

Станция *КАТС-20*м представляет собой автоматическую телефонную станцию двухпроводной системы, предназначенную для обслуживания абонентов судна внутрисудовой телефонной связью. Конструктивное оформление станции аналогично *КАТС-10*м.

Станция имеет девятнадцать обычных и одного особого абонента, четыре обычных и один особый шнур, сигнально-вызывное устройство *СВУ* и выносной звонок для тех же целей, что и в *КАТС-10*м.

Характерные особенности оборудования установки *КАТС-20*м следующие:

а) каждый абонентский комплект имеет два реле — линейное *ЛР* и разделительное *РР*;

б) обычная шнуровая линия имеет искатель вызова *ИВ* и линейный соединитель *ЛС*, в качестве которых применены шаговые 25-контактные искатели типа *ШИ-25*, девять реле и пять конденсаторов. В схеме станции — общее многократное поле для искателей вызова *ИВ*, линейных соединителей *ЛС* и искателя *ОЛС*;

в) особый шнур имеет линейный соединитель *ОЛС* типа *ШИ-25*, десять реле и пять конденсаторов. Преимущества особого абонента аналогичны *КАТС-10*м;

г) станционная часть установки состоит из группового линейного реле *ГЛР* и сигнально-вызывного устройства *СВУ* такого же типа, как в станции *КАТС-10*м, но с дополнительным вибрационным реле.

В установке *КАТС-20*м имеется 19 линейных реле, обслуживаемых одним *ГЛР*.

Станция собрана по схеме обратного предыскания. Нумерация абонентов двузначная, причем номера абонентов первого десятка начинаются цифрой 4, а второго десятка — цифрой 7.

Работа станции включает такие же процессы, что и станции малой емкости *КАТС-10*м. Комплект аппаратуры *КАТС-20*м состоит из:

1) станционной установки *КАТС-20*м;
2) телефонных аппаратов типа *ТАК-47* и *ТАС-47;*
3) сигнального звонка типа *ЗВОФ-24;*
4) соединительных ящиков;
5) испытательного прибора.

Остальные элементы установки аналогичны *КАТС-10*м.

Для работы станции *КАТС-20*м необходимо наличие аккумуляторной батареи напряжением 24 *в*.

При изучении принципиальной схемы станции следует отдельно рассматривать токопрохождение при установлении связи обычного и особого шнуров.

На рис. 1.82 представлена принципиальная электрическая схема обычного, а на рис. 1.83 — особого шнуров установки *КАТС-20*м.

Токопрохождение при работе сигнально-вызывного устройства *КАТС-20*м можно проследить по схеме на рис. 1.84.

Так как токопрохождение при работе станции *КАТС-20*м аналогично описанному выше для *КАТС-10*м, подробный разбор принципиальной электрической схемы *КАТС-20*м здесь будет излишним.

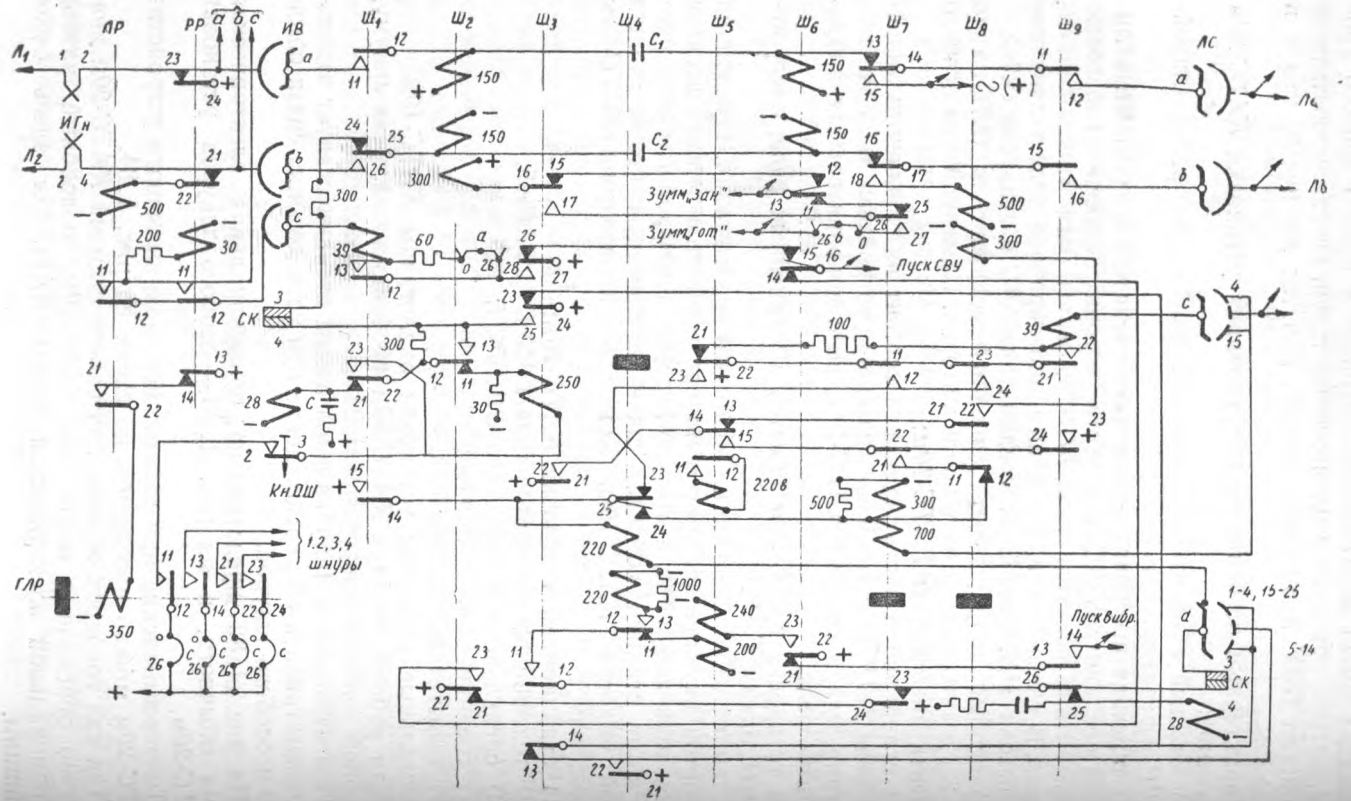


Рис. 1. 82. Принципиальная схема обычного шнура станции *КАТС-20м*

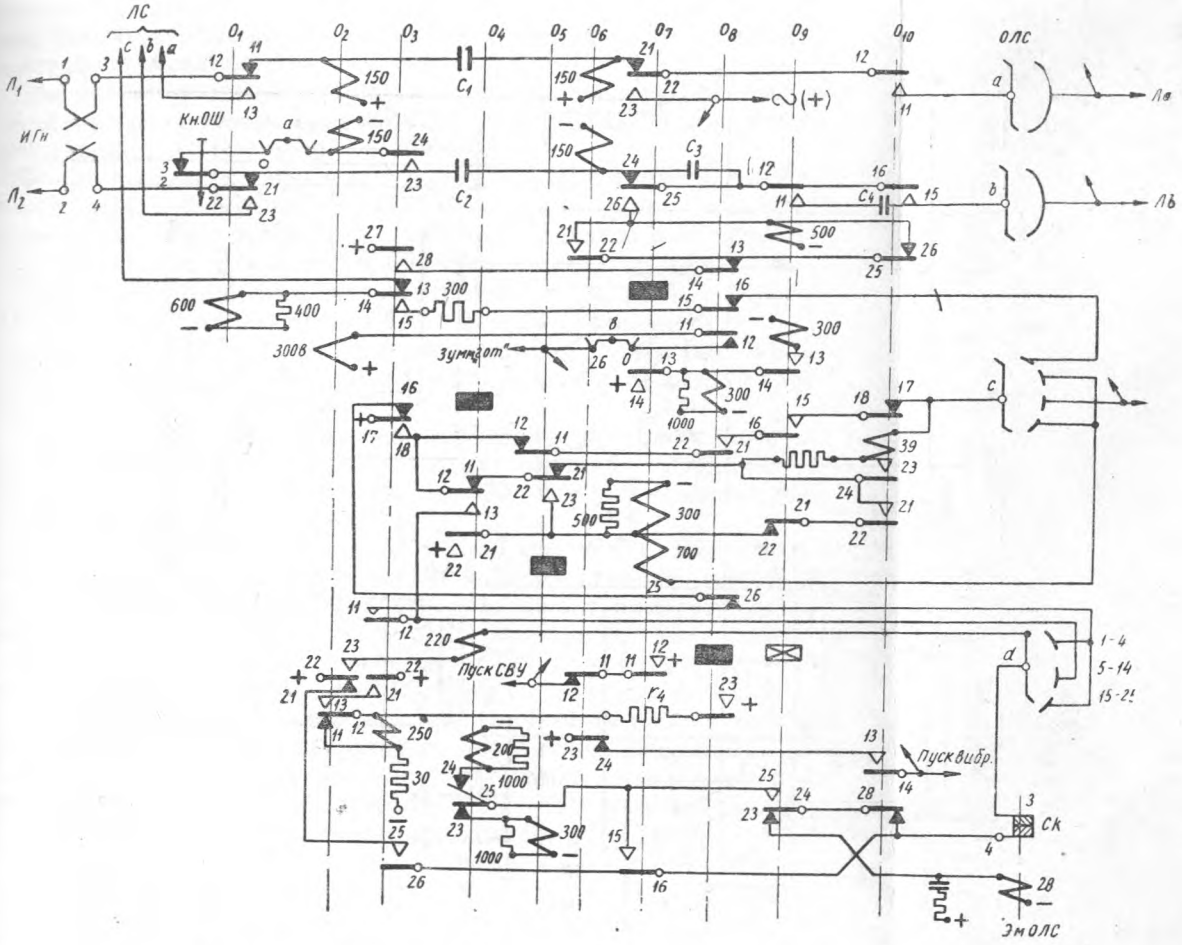


Рис. 1.83. Принципиальная схема особого шнура станции *КАТС-20м*

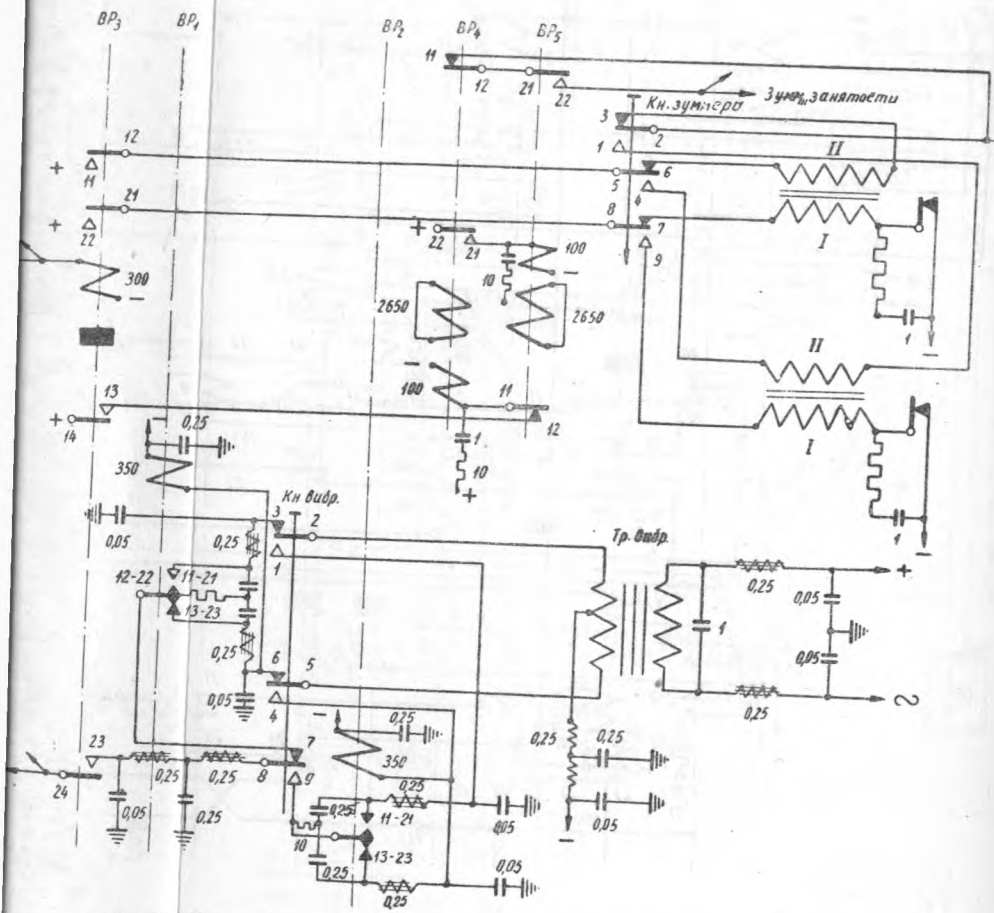


Рис. 1. 84. Токопрохождение при работе *СВУ КАТС-20м*

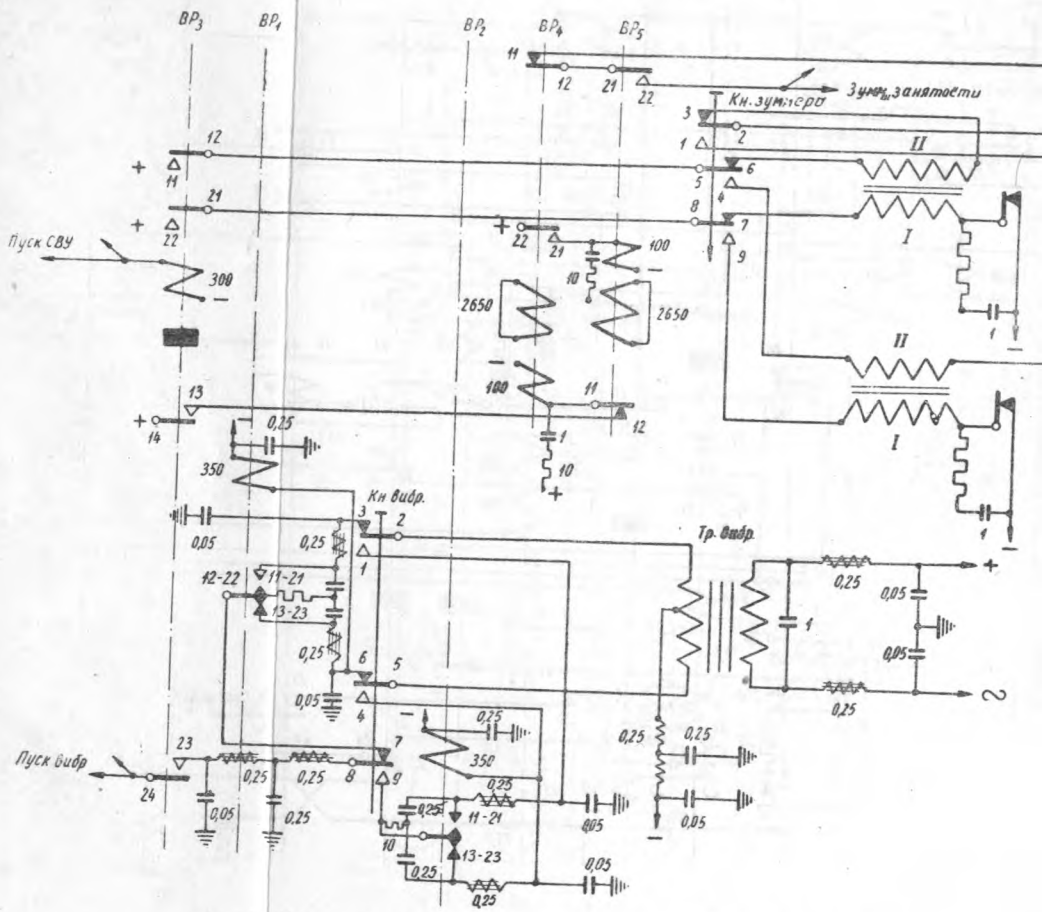


Рис. 1. 84. Токопрохождение при работе *СВУ КАТС-20м*

§ 34. Судовые автоматические телефонные станции большой емкости

Особенности судовых АТС большой емкости

К судовым автоматическим телефонным станциям большой емкости принадлежат станции с числом абонентов от 50 до 300, предназначенные для установления телефонной связи между отдельными каютами, помещениями и постами на судне, а также для общесудовой административной связи.

При аварии основных видов связи по управлению судном и служебной оперативной связи *КАТС* большой емкости может быть использована для временной их замены.

Автоматические телефонные станции большой емкости, помимо установления связи между абонентами внутри судна, позволяют осуществлять телефонную связь судовых абонентов с абонентами береговых телефонных станций при стоянке судна в порту.

Основными станциями большой емкости являются станции *КАТС-50* (на 50 номеров) и *КАТС-100* (на 100 номеров).

Конструктивные и схемные особенности установок *КАТС-50* и *КАТС-100* допускают возможность их использования как для совместной, так и для раздельной работы.

Станция *КАТС-150* (емкостью в 150 номеров) может быть получена совместной установкой двух станций — *КАТС-50* и *КАТС-100*, а станция емкостью в 300 номеров — совместной установкой трех станций *КАТС-100*.

Каждая основная станция (*КАТС-50* или *КАТС-100*) оборудуется автономным щитом питания, поэтому станция, имеющая в своем составе ряд основных станций, может размещаться на судне в нескольких помещениях. Так, например, для станции емкостью 150 номеров в одном помещении может быть установлено оборудование секции *КАТС-100*, а в другом — *КАТС-50*.

Станции большой емкости работают по двухпроводным линиям с питанием от источника постоянного тока напряжением 24 *в* для релейных и микрофонных цепей и от источника переменного тока напряжением в 110—220 *в* частотой 50 *гц* — для вызывных цепей. При отсутствии переменного тока вызывные цепи могут питаться от основного источника постоянного тока после преобразования с помощью вибрационного преобразователя *СВУ* постоянного тока в переменный. Нумерация абонентов станции трехзначная. Первая цифра обозначает сотенную или полусотенную группу, в которую включена линия данного вызываемого абонента, а две последние цифры — номер абонента.

Судовые телефонные станции большой емкости имеют электрическое ограничение бесполезно занятых приборов станции, что достигается применением в шнурах специальных термических реле, при срабатывании которых бесполезно занятые шнур и приборы разъединяются и освобождаются.

§ 34. Судовые автоматические телефонные станции большой емкости

Особенности судовых АТС большой емкости

К судовым автоматическим телефонным станциям большой емкости принадлежат станции с числом абонентов от 50 до 300, предназначенные для установления телефонной связи между отдельными каютами, помещениями и постами на судне, а также для общесудовой административной связи.

При аварии основных видов связи по управлению судном и служебной оперативной связи *КАТС* большой емкости может быть использована для временной их замены.

Автоматические телефонные станции большой емкости, помимо установления связи между абонентами внутри судна, позволяют осуществлять телефонную связь судовых абонентов с абонентами береговых телефонных станций при стоянке судна в порту.

Основными станциями большой емкости являются станции *КАТС-50* (на 50 номеров) и *КАТС-100* (на 100 номеров).

Конструктивные и схемные особенности установок *КАТС-50* и *КАТС-100* допускают возможность их использования как для совместной, так и для раздельной работы.

Станция *КАТС-150* (емкостью в 150 номеров) может быть получена совместной установкой двух станций — *КАТС-50* и *КАТС-100*, а станция емкостью в 300 номеров — совместной установкой трех станций *КАТС-100*.

Каждая основная станция (*КАТС-50* или *КАТС-100*) оборудуется автономным щитом питания, поэтому станция, имеющая в своем составе ряд основных станций, может размещаться на судне в нескольких помещениях. Так, например, для станции емкостью 150 номеров в одном помещении может быть установлено оборудование секции *КАТС-100*, а в другом — *КАТС-50*.

Станции большой емкости работают по двухпроводным линиям с питанием от источника постоянного тока напряжением 24 *в* для релейных и микрофонных цепей и от источника переменного тока напряжением в 110—220 *в* частотой 50 *гц* — для вызывных цепей. При отсутствии переменного тока вызывные цепи могут питаться от основного источника постоянного тока после преобразования с помощью вибрационного преобразователя *СВУ* постоянного тока в переменный. Нумерация абонентов станции трехзначная. Первая цифра обозначает сотенную или полусотенную группу, в которую включена линия данного вызываемого абонента, а две последние цифры — номер абонента.

Судовые телефонные станции большой емкости имеют электрическое ограничение бесполезно занятых приборов станции, что достигается применением в шнурах специальных термических реле, при срабатывании которых бесполезно занятые шнур и приборы разъединяются и освобождаются.

Продолжительность бесполезного занятия шнура и приборов станции допускается не больше 1,5 мин. Ограничение начинает действовать в следующих случаях:

а) когда абонент, получив сигнал готовности, не приступает к набору номера в течение 1,5 мин.;

б) когда вызывающий абонент, получив сигнал занятости, не дает отбоя в течение 1,5 мин.;

в) когда вызываемому абоненту посылается вызов, а вызывающий абонент, контролируя посылку вызова в аппарат вызываемого абонента, в течение 1,5 мин. не дает отбоя, ожидая ответа.

В станциях большой емкости, кроме обычных абонентов, имеются абоненты специальные: особые и главные.

Особых абонентов может быть на станции несколько (по одному на каждую полусотенную секцию, входящую в общую емкость станции). Главный абонент на станции только один. Особые абоненты и главный абонент имеют те же преимущества в установлении связи с занятым абонентом, что и особый абонент на станциях малой емкости. Разница между особыми абонентами и главным заключается в том, что первым предоставлено преимущество только перед той полусотней абонентов, в состав которых входит данный особый абонент, а главный абонент пользуется преимуществом в установлении связи перед всеми абонентами станции.

Связь абонентов *КАТС* большой емкости с абонентами береговых телефонных станций осуществляется при помощи телефониста, несущего вахту у специального промежуточного аппарата, который устанавливается на судах в помещении телефонной станции с ручным обслуживанием. Вахтенный телефонист принимает вызовы и заказы на установление телефонной связи как со стороны судовых абонентов (исходящая связь), так и со стороны береговых абонентов (входящая связь).

При помощи промежуточного аппарата могут быть включены в *КАТС* две соединительные линии с береговой телефонной станцией и одна служебная — для приема предварительных заказов на переговоры.

Конструктивное оформление промежуточного аппарата аналогично оформлению установок судовой телефонии. На крышке этого аппарата смонтированы номеронабиратель, рычажный переключатель, ключи типа «*33*», линзы для ламп, расположенный в корпусе звонок типа *ЗВО* на 24 *в*, сигнальные лампы, плата с трансформаторами и конденсаторами, реактивная катушка, фильтры.

Станции большой емкости снабжаются, кроме перечисленных приборов, испытательным щитом, на котором можно произвести испытания как линий абонентов, так и станционных приборов. Испытательные приборы со щитами установлены в каждой сотенной или полусотенной секции.

Для сигнализации об авариях на станции имеются сигнально-выносные приборы, устанавливаемые в местах, удобных для наблюдения за ними.

Принцип работы АТС большой емкости

Судовые автоматические телефонные станции большой емкости собираются по схеме обратного предыскания с группообразованием.

На рис. 1. 85 представлена скелетная схема полусотенной секции станции на 150 номеров.

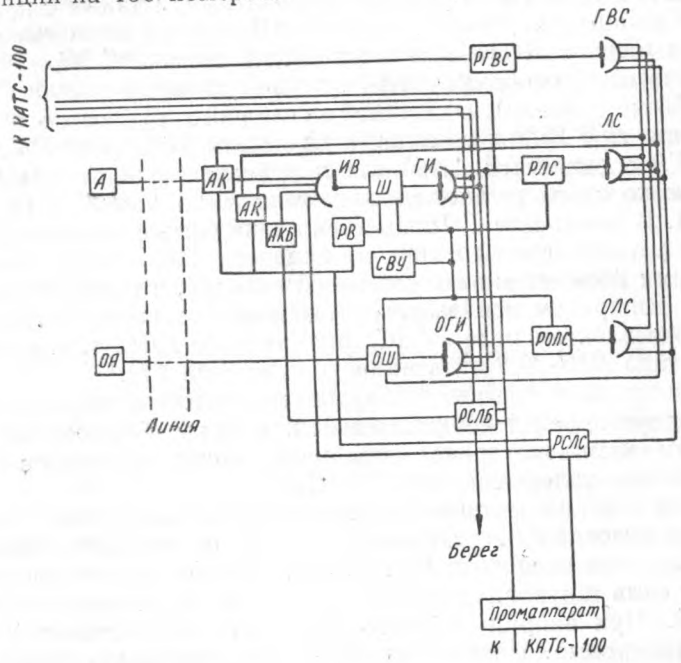


Рис. 1. 85. Скелетная схема полусотенной секции *КАТС-150*

Станция *КАТС-150* состоит из двух секций: сотенной и полусотенной, причем первая в свою очередь состоит из двух секций по 50 номеров в каждой.

Станция имеет абонентские комплекты *АК* по количеству обычных абонентов, состоящие из двух реле типа *РКМ* — линейного *ЛР* и разделительного *РР*.

Каждая полусотенная секция имеет по семи обычных шнуров, каждый из которых состоит из искателя вызова *ИВ* типа *ШИ-50/4* и искателя группы *ГИ* типа *ШИ-25/8*.

Между искателями имеется комплект реле *Ш*, состоящий из десяти реле типа *РМ* и одного термического, обозначенного *ТШ*.

Продолжением шнура являются линейные соединители *ЛС* типа *ШИ-25/8* с комплектом в тринадцать реле типа *РМ*, обозначенные на рис. 1.85 через *РЛС*, и одного термического реле *ТР*.

Кроме обычных шнуров, две полусотенные секции имеют по особому шнуру *ОШ*, а одна полусотенная секция из станции *КАТС-100* имеет главный шнур *ГШ*.

Особый шнур *ОШ* состоит из особого группового искателя *ОГИ* типа *ШИ-25/8* и комплекта из десяти реле, обозначенных через *ОШ*. Продолжением особого шнура является особый линейный соединитель *ОЛС* с искателем типа *ШИ-25/8*. Он обеспечивает связь с обычным и главным абонентами, а также с промежуточным аппаратом. Между *ОГИ* и *ОЛС* имеется комплект из пятнадцати реле, условно обозначенный на схеме *РСЛС*.

Аналогично особому шнуру устроен главный шнур *ГШ* (на рис. 1.85 не показан), состоящий из главного группового искателя *ГГИ* типа *ШИ-25/8* и комплекта из десяти реле типа *РМ*. Искатель *ГГИ* соединяется с главным линейным соединителем *ГЛС*, в качестве которого установлен искатель типа *ШИ-25/8* (в шнуре 2 *ГЛС*). В комплекте *ГЛС* имеется двенадцать реле типа *РМ*.

Для установления соединения главного абонента с обычными и особыми абонентами полусотенной станции, а также с промежуточным аппаратом используется главный входящий соединитель *ГВС* с комплектом реле *РГВС*, аналогичным *ГЛС*, т. е. имеет искатели типа *ШИ-25/8* и двенадцать реле типа *РМ*.

Кроме того, в составе оборудования имеется комплект реле *РЛСБ* двусторонней соединительной линии с береговыми станциями и комплект реле служебной связи абонентов *КАТС* с вахтенным телефонистом *(РСЛС)*.

Кроме того, на станции имеется особое устройство — распределитель вызовов *РВ*, состоящий из искателя типа *ШИ-25/4* и комплекта из семи реле типа *РМ*. На каждую полусотенную секцию, т. е. на семь шнуров, смонтирован один *РВ* рабочий и один резервный. При аварии рабочего комплекта автоматически включается резервный. Назначение *РВ* — подготавливать один из семи *ИВ* для подключения к линии вызывающего абонента; этим достигается равномерность их работы и значительная экономия в расходовании энергии питающей батареи. Как только один из свободных *ИВ* занимает контакты линии вызывающего абонента, распределитель вызовов *РВ* отключается и подготавливает очередной свободный *ИВ* для обслуживания следующего вызова.

Вызов станции. Абонент снимает микротелефонную трубку, при этом в абонентском комплекте срабатывает линейное реле *ЛР*, подключающее распределитель вызовов *РВ* к 50-номерной секции, в которую включена линия вызывающего абонента; искатель *РВ* замыкает цепь пуска незанятого *ИВ*, который свободным движением находит контакты линии вызывающего абонента. В этот момент срабатывает разделительное реле *РР*, распределитель вызовов *РВ* отключается и занимается подготовкой

очередного незанятого *ИВ* для выполнения следующего заказа. Вызывающему абоненту посылается сигнал готовности.

Набор номера. При наборе первого знака номера, характеризующего код станции, пульсирует импульсное реле шнура и под воздействием импульсов *ГИ* отыскивает свободные *ЛС* своей группы. В шнуре *ИВ — ГИ* срабатывает пробное реле и устанавливается сквозное соединение линии вызывающего абонента с *ЛС* через схему *ИВ — ГИ — ЛС*.

Второй и третий знаки номера, определяющие собственно номер абонента, воспринимаются импульсным реле комплекта *РЛС*. В этом случае *ЛС* вынужденным движением находит контакты линии вызываемого абонента.

Остальные процессы (проба на занятость, блокировка, вызов и ответ абонента) происходят так же, как и на станциях малой емкости.

По окончании разговора абоненты дают отбой, при этом реле отпускают свои контакты, а искатели *ГИ* и *ЛС* свободным движением возвращаются в исходное положение. Для этой цели в схеме станции образуются пульсирующие цепи.

§ 35. Оборудование и эксплуатация судовых телефонных станций

Вспомогательные приборы на судовых телефонных станциях

На судовых телефонных станциях в ряде случаев необходимы различные вспомогательные приборы. К их числу относятся водозащищенные штепсельные розетки, телефонные переключатели *ПТ*, а также соединительные ящики *СЯ*, предназначенные для соединения магистральной и разветвительной кабельных сетей на судне.

Штепсельные розетки. Штепсельные розетки различаются по своему назначению и схеме, внешний вид и конструкция их одинаковы.

Штепсельная розетка независимо от ее марки представляет собой силуминовую коробку с крышкой, висящей на петле и прижимающейся к коробке четырьмя невыпадающими болтами.

Для водозащиты между крышкой и коробкой проложен резиновый жгут, а на верхней и боковых стенках для ввода кабеля вмонтированы сальники. На нижней стенке коробки установлена розетка для подключения вилки головного телефона.

На внутренней стороне крышки укреплены ключ типа «22», микротелефонный трансформатор и конденсатор типа *БП* 0,5 *мкф*.

Ключ в штепсельной розетке служит для переключения схемы из положения приема вызова на разговор и обратно.

Трансформатор индуктивно связывает цепь микрофона с цепью телефона и служит для создания противоместной схемы. Конденсатор установлен в качестве разделительного.

Внутри розетки имеется зажимная плата для подключения

проводников внутреннего монтажа и ввода кабеля. Сюда же включено добавочное сопротивление.

Штепсельные розетки бывают оконечные и проходные.

Принципиальная схема оконечной розетки типа *ШО-2/2*, служащей для подключения головного телефона и звонка, представлена на рис. 1.86.

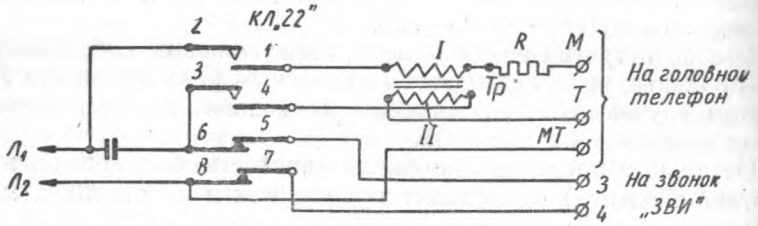


Рис. 1.86. Принципиальная схема оконечной розетки типа *ШО-2/2*

В зажимы $Л_1$ и $Л_2$ включается телефонная линия, в зажимы *М, Т* и *МТ* включаются соответствующие зажимы головного телефона, а в зажимы *3—4* — поляризованный звонок. Схема токопрохождения будет следующей.

При готовности принять вызов ключ «*22*» находится в положении «выключено», при этом его контакты *5—6* и *7—8* замкнуты, а контакты *1—2* и *3—4* разомкнуты.

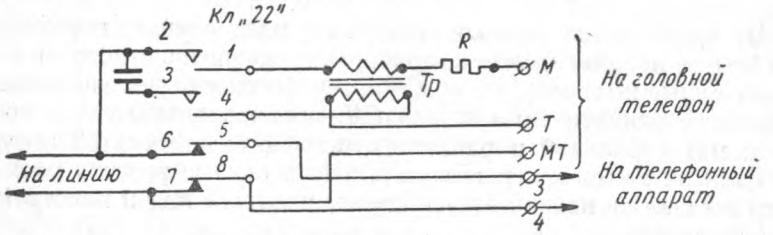


Рис. 1.87. Принципиальная схема проходной штепсельной розетки типа *ШО-2/1*

При поступлении вызова переменный ток идет по цепи: провод $Л_1$, конденсатор, контакт ключа *6—5* и зажим *3*, звонок *ЗВИ*, зажим *4*, контакт ключа *7—8*, провод $Л_2$.

Для ответа на вызов следует ключ «*22*» повернуть в положение «включено». При этом его контакты *5—6* и *7—8* размыкаются и выключают звонок, а контакты *1—2* и *3—4* замыкаются. Переменный разговорный ток идет по цепи: микрофон, зажим *М* штепселя, сопротивление *R*, первичная обмотка трансформатора *Тр*, контакт *1—2* ключа, провод $Л_1$, аппарат абонента, провод $Л_2$, зажим *МТ* штепселя, микрофон.

Прием разговора поступает по следующей цепи: провод $Л_4$, конденсатор, контакт *3—4* ключа, вторичная обмотка трансформатора *Тр*, зажим *Т*, телефон, зажим *МТ* штепселя, провод $Л_2$.

Принципиальная схема проходной штепсельной розетки типа *ШО-2/1* представлена на рис. 1. 87.

Конструктивное устройство этого штепселя аналогично *ШО-2/2,* но отличается только схемой и назначением; штепсель *ШО-2/1* служит для подключения к одной и той же линии телефонного аппарата и головного телефона. С помощью ключа «22» к линии может быть подключен аппарат или головной телефон. Схема токопрохождения аналогична *ШО-2/2.*

Схема, представленная на рис. 1. 88, характерна для розетки типа *ШК-2,* при помощи которой к коммутатору вместо микротелефонной трубки можно подключить головной телефон.

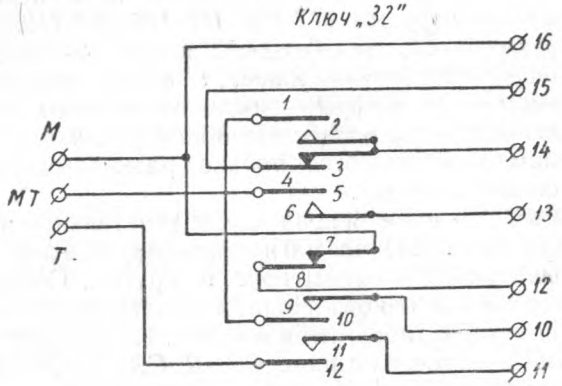


Рис. 1. 88. Принципиальная схема розетки типа *ШК-2*

Указанные штепсельные розетки применяются в батарейных телефонных установках. В безбатарейной телефонии они получили соответствующие названия: *ШК-Б* — штепсельная коробка безбатарейная; *ШП-Б* — штепсельная коробка проходная безбатарейная; *ШИ-Б* — штепсельная коробка с индуктором безбатарейная.

Переключатели телефонных постов. В телефонных системах судовой командной связи часто бывает необходимо передать команду не только с основного командного пункта, но и с какого-либо исполнительного, являющегося резервным командным постом. Для этой цели исполнительные посты оборудуются коммутаторами, подобными командным, а на командном дополнительно устанавливается телефонный переключатель постов *ПТ.* В практике судовой телефонной связи должна быть предусмотрена возможность передачи команд с трех постов, поэтому переключатель типа *ПТ* изготавливают на три направления.

Переключатель представляет собой прямоугольную силуминовую коробку с укрепленной на петлях крышкой, которая прижимается к коробке болтом с барашками. В стенках переключателя вмонтированы сальники для ввода кабеля. Контактные секции, к

которым подключается кабель, представляют собой пластины из бронзы, запрессованные в пластмассу.

Механизм переключателя состоит из валика с контактными щетками, перемещающимися по пластинам контактных секций при вращении рукоятки, связанной со стальной осью валика. Рукоятка имеет защелку, при помощи которой останавливается движение переключающего валика в строго фиксированных положениях. Фиксированных положений рукоятки четыре. В трех из них производится переключение постов, а в четвертом положении все провода выключены.

Количество контактных секций и щеток определяется типом переключателя и отмечается в обозначении типа переключателя двумя последними цифрами: *ПТ-430, ПТ-418, ПТ-410*. Буквы обозначают переключатель телефонный, цифра 4 — число фиксированных положений рукоятки ключа, а следовательно, переключателя; последние две цифры — число контактных секций, или число переключаемых проводов. По конструкции все переключатели однотипны и отличаются только размерами, количеством контактных секций и щеток.

Соединительные ящики. Соединительные ящики предназначены для разветвления магистральных кабелей и соединения отдельных приборов схемы друг с другом. Соединительные ящики изготовляются однотипными и различаются количеством зажимов и сальников, габаритами и весом. Применяются соединительные ящики следующих типов: *СЯ-10, СЯ-22, СЯ-32, СЯ-72* и *СЯ-112*. Буквы *СЯ* обозначают соединительный ящик, а цифра — количество зажимов, обеспечивающих включение кабеля определенной емкости.

Соединительный ящик представляет собой силуминовую коробку с крышкой, прижимающейся к коробке болтами с барашками. На дне коробки к плате из изолирующего материала прикреплены зажимные винты и предохранители соответственно емкости ящика.

Установка телефонной аппаратуры

Телефонные коммутаторы, аппараты и вспомогательные приборы устанавливаются на специальных скобах или кронштейнах в местах, легко доступных для осуществления профилактики аппаратуры в период эксплуатации ее на судне, соответственно техническим требованиям, предъявляемым к каждому виду связи.

Аппаратура должна быть амортизирована и установлена таким образом, чтобы не загромождать проходы.

Телефонные коммутаторы и аппараты, установленные на открытых местах и в котельных отделениях, должны помещаться в металлические водонепроницаемые шкафы-футляры.

На всех телефонных коммутаторах, аппаратах и вспомогательных приборах должны быть укреплены металлические щитки с

выгравированным названием группы телефонов и самосветящимся опознавательным знаком *Т*.

Судовые телефонные станции ручные и автоматические емкостью свыше десяти номеров должны устанавливаться в сухих вентилируемых и отапливаемых помещениях. Стены помещения должны быть покрыты масляной краской. В этих помещениях температура воздуха не должна превышать $+60°$ С, а относительная влажность — 65%, не должно быть водяных паров, водяных или сточных трубопроводов и грелок водяного или парового отопления. Обогреваться помещения должны за счет излучения тепла переборками смежных обогреваемых помещений. В исключительных случаях допускается установка электрогрелок с термическим релейным регулятором температуры.

Для автоматических телефонных станций большой емкости желательно выбирать помещение, достаточно просторное, сухое и защищенное от вибрации корпуса судна. В таком помещении должен быть установлен специальный шкаф для хранения запасных частей, инструмента, материалов и технической документации станции.

Кроме общего освещения, в помещении телефонной станции должно быть предусмотрено специальное освещение различных шкафов и секций КАТС. Помимо этого, необходимо наличие аварийного освещения от судовой электростанции и собственной аккумуляторной. На станции должны быть аккумуляторные переносные фонари.

Помещение КАТС необходимо совершенно изолировать от других помещений и во время отсутствия обслуживающего персонала запирать.

Пол в помещении станции должен быть покрыт линолеумом. При уборке необходимо применять пылесос.

На переборках в помещении станции должны быть установлены штепсельные розетки судовой электросети для включения пылесоса и электропаяльника при профилактических осмотрах и ремонтных работах.

Помещение станции должно иметь хорошую вентиляцию.

Судовая кабельная телефонная сеть

На морских и речных судах для устройства телефонных сетей применяются специальные телефонные судовые кабели.

Ниже приводится таблица наиболее часто применяющихся судовых телефонных кабелей с указанием их конструкции и места прокладки.

Приведенные в таблице типы телефонных кабелей выпускаются нашей промышленностью с числом жил от 2 до 46. Жилы изготовляют из медной проволоки диаметром 1,13 *мм*.

Все судовые телефонные кабели и провода, кроме токонесущих жил, имеют резиновую изоляцию, защищенную от химического

Марки кабелей

Марка кабеля	Конструкция кабеля	Назначение кабеля
СРТМ	Кабель морской телефонный с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке, голый	Для неподвижной прокладки при отсутствии механических воздействий
СРЭТМ	Тот же кабель, но с экранированными жилами	То же, но для объединенных телефонных и трансляционных сетей
СРБТМ	Кабель морской телефонный с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покровом из кабельной пряжи	Для неподвижной прокладки при опасности механических повреждений
СРБЭТМ	Тот же кабель, но с экранированными жилами	То же, но для объединенных телефонных и трансляционных сетей
СРБГТМ	Кабель морской телефонный с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, без наружного покрова	Для неподвижной прокладки при опасности механических повреждений
СРБЭГТМ	Тот же кабель, но с экранированными жилами	То же, но для объединенных телефонных и трансляционных сетей
СРПТМ	Кабель морской телефонный с резиновой изоляцией, в свинцовой оболочке, бронированный стальными оцинкованными проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи	Для неподвижной прокладки под углом более 45° при опасности механических повреждений
НРТМ	Кабель морской телефонный с резиновой изоляцией, в негорючей резиновой шланговой оболочке	Для неподвижной прокладки при отсутствии возможности механических повреждений
КНРТП	Кабель морской негорючий резиновый телефонный панцирный	Для неподвижной прокладки при возможности внешних механических воздействий
КНРЭТП	Тот же, но экранированный	То же, но для объединенных телефонных и трансляционных сетей
ПРГМ	Провод морской телефонный в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи	Для выполнения внутренних схем

воздействия, а также воздействия огня, воды, света, тепла и т. п. В качестве основных защитных покровов применяются свинцовая оболочка, резиновая шланговая оплетка из хлопчатобумажной пряжи и некоторые другие виды защитных покровов.

Широкое применение в судовых телефонных кабелях нашла свинцовая оболочка, которая главным образом предохраняет изоляцию кабеля от проникновения влаги. Свинец применяется с присадкой сурьмы.

Оплетка из хлопчатобумажной пряжи употребляется для защиты резиновой изоляции от умеренных механических воздействий и влияния света. Для защиты хлопчатобумажной оплетки от влаги ее пропитывают специальным составом.

Свинцовая оболочка вместе с рядом положительных качеств имеет и значительные недостатки, а именно: свинец подвержен электрохимической коррозии, кабель со свинцовой оболочкой обладает значительным весом и подвергается разрушению при перегибах и вибрации.

Эти недостатки устранены в кабеле с пластмассовой оболочкой и изоляцией. Ввиду значительных успехов, достигнутых в производстве новых высокомолекулярных соединений пластмассы, высоких диэлектрических и механических свойств и малой влагопроницаемости некоторых ее видов, кабеля с пластмассовой изоляцией и оболочкой нашли широкое применение в судовой телефонии вследствие значительных эксплуатационных и монтажных преимуществ перед кабелями со свинцовой оболочкой. Они обладают меньшим весом и удобны при транспортировке, не боятся работы в агрессивно-химической среде, обладают повышенной гибкостью, вибростойкостью и другими положительными качествами. В настоящее время довольно широко применяются кабели с хлорвиниловой и полиэтиленовой изоляцией в шланговом покрытии.

Полиэтилен — белый с опаловым оттенком термопластичный материал, получаемый путем полимеризации этилена (C_2H_4). Он обладает такими ценными свойствами, как малый удельный вес, эластичность, химическая инертность, хорошие диэлектрические характеристики и влагостойкость. Полиэтилен вырабатывается из недефицитного сырья и технология производства его относительно проста, поэтому он является одним из лучших материалов для изоляции кабелей. В настоящее время проводятся большие исследовательские работы по конструированию оболочек телефонных кабелей из некоторых других высококачественных изолирующих материалов.

Из помещений телефонной станции магистральные многожильные кабели поступают в соединительные ящики, в которые они включаются в соответствующие зажимы с гравировкой согласно схеме. Телефонные кабели прокладываются по переборкам и крепятся специальными скобами с антикоррозионными винтами и изолирующей прокладкой. Прокладки изготовляются из прессшпана и на 2 *мм* шире скобы.

Из соединительного ящика отдельные кабели с меньшим числом жил подводятся или к аппаратуре, или поступают в следующий соединительный ящик, откуда с еще меньшей емкостью поступают в тому или иному прибору.

Концы жил кабеля должны оканчиваться напаянными наконечниками и обмоткой из цветных шелковых ниток для удобства монтажа.

Включение в один магистральный кабель линий связи из различных телефонных групп или различных технических средств не допускается.

Особое внимание следует обращать на осуществление тщательной герметизации при вводе кабеля через сальники в отдельные телефонные аппараты и приборы.

Прокладка кабеля должна осуществляться с наименьшим числом пересечений и с наименьшим радиусом закруглений, равным для бронированного кабеля десяти наружным диаметрам кабеля, а для свинцового голого — трем наружным диаметрам.

Кабель нужно прокладывать в местах, доступных для наблюдения, испытания и ремонта его по возможности в сухих помещениях, не подвергающихся действию высоких температур или механическим повреждениям.

Под деревянной облицовкой помещений кабель следует прокладывать в металлических желобах со съемными крышками или в металлических трубах. В местах прохода кабеля деревянная облицовка должна быть съемной.

Запрещается прокладывать кабель в непосредственной близости от котлов, паровых труб, дымоходов, через топливные цистерны и угольные бункеры. Расстояние прокладываемого кабеля от топливных и масляных цистерн, а также от двойного дна хранилищ жидкого топлива или масла должно быть не меньше 50 *см*.

В местах пересечения кабелей должны устанавливаться специальные мостики или панели с таким расчетом, чтобы зазор между пересекающимися кабелями был не меньше 5—10 *мм*.

Через водонепроницаемые и огненепроницаемые переборки кабель должен прокладываться при помощи сальников или кабельных коробок, заполненных особой массой. При прокладке через деревянную переборку применяются втулки из твердой породы дерева или свинца.

Кабели, прокладываемые через металлические палубы, должны быть заключены в металлические трубы, приваренные к палубе и выступающие не менее чем на 1,2 *м* на открытой палубе и 0,5 *м* внутри помещений. Трубы должны быть окрашены суриком или оцинкованы, на верхнем конце они должны иметь сальники или набивку кабельной массой.

Через деревянные палубы кабель проходит также в трубах, которые крепятся к палубе фланцами на болтах.

После прокладки кабеля и пропуска его через сальник необходимо перед подключением отдельных жил кабеля к зажимам

коммутатора или аппарата измерить сопротивление изоляции между жилами и корпусом, между отдельными жилами, а также между токонесущими жилами и корпусом прибора.

Измерение сопротивления изоляции производится мегомметром постоянного тока, развивающим напряжение 500 *в*.

Сопротивление изоляции той или иной телефонной системы вместе с входящими в нее приборами измеряют при отключенных источниках питания. Это сопротивление при установке приборов вновь или после капитального ремонта должно быть не меньше величины, которая определяется соответствующими формулами, учитывающими сопротивление каждого прибора, входящего в систему. При эксплуатации сопротивление изоляции любой телефонной установки со всеми подключенными к ней аппаратами и приборами при отключенных источниках питания должно быть не ниже 300 000 *ом*.

Если установка снабжена телефонным переключателем типа *ПТ*, сопротивление изоляции измеряется во всех положениях переключателя.

При включении кабельных линий в коммутаторы, телефонные аппараты и различные вспомогательные приборы необходимо следить за правильностью включения отдельных его жил согласно монтажной схеме.

Перед закрытием крышек приборов необходимо удалить из корпуса прибора всю пыль, остатки пряжи от кабеля и пр., протереть все неокрашенные части (кроме контактов) чистой, слегка промасленной тряпкой.

Также следует проверить состояние всех сальников и резинового жгута, прокладываемого между крышкой и коробкой каждого прибора.

Источники питания судовых телефонных установок

Для питания установок внутрисудовой телефонной связи применяются щелочные аккумуляторные батареи, установленные в прочных деревянных ящиках с откидными крышками и окрашенные специальной краской, предохраняющей их от разъедания щелочью. На ящике выведены зажимы батареи с обозначениями «+» и «—». Каждый батарейный ящик должен иметь металлическую табличку с антикоррозионным покрытием, на которой должны быть указаны номинальная емкость батареи, напряжение, а также сила зарядного и разрядного токов.

Аккумуляторы должны быть укреплены так, чтобы исключить возможность перемещения их при крене и дифференте судна. Аккумуляторные батареи должны устанавливаться вблизи питаемых телефонных установок. Если батарея помещена в шкафу, то должна быть предусмотрена вентиляция шкафа.

Следует также предусмотреть удобство заряда аккумулятор-

ных батарей на месте их установки или в непосредственной близости от них.

Работа современной судовой аппаратуры телефонной связи осуществляется от напряжения аккумуляторной батареи 24 *в*. Колебание напряжения допускается в пределах ± 2 *в*. Тип батареи выбирается в соответствии с величиной тока, потребляемого телефонной установкой или группой, а также в соответствии с требованием обеспечения непрерывности действия телефонной группы в течение 48-часового разряда.

Преимущества щелочных аккумуляторов перед свинцовыми заключаются в следующем:

1) обладают большой механической прочностью;

2) не боятся коротких замыканий и допускают питание внешней нагрузки с малым сопротивлением;

3) саморазряд у щелочного аккумулятора значительно меньше, чем у кислотного. При длительном хранении потеря емкости достигает весьма малой величины (около 0,5—3%);

4) срок службы в два-три раза больше кислотных.

Для сокращения количества источников питания и лучшего их обслуживания допускается питание нескольких телефонных групп от общей аккумуляторной батареи с достаточно большой емкостью.

Исключение составляет группа телефонов управления судном, для которой требуется самостоятельная питающая батарея.

Падение напряжения в подводящих проводах допускается не больше 2% напряжения на зажимах батареи.

Использовать аккумуляторные батареи, питающие установки связи, для других целей не разрешается.

Кроме аккумуляторных батарей, в качестве источника питания вызывных и телефонных цепей, а также усилителей судовых телефонных установок используется переменный ток судовой сети. Для питания вызывных цепей напряжение судовой сети трансформируется до необходимой величины, а для питания цепей анода и накала выпрямляется специальным телефонным выпрямителем типа *ВТ*.

Эксплуатация судовых телефонных установок

Для бесперебойной и надежной телефонной связи необходимо иметь квалифицированный технический персонал, хорошо знающий принципиальные и монтажные схемы установок, расположение приборов и аппаратуры, канализацию телефонной сети на судне, умеющий быстро находить и устранять обнаруженные неисправности.

Обслуживающий персонал должен выполнять следующие мероприятия:

1) следить, чтобы аппаратура всегда находилась в закрытом

состоянии, открывать ее только при необходимости и на возможно более короткий период;

2) содержать в полной чистоте все приборы и детали установок, производить систематическую чистку их согласно инструкции по уходу за данным типом аппаратуры;

3) оберегать приборы от попадания в них пыли и влаги, для чего тщательно следить за состоянием сальников и уплотняющих жгутов, учитывая возможность их высыхания со временем (болты крышек и гайки сальников должны время от времени подтягиваться, а при износе заменяться новыми);

4) своевременно устранять повреждения, учитывая, что причиной многих случаев прекращения связи является нарушение плотности и чистоты контактов в контактных группах рычажных переключателей, коммутаторных ключей, реле и т. п.;

5) уметь находить причины и места повреждений в устройствах связи и определять причины перерыва связи (наиболее часто это встречается в переменных контактах различных приборов). Проверять состояние контактов вначале внешним осмотром, а затем с помощью измерительного прибора. Если электрическая цепь в исправности, причину повреждения следует искать в приборе, который проверяется отдельно и тут же регулируется (ремонтируется) или же заменяется новым в зависимости от степени его повреждения;

6) устранять неисправности в минимально короткие сроки, не допуская по возможности перерыва связи;

7) тщательно проверять, регулировать и прочищать аппаратуру перед выходом в море и после возвращения в порт;

8) обучать личный состав судна грамотному обращению с аппаратурой связи;

9) при нахождении аппаратуры в общих помещениях и на наружных постах производить постоянное усиленное наблюдение за ней;

10) при нахождении аппаратуры в изолированных мало посещаемых помещениях следить за чистотой этих помещений, а также температурой и степенью влажности воздуха;

11) обеспечить особенно тщательный уход за состоянием КАТС и немедленно устранять возникающие повреждения;

12) все ремонтные работы производить специальным инструментом для отвинчивания и завинчивания болтов, гаек и пр., не допуская срыва резьбы, головок и т. д. Регулировку и измерение зазоров контактных пружин реле и деталей других приборов производить соответствующим регулировочным и измерительным инструментом;

13) следить за состоянием шнуров микротелефонных трубок и добавочных телефонов, не допуская их перекручивания в телефонных аппаратах и коммутаторах;

14) следить за работой контактной группы рычажного переключателя в телефонных коммутаторах и аппаратах, часто нару-

шающейся вследствие ослабления болтов, крепящих держатель трубки к корпусу, в результате чего происходит перемещение держателя по отношению к рычагу;

15) особенно внимательно следить за аккумуляторными батареями, не допуская падения напряжения батареи ниже 22 *в* и своевременно заменяя разряженную рабочую батарею резервной;

16) иметь все схемы как принципиальные, так и монтажные судовых телефонных установок с их описаниями;

17) вести подробные журналы по всем телефонным группам с занесением в них всех случаев появления неисправностей с указанием характера, времени появления и устранения повреждений, а также причины их возникновения.

Внутрисудовая оперативная громкоговорящая связь

Жесткие требования, предъявляемые на морском флоте к современным устройствам внутрисудовой телефонной связи в части обеспечения исключительной гибкости и оперативности связи при наличии в помещениях большого уровня посторонних шумов, вызвали создание аппаратуры для организации нового вида оперативной командной связи — громкоговорящей.

Командная громкоговорящая связь на судне представляет собой одностороннее громкоговорящее оповещение и осуществляется по симплексной схеме через микрофоны выносных командных постов (рис. 1.89) и электродинамические громкоговорители типа *10ГД-1 М,* устанавливаемые в помещениях исполнителей. В качестве усилителя используется командно-вещательная установка типа *КВУ*, смонтированная в помещении трансляционной рубки и дистанционно управляемая с выносного командного микрофонного поста. Схемой предусмотрено преимущественное использование связи для передачи оперативных распоряжений командным составом судна: благодаря наличию системы реле при включении микрофона на командно-выносном посту от входа усилителя *КВУ* отключается радиовещательная программа и канал предоставляется командиру.

Благодаря наличию сигнализации занятости, автоматически включающейся при передаче распоряжений с одного из выносных микрофонных постов, исключена возможность одновременной передачи распоряжений с нескольких постов.

Выбор места установки выносных микрофонных постов производится исходя из эксплуатационных требований к установлению оперативной связи с наиболее ответственными службами на судне, а также исходя из условий обеспечения удобств при эксплуатации связи.

Размещение электродинамических громкоговорителей в исполнительных постах должно обеспечить достаточно разборчивую слышимость распоряжений.

Громкоговорящая командная связь, осуществляемая при помощи установок типа *КВУ* и выносных командно-микрофонных постов, не предусматривает возможности ответа исполнителя при получении им распоряжения от командира, а командир лишен возможности проверить, правильно ли понято исполнителем распоряжение.

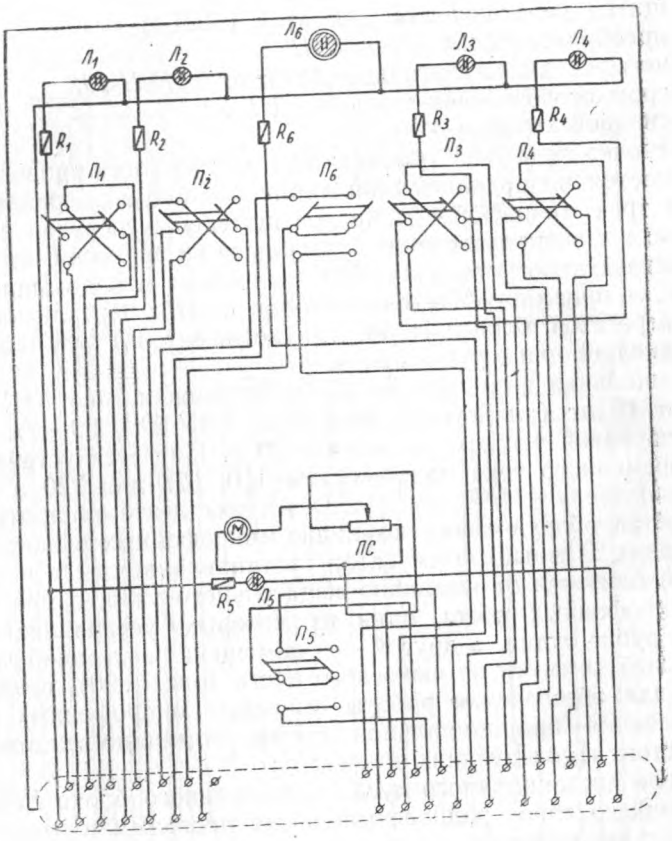


Рис. 1. 89. Принципиальная схема командной громкоговорящей связи

Аппаратура, выпускаемая датской фирмой Амплидан для громкоговорящей командной связи на судах, предусматривает организацию двусторонней громкоговорящей связи. В этой аппаратуре командные микрофонные и исполнительные посты оборудованы электродинамическими громкоговорителями, свойство обратимости которых использовано при работе их в качестве микрофонов.

Командно-вещательная установка типа *КВУ* представляет собой радиотрансляционный узел, предназначенный для организа-

ции на судах морского флота широковещательных передач и оперативно-диспетчерской связи.

Установка состоит из:

1) трех микрофонных постов;
2) приемно-усилительного блока (*ПУБ*);
3) блока питания (*БП*);
4) щитка переключения фидеров (*ЩПФ*);
5) щитка переключения агрегатов (*ЩПА*);
6) преобразователей типа *АМГ-3;*
7) четырех аккумуляторных батарей *5-НКН-10;*
8) громкоговорителей типа *ЮГД-1 м;*
9) силовой коробки *МК-22.*

Установка типа *КВУ* обеспечивает возможность проведения по одной постоянно подключенной линии командных передач с любого из трех микрофонов широковещательных передач с радиоприемника и воспроизведения грамзаписи со звукоснимателя.

Конструктивно установка *КВУ* выполнена в водозащищенном корпусе, ее приемно-усилительный блок (щиток переключения фидеров, агрегатов, блок питания и звукосниматель) устанавливается в трансляционной рубке судна.

Номинальная выходная мощность установки типа *КВУ-15* составляет 15 *вт* (аналогично установке *КВУ-50* — 50 *вт*), напряжение звуковой частоты на выходе 30 *в*. Питается установка от сети переменного тока напряжением 110, 127 или 220 *в* или от преобразователя *АМГ-3*, имеющегося в комплекте аппаратуры.

В состав оборудования командно-микрофонных выносных постов входит главный коммутатор, устанавливаемый в непосредственной близости от командно-вещательного узла, и два выносных микрофонных поста, один из которых устанавливается в рулевой рубке судна, а другой — в помещении вахтенной службы.

Главный коммутатор выносного поста (рис. 1.90), предназначенный для обеспечения работы выносных микрофонных постов без изменения принципиальной схемы командно-вещательного узла, состоит из следующих элементов:

а) реле дистанционного пуска усилительного блока $РЛ_6$, осуществляющего сброс радиовещательных программ и отключение студийного микрофона;

б) реле коммутации вещательных линий $РЛ_1$ и $РЛ_2$, $РЛ_3$ и $РЛ_4$;

в) реле принудительного вещания $РЛ_5$;

г) системы световой сигнализации.

Главный коммутатор выполнен в металлическом корпусе. На передней панели его смонтированы приборы управления и сигнализации. Внутри корпуса размещены перечисленные выше реле типа *МКУ-48.*

Передняя панель главного коммутатора (рис. 1.91) укреплена на откидных замках, чем обеспечена возможность проведения профилактического осмотра и ремонта реле и отдельных деталей.

Выносной командно-микрофонный пост обеспечивает:

а) включение и выключение усилительного блока *КВУ*;

б) автоматическое отключение вещательных программ при включении усилительного блока узла;

в) коммутацию звуковых линий для включения принудительного вещания;

г) дистанционную регулировку громкости командных передач.

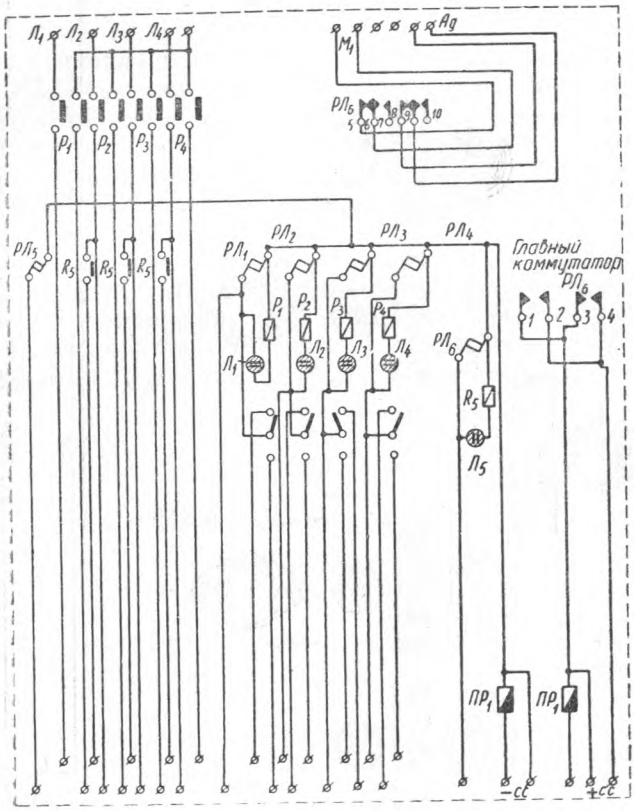


Рис. 1. 90. Принципиальная схема главного коммутатора выносного поста

Выносной микрофонный пост конструктивно выполнен в литом силуминовом корпусе, обеспечивающем водонепроницаемость. Ввод кабеля в него осуществляется через сальники, расположенные в нижней части корпуса. Для включения микрофона имеется герметическая фишка, смонтированная на правой стенке корпуса. Напряжение переменного тока 127—220 *в* подается на зажимы *СС*(+) и *СС*(—) главного коммутатора (см. рис. 1. 90).

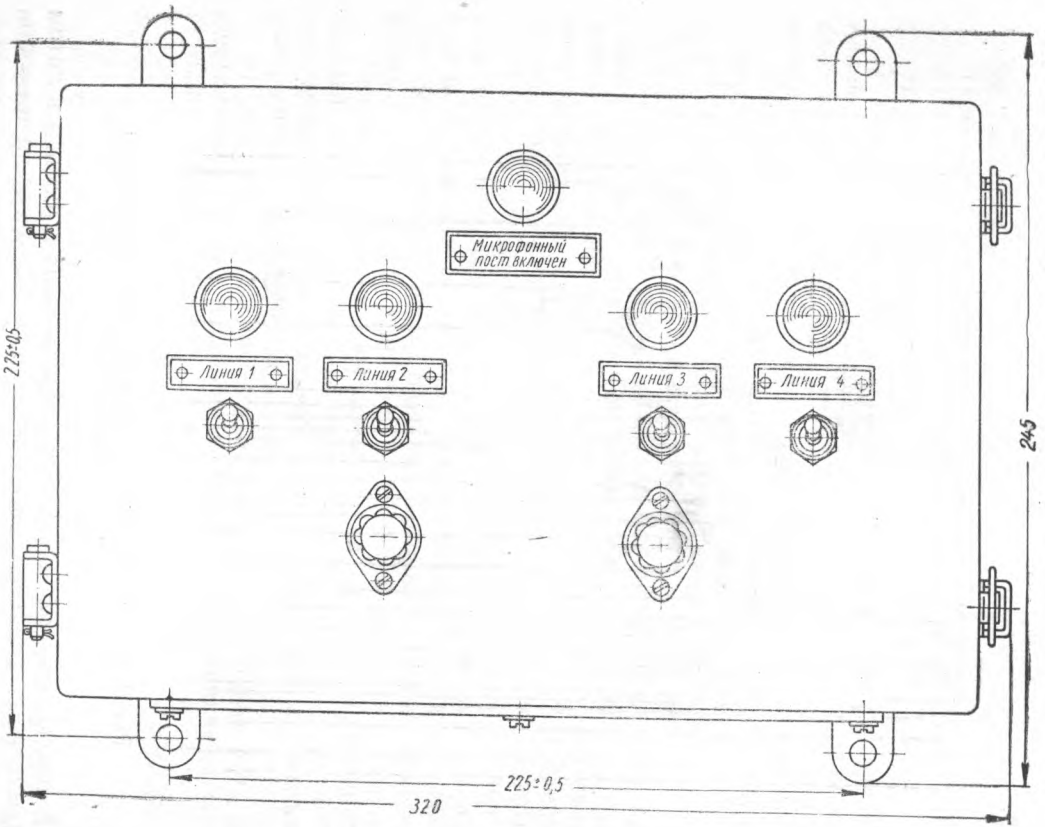


Рис. 1. 91. Передняя панель главного коммутатора

На выносном микрофонном посту переключателем $П_6$ (рис. 1.89 и 1.90) включается усилитель, при этом загорается лампочка $Л_6$ и срабатывает реле $РЛ_6$, а через его замкнутые контакты подается напряжение на преобразователь.

При наличии на судне сети переменного тока напряжение подается непосредственно в первичную обмотку трансформатора усилительного блока.

Реле $РЛ_6$ осуществляет через контакты *8—9* сброс вещательных программ и через контакты *5—6* — отключение студийного микрофона.

Включение микрофонного поста и коммутация вещательных линий осуществляется вне зависимости от положения переключателей на других микрофонных постах и главном коммутаторе.

Переключателями $П_1$, $П_2$, $П_3$ и $П_4$ напряжение сети подается на обмотки реле $РЛ_1$, $РЛ_2$, $РЛ_3$, $РЛ_4$, контакты которых коммутируют звуковые линии.

Сигнализация включения линий осуществляется лампочками $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$.

Принудительное вещание осуществляется путем непосредственной подачи звукового напряжения по третьему проводу на динамики в помещениях исполнителей, минуя регуляторы громкости. Переключатель $П_5$ ставится в положение *«Принудительное вещание»*, при этом загорается лампочка $Л_5$.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ, КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

Глава 7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИБОРАХ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ И СИСТЕМАХ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ

§ 36. Приборы управления судном и их назначение

Развитие ручной и автоматической судовой телефонии достигло высокого уровня. Однако телефонная связь в ряде случаев не может обеспечить достаточной скорости и надежности передачи, необходимых при управлении судном. Кроме того, при помощи телефонной связи невозможно сохранить зафиксированными на некоторое время переданные команды, сообщения и ответы.

Более быстрыми и надежными средствами связи и управления на судне являются электрические телеграфы с применением систем синхронной связи. При помощи этих систем осуществляется односторонняя и двусторонняя связь в тех случаях, когда передаваемые команды и сообщения можно ограничить небольшим количеством условных текстов или численных значений. При этом содержание переданных команд и сообщений остается зафиксированным на приборах. Кроме того, системы синхронной связи могут быть использованы как указатели для контроля за положением и работой валов отдельных механизмов.

На судах морского флота системы синхронной связи получили весьма широкое применение в качестве приборов управления судном, указателей в авторулевых устройствах, в следящем приводе и в других видах автоматизированных электроприводов.

Приборы управления судном служат для управления его скоростью и направлением движения, управления работой котлов, контроля за положением пера руля, а также за скоростью хода.

Основными приборами управления судном являются машинный телеграф, котельный телеграф, рулевые указатели, рулевой телеграф и тахометры гребных валов.

§ 37. Основные понятия о системах синхронной связи

Системами синхронной связи называют такие электрические системы, которые обеспечивают одновременное перемещение

нескольких механически не связанных между собой осей на равные или пропорциональные величины.

Основными элементами любой системы синхронной связи (рис. 2.1) являются датчик *1*, выполняющий роль задающего элемента; приемники *2* (один или несколько), ведомые посредством датчика; линия связи *3* между датчиком и приемниками.

Перемещения датчика и приемников, а также приводимых ими в движение устройств могут быть как угловыми, так и линейными. На практике чаще применяются системы с угловым перемещением или с непрерывным вращением осей. В соответствии с этим различают два вида систем: системы синхронной передачи угла и системы синхронного вращения.

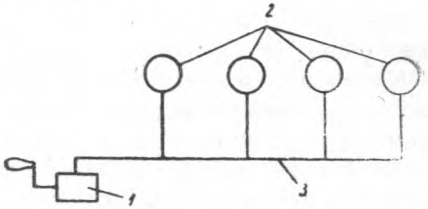


Рис. 2.1. Основные элементы синхронной связи

К системам синхронной передачи угла относятся системы, обеспечивающие синхронный поворот осей на тот или иной угол с последующей их фиксацией в положении, задаваемом ведущим устройством. К таким системам обычно предъявляют большие требования в отношении точности совпадения всех осей в конце перемещения, а иногда и во время движения.

В соответствии с определением понятия о системе синхронной передачи угла угловые перемещения осей могут быть выражены следующими соотношениями:

$$\alpha = k_1\alpha_1 = k_2\alpha_2 = k_3\alpha_3 = \ldots = k_n\alpha_n;$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = k_1\frac{d\alpha_1}{dt} = k_2\frac{d\alpha_2}{dt} = \ldots = k_n\frac{d\alpha_n}{dt};$$

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = k_1\frac{d^2\alpha_1}{dt^2} = k_2\frac{d^2\alpha_2}{dt^2} = \ldots = k_n\frac{d^2\alpha_n}{dt^2}, \qquad (2.1)$$

где α — угловое перемещение датчика;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots \alpha_n$ — угловое перемещение приемников;

$k_1, k_2, k_3, \ldots k_n$ — коэффициенты пропорциональности угловых поворотов.

В приборах синхронной передачи углы поворота всех осей системы обычно отсчитывают от фиксированных на шкале начальных положений. В судовой практике часто не предъявляют требования одинаковой скорости и ускорения осей системы, т. е. условия, выраженные вторым и третьим равенствами в системе уравнений (2.1), не обязательны. Обязательным остается лишь требование, выраженное первым равенством. Кроме того, часто

применяют приборы синхронной связи, у которых углы поворота всех осей должны быть равными, т. е. задается условие

$$\alpha = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \ldots = \alpha_n \qquad (2.2)$$

и, следовательно,

$$k_1 = k_2 = k_3 = \ldots = k_n = 1.$$

По такому принципу построены, например, приборы управления судном и ряд других приборов специального назначения.

К системам синхронного вращения относятся системы, обеспечивающие определенные заданные скорости одновременного вращения всех осей системы. Точное совпадение начальных и конечных угловых положений осей для этой системы обычно не обязательно, и отдельные приемники могут быть включены даже в различное время с последующей их синхронизацией с ранее включенными приемниками.

Для системы синхронного вращения перемещение ее осей может быть выражено в виде следующих соотношений:

$$n = k_1 n_1 = k_2 n_2 = k_3 n_3 = \ldots = k_n n_n,$$

$$\frac{dn}{dt} = k_1 \frac{dn_1}{dt} = k_2 \frac{dn_2}{dt} = \ldots = k_n \frac{dn_n}{dt}, \qquad (2.3)$$

где n — скорость вращения датчика;

$n_1, n_2, n_3 \ldots n_n$ — скорости вращения осей приемников системы.

В частном случае, когда

$$k_1 = k_2 = k_3 = \ldots = k_n = 1,$$

скорости вращения осей приемников равны, т. е.

$$n = n_1 = n_2 = n_3 = \ldots = n_n. \qquad (2.4)$$

В системах синхронного вращения степень несовпадения вращающихся осей по углу их поворота обычно допускается в значительно больших пределах, чем в системах синхронной передачи угла, но в отдельных случаях она может ограничиваться и весьма небольшими углами.

На судах и кораблях применяются как системы синхронной передачи угла, так и системы синхронного вращения. Однако наибольшее распространение получили системы синхронной передачи угла.

§ 38. Требования, предъявляемые к судовым системам синхронной связи

К судовым системам синхронной связи предъявляются следующие требования, которые вытекают из назначения и особенностей их работы в судовых условиях: 1) самосинхронизация си-

стемы [1]; 2) большая скорость передачи; 3) высокая точность синхронной передачи; 4) большая надежность и живучесть системы; 5) независимость работы приемников от нагрузки и исправности других приемников схемы; 6) бесшумная работа; 7) простота согласования приборов у несамосогласующихся систем; 8) большая длительность непрерывной работы системы и большой срок службы; 9) возможность подключения к датчику до десяти приемников; 10) малое количество проводников в линии связи; 11) возможно меньшее количество скользящих и обрывающихся контактов или полное их отсутствие; 12) простота устройства и обслуживания; 13) малые габариты, вес и стоимость.

§ 39. Классификация судовых систем синхронной связи

К судовым системам синхронной связи, кроме приведенных выше общих требований, часто предъявляют специальные требования, например, наличие малого момента трения на датчике, допустимость больших ускорений и др. Различие в требованиях возникает и в зависимости от режима работы и характера нагрузки. Часто обусловленным требованием является род тока.

В настоящее время выполнить такие широкие и разнообразные требования при помощи одного какого-либо вида системы синхронной связи невозможно. Поэтому в судовых установках применяется несколько видов систем синхронной связи.

По принципу действия различают системы синхронной связи:
импульсного типа с электромагнитными двигателями;
с реактивными синхронными двигателями;
с синхронными двигателями;
индукционные.

По роду тока системы синхронной связи бывают трех видов: 1) системы постоянного тока; 2) системы с питанием от сети постоянного тока с последующим преобразованием его во время вращения датчика в переменный ток переменной частоты; 3) системы с питанием от сети переменного тока постоянной частоты.

Глава 8. ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ С ИМПУЛЬСНЫМИ СИСТЕМАМИ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ

§ 40. Основные элементы импульсной системы синхронной связи

Импульсная система синхронной связи состоит из трех основных элементов: датчика, приемников и линии связи. Кроме того, в схемы приборов входят защитные и искрогасительные устройства, реле и приборы звуковой и оптической сигнализации.

[1] Под самосинхронизацией системы понимается способность приемников к самосогласованию с датчиком, т. е. в исправной схеме и при подаче нормального питания все приемники сами занимают такое же положение, в каком находится датчик.

В приборах управления судном получила применение импульсная система синхронной связи с электромагнитным двигателем в качестве приемника.

Устройство двигателя показано на рис. 2.2. Двигатель состоит из трех электромагнитов *1*, смонтированных на трехгранной стальной призме *2*. Каждый электромагнит имеет две последовательно соединенные катушки, расположенные на отдельных стержнях, и якорь *3*, вращающийся на конических осях *5*. Во избежание прилипания якорей к стержням электромагнитов ставят заклепки *4* из красной меди. Вал двигателя *10* проходит сквозь трехгранную призму. С одной стороны вал через зубчатую передачу *11* соединен со стрелкой *6*. С другой стороны вала установлен

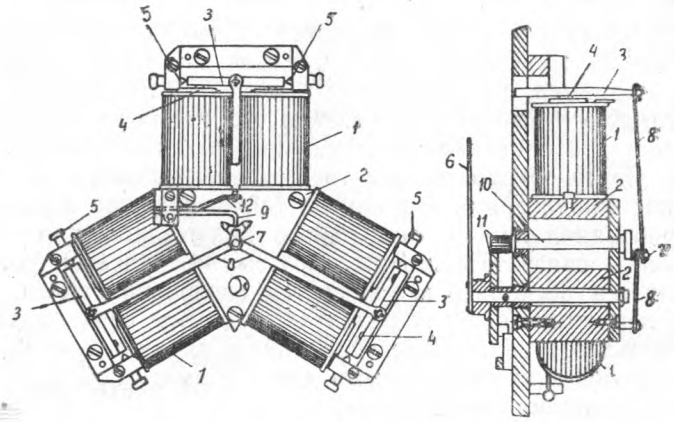


Рис. 2.2. Устройство электромагнитного двигателя

мотыль *7*. Посредством тяг *8* мотыль соединяется с якорями электромагнитов. Притяжение якоря одним из электромагнитов вызывает поступательное движение связанной с якорем тяги и поворот мотыля на 120°, поэтому при поочередном притяжении всех трех якорей вал двигателя повернется на 360° и в пределах окружности будет иметь три фиксированных положения. Для увеличения количества передаваемых команд между валом двигателя и стрелкой введена замедляющая зубчатая передача *11*.

На валу двигателя установлена трехлучевая звездочка, в углубления которой под давлением пружины *12* входит собачка *9*. Это устройство фиксирует стрелку прибора в определенном положении и тем самым исключает ошибки в приеме показаний и самопроизвольное перемещение стрелки при вибрациях и сотрясениях судна. Недостатком фиксатора является создание им дополнительного момента сопротивления, что несколько уменьшает надежность работы двигателя.

В некоторых приборах на валу двигателя установлены пружины, возвращающие стрелку в исходное положение при отсут-

ствии питания в его электромагнитах. В этом случае фиксатора не ставят и стрелка удерживается на каком-либо делении шкалы только при наличии питания в электромагнитах.

К одним концам катушек электромагнитов подается питание от датчика (обычно плюс), а другие концы соединены между собой и на них подается общий минус.

Двигатели бывают двух типов — на 110 и 220 *в*. Двигатель на 110 *в* имеет катушки электромагнитов сечением провода 0,14 *мм*^{2} с количеством витков равным 6000. Сопротивление одной катушки $r_к$ равно 350 *ом*, поэтому магнит с двумя последовательно соединенными катушками имеет сопротивление $2 \times 350 = 700$ *ом*. Каждый электромагнит соединен последовательно с добавочным сопротивлением защитного устройства 350 *ом*, следовательно, номинальный ток в катушках электромагнитов

$$I = \frac{U}{3r_к} = \frac{110}{3 \times 350} \cong 0{,}1a.$$

Двигатель на 220 *в* имеет электромагниты с сопротивлением одной катушки $r_к = 1250$ *ом*.

Статический вращающий момент, развиваемый при прохождении в катушках электромагнитов номинального тока $I = 0{,}1$ *а*, для различных двигателей колеблется в пределах 450—550 *гдм*. Момент трения двигателя составляет 350—450 *гдм*.

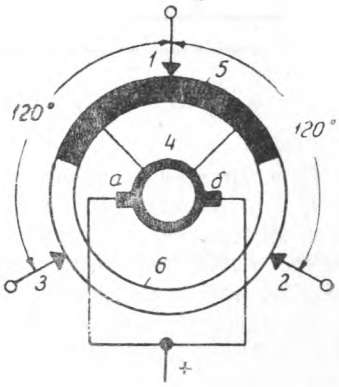


Рис. 2. 3. Устройство коммутатора

Датчик рассматриваемой системы представляет собой простейший коммутатор, который обеспечивает последовательность подачи питания к электромагнитам двигателей приемников. Схематическое изображение коммутатора дано на рис. 2. 3. Коммутатор имеет пять контактных щеток. Две плоские латунные щетки *а* и *б* расположены на латунном контактном барабане *4* под углом 180°. Щетки *1*, *2* и *3* расположены по поверхности барабана под углом 120° на его контактной части *5* и на изоляторе *6*. Для уменьшения окисления и обгорания контактная часть *5* выполнена из специальной никелевой стали, а наконечники щеток *1*, *2*, *3* — из серебра. Кроме того, коммутатор имеет войлочную щетку (на рисунке не показана), предназначенную для очистки поверхности барабана коммутатора.

Обычно через щетки *а* и *б* к контактному барабану *4* и от него к контактной части *5* подводится питание от положительного по-

люса сети. Через щетки *1, 2, 3* при вращении барабана поочередно подается питание к катушкам электромагнитов приемника.

§ 41. Электрическая схема синхронной передачи

Простейшая схема синхронной передачи (рис. 2.4) состоит из одного датчика *Д* и одного приемника *П*.

Датчик и приемник имеют шкалы с одинаковой ценой деления и по одной стрелке. Стрелка датчика механически связана с рукояткой, от которой она приводится в движение. Такая стрелка называется механической. Стрелка приемника приводится в движение через зубчатую передачу от электромагнитного двигателя и поэтому называется электрической.

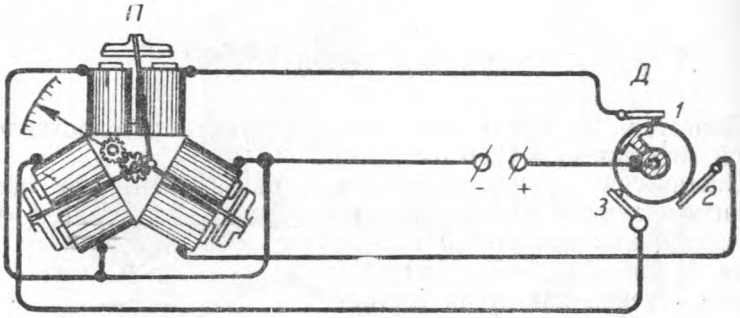


Рис. 2.4. Простейшая схема синхронной передачи

При вращении датчика, допустим, по часовой стрелке щетки *1, 2, 3* поочередно набегают на контактную часть коммутатора. Вследствие этого электромагниты приемника в той же очередности получают питание и, притягивая свои якоря, поворачивают по часовой стрелке мотыль приемника.

За один полный оборот датчика все электромагниты получают питание по одному разу, а потому мотыль двигателя приемника поворачивается также на один оборот. Стрелка приемника поворачивается на угол, меньший 360°. Величина угла поворота стрелки будет определяться передаточным числом зубчатой передачи.

При вращении датчика в обратном направлении изменится последовательность подачи питания электромагнитам, а следовательно, и направление вращения приемника.

При правильно собранной схеме стрелка приемника вращается в том направлении, в котором происходит вращение датчика.

В судовых установках чаще встречаются схемы, в которых угловые перемещения от одного датчика передаются одновременно двум или многим приемникам.

На рис. 2.5 представлена принципиальная схема системы синхронной связи с тремя приемниками.

Приемники $П_1$, $П_2$ и $П_3$ соединены между собой параллельно и переключателем $П$ подключаются или к датчику $Д_1$ первого командного пункта $КП_1$, или к датчику $Д_2$ второго командного пункта $КП_2$.

Очевидно, что при вращении включенного датчика питание от его щеток будет подаваться одновременно к обмоткам электромагнитов всех приемников и их стрелки будут перемещаться одновременно и на одинаковый угол, т. е. синхронно.

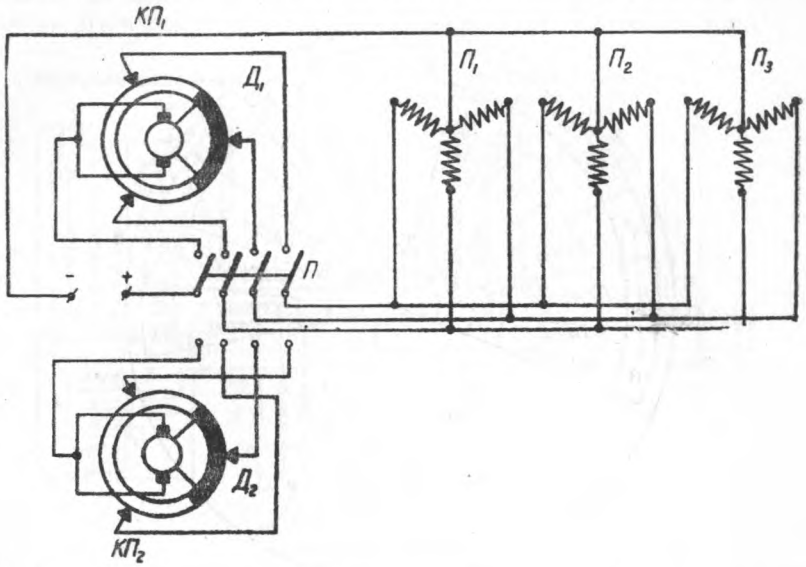


Рис. 2.5. Принципиальная схема системы синхронной связи с тремя приемниками

Перед переключением постов управления следует поставить стрелку датчика вновь включенного поста в такое же положение, в каком находятся стрелки приемников.

В противном случае показания вновь подключенного датчика будут несогласованными с показаниями приемников.

§ 42. Машинный телеграф постоянного тока с электромагнитными двигателями

Машинный телеграф предназначен для обеспечения быстрой и надежной передачи приказаний с командных пунктов в машинные отделения об изменении скорости и направления хода судна и для получения подтверждений о приеме приказаний. В соответ-

ствии с этими задачами приборы машинного телеграфа быстроходных судов имеют шкалу, представленную на рис. 2. 6. На менее быстроходных судах на шкалах отсутствуют деления с названиями «самый малый» и «самый полный» ход.

Принципиальная электрическая схема машинного телеграфа с электромагнитными двигателями для связи командного пункта (*КП*) с одним из машинных отделений дана на рис. 2. 7. Как видно из схемы, на командных пунктах устанавливают датчики-приемники типа *МТ-711* со шкалой на 11 делений и с внутренним освещением шкалы. В машинных отделениях устанавливают

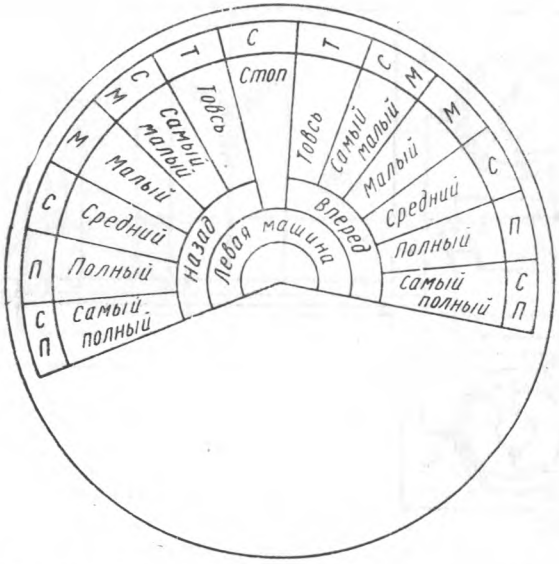


Рис. 2. 6. Шкала приборов машинного телеграфа

приемники-датчики типа *МТ-111* без освещения шкалы. В качестве контрольных приемников устанавливают двухстрелочные приемники *МТ-311*.

Один из приемников контрольного прибора соединен с датчиком командного пункта, а другой — с датчиком машинного отделения. При наличии двух машинных отделений устанавливают второй машинный телеграф с такой же схемой.

Приказание об изменении хода судна передается вращением на командном пункте датчика $Д_1$. Синхронно с датчиком будут вращаться приемники $П_1$ в машинном отделении и в контрольном приборе. Ответ о приеме приказания передается вращением в машинном отделении датчика $Д_2$ до совмещения его механической стрелки с командной стрелкой приемника. Синхронно с датчиком $Д_2$ вращаются приемники $П_2$ на командном пункте и в контрольном приборе, поэтому при совмещении стрелки датчика

с командной стрелкой приемника на приборе *МТ-111* в машинном отделении командные и исполнительные стрелки в приборах *МТ-711* и *МТ-311* также совместятся.

Поворот датчика $Д_1$ хотя бы на одно деление шкалы вызовет прохождение тока по цепи от плюса сети через коммутатор датчика, электромагниты приемников $П_1$, обмотки реле $Р_1$ и $Р_3$ и далее к общему минусу цепи. При этом в машинном отделении реле $Р_1$ сработает и своими контактами *1—2* замкнет цепь ревуна *РВ* и цепь сигнальной лампы *СЛ*, а контакты *3—4* замкнут цепь второй блокировочной катушки реле $Р_2$. Эта катушка будет удерживать контакты замкнутыми после прекращения вращения датчика $Д_1$ и установки его щеток на изолятор коммутатора.

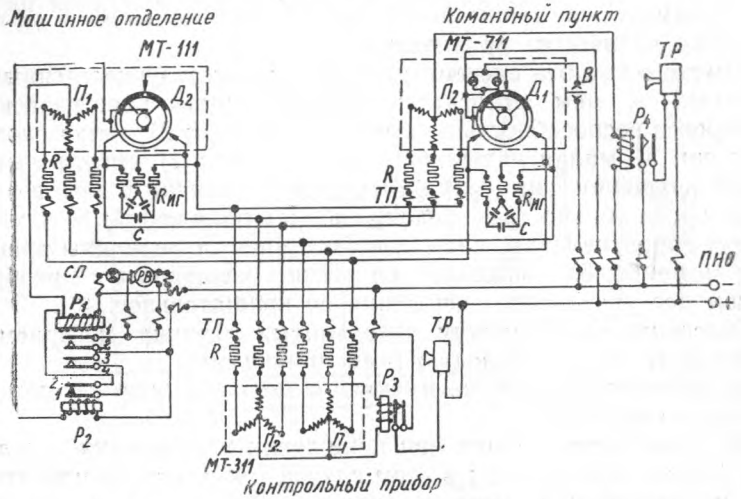


Рис. 2.7. Принципиальная электрическая схема машинного телеграфа постоянного тока с электромагнитным двигателем

При ответе о приеме приказания поворот датчика $Д_2$ вызовет прохождение тока по обмотке реле $Р_2$, у которого при срабатывании разомкнутся нормально замкнутые контакты *1—2* и разорвут цепь блокировочной обмотки реле $Р_1$, вследствие этого контакты *1—2* и *3—4* реле $Р_1$ разомкнутся и сигнализация в машинном отделении прекратится.

У контрольного прибора *МТ-311* ток проходит по обмотке реле $Р_3$ и действует трещотка *ТР* лишь во время вращения датчиков $Д_1$ или $Д_2$. Трещотка *ТР* на командном пункте действует лишь во время вращения в машинном отделении датчика $Д_2$.

В случае рассогласования показаний приборов телеграфа их согласование производится поворотом рукоятки датчика от стопора до стопора в одну и в другую стороны.

Для уменьшения искрения во время вращения датчика вблизи коммутатора включаются искрогасители из трех конденсаторов *С*

по 2 *мкф*, соединенных треугольником или звездой, и трех сопротивлений R_{ur} по 36 *ом*. Для защиты в цепях питания устанавливаются плавкие предохранители типа *ПНО*, а защита линии связи между датчиком и приемником осуществляется при помощи термических катушек, имеющих плавкий предохранитель и сопротивление $R = 350$ *ом*.

Из рис. 2.7 видно, что в линии связи каждого приемника имеется по три термические катушки, включенные последовательно с электромагнитами. На схеме зигзагами обозначены предохранители. *В* — выключатель внутреннего освещения шкалы.

К преимуществам импульсной системы с электромагнитными двигателями относятся: достаточная точность, простота устройства основных ее элементов, малые габариты, небольшой вес и малая стоимость, а также возможность подключения к датчику большого количества приемников.

Вместе с тем эта система обладает и рядом существенных недостатков. К ним относятся: 1) возможность рассогласования приборов и неспособность к самосогласованию; 2) малая скорость передачи; 3) малая надежность и живучесть; 4) импульсный характер вращения двигателя приемника и наличие у него в пределах оборота только трех фиксированных положений; 5) большой момент сопротивления, мало отличающийся от величины вращающего момента; 6) движение двигателя совершается с преобразованием поступательного движения во вращательное.

Рассогласование между показаниями датчика и приемника может быть вызвано следующими причинами:

а) вращением датчика, имеющего механическую стрелку, при отсутствии питания;

б) вращением датчика при понижении напряжения в судовой сети больше чем на 15%; в этом случае ток в электромагните будет меньше номинального, и вращающий момент в отдельных приемниках или во всех приемниках может оказаться меньше момента трения;

в) вращением датчика со скоростью больше 200 об/мин; в этом случае вследствие большой постоянной времени электромагнитов ток не успевает нарастать до величины, при которой вращающий момент становится достаточным для поворота двигателя.

Причиной рассогласования может быть и механическое заедание движущихся частей приемника.

Приборы с электромагнитными двигателями получили широкое применение на судах и кораблях довоенной постройки. Однако эти приборы имеют существенные недостатки и в настоящее время отдается предпочтение другим системам синхронной связи, способным к самосинхронизации. К ним относятся работающие на постоянном токе системы синхронной связи переменной частоты с синхронными двигателями и на переменном токе — системы с однофазными индукционными машинами.

Глава 9. ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ С СИСТЕМАМИ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ

§ 43. Принцип действия и основные элементы системы

В системах синхронной связи переменной частоты в качестве приемников служат синхронные двигатели. Применяются синхронные двигатели с возбуждением и без возбуждения (реактивные синхронные двигатели).

В приборах управления судном получили применение синхронные двигатели с возбуждением, так как системы с такими двигателями являются самосинхронизирующимися.

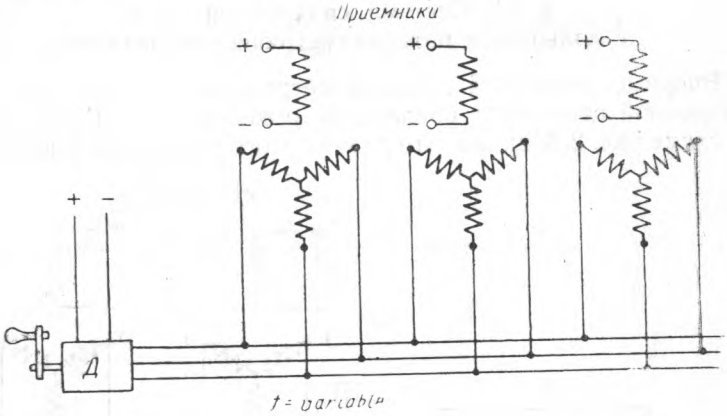


Рис. 2. 8. Принципиальная электрическая схема системы синхронной связи с синхронными двигателями

Принципиальная электрическая схема системы синхронной связи с синхронными двигателями с возбуждением дана на рис. 2. 8. В этой системе при неподвижном датчике Д обмотка статора двигателя питается постоянным током. Создаваемое обмоткой магнитное поле неподвижно, и ротор занимает определенное устойчивое положение, соответствующее данному положению датчика. При вращении датчика происходит преобразование тока в переменный с частотой, возрастающей по мере увеличения скорости вращения датчика. Поэтому в статоре двигателя возникает вращающееся магнитное поле, синхронно с которым будет вращаться и ротор. При этом, так как нарастание частоты тока происходит от нуля при включенных двигателях, то они приходят в синхронное вращение без помощи каких-либо пусковых устройств.

В судовых приборах применяются датчики двух видов: потенциометрические и безреостатные.

В системах синхронной связи встречаются синхронные двигатели следующих типов: 1) трехфазные с обмоткой возбуждения на роторе или статоре; 2) трехфазные с ротором в виде постоянного магнита.

Для получения самосинхронизирующихся систем эти двигатели выполняются двухполюсными. При этом у двигателей с расположением обмотки возбуждения на полюсах статора ротор имеет меньший диаметр и меньший момент инерции, благодаря чему достигается лучшая его балансировка. Уменьшение момента инерции ротора обеспечивает более надежное вхождение его в синхронное вращение при пуске и реверсе и уменьшает качания около синхронного положения при остановке. Лучшая балансировка ротора позволяет повысить точность синхронной передачи.

§ 44. Система синхронной связи с кольцевым потенциометрическим датчиком

Впервые кольцевой потенциометрический датчик для систем синхронной связи был предложен инженером И. Г. Маругиным. На схеме рис. 2. 9 видно, что датчик этого типа представляет собой

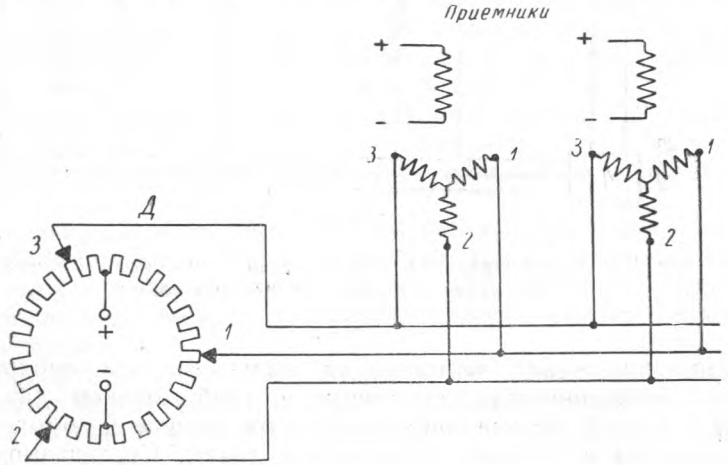


Рис. 2. 9. Схема с кольцевым потенциометрическим датчиком

кольцевой реостат, к которому в двух диаметрально противоположных точках подводится питание от источника постоянного тока. На поверхности реостата расположены три щетки *1, 2, 3,* через которые подается питание к обмоткам двигателей приемников. Обычно щетки *1, 2, 3* приводятся во вращение при помощи рукоятки датчика *Д* и скользят по поверхности витков реостата.

Если приемники имеют большую мощность или их включено большое количество, щетки *1, 2, 3* скользят не по реостату, а по коллектору, к пластинам которого взяты отпаи от реостата.

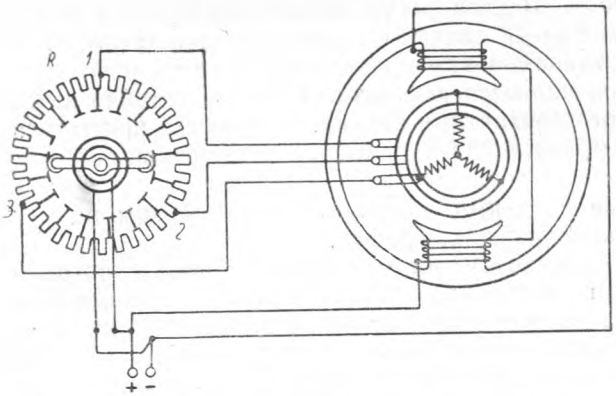


Рис. 2. 10. Схема синхронной связи с применением коллекторного датчика

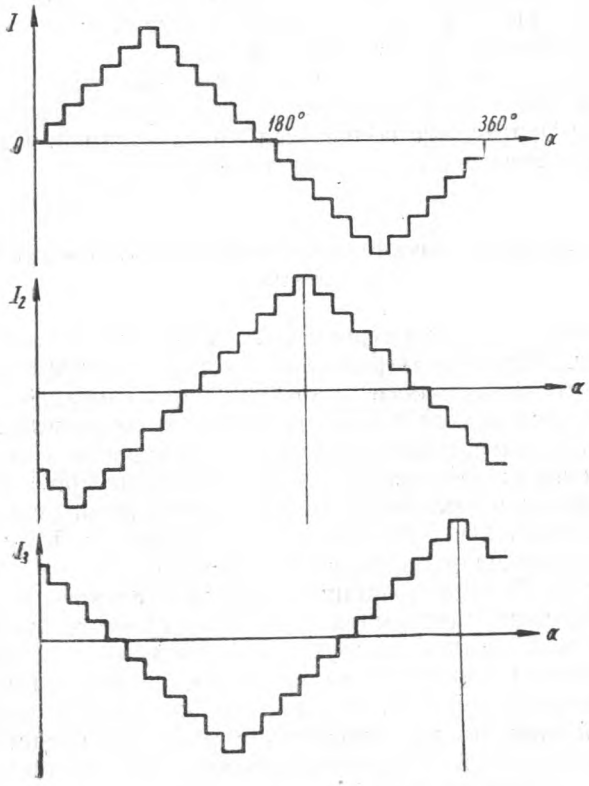


Рис. 2. 11. Кривые изменения тока в обмотках двигателя при вращении датчика

На рис. 2. 10 дана схема синхронной связи, в которой применен коллекторный датчик с кольцевым реостатом R. Кроме того, у этого датчика фазные провода припаяны к реостату, а подвижной частью является контактный рычаг, питание к которому подается через контактные кольца. В качестве приемника применен трехфазный синхронный двигатель с обмоткой возбуждения, расположенной на двух явно выраженных полюсах статора.

Система с такими датчиком и приемником получила применение в машинных телеграфах.

Все разновидности рассмотренных в этом параграфе датчиков имеют один и тот же принцип действия и во время вращения выполняют роль преобразователя постоянного тока в переменный. Когда датчики неподвижны, обмотки двигателей питаются постоянным током, величина которого в отдельных обмотках зависит от положения, занимаемого датчиком. Во время вращения датчика к фазным проводам подается переменный потенциал, и за один оборот датчика ток в каждой обмотке претерпевает полный период изменений со взаимным смещением по фазе на 120° (рис. 2. 11). При этом, чем больше секций имеет реостат, тем больше ступеней будет иметь кривая тока.

Так как к фазным линиям питание подается со взаимным сдвигом на 120° и двигатели имеют трехфазную обмотку, магнитное поле у двигателей получается вращающимся. Синхронно с полем вращаются и роторы двигателей.

§ 45. Система с двухпластиночным потенциометрическим датчиком

Кольцевой потенциометрический датчик имеет большие размеры и вес. Потенциометрический датчик с двумя сегментными контактными пластинами является модификацией датчика И. Г. Маругина и может быть выполнен с сопротивлением, подключенным к контактным пластинам лишь с одной стороны. Такой датчик имеет меньший вес и габариты, но при этом уменьшается плавность изменения тока и практически возможное количество синхронных положений приемника, поэтому применение такого датчика в приборах ограничено.

На рис. 2. 12, *а* дана принципиальная электрическая схема соединения датчика с приемником. В этой схеме применен потенциометрический датчик с двумя контактными пластинами. Между пластинами расположены контакты, соединенные с отдельными секциями реостата. В качестве приемника используется трехфазный синхронный двигатель с ротором, представляющим собой двухполюсный постоянный магнит. При каждом повороте датчика на 15° происходит изменение в питании обмоток двигателя. Следовательно, одному обороту контактных пластин датчика соответствует 24 различных варианта питания обмоток дви-

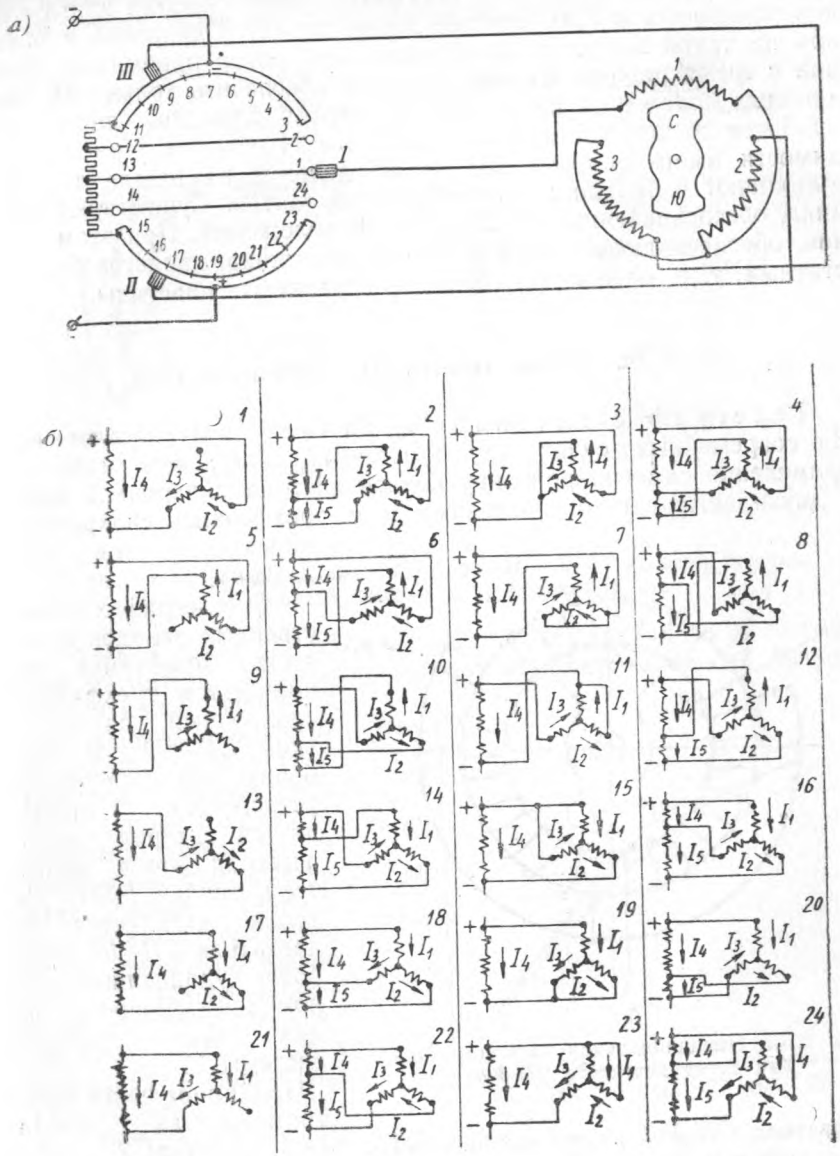


Рис. 2.12. Принципиальная электрическая схема соединения датчика с приемником (*а*) и варианты питания обмоток двигателя (*б*)

гателя (рис. 2. 12, *б*). При каждом изменении питания результирующий магнитный поток, создаваемый током обмотки двигателя, поворачивается в пространстве также на 15°. Синхронно с потоком на такой же угол поворачивается и ротор приемника. Датчик с тремя парами контактов может обеспечить только 24 синхронных положения приемника и поэтому пригоден лишь для приборов со шкалой, имеющей не более 24 делений. При необходимости иметь большее количество делений на шкале датчики выполняют с большим количеством контактов. Существуют датчики, обеспечивающие 12, 24, 48 и 96 положений. При этом датчик, обеспечивающий 12 положений приемника, является безреостатным, т. е. он имеет только две контактные пластины.

§ 46. Машинные телеграфы постоянного тока

Телеграф с потенциометрическим датчиком. На современных судах для машинных телеграфов получила применение самосинхронизирующаяся система синхронной связи с двухпластиночными датчиками и с трехфазным синхронным двигателем (см. рис. 2. 12, *а*).

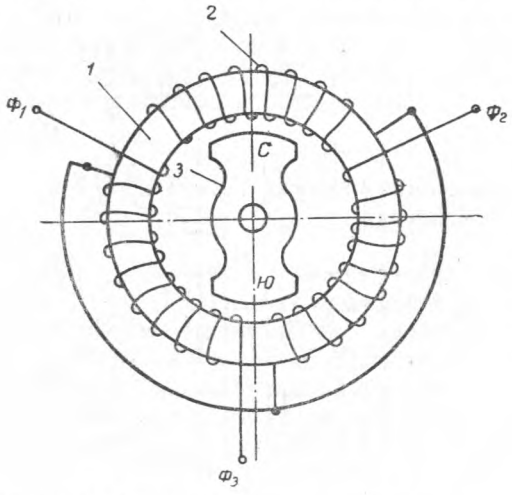


Рис. 2. 13. Принципиальная электромагнитная схема двигателя *СП-300*

В телеграфах отечественных заводов в качестве приемника используется трехфазный синхронный двигатель типа *СП-300*. В приборах со следящим устройством применяется вторая модификация этого двигателя, типа *СП-301*, которая отличается от двигателя *СП-300* лишь более удлиненным валом для помещения на нем диска следящей системы.

Принципиальная электромагнитная схема двигателя *СП-300* дана на рис. 2.13, где *1* — статор; *2* — фазные обмотки; $Ф_1$, $Ф_2$, $Ф_3$ — концы фазных обмоток; *3* — ротор.

Вид двигателя с торцовой стороны при снятой крышке и продольный его разрез показаны на рис. 2.14.

Статор *1* двигателя выполнен в виде тороида, на котором намотана трехфазная обмотка, соединенная звездой. С внутренней стороны тороида имеются пазы *2*, в которые укладывают витки

обмотки *3*. В эти же пазы укладывают короткозамкнутые витки успокоительной обмотки, предназначенные для гашения колебаний ротора около его синхронного положения.

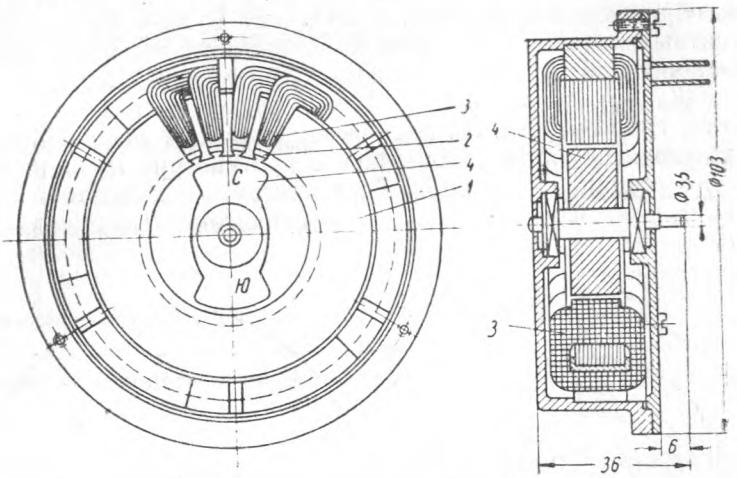


Рис. 2. 14. Внешний вид двигателя *СП-300* с торцовой стороны при снятой крышке и продольный разрез

Ротор *4* двигателя представляет собой двухполюсный постоянный магнит из никель-алюминиевой стали, обладающей большой коэрцитивной силой и создающей большую индукцию. Отсутствие обмотки возбуждения на роторе позволило получить вместо пятипроводной трехпроводную линию связи и уменьшить габариты и вес двигателя. Кроме того, у такого двигателя отсутствуют контактные кольца, что упрощает эксплуатацию и повышает надежность и живучесть двигателя.

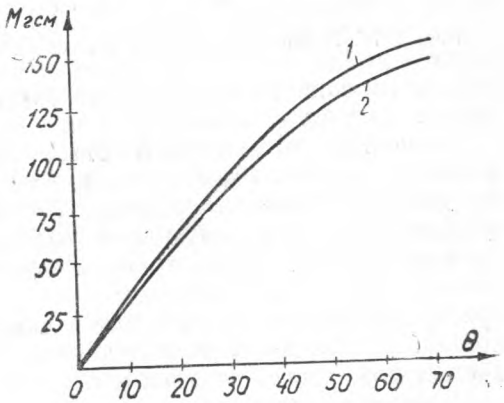


Рис. 2. 15. Характеристики синхронизирующих моментов двигателя

Характеристики синхронизирующих моментов двигателя $M=f(\theta)$ при одном приемнике (кривая *1*) и при двух приемниках (кривая *2*), подключенных к датчику типа *ДК-240*, даны на рис. 2. 15.

Датчик телеграфа выполнен в виде двух пластмассовых дисков *А* и *Б* малой толщины. Это позволило уменьшить глубину прибора, а следовательно, и его вес. На подвижном контактном пластмассовом диске *А* датчика (рис. 2. 16, *а*) с торцовой его стороны, обращенной к неподвижному диску *Б*, имеется два медных контактных кольца K_1 и K_2, каждое из которых имеет выступ, занимающий по дуге 131° (кольцо K_1 по внешней окружности, а кольцо K_2 — по внутренней). Между этими выступами расположено по три контакта. На подвижном диске *А* с внешней его стороны находится также секционное сопротивление *R*, один конец которого соединен с кольцом K_1, а другой — с кольцом K_2 или с его выступом. Средняя точка сопротивления *R* соединена про-

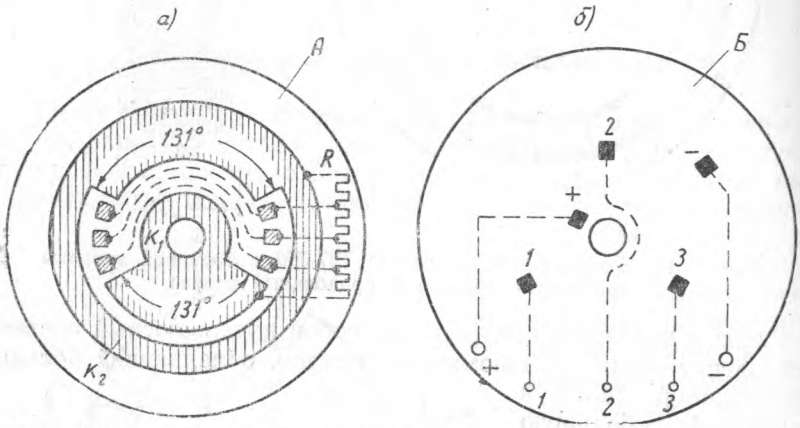


Рис. 2. 16. Устройство датчика машинного телеграфа постоянного тока

водниками с двумя средними контактами. Секции сопротивления соединены одна с верхней, другая с нижней парой контактов.

На неподвижном диске *Б* (рис. 2. 16, *б*) расположены пять пружинящих щеток из нейзильбера, соприкасающихся с контактными частями подвижного диска. Щетки «+» и «—» служат для подвода питания к контактным кольцам K_1 и K_2, а следовательно, к их контактным выступам и через сопротивление *R* — к расположенным между выступами шести контактам. Щетки *1*, *2*, *3* при вращении подвижного диска скользят по выступам колец и контактам, соединенным с секциями сопротивления. Эти щетки служат для подачи питания к фазным обмоткам двигателя.

Данные о датчиках представлены в табл. 2. 1. Буквы и цифры в обозначении датчиков различных типов расшифровываются следующим образом: *ДК* — датчик коммутаторный; первые две цифры указывают количество возможных фиксированных положений датчика, при которых происходит изменение в питании двигателя приемника синхронной передачи; третья цифра, если это нуль, указывает на отсутствие у датчика элементов следящей си-

стемы для включения сигнальных приборов, а если единица — наличие у датчика этих элементов. Иногда встречается обозначение датчика на 12 положений в виде *ДКС-120*, где вместо единицы после двух цифр стоит буква *С*. Это означает, что у датчика имеются элементы следящей системы.

Таблица 2.1

Наименование данных датчика	Данные датчиков типов			
	ДК-120 ДК-121	ДК-240 ДК-241	ДК-480	ДК-960
Количество фиксированных положений датчика	12	24	48	96
Цена одного деления в градусах .	30,0	15,0	7,5	3,75
Количество контактов с одной стороны	0	3	7	15

В командных пунктах устанавливают распорядительный прибор типа *АМТ-713/Б* с двумя датчиками-приемниками для передачи приказаний в два машинных отделения.

Общий вид прибора показан на рис. 2.17. Здесь *1* — силуминовая тумба; *2* — силуминовая крышка; *3* — шкалы датчиков-приемников; *4* — рукоятки датчиков-приемников левого и правого бортов или носовой и кормовой машины; *5* — крышка с отверстиями и решетками, против которых внутри тумбы установлены по одной трещотке с левой и правой сторон.

В машинных отделениях устанавливают настенный приемник-датчик типа *МТ-113/Б* со следящей системой без освещения.

Общий вид прибора *МТ-113/Б* показан на рис. 2.18, где *1* — рукоятка для вращения контактного диска датчика; *2* — стрелка приемника; *3* — смотровое окно и шкала под стеклом; *4* — винты, ограничивающие угол поворота рукоятки в пределах 180°; *5* — окно с решеткой против раструба ревуна, помещенного внутри прибора на его крышке; *6* — окно с красным стеклом против контрольной лампы.

Следящая система прибора служит для автоматического включения и выключения сигнальных приборов при передаче из командного пункта приказаний и при ответе о приеме приказаний.

Принципиальные кинематическая и электрическая схемы следящей системы показаны на рис. 2.19.

Вал двигателя *СП-301* приемника свободно проходит через отверстие в центре датчика. На его конце сидит контактный барабан *1* следящей системы, в контактной части которого имеется изоляционная вставка *2*. Плоские контактные ролики *3* и *4* жестко связаны с подвижным контактным диском *5* датчика и при его вращении скользят по контактному барабану *1*. Ролик *4* со-

единен с минусом датчика, а ролик *3* — со сплошным контактным кольцом датчика, предназначенным для подачи питания через следящую систему к обмотке реле *Р*. В согласованном положении приемника и датчика прибора контактный ролик *3* стоит на изоляционной вставке *2*, и цепь обмотки реле *Р* прервана. Когда из командного пункта передается приказание, двигатель *СП-301*

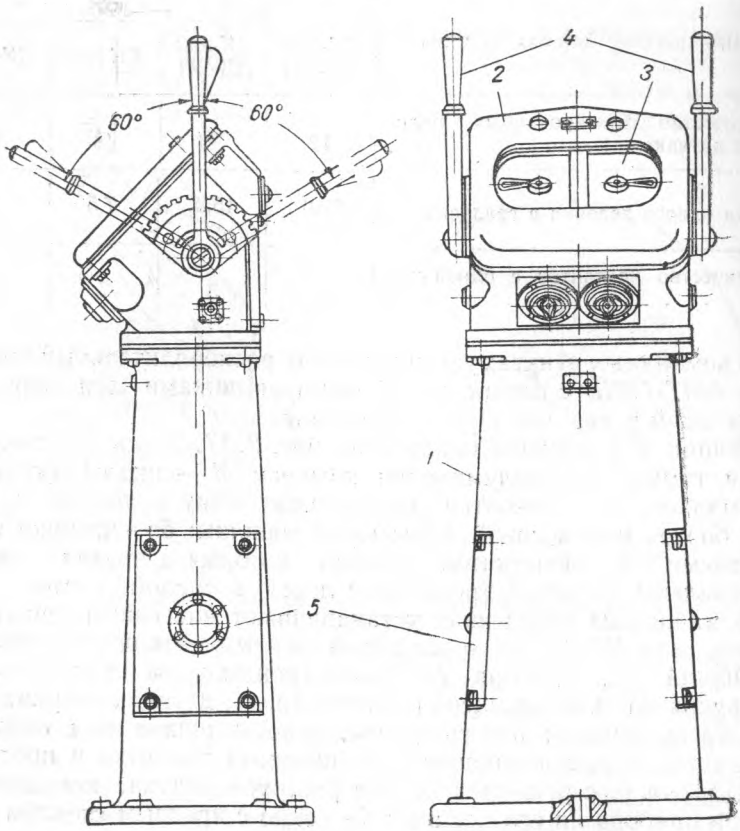


Рис. 2.17. Общий вид распорядительного прибора типа *АМТ-713/Б*

прибора *МТ-113/Б* поворачивается. На такой же угол поворачивается сидящий на его валу контактный барабан *1*. При этом контактный ролик *3* приходит в соприкосновение с контактной частью барабана *1*, через которую между роликами *3* и *4* образуется замкнутая цепь и обмотка реле *Р* получает питание. Реле срабатывает, его контакты замыкаются и включают ревун *РВ* и сигнальную лампу *СЛ*. Когда дается ответ о приеме приказания, то вместе с контактным диском *5* датчика вращаются контактные ролики *3* и *4* следящей системы. При правильной передаче ответа

контактный ролик *3* вновь станет на изоляционную вставку *2*, цепь обмотки реле *Р* прервется и действие сигнальных приборов прекратится. При неправильной передаче ответа контактный ро-

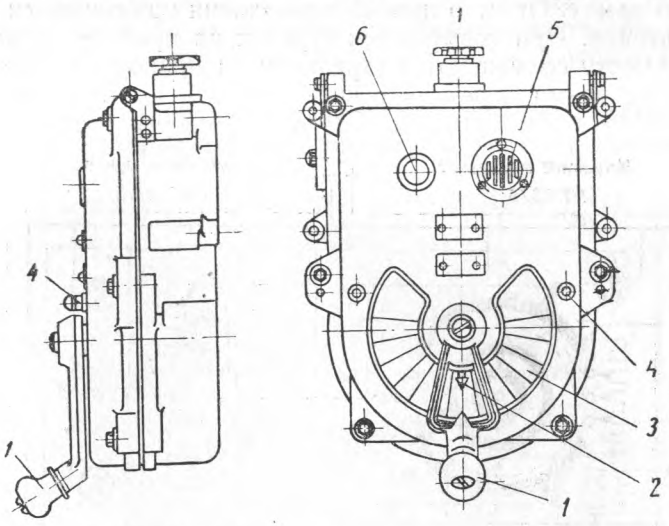


Рис. 2. 18. Общий вид настенного приемника-датчика типа *МТ-113/Б*

лик *3* не доходит до изоляционной вставки *2* или переходит ее и сигнализация продолжает действовать, указывая на неправильно переданный ответ.

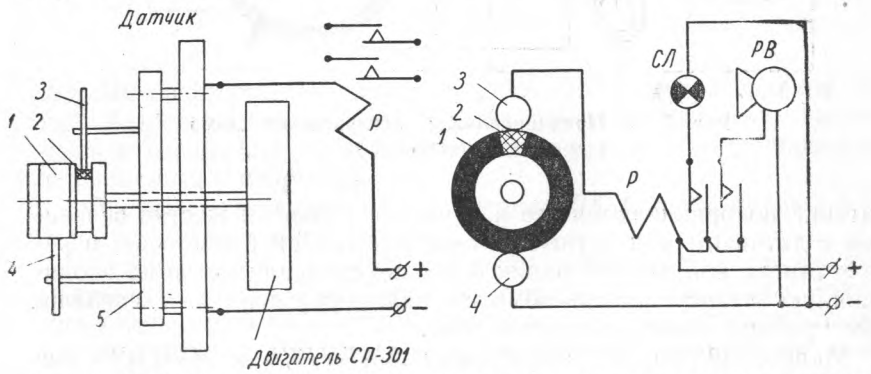


Рис. 2. 19. Принципиальная кинематическая и электрическая схемы следящей системы

Принципиальная электрическая схема аварийного машинного телеграфа дана на рис. 2. 20.

При повороте на командном пункте датчика в исполнительном посту синхронно с ним поворачивается приемник и сидящий на

его валу контактный барабан *1* следящей системы (см. рис. 2.19). Контактный ролик *3* приходит в соприкосновение с контактной частью барабана *1*, реле *Р* срабатывает и включает ревун и сигнальную лампу. Ответ о приеме приказания производится вращением датчика. При совмещении стрелок на приборе в исполнительном посту совмещаются стрелки и на приборе в командном пункте. Во время передачи ответа вместе с контактным диском

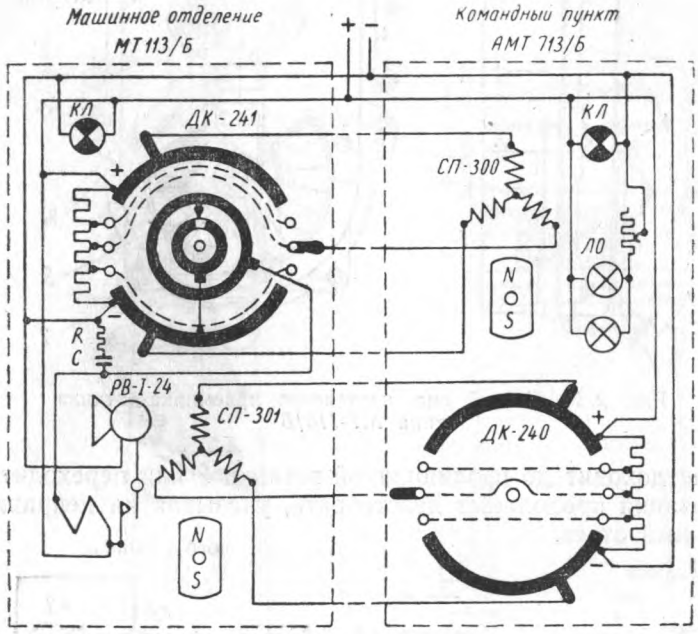


Рис. 2.20. Принципиальная электрическая схема машинного телеграфа

датчика поворачиваются его контактное кольцо и жестко связанные с датчиком контактные ролики *3* и *4*. При правильной передаче ответа контактный ролик *3* вновь устанавливается на изоляционную вставку *2*, цепь обмотки реле прерывается и сигнальные приборы прекращают действие.

Машинный телеграф с приборами *АМТ-713/Б* и *МТ-113/Б* рассчитан на питание от источника постоянного тока напряжением 24 *в* и обычно применяется в качестве аварийного телеграфа с питанием от аккумуляторной батареи. Однако приборы этой системы могут быть выполнены и на питание напряжением 110 *в* для использования их в качестве основных телеграфов.

Катерный машинный телеграф. На больших катерах и на судах малого водоизмещения с быстроходными двига-

телями внутреннего сгорания применяют машинные телеграфы постоянного тока типа *МТК* с приборами уменьшенных габаритов.

В качестве приемников в катерном машинном телеграфе используют такие же трехфазные синхронные двигатели, как и в описанном выше аварийном телеграфе, т. е. типов *СП-300* и *СП-301*.

В катерном машинном телеграфе установлен датчик типа *ДК-120*, имеющий такое же устройство, как и датчик типа

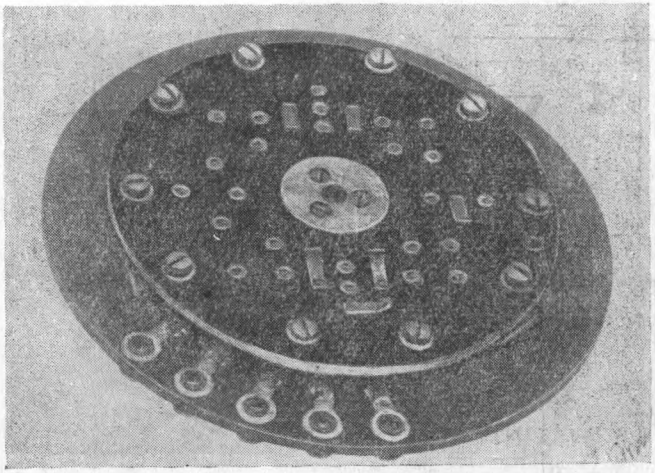


Рис. 2. 21. Общий вид коммутаторного датчика типа *ДК-120*

ДК-240 аварийного телеграфа, но без секций сопротивления. Такой безреостатный датчик характеризуется меньшими габаритами и весом, большей надежностью в работе и отсутствием потерь энергии в сопротивлении.

Общий вид коммутаторного датчика *ДК-120* дан на рис. 2. 21, а его устройство видно из рис. 2. 22.

Датчик состоит из неподвижного основания и подвижного контактного диска. На внутренней стороне неподвижного основания *1* укреплены пять пружинящих щеток из нейзильбера. Из них щетка *2* служит для подведения питания к контактному кольцу K_1 от плюса сети, а щетка *3* — к контактному кольцу K_2 от минуса сети. Независимо от положения контактного диска датчика эти щетки все время соприкасаются с контактными кольцами K_1 и K_2. Щетки *4* расположены одна по отношению к другой под углом 120° и служат для подачи питания к фазным обмоткам двигателя приемника. Щетки *2, 3, 4* постоянно соединены с зажимами *5*.

На подвижном контактном диске имеются два контактных кольца K_1 и K_2 с двумя сегментными пластинами *8* и *10*, представляющими одно целое со своими контактными кольцами. Сегментные пластины на окружности занимают дуги по 131°. Ввиду отсутствия в рассматриваемом датчике реостата показанные на рисунке контакты *9* не используются, т. е. являются холостыми.

При вращении контактного диска щетки *4* последовательно скользят по сегментным пластинам *8* и *10*, а также по контактам *9*.

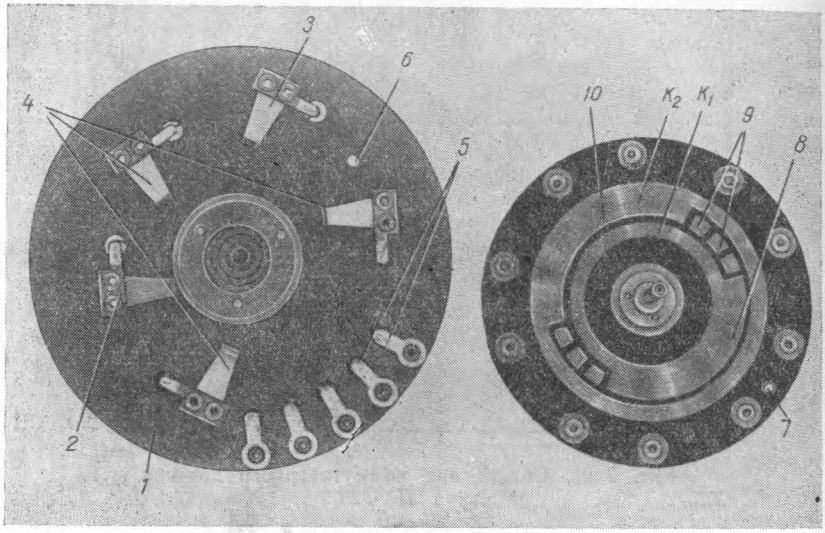


Рис. 2.22. Устройство коммутаторного датчика типа *ДК-120*

При нахождении щеток *4* на контактах *9* питание к ним не подается.

Для облегчения согласования приборов при сборке на неподвижном основании имеется установочное отверстие *6* и на подвижном контактном диске отверстие *7*. При совмещении этих отверстий одна из трех щеток *4* находится на среднем контакте *9*. Этому положению соответствует команда «стоп».

В установке катерного телеграфа в качестве командного прибора применяется датчик-приемник типа *МТК-89*, в исполнительном посту приемник-датчик типа *МТК-99* со следящей системой. Оба прибора имеют по девять команд на шкале. Приборы рассчитаны на питание их постоянным током напряжением 24 *в*.

Общий вид командного прибора *МТК-89* дан на рисунке 2.23. Характерной особенностью его конструкции является отсутствие неподвижной круговой шкалы и стрелок. Вместо них предусмот-

рены две шкалы барабанного типа: одна из них вращается при повороте рукоятки, а другая — при вращении двигателя приемника. Чтобы можно было читать написанные на шкалах команды, в приборе имеется узкое смотровое окно *1*. Кроме того, на крышке прибора около рычага управления укреплена планка *2* с выгравированными начальными буквами команд. Начальные буквы всех команд обеих шкал покрыты светящимся составом постоянного действия. Внутри прибора установлены две лампы по 3,9 *вт*, 0,15 *а* на 26 *в*. Одна из ламп служит для освещения шкалы, а другая, расположенная ниже шкалы, против круглого окна *3*, является контрольной и показывает наличие питания у прибора.

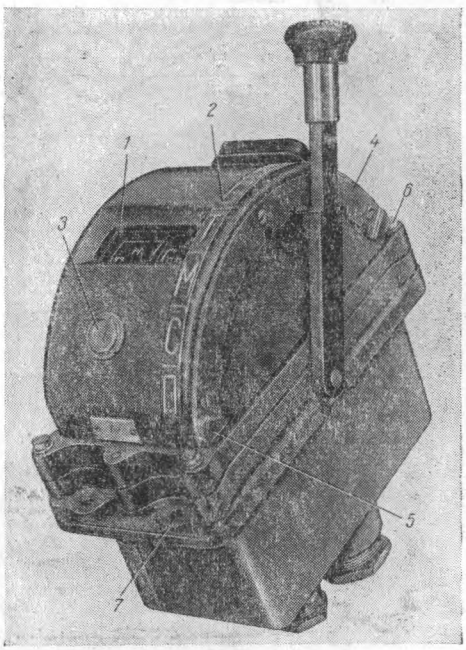


Рис. 2. 23. Общий вид командного прибора *МТК-89*

На рисунке также показаны сектор *4* с выемками для фиксирования рычага управления, ограничитель *5* поворота рычага, невыпадающий болт *6* для крепления крышки к кабельной коробке и отверстие *7* для крепления прибора на месте его установки.

Кинематическая схема командного прибора *МТК-89* дана на рис. 2. 24. Для поворота рычага управления *1* следует нажать вниз головку рычага *2*, которая, сжимая пружину *3*, давит на стопор *4* и выводит его палец *5* из впадины сектора *6*. При повороте рычага управления через зубчатую передачу поворачивается контактный диск датчика *7*, вместе с которым вращается прикрепленная к нему шкала *8*. Как только рукоятка будет отпущена, под действием сжатой пружины палец стопора вновь зайдет во впадину сектора. Шкала приемника *9* поворачивается вместе с двигателем при передаче ответа о приеме приказания.

Общий вид настенного приемника-датчика *МТК-99*, устанавливаемого в машинном отделении, показан на рис. 2. 25.

Рукоятка *1* с рамкой может поворачиваться вокруг своей оси. Угол поворота рукоятки ограничивают стопорные винты *2*.

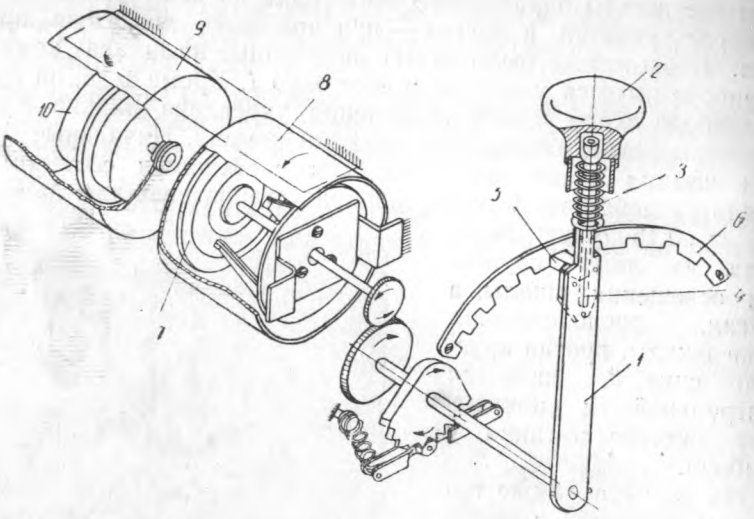


Рис. 2. 24. Кинематическая схема командного прибора *МТК-89*

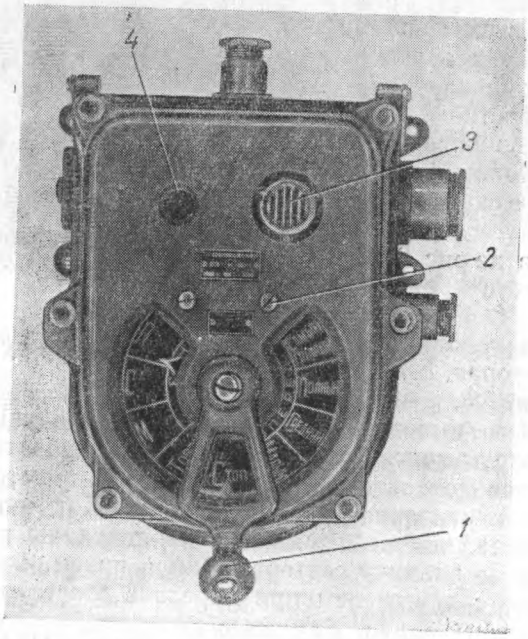


Рис. 2. 25. Общий вид настенного приемника-датчика *МТК-99*

Защитная решетка *3* установлена против раструба ревуна, помещенного внутри прибора.

Настенный приемник-датчик имеет следящую систему для включения и выключения сигнальных приборов. Внутри него имеются три лампы для освещения шкалы и две сигнальные лампы, включаемые одновременно с ревуном при помощи реле. Сигнальные лампы помещаются против круглого окна *4* с красным стеклом.

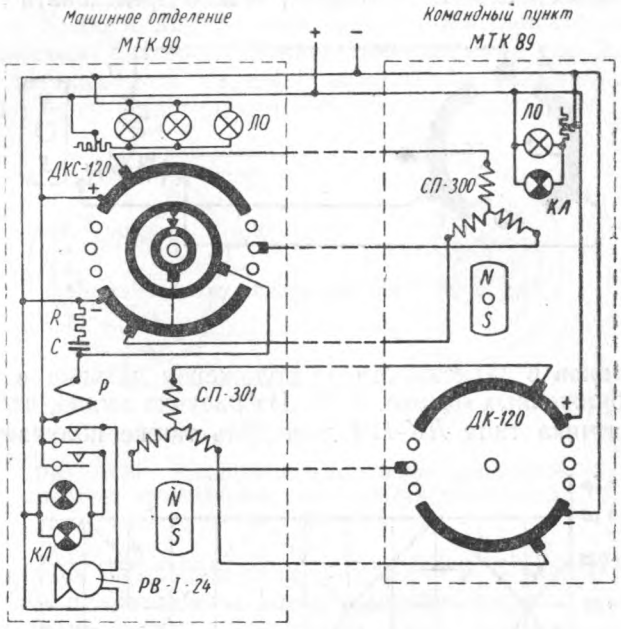


Рис. 2. 26. Принципиальная электрическая схема катерного телеграфа

Принципиальная электрическая схема катерного телеграфа дана на рис. 2. 26. Изменение питания двигателя в такой схеме происходит при каждом повороте датчика на 30°. При нахождении одной из щеток на холостых контактах обмотки двух других фаз будут соединены последовательно между собой и в них проходит ток

$$I_{2ф} = -I_{3ф} = \frac{U}{R+R} = \frac{U}{2R},$$

а при нахождении всех трех щеток на сегментных контактных пластинах получается последовательно-параллельное соединение фазных обмоток двигателя и в одной из них проходит ток

$$I_1 = \frac{U}{R + \frac{RR}{\quad}} = \frac{2}{3}\frac{U}{R},$$

а в двух других фазных обмотках токи равны

$$-I_2 = -I_3 = \frac{I_1}{2} = \frac{1}{3}\frac{U}{R}.$$

Взяв за исходное такое положение датчика, при котором щетка первой фазы находится посредине между сегментными пластинками (рис. 2. 27), и выражая ток в фазных обмотках двигателя в относительных значениях, можно представить изменения

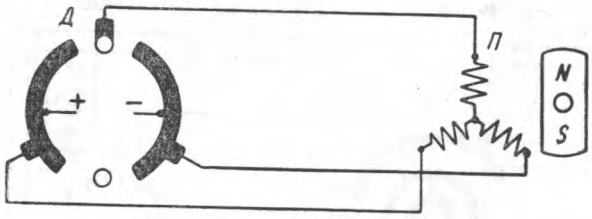


Рис. 2. 27. Принципиальная схема системы

фазных токов в зависимости от положения датчика в виде кривых, изображенных на рис. 2. 28. Из рисунка видно, что при вращении датчика типа *ДК-120* двигатель также получает питание

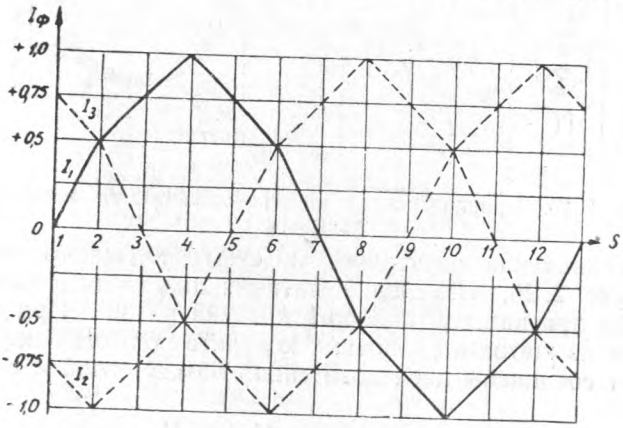


Рис. 2. 28. Изменение фазных токов в зависимости от положения датчика

трехфазным током, и полный период изменений происходит за один оборот датчика. Следовательно, в обмотке двигателя будет создаваться магнитное поле, вращающееся со скоростью вращения датчика. Синхронно с этим полем будет вращаться и ротор двигателя.

§ 47. Судовые телеграфы постоянного тока иностранных фирм

На судах иностранного торгового флота системы синхронной связи с потенциометрическими пластиночными датчиками также получили большое применение в установках электрических телеграфов. При этом в качестве приемников чаще применяется трехфазный синхронный двигатель с обмоткой возбуждения. На немецких судах широкое распространение получили приборы фирмы Нейфельд и Кунке с двухфазным синхронным двигателем. Принципиальная схема такой синхронной связи дана на рис. 2. 29. Конструкция датчика этой системы аналогична конструкции рассмотренного ранее пластиночного потенциометрического датчика.

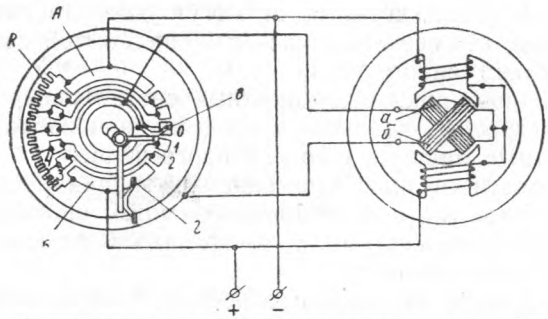


Рис. 2. 29. Принципиальная схема синхронной связи с двухфазными синхронными двигателями в качестве приемников

Каждая из двух его контактных пластин *А* и *Б* занимает по дуге 90°. К ним присоединены концы сопротивления *R*. Питание к приемнику подводится с помощью двух контактных колец. Щетки *в* и *г* имеют постоянный раствор между собой 90°.

При вращении датчика одни концы этих щеток скользят по пластинам *А* и *Б* и контактам, а другие — по своим контактным кольцам.

Фазные обмотки *а* и *б* якоря двигателя сдвинуты одна по отношению к другой на 90° и конструктивно выполнены по типу обмоток магнитоэлектрических приборов, т. е. они намотаны на легкие алюминиевые рамки и вращаются около неподвижного стального сердечника. При вращении щеток *в* и *г* к фазным обмоткам *а* и *б* подается переменный двухфазный ток, обеспечивающий получение у этих обмоток вращающегося результирующего поля, синхронно с которым вращаются и сами обмотки двигателя.

Преимуществом примененного в этой системе двигателя являются малые моменты инерции вращающихся частей и момент трения, а также наличие в линии связи четырех проводов вместо пяти в трехфазной системе.

Глава 10. ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ С ИНДУКЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ

§ 48. Виды индукционных систем синхронной связи

Индукционные системы синхронной связи работают на переменном токе постоянной частоты и при постоянном напряжении. Следовательно, применение этих систем возможно лишь при наличии сети переменного тока соответствующей частоты и напряжения. При отсутствии на судне источников переменного тока для питания индукционных систем синхронной связи необходимо устанавливать вращающиеся преобразователи, что не всегда целесообразно. В последнем случае, а также при предъявлении специальных требований, которым не могут удовлетворять индукционные системы, применяются системы синхронной связи с питанием от сети постоянного тока.

Датчик и приемники индукционных систем синхронной связи в основном устроены одинаково и представляют собой индукционные асинхронные машины того или иного вида.

В зависимости от вида применяемых машин различают следующие основные типы индукционных систем синхронной связи:

1) индукционные системы с однофазными первичной и вторичной обмотками машин;

2) индукционные системы с однофазной первичной обмоткой и трехфазной вторичной обмоткой;

3) трехфазные индукционные системы.

Свойства и рабочие характеристики этих систем различны, поэтому каждая система находит применение лишь в тех областях, где ее свойства лучше удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Для приборов управления судном применяются индукционные системы с однофазной первичной и трехфазной вторичной обмотками.

§ 49. Основные элементы и принцип действия однофазной индукционной системы с трехфазной вторичной обмоткой

Основными элементами однофазной индукционной системы синхронной связи с трехфазной вторичной обмоткой машин являются датчик, приемник и линия связи между ними. К одному датчику может быть подключено несколько приемников. В простейшем случае схема содержит один датчик и один приемник, соединенные между собой линией связи. В такой простейшей схеме датчик и приемник обычно представляют собой совершенно одинаковые машины с однофазной первичной обмоткой и трехфазной вторичной обмоткой. Система синхронной связи с такими

машинами обладает свойством самосинхронизации, поэтому машины этой системы сокращенно называют с а м о с и н ы[1].

Самосины выполняются либо с равномерно распределенной по статору первичной обмоткой по типу асинхронных машин с фазным ротором, либо с расположением первичной обмотки на двух явно выраженных полюсах статора. Чаще применяются явнополюсные самосины. Это объясняется тем, что они имеют характеристику синхронизирующих моментов $M=f(\theta)$ с большей крутизной в начальной ее части.

Магнитная система явнополюсного самосина с трехфазной обмоткой на роторе показана на рис. 2.30, где *1* — ярмо; *2* — полюсы с полюсными наконечниками; *3* — ротор. На полюсах *2* расположены последовательно соединенные катушки первичной однофазной обмотки, которую называют также обмоткой возбуждения. Вторичная обмотка помещена в скошенных пазах ротора и представляет собой нормальную трехфазную обмотку, соединенную обычно звездой.

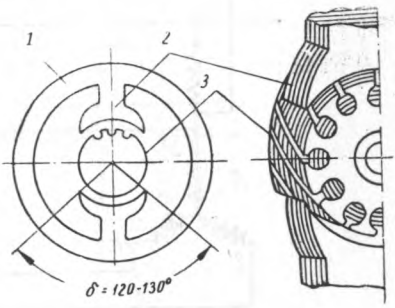


Рис. 2.30. Магнитная система явнополюсного самосина с трехфазной обмоткой на роторе

Свободные концы фазных обмоток присоединяют к трем контактным кольцам, расположенным на валу ротора[2].

Принцип действия индукционной системы синхронной связи с машинами, имеющими первичную однофазную и вторичную трехфазную обмотки, одинаков для всех типов самосинов, т. е. их конструкция, взаимное расположение первичной и вторичной обмоток, а также соединение вторичной трехфазной обмотки звездой или треугольником не изменяют характера действия и основных свойств этой системы и отражаются лишь на ее рабочих характеристиках.

Простейшая электрическая схема рассматриваемой системы синхронной связи с одним датчиком и одним приемником представлена на рис. 2.31. Первичные однофазные обмотки машин соединены между собой параллельно. Каждая обмотка получает питание непосредственно от сети или через общий понижающий

[1] Для машин, работающих в индукционных системах синхронной связи, применяются и другие названия, например: «сельсин», «селсин», «автосин». Слова «сельсин» и «селсин» являются текстуальным переводом английского слова «selsyn», образованного из начальных слогов «self», что означает «сам», и из слова «synchronous», что значит «синхронный». Слово «автосин» имеет то же значение.

[2] В нашей стране разработаны и получили широкое применение также самосины с другим расположением обмоток и с другим устройством магнитной системы.

трансформатор. Вторичные одноименные фазные обмотки датчика и приемника соединены между собой линией связи посредством контактных колец и щеток.

В этой системе магнитный поток, создаваемый однофазным током первичных обмоток датчика и приемника, имеет пульсирующий характер. Поэтому во всех трех фазах вторичных обмоток машин индуктируются э. д. с., совпадающие по фазе. Однако величины э. д. с. фазных обмоток в общем случае неодинаковы и зависят от взаимного расположения каждой обмотки по отношению к первичной обмотке машины.

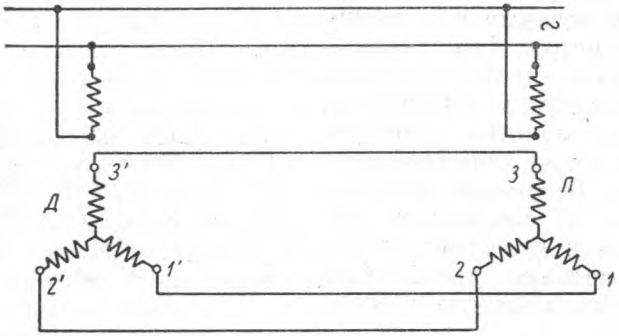


Рис. 2. 31. Простейшая электрическая схема системы синхронной связи с одним приемником

Введем следующие обозначения:

α' — угол между осью первой фазной обмотки и продольной осью машины-датчика;

α — то же для машины-приемника;

$\theta = \alpha' - \alpha$ — угол рассогласования между положениями роторов датчика и приемника;

E_2 — действующее значение фазной э. д. с. вторичной обмотки при совпадении продольной оси последней с продольной осью первичной обмотки;

$E'_{1\phi}$, $E'_{2\phi}$, $E'_{3\phi}$ — действующие значения э. д. с. соответственно в первой, второй и третьей фазах вторичной обмотки датчика при любом заданном положении его ротора;

$E_{1\phi}$, $E_{2\phi}$, $E_{3\phi}$ — то же в первой, второй и третьей фазах вторичной обмотки приемника при любом заданном положении его ротора.

Рассмотрим два различных состояния системы — согласованное и рассогласованное.

1. В согласованном положении (рис. 2. 32) роторы датчика и приемника повернуты на одинаковый угол по отношению к пер-

вичной обмотке, т. е.

$$\alpha' = \alpha \quad \text{и} \quad \theta = 0.$$

Следовательно, в этом случае в одноименных вторичных фазных обмотках датчика и приемника пульсирующим потоком первичной обмотки будут индуктироваться одинаковые э. д. с. При этом действующие значения фазных э. д. с. будут равны

$$\left.\begin{aligned} E'_{1\phi} &= E_{1\phi} = E_2 \cos\alpha; \\ E'_{2\phi} &= E_{2\phi} = E_2 \cos(\alpha - 120°); \\ E'_{3\phi} &= E_{3\phi} = E_2 \cos(\alpha - 240°). \end{aligned}\right\} \qquad (2.5)$$

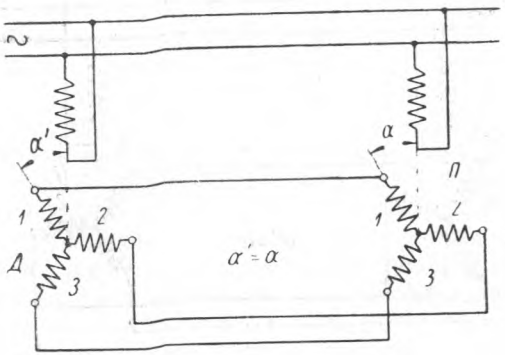


Рис. 2. 32. Схема согласованного положения датчика и приемника

Так как э. д. с. в одноименных фазных обмотках датчика и приемника направлены навстречу друг другу, то разности потенциалов во всех трех фазных линиях и токи в фазных обмотках будут равны нулю, т. е.

$$\left.\begin{aligned} E'_{1\phi} - E_{1\phi} &= 0; \qquad I_{1\phi} = 0; \\ E'_{2\phi} - E_{2\phi} &= 0; \qquad I_{2\phi} = 0; \\ E'_{3\phi} - E_{3\phi} &= 0; \qquad I_{3\phi} = 0. \end{aligned}\right\} \qquad (2.6)$$

Отсюда следует, что при согласованном положении роторов датчика и приемника их вращающий момент равен нулю и роторы самосинов остаются неподвижными.

2. При наличии рассогласования между датчиком и приемником на некоторый угол $\theta = \alpha' - \alpha$ (рис. 2. 33) фазные э. д. с. вторичных обмоток будут иметь следующие значения:

для датчика

$$\left.\begin{aligned} E'_{1\phi} &= E_2 \cos \alpha'; \\ E'_{2\phi} &= E_2 \cos (\alpha' - 120°); \\ E'_{3\phi} &= E_2 \cos (\alpha' - 240°); \end{aligned}\right\} \qquad (2.7)$$

для приемника

$$\left.\begin{aligned} E_{1\phi} &= E_2 \cos \alpha; \\ E_{2\phi} &= E_2 \cos (\alpha - 120°); \\ E_{3\phi} &= E_2 \cos (\alpha - 240°). \end{aligned}\right\} \qquad (2.8)$$

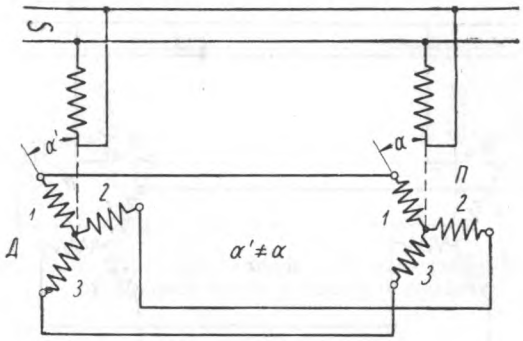


Рис. 2. 33. Схема рассогласованного положения датчика и приемника

Так как в рассматриваемом случае угол α' не равен углу α, то э. д. с. фазных обмоток ротора датчика (2.7) не равны э. д. с. фазных обмоток ротора приемника (2.8). и результирующие э. д. с. в линии соединенных фазных обмоток не будут равны нулю, т. е.

$$\left.\begin{aligned} E'_{1\phi} - E_{1\phi} &\neq 0; \\ E'_{2\phi} - E_{2\phi} &\neq 0; \\ E'_{3\phi} - E_{3\phi} &\neq 0. \end{aligned}\right\} \qquad (2.9)$$

Вследствие этого во вторичной цепи (датчик-приемник) возникнут уравнительные токи $I_{1\phi}$, $I_{2\phi}$, $I_{3\phi}$, значения которых определяются разностью э. д. с. соединенных фазных обмоток и величиной их сопротивлений. В схеме с одним самосином-приемником, имеющим одинаковые параметры с самосином-датчиком, без учета поперечной реактивности фазных обмоток величина этих токов определяется следующими уравнениями:

$$I_{1\phi} = \frac{E_{1\phi} - E'_{1\phi}}{z_{2\partial} + z_{2np}} = \frac{E_2(\cos\alpha - \cos\alpha')}{2z_2};$$

$$I_{2\phi} = \frac{E_{2\phi} - E'_{2\phi}}{z_{2\partial} + z_{2np}} = \frac{E_2[\cos(\alpha - 120°) - \cos(\alpha' - 120°)]}{2z_2}; \quad (2.10)$$

$$I_{3\phi} = \frac{E_{3\phi} - E'_{3\phi}}{z_{2\partial} + z_{2np}} = \frac{E_2[\cos(\alpha - 240°) - \cos(\alpha' - 240°)]}{2z_2},$$

где $z_{2\partial} = z_{2np} = z_2$ — модули фазных сопротивлений вторичной обмотки самосинов датчика и приемника.

Следует, однако, учитывать, что фазные обмотки обладают и поперечной реактивностью, величина которой зависит от положения фазной обмотки по отношению к поперечной оси самосина.

Токи $I_{1\phi}$, $I_{2\phi}$, $I_{3\phi}$, обтекая фазные обмотки самосинов датчика и приемника, взаимодействуют с магнитным полем, создаваемым первичными обмотками, и в обеих машинах возникают синхронизирующие моменты, стремящиеся повернуть роторы датчика и приемника. При этом, если с помощью какой-либо внешней силы непрерывно вращать ротор датчика, то синхронно с ним будет вращаться ротор приемника. Если же ротор датчика застопорить, то ротор приемника также остановится. Это произойдет, когда результирующие э. д. с. соединенных фазных обмоток окажутся равными нулю. Последнее наступит при повороте ротора приемника на такой же угол, на какой повернут ротор датчика. Отсюда следует, что такая система может быть использована в качестве системы синхронной связи, причем, если датчик этой системы будет повернут при отсутствии питания в схеме, то при подаче питания приемник не останется в покое, а начнет вращаться, стремясь занять такое же положение, какое занимает датчик, т. е. система является самосинхронизирующейся.

§ 50. Синхронизирующий момент самосина

Из теории однофазных асинхронных машин известно, что средняя величина пульсирующего во времени вращающего момента двигателя для синусоидально распределенного потока определяется выражением

$$M = \frac{k_{w2} w_2 I_2 \Phi}{9{,}81\sqrt{2}\cdot 10^8}\cos\psi \ кгм, \quad (2.11)$$

где k_{w2} и w_2 — соответственно обмоточный коэффициент и количество витков вторичной обмотки;

I_2 — ток вторичной обмотки;

Φ — первичный поток;

φ — угол сдвига фаз между потоком Φ и током I_2.

Для применения выражения (2.11) к самосину его вторичную трехфазную обмотку приводят к однофазной обмотке с током I_2

и величину этого тока выражают в функции угла рассогласования θ. В простейшей схеме синхронной связи, т. е. в системе с одним самосином-приемником, одинаковым с самосином-датчиком, и при неподвижном их положении статический синхронизирующий момент самосина, выраженный в синхронных ваттах (*свт*), имеет следующее значение [1]:

$$M_c = \frac{U^2}{2} \frac{(x_2 + x_{aq}) \sin\theta}{r_2^2 + [x_2 + 0{,}5x_{aq}(1 + \cos\theta)]^2} \; свт, \qquad (2.12)$$

где U — напряжение первичной сети;

r_2, x_2, x_{aq} — соответственное активное сопротивление, реактивность рассеяния и поперечная реактивность, приведенные к однофазной вторичной обмотке самосина.

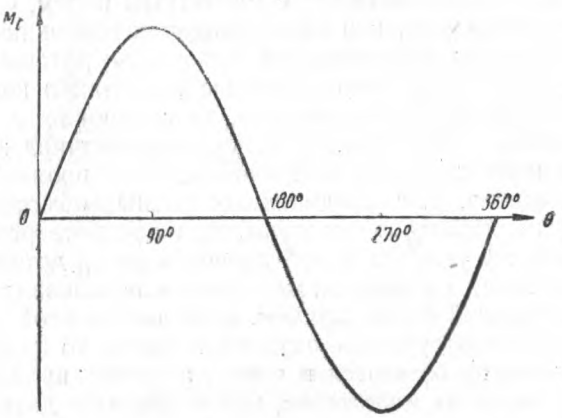


Рис. 2. 34. Зависимость синхронизирующего момента M_c от угла рассогласования θ

Нормально система синхронной связи работает при угле рассогласования $\theta < 5°$, для которого можно считать, что $\cos\theta = 1$, и тогда выражение (2. 12) принимает следующий вид:

$$M_c = \frac{U^2}{2} \frac{(x_2 + x_{aq}) \sin\theta}{r_2^2 + (x_2 + x_{aq})^2} = M_м \sin\theta, \qquad (2.13)$$

где

$$M_м = \frac{U^2}{2} \frac{x_2 + x_{aq}}{r_2^2 + (x_2 + x_{aq})^2},$$

т. е. получаем синусоидальную зависимость синхронизирующего момента M_c от угла рассогласования θ (рис. 2. 34).

[1] Д. В. Васильев, Индукционные системы синхронной связи, Госэнергоиздат, 1949.

Схема синхронной связи с одним приемником используется для связи с одним каким-либо постом.

В приборах управления судном к одному датчику обычно присоединяют несколько приемников (рис. 2.35). В такой схеме фазный ток $I_{фп}$ приемника в n раз меньше фазного тока $I'_{фп}$ датчика, и общее выражение для уравнительного тока датчика будет

$$I'_{фп} = \frac{E_ф - E'_ф}{z_{2д} + \frac{z_{2пр}}{n}}. \qquad (2.14)$$

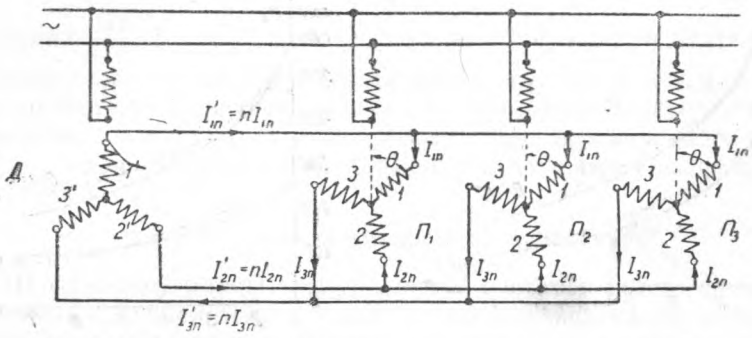


Рис. 2.35. Схема присоединения n приемников к датчику

При одинаковых самосинах в схеме, т. е. при $z_{2д} = z_{2пр} = z_2$, имеем

$$I'_{фп} = \frac{E_ф - E'_ф}{z_2 + \frac{z_2}{n}} = \frac{2n}{n+1} \frac{E_ф - E'_ф}{2z_2}. \qquad (2.15)$$

Фазный ток приемника

$$I_{фп} = \frac{I'_{фп}}{n} = \frac{2}{n+1} \frac{E_ф - E'_ф}{2z_2} = \frac{2}{n+1} I_ф, \qquad (2.16)$$

где $I_ф$ — фазный ток самосина в простейшей схеме с одним приемником — см. уравнения (2.10).

Согласно уравнению (2.11) вторичный ток входит множителем в выражение момента. Поэтому между синхронизирующим моментом самосина в схеме с n приемниками и моментом самосина в схеме с одним приемником будет такое же соотношение, как у токов $I_{фп}$ и $I_ф$, т. е. синхронизирующий момент в схеме с n приемниками

$$M_{сп} = \frac{2}{n+1} M_c, \qquad (2.17)$$

где M_c — синхронизирующий момент самосина в схеме с одним приемником.

На рис. 2.36 даны кривые зависимости синхронизирующего момента самосина от количества приемников n. Сплошные кривые построены согласно уравнению (2.17), а пунктирные кривые получены опытным путем.

Из выражения (2.17) и кривых (рис. 2.36) видно, что при увеличении количества подключенных к датчику приемников синхронизирующий момент самосина приемника быстро убывает и поэтому точность синхронной передачи уменьшается. В связи с этим в схемах с одинаковыми самосинами обычно допускается подключение к датчику не более трех самосинов одинаковой с ним

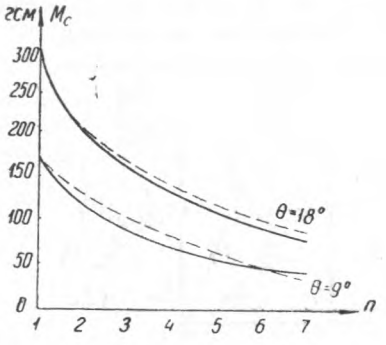


Рис. 2.36. Зависимость синхронизирующего момента самосина от количества приемников n

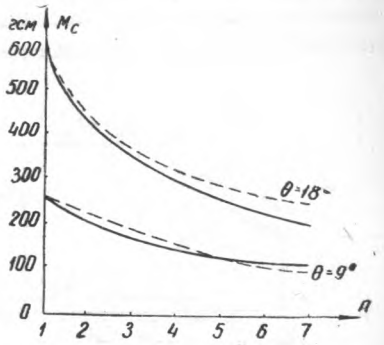


Рис. 2.37. Зависимость синхронизирующего момента самосина от количества приемников n

мощности. При большем количестве самосинов в схемах в качестве датчика устанавливают самосин большей мощности, чем самосины-приемники.

Пусть самосин-датчик большей мощности имеет сопротивление фазной обмотки в t раз меньшее, чем у приемника, т. е.

$$z_{2\partial} = \frac{z_{2np}}{t} = \frac{z_2}{t}.$$

Тогда из рис. 2.35 следует, что при n приемниках ток в фазной обмотке датчика будет

$$I'_{\phi nt} = \frac{E_\phi - E'_\phi}{\frac{z_2}{t} + \frac{z_2}{n}} = \frac{2nt}{n+t} \cdot \frac{E_\phi - E'_\phi}{2z_2}, \qquad (2.18)$$

а ток в фазной обмотке приемника

$$I_{\phi nt} = \frac{I'_{\phi nt}}{n} = \frac{2t}{n+t} \cdot \frac{E_\phi - E'_\phi}{2z_2} = \frac{2t}{n+t} I_\phi. \qquad (2.19)$$

Соответственно соотношение синхронизирующих моментов в этом случае будет

$$M_{cnt} = \frac{2t}{n+t} M_c. \qquad (2.20)$$

На рис. 2.37 даны кривые, построенные по уравнению (2.20) (сплошные) и снятые опытным путем (пунктирные).

При наличии равенства величин $t=n$ имеем $\frac{2t}{n+t}=1$, и, следовательно, $M_{cnt}=M_c$, т. е. при этих условиях самосин-приемник развивает синхронизирующий момент такой же, как в простейшей схеме. При $t<n$ величина $\frac{2t}{n+t}<1$ и $M_{cnt}<M_c$. При $t>n$ величина $\frac{2t}{n+t}>1$ и $M_{cnt}>M_c$, но в этом случае при длительном рассогласовании самосины-приемники могут перегреваться. Оптимальным соотношением величин t и n в схеме следует считать равенство $t \cong n$, но практически, вследствие ограниченного количества типов изготовляемых датчиков, применяются как схемы с $t<n$, так и с $t>n$.

§ 51. Точность синхронной передачи

По принципу работы индукционной системы ротор самосина приемника должен занять такое же положение, какое занимает ротор самосина датчика. Однако точное совпадение положений роторов было бы возможно лишь при идеальном холостом ходе самосина. В действительности же любой самосин-приемник в схеме имеет на своем валу ту или иную нагрузку, слагающуюся из нагрузки, обусловленной моментом трения холостого хода, и из приложенной полезной нагрузки. Поэтому для приведения в движение ротора самосина требуется развить вращающий момент, равный общему моменту сопротивления или превышающий его.

Так, если у самосина-приемника общий момент сопротивления (момент трения) равен M_T, то он начнет вращаться не одновременно с самосином-датчиком, а лишь при определенном угле рассогласования θ между ними, при котором $M_c \geqslant M_T$.

Если считать, что кривая синхронизирующего момента самосина имеет вид синусоиды, то его вращение будет происходить при наступлении следующего равенства:

$$M_м \sin\theta = M_T. \qquad (2.21)$$

После остановки датчика в том или ином положении приемник может остановиться, не дойдя до занимаемого датчиком положения на угол θ или пройдя по инерции это положение на такой же угол.

Угол θ характеризует угловую погрешность самосина при его работе в схеме синхронной связи.

Из уравнения (2.21) следует, что для данного самосина его угловая погрешность θ, будет тем меньше, чем меньше момент M_T сил сопротивления самосина-приемника. Кроме того, погрешность будет зависеть от характера кривой синхронизирующего момента. Следовательно, основными эксплуатационными характеристиками, определяющими точность работы самосина, являются кривая синхронизирующего момента, выраженная в функции угла рассогласования θ, и величина момента трения на холостом ходу.

На рис. 2.38 даны кривые синхронизирующего момента различных самосинов. Кривые *1*, *2* относятся к явнополюсным самосинам, а кривая *3* — к самосину с распределенной первичной обмоткой. При одинаковом моменте трения M_T погрешность этих

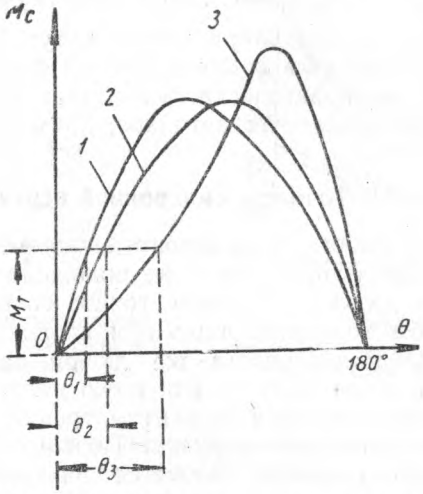


Рис. 2.38. Кривые синхронизирующих моментов различных самосинов

трех самосинов будет $\theta_3 > \theta_2 > \theta_1$, т. е. наибольшая точность синхронной передачи обеспечивается в схеме с самосинами, у которых синхронизирующий момент изменяется по кривой *1*.

Из этих же кривых следует, что точность самосина определяется не величиной максимального синхронизирующего момента, а крутизной его характеристики в начальной ее части. Так, у неявнополюсного самосина (кривая *3*) максимальный вращающий момент больше, чем у явнополюсных самосинов (кривые *1* и *2*), но точность его синхронной передачи меньше. Этим в основном и объясняется применение в системе синхронной связи явнополюсных самосинов.

Крутизну кривой момента характеризуют удельным синхронизирующим моментом самосина.

Удельным синхронизирующим моментом m называется величина момента, развиваемого самосином при рас-

согласовании приемника с датчиком на угол $\theta = 1°$, т. е.

$$m = \frac{M_c}{\theta} \; гсм/градус. \tag{2.22}$$

Так как система синхронной связи чаще работает при малых углах рассогласования, то практически удельный синхронизирующий момент определяют как частное от деления статического синхронизирующего момента, развиваемого при угле рассогласования $\theta = 3 \div 5°$, на величину угла рассогласования, т. е. пользуются средней величиной удельного момента.

Аналитически крутизна кривой момента в ее начальной части определяется по уравнению

$$\left| \frac{dM_c}{d\theta} \right|_{\theta=0}, \tag{2.23}$$

представляющему собой тангенс угла наклона касательной к кривой в точке $\theta = 0$ к оси абсцисс. Пользуясь этим уравнением, получаем следующее выражение для величины удельного синхронизирующего момента:

$$\left| \frac{dM_c}{d\theta} \right|_{\theta=0} = \frac{U_2^2}{2} \frac{x_2 + x_{aq}}{r_2^2 + (x_2 + x_{aq})^2}. \tag{2.24}$$

Анализ этого выражения показывает, что оно имеет максимум при $r_2 = x_2 + x_{aq}$, т. е. для получения наибольшего удельного момента при проектировании самосина нужно стремиться к равенству активного и реактивного сопротивлений вторичной обмотки.

Однако величина удельного синхронизирующего момента еще не полностью характеризует качество самосина. Более полно характеризует самосин его добротность, величина которой определяется как частное от деления удельного момента на момент трения

$$H = \frac{m}{M_T}. \tag{2.25}$$

В настоящее время выпускаются самосины трех классов точности (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2

Класс точности самосина	Возможная максимальная ошибка
I	$0 \div \pm 0{,}75°$
II	$\pm 0{,}75 \div \pm 1{,}5°$
III	$\pm 1{,}5 \div \pm 2{,}5°$

Самосины с возможной максимальной ошибкой, превышающей 2,5°, не выпускаются.

§ 52. Выбор класса точности самосинов

Для различных целей требуется различная точность самосинов. Имеются приборы, у которых допустимая погрешность не должна превышать одного градуса, и приборы, у которых погрешность в 6—8° не вызывает искажений в содержании передаваемых приказаний или ответов.

Допустимая погрешность в работе данного самосина зависит от количества градусов, приходящихся на одно деление шкалы прибора. Чем больше это количество, тем больше может быть допускаемая погрешность, и наоборот. Например, если одно деление шкалы занимает 16° и при повороте ротора датчика от середины деления шкалы до середины смежного деления ротор самосина приемника поворачивается на угол, меньший или больший 16° с погрешностью на 5—6°, то, очевидно, что и указатель датчика, и указатель приемника перейдут черту на шкале и окажутся в пределах одного и того же деления и, следовательно, искажения в передаваемых приказаниях или сообщениях не произойдет.

В условиях эксплуатации приборы часто работают при некотором отклонении напряжения и частоты от номинальных величин, на которые рассчитан самосин. Класс точности с течением времени также может оказаться ниже, чем при выпуске самосина на заводе. Кроме того, к одному датчику обычно подключается несколько приемников.

Учитывая эти обстоятельства, рекомендуется выбирать самосин такого класса точности, чтобы возможная максимальная погрешность его была не больше одной четверти одного деления шкалы. Следовательно, если цена деления шкалы в градусах будет α, то возможная максимальная погрешность выбираемого для прибора самосина должна удовлетворять условию

$$\Delta\alpha \leqslant \frac{\alpha}{4}. \qquad (2.26)$$

Исходя из этого, максимально допустимое число отсчетных делений в пределах окружности для самосинов различных классов может быть определено по формуле

$$N_{макс} = \frac{360°}{4\Delta\alpha}, \qquad (2.27)$$

где $\Delta\alpha$ — максимально возможная погрешность самосина-приемника выбранного класса точности.

В соответствии с уравнением (2.27) самосины различных классов точности могут обеспечить работу приборов со следующим количеством делений, нанесенных в пределах всей окружности шкалы:

самосины первого класса точности

$$N_{макс} = \frac{360}{4 \times 0{,}75} = 120 \text{ делений};$$

самосины второго класса точности

$$N_{макс} = \frac{360}{4 \times 1{,}5} = 60 \text{ делений};$$

самосины третьего класса точности

$$N_{макс} = \frac{360}{4 \times 2{,}5} = 36 \text{ делений}.$$

Для некоторых, менее ответственных установок допускают выбор самосинов с таким расчетом, чтобы их максимально возможная погрешность была меньше половины деления шкалы, тогда допустимое максимальное число делений шкалы определится по формуле

$$N_{макс} < \frac{360^\circ}{2\Delta\alpha}.$$

Глава 11. ТИПЫ САМОСИНОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ РАБОТЫ В СХЕМАХ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ

§ 53. Особенности самосинов-датчиков и самосинов-приемников

Самосины с однофазной первичной обмоткой и трехфазной вторичной обмоткой в зависимости от назначения и предъявляемых требований отличаются друг от друга по мощности, соединению трехфазной обмотки, расположению обмоток, а также по устройству и исполнению.

Как уже указывалось, в зависимости от выполняемой роли самосины делятся на датчики и приемники.

Из разбора принципа действия индукционной системы синхронной связи следует, что в электромагнитном отношении самосины-датчики и самосины-приемники одинаковы. Вместе с тем между ними имеются и некоторые различия.

Так, мощность самосина-датчика в сложных схемах должна быть больше, чем мощность отдельных приемников, применяемых в схеме. Следовательно, в этом случае сопротивления обмоток у самосина-датчика меньше, чем у самосина-приемника. Кроме того, у некоторых самосинов-датчиков для увеличения надежности их работы нажатие щеток делается бо́льшим, чем у приемников. Увеличение нажатия щеток приводит к повышению момента трения, но так как датчик приводится в движение с помощью внешних механических усилий, то его момент трения не оказывает заметного влияния на точность синхронной передачи.

Исключением в этом отношении являются установки, у которых датчик приводится в движение от маломощного механизма.

Для самосинов-приемников, применяемых в схемах синхронной передачи угла, основными требованиями являются большая их добротность и быстрое успокоение колебаний около заданного датчиком угла поворота.

Требование большой добротности самосина-приемника обеспечивается большой крутизной характеристики момента самосина в начальной ее части и малым моментом трения. Кроме того, для обеспечения большей точности синхронной передачи самосин-приемник должен иметь хорошо отбалансированный ротор.

Возникновение колебаний самосина-приемника около заданного синхронного положения объясняется тем, что ротор при движении накапливает кинетическую энергию и после достижения синхронного положения продолжает двигаться за счет этой энергии. При переходе ротором синхронного положения между датчиком и приемником происходит рассогласование с обратным направлением фазных токов и возникает синхронизирующий момент обратного направления. При дальнейшем вращении кинетическая энергия будет расходоваться на трение, а обратный синхронизирующий момент будет увеличиваться. При равенстве синхронизирующего момента и вращающего момента, развиваемого за счет сил инерции, вращение самосина прекратится, а затем под влиянием синхронизирующего момента ротор начнет вращаться в обратную сторону и вновь может пройти синхронное положение и т. д.

Амплитуда колебаний ротора и время успокоения зависят от резкости поворота и остановки датчика, махового момента ротора самосина и связанных с ним механизмов, характеристики моментов самосина и величины его момента трения.

Согласно существующим требованиям в приборах управления судном колебания самосина приемника около его синхронного положения не должны продолжаться более 3 сек., поэтому судовые самосины-приемники выполняют с каким-либо успокоителем.

В первых самосинах отечественного производства применяли ртутные успокоители. В настоящее время устанавливают фрикционные и электромагнитные успокоители.

§ 54. Соединение и расположение обмоток самосинов

Фазы вторичной трехфазной обмотки самосина соединяют либо звездой, либо треугольником. При работе самосинов в схемах синхронного поворота при соединении фазных обмоток треугольником и звездой в создании статического синхронизирующего момента участвует магнитный поток первичной обмотки со всеми его пространственными гармониками. Поэтому для самосинов, работающих в этом режиме, способ соединения вторичных обмоток не имеет значения.

При работе самосинов в схемах синхронного вращения пятая и одиннадцатая высшие гармоники создают тормозные моменты. Поэтому для самосинов, работающих в таких схемах, целесообразно применять фазные обмотки с сокращенным шагом, соединенные звездой.

На отечественных заводах обычно изготовляют самосины со вторичной обмоткой, соединенной звездой.

Самосины выполняют трех видов:

1) с расположением первичной однофазной обмотки на статоре и вторичной трехфазной обмотки на роторе;

2) с расположением первичной обмотки на роторе и вторичной трехфазной обмотки на статоре;

3) с расположением вторичной трехфазной обмотки и первичной однофазной обмотки на статоре.

В зависимости от расположения обмоток изменяется и устройство самосинов.

Самосины первых двух видов имеют на валу ротора контактные кольца со щетками. В дальнейшем мы будем называть их просто контактными самосинами. Самосины третьего вида не имеют контактных колец, т. е. являются бесконтактными самосинами.

§ 55. Контактные самосины с расположением первичной обмотки на статоре и вторичной на роторе

Контактные самосины с расположением однофазной первичной обмотки на статоре, а вторичной трехфазной обмотки на роторе имеют на валу три контактных кольца со щетками и по устройству близки к асинхронным двигателям с фазным ротором.

В судовых установках нашли применение две серии самосинов этого вида. К первой серии относятся самосины-приемники типов *СС-401, СС-402, СС-404, СС-501* и самосины-датчики типов *ДИ-501* и *ДИ-511*. Вторая серия самосинов этого вида предназначена для приборов управления судном. В нее входят самосины-приемники типов *СС-500* и *ДС-500* и самосин-датчик типа *ДИ-500* [1].

Магнитная система самосинов этих серий была показана на рис. 2.30. Однофазная первичная обмотка самосинов расположена на двух явновыраженных полюсах статора и рассчитана на питание ее от сети переменного тока напряжением 110 *в* и частотой 50 *гц*.

Внешний вид и размеры самосина-датчика типа *ДИ-500* показаны на рис. 2.39. Детали этого самосина представлены на рис. 2.40, где *1* — корпус; *2* — крышка; *3* — статор; *4* — ротор, имеющий 15 скошенных пазов; *5* — траверза из пластмассы с тремя парами щеток и с пятью зажимами; *6* — первичная об-

[1] *СС* — самосин-приемник; *ДС* — сдвоенный самосин-приемник; *ДИ* — датчик индукционный.

мотка на полюсах статора; *7* — контактные кольца на валу ротора; *8* — приливы на крышке *2* для крепления к ней двумя винтами траверзы *5*.

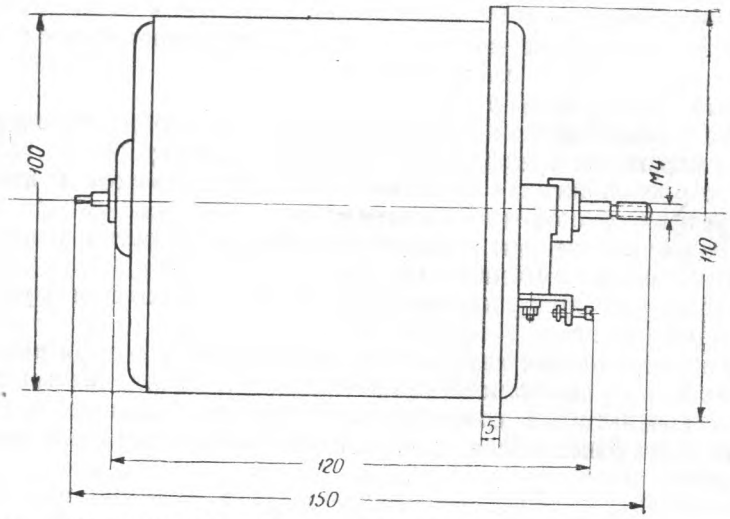


Рис. 2. 39. Внешний вид и размеры самосина-датчика типа *ДИ-500*

Для предотвращения появления реактивного вращающего момента от зубцов ротора его пазы скошены на одно зубцовое деление.

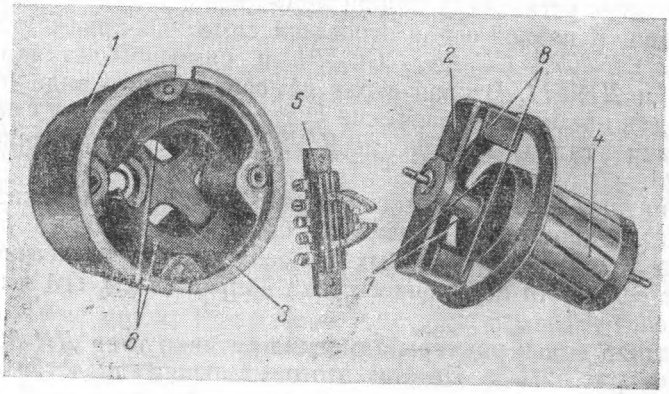


Рис. 2. 40. Детали самосина-датчика типа *ДИ-500*

Роторы у всех типов самосинов вращаются на шарикоподшипниках.

Для крепления в приборах самосины имеют выступающий буртик, который вводят в круговую выточку плиты прибора и при помощи накладок или лап прижимают к ней винтами. Такой способ крепления дает возможность установить самосин в любом положении.

Характеристики синхронизирующего момента самосина *СС-500* при его работе в схеме с датчиком типа *ДИ-500* даны на рис. 2.41. Сплошными линиями представлены характеристики при количестве приемников $n=1$, 3, 5, 7 и 9; пунктирная линия представляет собой характеристику самосина *СС-500* при его работе в схеме с однотипным датчиком *СС-500*.

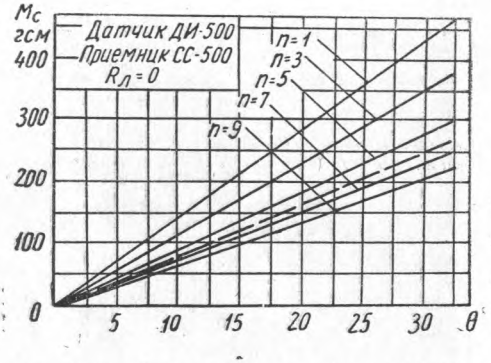


Рис. 2.41. Характеристики синхронизирующего момента самосина *СС-500* при работе в схеме с датчиком *ДИ-500*

Самосин типа ДС-500 является двойным приемником и представляет собой соединение двух самосинов типа *СС-500* с соответственным расположением валов. При этом более длинный вал одного из самосинов свободно проходит сквозь полый вал другого самосина, не

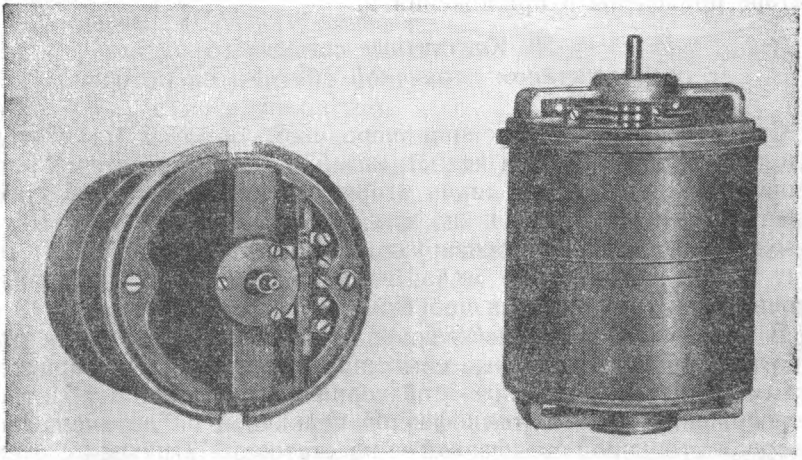


Рис. 2.42. Общий вид самосина *ДС-500*

прикасаясь к нему. Это дает возможность без применения зубчатой передачи снабдить прибор двумя стрелками, вращающимися вокруг одной оси.

Общий вид самосина *ДС-500* дан на рис. 2.42.

В разобранном виде самосин представлен на рис. 2.43, где: *1* — сочлененные корпусы самосинов; *2* и *3* — крышки с шарикоподшипниками; *4* — ротор; *5* — полый вал, на котором спереди видны три контактных кольца *6* и с задней стороны — фрикционный успокоитель *7*; *8* — ротор с удлиненным валом *9* и фрикционным успокоителем *10*.

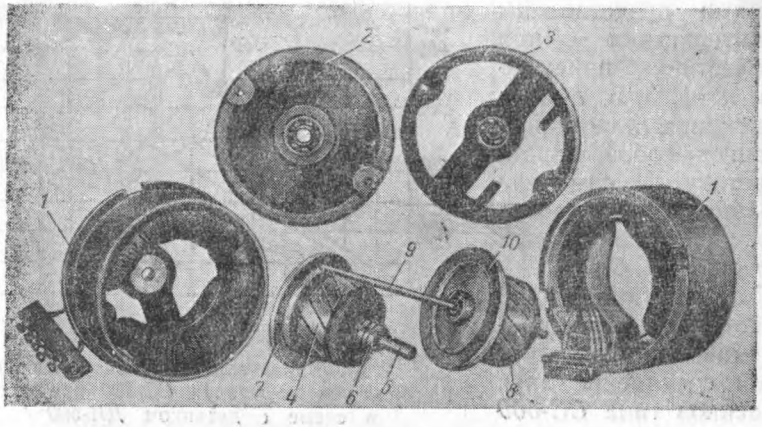


Рис. 2.43. Самосин *ДС-500* в разобранном виде

Данные о самосинах с расположением первичной обмотки на статоре приведены в приложении 2.

§ 56. Контактные самосины с расположением первичной обмотки на роторе

Самосины с расположением первичной обмотки на статоре обладают существенными недостатками. К ним относятся: 1) наличие в каждой фазной линии вторичной цепи двух контактных колец со щетками, что сильно снижает надежность работы системы, уменьшает синхронизирующий момент и увеличивает момент трения самосина; 2) малая величина удельного синхронизирующего момента и малая добротность самосинов.

В 1948—1950 гг. отечественной промышленностью были разработаны новые контактные самосины «Нептун» (Н). Характерная особенность самосинов этой серии заключается в обратном расположении обмоток: однофазной первичной на двухполюсном роторе, а вторичной трехфазной — на статоре. Магнитная система таких самосинов показана на рис. 2.44, где: *1* — ротор; *2* — первичная однофазная обмотка, или обмотка возбуждения; *3* — успокоительная обмотка; *4* — статор; *5* — пазы статора, в которые укладывают вторичную трехфазную обмотку; *6* — магнитный поток.

Статор *4* и ротор *1* набраны из штампованных пластин электротехнической стали. Пакет статора закладывается в силуминовый корпус самосина.

Питание к обмотке ротора подводится посредством двух контактных никелевых колец, сидящих на валу. Кольца изолированы от вала и между собой. С каждым контактным кольцом соприкасается по две медно-графитовые щетки, сидящие в гнездах пластмассовой траверзы, которая крепится на выступах передней крышки самосина.

В полюсных выступах ротора имеются по два паза, в которые укладывается успокоительная обмотка *3*, предназначенная для гашения колебаний ротора около синхронного положения. Эта обмотка состоит из двух отдельных короткозамкнутых витков, ось которых сдвинута по отношению к оси обмотки возбуждения на 90°. При колебаниях ротора в успокоительной обмотке индуктируется э. д. с. вращения и в ее витках появляются токи, которые, взаимодействуя с магнитным потоком, создают тормозящий момент, обеспечивая быстрое успокоение колебаний ротора.

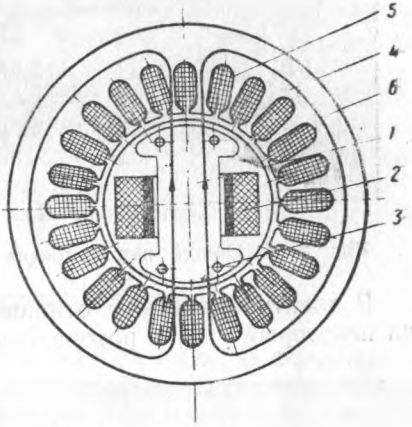


Рис. 2.44. Магнитная система самосина «Нептун»

К серии «Нептун» относятся самосины-датчики типов *НД-404*, *НД-501*, *НД-511*, *НД-521* и самосины-приемники типов *НС-404* и *НС-501*. Габариты этих самосинов такие же, как и самосинов типов *СС-404*, *СС-501*, *ДИ-521* соответствующих номеров.

В приборах управления судном применяется самосин-датчик *ДН-500* с габаритами самосина *ДИ-500*, допускающий подключение к нему до десяти приемников.

Общий вид самосина *ДН-500* дан на рис. 2.45 и в разобранном виде он представлен на рис. 2.46, где *1*, *9* — задняя и передняя крышки; *2* — контактные кольца; *3* — первичная обмотка на роторе *4*; *5* — зажимная колодка; *6* — пакет статора в силуминовом корпусе *8*; *7* — вторичная трехфазная обмотка. На валу ротора видны два шарикоподшипника, которые устанавливаются в крышках *1*, *9*. Крепление крышек к корпусу осуществляется винтами.

Устройство самосинов *НД-404*, *НД-501*, *НД-511*, *НД-521*, *НС-404* и *НС-501* аналогично устройству самосина *ДН-500*, но, кроме того, у них для защиты от попадания внутрь пыли и по-

сторонних предметов передняя крышка закрывается съемным кожухом.

Электрическая схема и принцип действия системы с самосинами серии «Н» такие же, как и с самосинами, имеющими первичную обмотку на статоре (тип *ДИ* и *СС*). Разница заключается лишь в том, что в схемах с самосинами *ДИ* и *СС* магнитный поток Φ_1 полюсов статора в пространстве остается неподвижным, а по отношению к нему поворачиваются расположенные на роторе фазные обмотки вторичной цепи. В схемах с самосинами серии «Н» фазные обмотки неподвижны, а вращается по отношению к ним связанный с ротором первичный поток Φ_1.

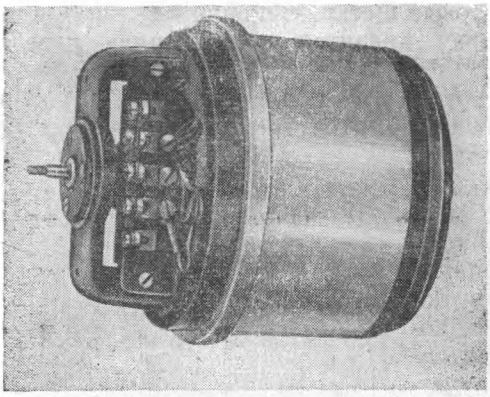


Рис. 2. 45. Общий вид самосина *ДН-500*

В электромагнитном отношении поворот по часовой стрелке на некоторый угол α ротора самосина с расположением первич-

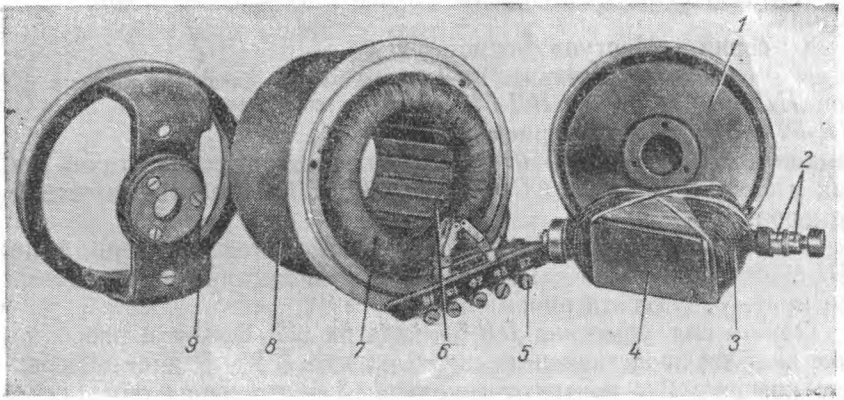


Рис. 2. 46. Самосин *ДН-500* в разобранном виде

ной обмотки на статоре равносилен повороту ротора самосина серии «Н» против часовой стрелки.

Самосины с первичной обмоткой на роторе по сравнению с самосинами, первичная обмотка которых расположена на статоре, имеют ряд технических и эксплуатационных преимуществ. Одним

из основных преимуществ самосинов серии «Н» является отсутствие контактных колец в цепи вторичной обмотки, что увеличивает надежность работы самосинов. Контактные кольца у этих самосинов имеются в цепи первичной обмотки, но так как она находится под постоянным напряжением 110 или 127 *в*, то влияние переходных сопротивлений под щетками на работе схемы сказывается значительно меньше, чем при нахождении контактных колец во вторичной цепи. Кроме того, временное нарушение контакта под щетками и обрыв в питании первичной обмотки не вызывают немедленный выход схемы из действия, так как явнополюсный самосин без возбуждения будет работать как реактивный электродвигатель. На валу ротора самосина серии «Н» вместо трех контактных колец имеются два, что дает возможность при том же моменте трения увеличить давление щеток и сделать более надежной работу скользящих контактов.

Отмеченные преимущества позволяют при одинаковых габаритах получить у самосинов серии «Н» синхронизирующий момент приблизительно в 1,5 раза больше, чем у самосинов с расположением первичной обмотки на статоре.

Данные о самосинах серии «Н» приведены в приложениях 3 и 4.

§ 57. Бесконтактные самосины

Устройство и принцип действия. В большинстве случаев неисправности в работе индукционных систем синхронной связи с контактными самосинами возникают в результате плохого состояния скользящих контактных поверхностей или полного нарушения контакта, поэтому за контактными поверхностями самосинов требуются постоянный контроль и уход. Это связано со значительными трудностями, так как в судовых устройствах самосины монтируют внутри закрытых приборов водозащищенного исполнения.

В 1938 г. советские инженеры А. Г. Иосифьян и Д. В. Свечарник создали бесконтактные самосины, свободные от указанных эксплуатационных недостатков контактных самосинов.

Бесконтактные самосины, так же как и контактные, имеют однофазную первичную обмотку и трехфазную вторичную обмотку, соединенную звездой, но обе они расположены на неподвижных частях самосина, поэтому на валу ротора контактные кольца и щетки отсутствуют. Следовательно, в бесконтактном самосине объединены трансформатор с неподвижными обмотками и вращающаяся машина.

Магнитная цепь простейшей модели бесконтактного самосина и расположение его обмоток показаны на рис. 2.47 (слева — продольный разрез, справа — поперечный разрез по AB), где: *1* — статор обычной цилиндрической формы с пазами во внутренней его расточке; *2* — вторичная трехфазная обмотка, расположен-

ная в пазах статора; *3* — ротор; *4* — внешний неподвижный магнитопровод; *a* — *a* и *b* — *b* — возможные варианты расположения двух последовательно соединенных катушек первичной однофазной обмотки (при обоих вариантах расположения катушки первичной обмотки неподвижны и с ротором механически не связаны); δ_1 — воздушные зазоры между статором и ротором; δ_2 — воздушные зазоры между внешним магнитопроводом и полюсами ротора.

Ротор *3* имеет форму барабана с двумя явно выраженными полюсами P_1 и P_2, выполненными в форме пакетов из листовой электротехнической стали и укрепленными в роторе каким-либо немагнитным материалом.

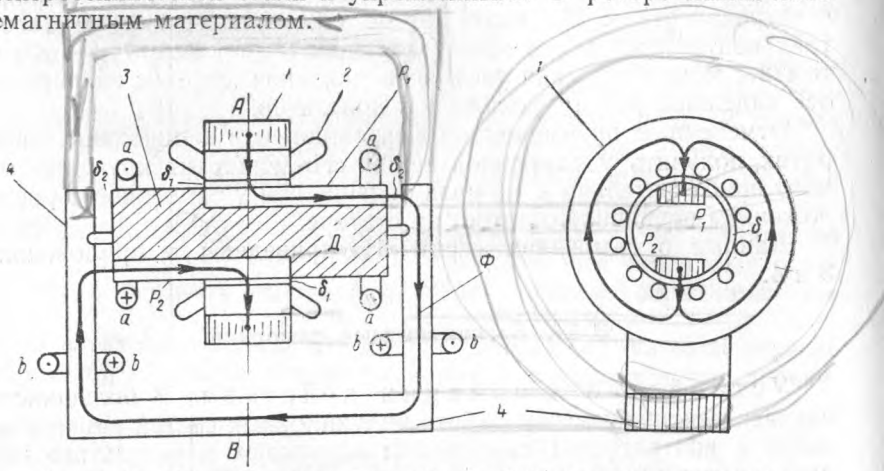


Рис. 2.47. Магнитная цепь простейшего бесконтактного самосина и расположение его обмоток

Путь прохождения магнитного потока, создаваемого катушками первичной однофазной обмотки (обмотки возбуждения), показан стрелками. Поток проходит по внешнему магнитопроводу *4* через воздушный зазор δ_2 в полюс P_2 ротора, затем через воздушный зазор δ_1 в статор, где он разветвляется на две параллельные ветви и идет в верхнюю половину статора, откуда через воздушный зазор δ_1 в полюс P_1 ротора и из него через воздушный зазор δ_2 вновь во внешний магнитопровод *4*, осуществляя таким путем замкнутую магнитную цепь.

Так же, как и у других видов самосинов, сопротивление магнитной цепи магнитному потоку, создаваемому первичной обмоткой, одинаково при любом положении ротора.

Сравнение рис. 2.47 и 2.44 показывает, что бесконтактный самосин в магнитном отношении аналогичен контактному самосину с расположением первичной обмотки на явнополюсном роторе и вторичной обмотки на статоре. Но у бесконтактного самосина на подвижном роторе оставлены лишь два полюса в виде пакетов P_1 и P_2, а часть магнитопровода, расположенная у контакт-

ного самосина между полюсами ротора, совместно с однофазной первичной обмоткой вынесена из расточки машины и образует так называемый внешний магнитопровод *4*. Следовательно, внешний неподвижный магнитопровод совместно с первичной обмоткой и с полюсами подвижного ротора выполняют такую же роль, как ротор самосина серии «Н» (рис. 2. 44).

Из этого следует, что принцип действия бесконтактного самосина аналогичен принципу действия контактного самосина серии «Н». При повороте ротора у самосинов обоих видов вторичная трехфазная обмотка остается неподвижной, а первичный магнитный поток поворачивается по отношению к фазным обмоткам

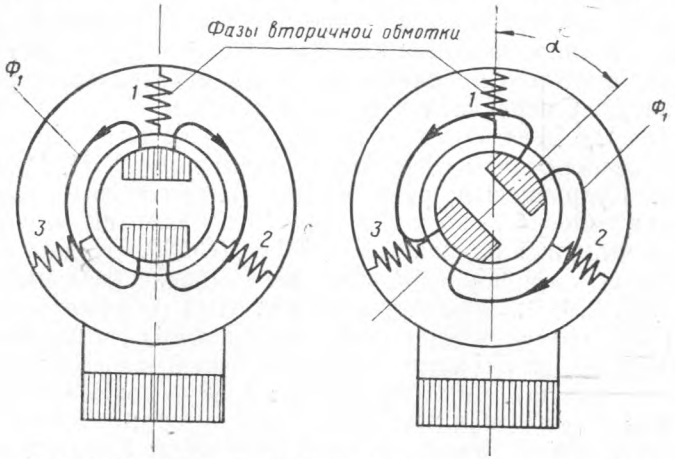


Рис. 2. 48. Принцип действия бесконтактного самосина

статора на такой же угол, на какой повернут ротор самосина (рис. 2. 48). При этом, так как э. д. с. фазных обмоток определяются уравнениями

$$E_{1\phi} = E_2 \cos \alpha;$$

$$E_{2\phi} = E_2 \cos (\alpha - 120°);$$

$$E_{3\phi} = E_2 \cos (\alpha - 240°),$$

то, как и у всех контактных самосинов индукционной системы, при повороте ротора происходит изменение величин $E_{1\phi}$, $E_{2\phi}$, $E_{3\phi}$.

Электрическая схема индукционной системы синхронной связи с бесконтактными самосинами точно такая же, как и системы с контактными самосинами. Разбирая работу схемы, следует иметь в виду, что обе обмотки самосина — первичная и вторичная — неподвижны и их оси взаимно перпендикулярны, а направление магнитного потока, создаваемого первичной обмоткой,

определяется направлением оси его полюсов и изменяется при повороте ротора.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает уже много типов бесконтактных самосинов различных конструкций, однако основной принцип построения магнитной цепи у всех типов самосинов такой же, как и на рис. 2.47, т. е.: а) полюса ротора внутри расточки магнита разделены между собой диамагнитным материалом; б) средняя часть магнитопровода между полюсами вынесена из расточки машины и образует третью основную часть машины — внешний магнитопровод, расположенный снаружи статора; в) первичная обмотка вынесена из расточки статора и является неподвижной.

Характерной особенностью большинства современных бесконтактных самосинов является наличие не одной, а 6—8 параллельных цепей внешнего магнитопровода и концентрическое расположение катушек первичной обмотки с ротором.

Судовые бесконтактные самосины. Для приборов управления судном советскими инженерами Д. П. Мкртчяном и Н. М. Кудрявцевым разработаны бесконтактные самосины-приемники типов *БС-500* и *ДБС-500*. Эти самосины имеют такие же габариты, как и самосины *СС-500* и *ДС-500*, что дает возможность заменять в приборах контактные самосины бесконтактными.

На рис. 2.49 показана магнитная цепь судового самосина типа *БС-500* (слева — поперечный разрез по *АА*, в центре — продольный разрез по *ББ* и справа — поперечный разрез по *ВВ*, т. е. в плоскости тороида). На этом рисунке: *1—2* — полюса ротора; *3* — диамагнитный материал ротора; *4* — вал ротора; *5* — статор с пазами; *6* — тороиды внешнего магнитопровода; *7* — силуминовый корпус, в котором заделаны пакеты *8*; *9* — последовательно соединенные между собой катушки первичной однофазной обмотки; *10* — вторичная трехфазная обмотка, расположенная в пазах статора; δ_1 — воздушный зазор между статором и ротором; δ_2 — воздушный зазор между ротором и внешним магнитопроводом; Φ_1 — магнитный поток, создаваемый первичной обмоткой.

Полюса ротора *1—2*, статор *5*, тороиды *6* и пакеты *8* выполнены из листовой электротехнической стали.

Для устранения действия реактивного момента зубцов пазы статора скошены на одно зубцовое деление.

Прохождение потока по магнитной цепи показано стрелками. Магнитный поток, создаваемый катушками *9* первичной обмотки, из полюса *2* идет через воздушный зазор δ_2 в левый тороид *6*, из него переходит в восемь параллельных продольных пакетов *8* внешнего магнитопровода, далее в правый тороид *6*, из него через воздушный зазор δ_2 идет в полюс *1* ротора, из полюса *1* через воздушный зазор δ_1 в верхнюю часть статора, в котором по двум параллельным ветвям идет в нижнюю часть статора, откуда через воздушный зазор δ_1 переходит в полюс *2*, образуя замкнутую магнитную цепь.

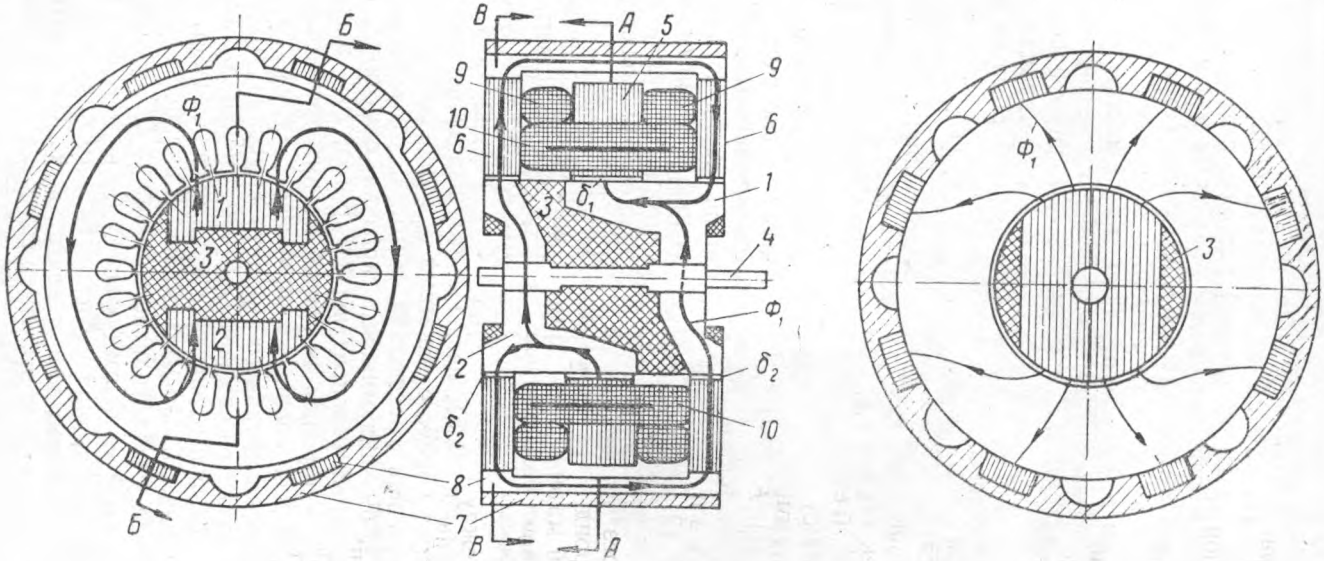


Рис. 2. 49. Магнитная цепь судового самосина типа *БС-500*

Во второй половине периода магнитный поток имеет обратное направление.

При наличии во вторичной обмотке тока создаваемый им поток будет проходить по этой же магнитной цепи, изменится лишь направление его оси во внутренней расточке статора.

Из сравнения магнитных систем различных машин видно, что во всех нормальных машинах и в контактных самосинах потокосцепление между витками первичной и вторичной обмоток обеспечивается таким расположением первичной обмотки, при котором ось создаваемого ею потока Φ_1 направлена перпендикулярно к оси машины. В бесконтактных же самосинах рассмотренной нами конструкции катушки первичной обмотки и вал ротора имеют общую ось и поток Φ_1 направлен вдоль оси машины. Потокосцепление между первичной и вторичной обмотками в бесконтактном самосине обеспечивается ротором с разделенными полюсами внешнего магнитопровода. При этом направление потока по отношению к фазным обмоткам статора определяется положением оси полюсов ротора (см. рис. 2. 49).

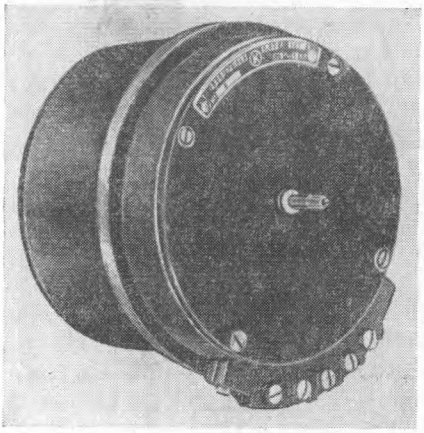


Рис. 2. 50. Общий вид бесконтактного самосина

Общий вид бесконтактного самосина-приемника типа *БС-500* показан на рис. 2. 50, а в разобранном виде он представлен на рис. 2. 51, где: *1* — катушка первичной обмотки; *2* — силуминовый корпус с пакетами *3* продольного магнитопровода; *4* — вторичная трехфазная обмотка, уложенная в пазах статора *9; 5* и *6* — силуминовые крышки самосина; *7* — инерционно-фрикционный успокоитель; *8* — ротор; *10* — зажимная колодка; *11* и *12* — тороиды внешнего магнитопровода.

На рис. 2. 52 для сравнения приведены характеристика статического синхронизирующего момента самосина *БС-500* и характеристика моментов самосина *СС-500,* имеющего такие же габариты, как у *БС-500*. Сравнение кривых показывает, что у контактного самосина *СС-500* максимальный синхронизирующий момент больше, чем у бесконтактного самосина *БС-500*, но крутизна кривой в начальной ее части больше у бесконтактного самосина. Кроме того, момент трения у бесконтактного самосина ввиду отсутствия щеток меньше, чем у контактного. Следовательно, добротность и точность бесконтактного самосина выше, чем контактного самосина с расположением первичной обмотки на статоре.

Бесконтактный самосин типа *ДБС-500* представляет собой двойной самосин, у которого два самосина типа *БС-500* вмонтированы в один общий корпус с соосным расположением валов.

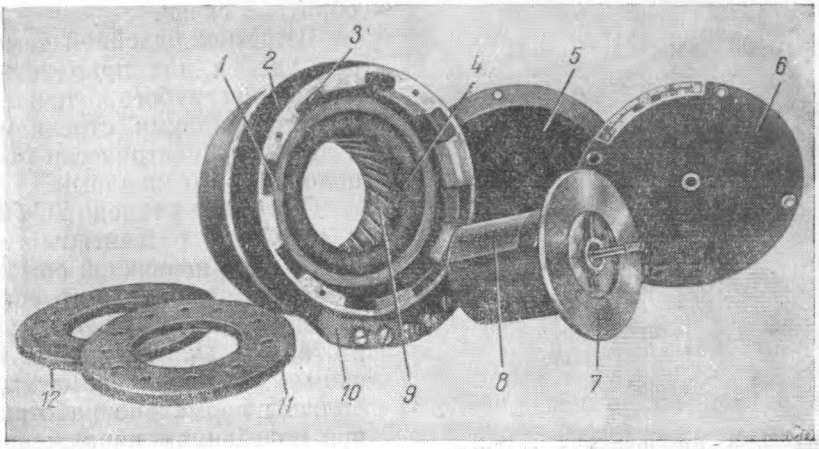


Рис. 2. 51. Бесконтактный самосин в разобранном виде

Внешний вид двойного самосина *ДБС-500* показан на рис. 2. 53, а в разобранном виде — на рис. 2. 54, где: *1* — силуминовый корпус; *2* — пакеты внешнего продольного магнитопровода; *3* — тороид внешнего магнитопровода; *4* и 5 — зажимные колодки, укрепленные на силуминовом корпусе; *6* — один из статоров с трехфазной обмоткой и надетой на ее лобовые части однофазной первичной обмоткой, выполненной в виде торов; *7* и *8* — роторы самосинов; *9* и *10* — успокоители; *11* и *12* — крышки самосина.

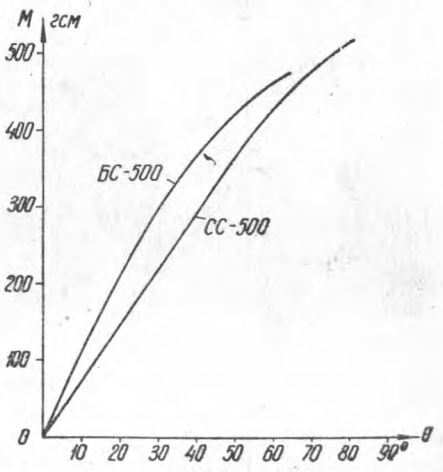


Рис. 2. 52. Характеристики статических синхронизирующих моментов самосинов *БС-500* и *СС-500*

Двойной самосин получил широкое применение, во-первых, как контрольный прибор с двумя стрелками и одной общей шкалой, у которого один самосин присоединен к командному датчику, а другой — к отвечающему датчику (таким прибором можно определить по шкале несовпадения в положениях датчиков). Во-вто-

рых, он применяется в схемах с двусторонней синхронной связью с небольшим количеством приемников, где один самосин используется как датчик, а другой как контрольный приемник обратной связи.

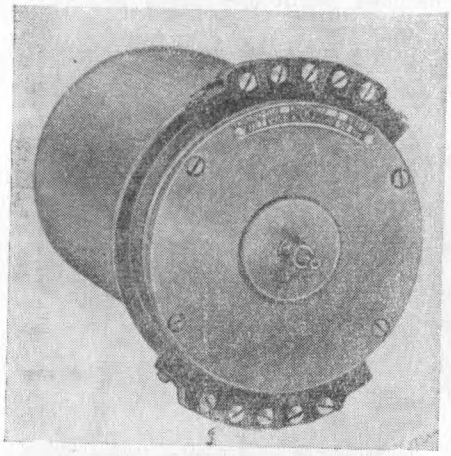


Рис. 2. 53. Внешний вид двойного самосина *ДБС-500*

В-третьих, двойной самосин удобен для применения в приборах грубого и точного отсчетов с двумя стрелками и двумя концентрически расположенными шкалами.

Самосины типов *БС-500* и *ДБС-500* рассчитаны на питание их первичной обмотки от сети переменного тока с напряжением 127 *в* и частотой 50 *гц*. По техническим условиям самосины должны нормально работать при колебаниях напряжения от +5% до —10% номинального.

Бесконтактные самосины-датчики, рассчитанные на подключение к ним большого количества приемников, имеют большие

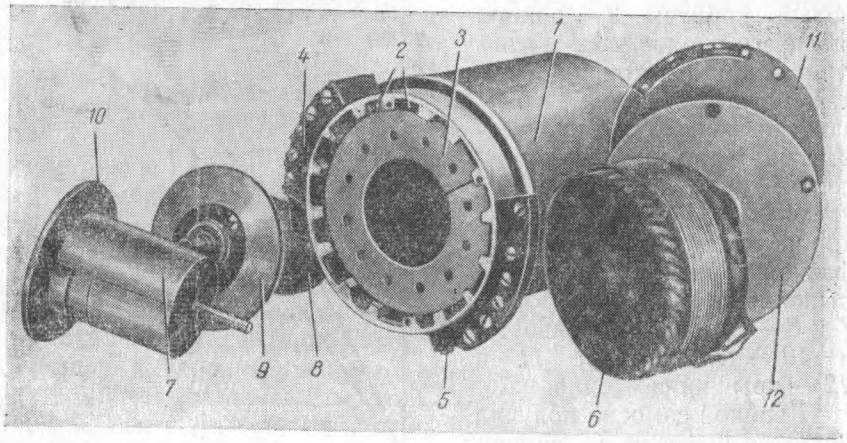


Рис. 2. 54. Двойной самосин *ДБС-500* в разобранном виде

габариты и вес, что ведет к увеличению размеров и веса приборов. В связи с этим в настоящее время в приборах управления судном бесконтактные самосины используются лишь в качестве приемников, а в качестве датчика — контактный самосин типа *ДН-500* с расположением первичной обмотки на роторе.

Самосин *ДН-500* разработан и рассчитан на подключение к нему до 10 бесконтактных приемников типа *БС-500*. Если в схеме не более двух-трех приемников, то в качестве датчика можно использовать однотипный с приемником бесконтактный самосин.

Данные о бесконтактных самосинах приведены в приложениях 3 и 4.

§ 58. Успокоители самосинов

При отсутствии у самосинов успокоителя продолжительность колебаний ротора около синхронного положения доходит до 8—10 сек. По техническим же условиям в приборах управления судном продолжительность колебаний стрелки приемника не должна превышать 3 сек. Для обеспечения более быстрого затухания колебаний на валу контактных и бесконтактных самосинов устанавливают двухступенчатые инерционно-фрикционные успокоители. У самосинов *БС-500* и *БС-501* их помещают внутри корпуса машины, а у самосина *БС-404* — на выступающем конце вала, снаружи корпуса.

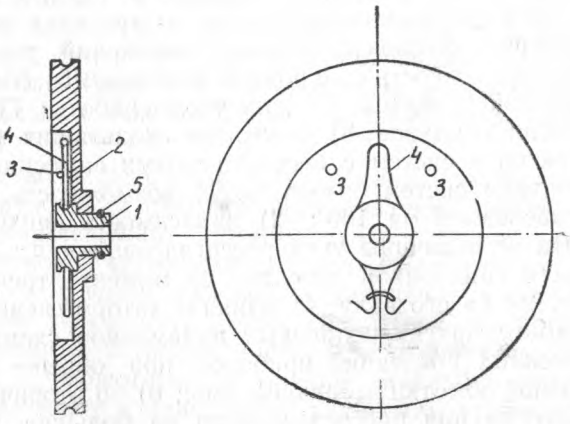


Рис. 2. 55. Устройство успокоителя самосина *БС-500*

Устройство успокоителя самосина *БС-500* показано на рис. 2. 55. На вал самосина жестко насаживается стальная втулка *1*, с которой фрикционно соединен бронзовый маховой диск *2*, имеющий два упорные штифта *3*, расположенные под углом 45°. Кроме диска *2*, с втулкой также фрикционно связан тормоз *4*, представляющий собой петлеобразную пружину из проволоки. На заднем конце втулки имеется кольцевая канавка, в которую вставляется кольцо *5* из проволоки, ограничивающее осевое перемещение махового диска *2*.

Если ротор самосина вращается в одном направлении и с постоянной скоростью, то вместе с ним вращаются все части успокоителя. Колебания ротора около синхронного положения сопровождаются изменением скорости и направления его вращения, и успокоитель вследствие инерции махового диска *2* приходит в действие.

При небольшой амплитуде колебаний ротора в пределах угла между упорными штифтами *3* втулка *1* вращается вместе с ротором, а диск *2* остается неподвижным. При этом действует первая ступень успокоителя за счет трения между втулкой и диском. При амплитуде колебаний больше 40—45° втулка *1* продолжает вращаться, а тормоз *4* задерживается упорными штифтами *3*, т. е. вступает в действие и вторая ступень успокоителя с большим моментом трения пружинного тормоза. Таким путем достигается затухание колебаний в течение 1—3 сек.

§ 59. Эксплуатационные преимущества и недостатки индукционных систем синхронной связи

К достоинствам индукционных систем синхронной связи относятся: 1) самосинхронизация; 2) плавное вращение датчика и приемника; 3) возможность получения в пределах окружности большого количества фиксированных положений ротора самосина; 4) высокая точность синхронной передачи; 5) большая скорость синхронной передачи; 6) надежность работы; 7) стойкость против вибрации и ударов; 8) отсутствие скользящих и обрывающихся контактов у систем с бесконтактными самосинами.

К недостаткам систем относятся: 1) возможность неустойчивого рассогласования на 180°; 2) зависимость синхронизирующего момента от величины угла рассогласования θ; 3) зависимость точности синхронной передачи от момента трения приемника и нагрузки на его валу; 4) влияние заторможенных приемников на работу других исправных приемников схемы; 5) возможность ложных показаний приборов при обрыве первичной цепи или фазной обмотки вторичной цепи; 6) по вторичным и первичным обмоткам при рассогласовании на большие углы проходят большие токи; 7) шум при работе приборов; 8) при рассогласовании приемника с датчиком на угол больше 180° (но меньше 360°) приемник согласуется с датчиком, вращаясь в обратную сторону по сравнению с направлением вращения датчика, и соединенный с приемником механизм теряет один оборот, что в синхронно-следящем приводе и в счетно-решающих устройствах обычно недопустимо; 9) по сравнению с системами синхронной связи с питанием от сети постоянного тока для обслуживания приборов требуется более подготовленный и квалифицированный персонал.

Индукционные системы синхронной связи, несмотря на ряд недостатков, обладают по сравнению с системами постоянного

тока значительно более высокими качественными показателями и применяются всюду, где это не обусловлено родом тока или какими-либо другими обстоятельствами.

Глава 12. СИГНАЛЬНЫЕ И ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 60. Виды сигнальных устройств

В схемах приборов управления судном для привлечения внимания личного состава постов при передаче приказаний и для ответов применяются различные сигнальные устройства.

Исходя из особенностей судовых условий, к сигнальным устройствам предъявляются следующие требования: 1) большая надежность и живучесть устройств и приборов; 2) достаточная эффективность приборов сигнализации в помещениях как с низким, так и с высоким уровнями шумов; 3) действие сигнала после его включения до получения ответа о приеме приказания; 4) небольшие сопротивления и длина линии связи; 5) простота устройства и ухода; 6) малые габариты и вес.

Выполнить эти требования можно лишь применяя приборы как звуковой, так и оптической сигнализации. При этом применение того или иного вида сигнализации и приборов зависит от предъявляемых к ним требований, а также от характера шумов помещений.

Так, в помещениях с высоким уровнем шумов устанавливают приборы звуковой и световой сигнализации, действующие одновременно, в помещениях с низким уровнем шумов — обычно лишь приборы звуковой сигнализации пониженной звуковой мощности.

В качестве средств звуковой сигнализации в приборах управления судном применяют звонки, ревуны и трещотки, а также комбинированные звуковые приборы — звонки-ревуны.

Ревуны и звонки-ревуны подают мощный звуковой сигнал. Их устанавливают в помещениях с высоким уровнем шумов, например, в машинных и котельных отделениях, в моторных отсеках и т. п. Трещотки, наоборот, подают звуковой сигнал небольшой силы, поэтому их устанавливают в помещениях с низким уровнем шумов, а также там, где не требуются мощные сигналы, например, на командных пунктах.

Достаточно мощный сигнал дают также звонки. Они могут быть расположены как в помещениях с высоким, так и в помещениях с низким уровнем шумов, чтобы иметь акустический сигнал, отличающийся по высоте и тону от сигналов ревуна и трещотки. Кроме того, в некоторых помещениях с высоким уровнем шумов высоты тонов шумов и ревуна оказываются близкими между собой, вследствие чего сигнал ревуна трудно отличить (на-

пример, в моторных помещениях катеров с двигателями легкого топлива). В таких помещениях также целесообразно применять звонки.

§ 61. Приборы звуковой сигнализации постоянного тока

В схемах приборов управления судном на постоянном токе применяются звонки типов *ЗВОФ* и *ЗВКФ*, ревун типа *РВФ* и трещотка типа *ТРФ*. При этом ревун и трещотка имеют такую же электрическую схему, как и звонок *ЗВОФ*, т. е. работают на обрыв, и отличаются от звонка в основном конструкцией акустической части и формой корпуса прибора: боек у них ударяет не о чашу звонка, а о мембрану, заделанную в корпусе прибора. Установленный снаружи прибора рупор усиливает звук мембраны и направляет его в определенную сторону. У ревуна вследствие большой частоты ударов бойка о мембрану звук получается сплошной («ревущий»). Общий вид и размеры ревуна представлены на рис. 2.56, где: *1* — коробка; *2* — крышка; *3* — рупор; *4* — уплотнительный сальник.

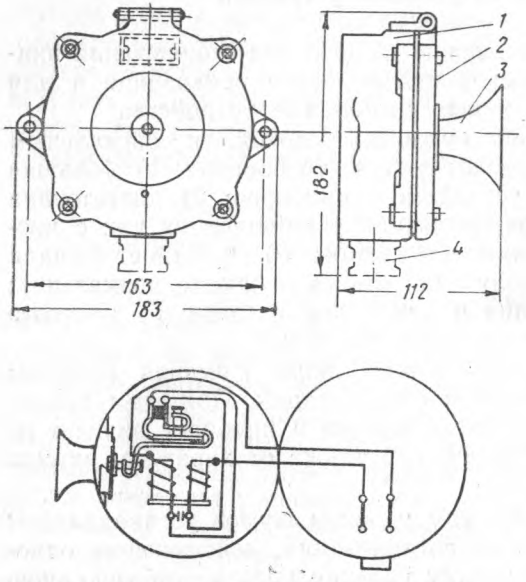


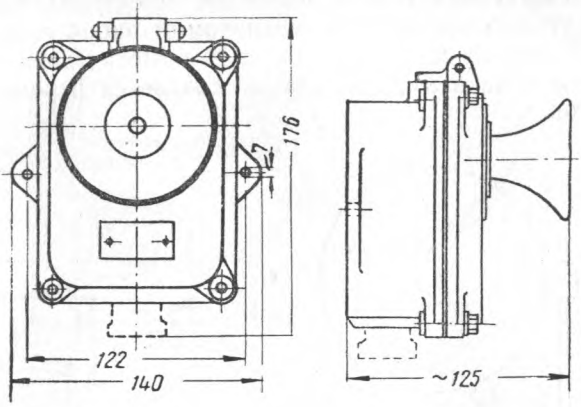
Рис 2.56. Общий вид ревуна *РВФ* и его электрическая схема

На рис. 2.56 внизу дана электрическая схема ревуна типа *РВФ*.

У трещотки частота ударов бойка о мембрану меньше, чем у ревуна, поэтому звук у нее низкий и прерывистый. Меньшая частота ударов бойка достигается расположением на сердечниках медных короткозамкнутых витков в виде колец из провода большого сечения и частично увеличением хода якоря. Короткозамкнутые витки замедляют спадание и нарастание магнитного потока при прерывании и замыкании цепи электромагнитов. Этим уменьшается частота притяжений якоря, а следовательно, и частота ударов бойка о мембрану.

Общий вид и размеры трещотки представлены на рис. 2.57 вверху, а электрическая схема — на рис. 2.57 внизу, где *КЗВ* — короткозамкнутые витки.

Приборы типов *ЗВОФ, ЗВЛФ, ЗВКФ, РВФ* и *ТРФ* изготовляются на напряжение *12, 24, 110* и *220 в*. При этом конструкция электромагнитных механизмов для всех напряжений остается одинаковой, изменяются лишь данные обмоток электромагнитов.



§ 62. Приборы звуковой сигнализации переменного тока

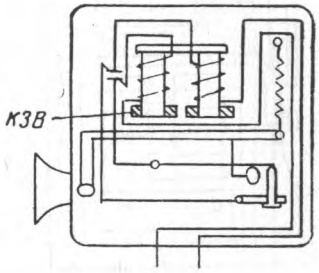


Рис. 2. 57. Общий вид трещотки и ее электрическая схема

В приборах управления судном на переменном токе применяются следующие четыре вида приборов звуковой сигнализации: звонок типа *ЗВП*, трещотка типа *ТРП*, ревун типа *РВП* и звонок-ревун типа *ЗВРП*. В обозначении типа этих приборов буква *П* указывает, что обмотки прибора и их магнитная система рассчитаны на питание от сети переменного тока напряжением 24, 110, 127, 220 *в* и частотой 50 *гц*.

Корпуса коробок приборов звуковой сигнализации и их крышки сделаны из силумина. Приборы выпускают в водозащищенном исполнении.

Все указанные приборы питаются переменным током, величина которого дважды за период принимает нулевое значение, поэтому прерывающихся контактов они не имеют, что увеличивает надежность их работы и упрощает уход за ними.

Звонок переменного тока, применяемый в приборах управления судном, является поляризованным, т. е. он имеет постоянный магнит и электромагнит с двумя включенными согласованно обмотками, которые питаются от сети переменного тока. Электрическая и магнитная цепи звонка переменного тока типа *ЗВП*

даны на рис. 2.58, где: *1* — постоянный магнит; *2* — электромагнит; *3* — якорь; *4* — амортизирующая пружина; *5* — винт для регулировки воздушного зазора между якорем и электромагнитом; *6* — мембрана; *7* — боек; *8* — чашка звонка.

При отсутствии тока в обмотках электромагнита поток создается только постоянным магнитом и якорь остается непритянутым. Во время прохождения через обмотку электромагнита переменного тока в магнитопроводе создается переменный магнитный поток.

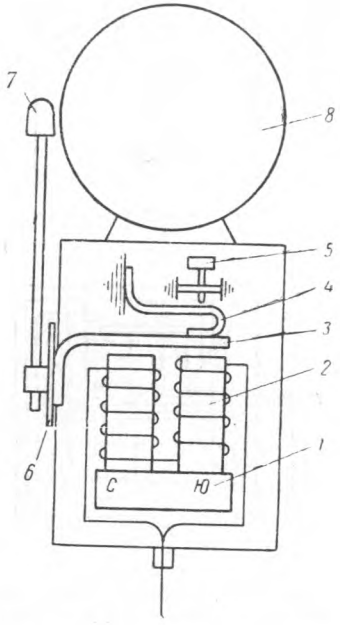


Рис. 2.58. Электрическая и магнитная цепи звонка переменного тока типа *ЗВП*

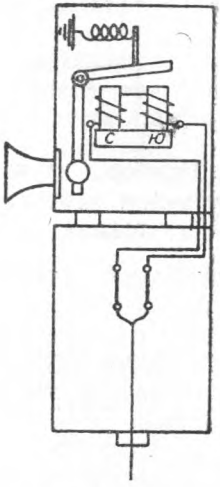


Рис. 2.59. Схема трещотки переменного тока типа *ТРП*

В течение одной половины периода поток, создаваемый переменным током, и поток постоянного магнита имеют одинаковое направление, т. е. суммарный поток в этом случае оказывается больше потока постоянного магнита. В течение второй половины периода эти потоки направлены встречно и суммарный поток оказывается меньше постоянного. Притяжение якоря и удар бойка о чашку звонка происходит только тогда, когда потоки имеют одинаковое направление. При встречном направлении потоков якорь не притягивается электромагнитом, так как сила притяжения якоря в этом случае не может преодолеть силы сопротивления упругой мембраны.

Трещотка переменного тока типа *ТРП* (рис. 2. 59) имеет такую же поляризованную магнитную систему, как и звонок типа *ЗВП,* и отличается от него в основном лишь конструкцией акустической части и механизмом электромагнита. Вместо чашки звонка трещотка имеет металлическую мембрану, укрепленную

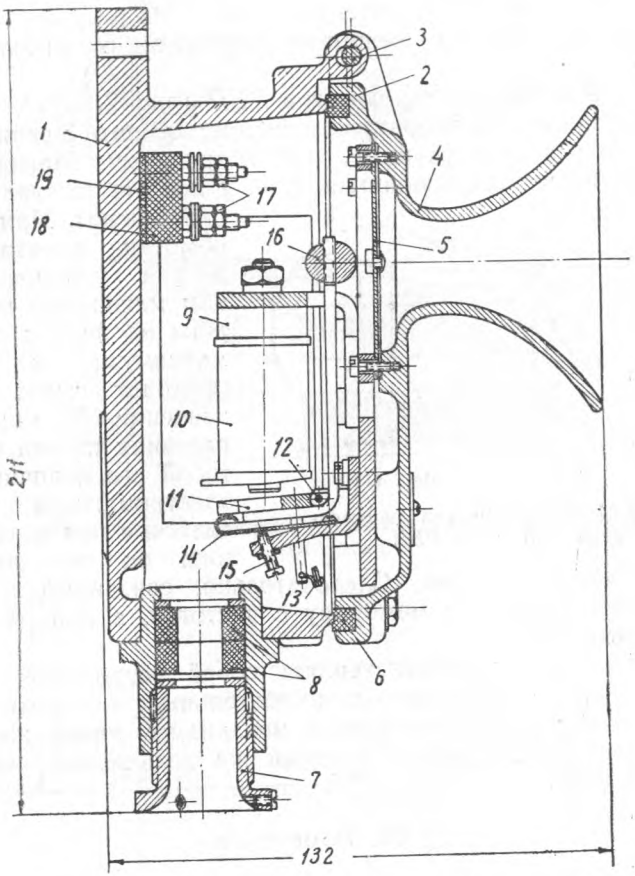


Рис. 2. 60. Продольный разрез трещотки типа *ТРП*

в крышке с внутренней стороны против круглого отверстия. Снаружи от крышки отходит рупор. При подаче питания в обмотки электромагнита боек, приводимый в движение якорем, ударяет о мембрану с частотой, равной частоте тока, т. е. один раз за период.

Продольный разрез трещотки типа *ТРП* на 127 *в* дан на рис. 2. 60, где: *1* — корпус; *2*— крышка; *3* — ось вращения крышки; *4* — раструб; *5* — мембрана; *6* — резиновое уплотнение крышки; *7* — гайка сальника; *8* — резиновое уплотнение сальника;

9 — постоянный магнит; *10* — электромагнит; *11* — якорь; *12* — ось вращения якоря; *13* — спиральная пружина якоря; *14* — плоская пружина якоря; *15* — регулировочный болт; *16* — боек, *17* — зажимы клеммной платы; *18* — плата из карболита; *19* — текстолитовая прокладка.

Корпус и крышка трещотки выполнены из силумина. Мембрана заделана в крышке водонепроницаемо. Из рисунка видно, что магнитная система и механизм трещотки смонтированы на крышке *2*.

Ревун переменного тока типа *РВП* (рис. 2.61), так же как и трещотка, имеет мембрану с рупором, но его магнитная система и форма корпуса иные, чем у трещотки. Магнитная система ревуна неполяризованная, т. е. у нее отсутствует постоянный магнит. При питании обмотки электромагнита ревуна переменным током магнитный поток дважды за период достигает максимума и дважды проходит через нулевое значение. В момент нарастания потока при некоторой его величине якорь электромагнита притягивается, а при спадании потока он под действием пружины вновь отходит. Следовательно, связанный с якорем боек ревуна ударяет о мембрану с частотой, в два раза большей частоты тока.

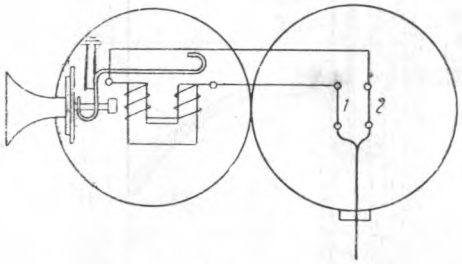


Рис. 2.61. Схема ревуна переменного тока типа *РВП*

Звонок-ревун представляет собой соединение в одном аппарате двух совершенно самостоятельных звуковых приборов — звонка с электромагнитным механизмом таким же, как у звонка типа *ЗВП*, и ревуна с таким же механизмом, как у ревуна типа *РВП*.

§ 63. Номерники

Номерники предназначены для приема фиксируемых на приборе оптических сигналов, сопровождаемых кратковременным звуковым сигналом.

Основными составными элементами номерника являются шаровые сигналы и разблок. Кроме того, около номерника устанавливается звонок, электрически связанный с шаровыми сигналами

Устройство шарового сигнала на постоянном токе показано на рис. 2.62. Его реле состоит из двух концентрически расположенных обмоток — рабочей обмотки *РО*, притягивающей якорь, и блокировочной обмотки *БО*, удерживающей уже притянутый якорь. На рисунке: *1* — обойма; *2* — изоляционный каркас;

3 — изогнутый якорь фигурной формы; *4* — глазок, представляющий собой часть сферы с белой поверхностью, окрашенной алюминиевой краской; *5* — контактная группа; *6* — ролик, сидящий на рычаге, прикрепленном к якорю.

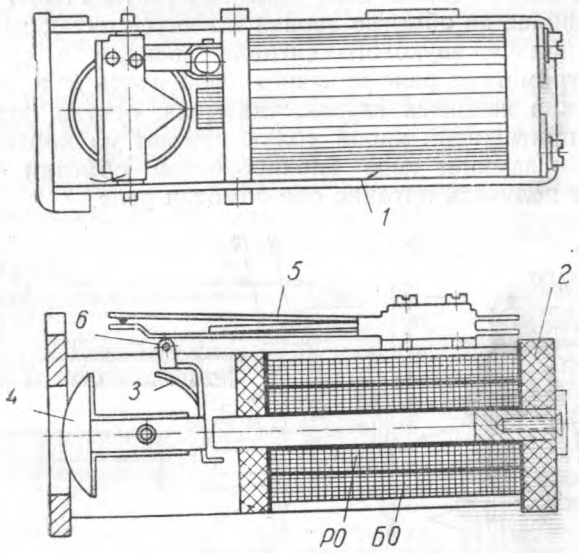


Рис. 2. 62. Устройство шарового сигнала постоянного тока

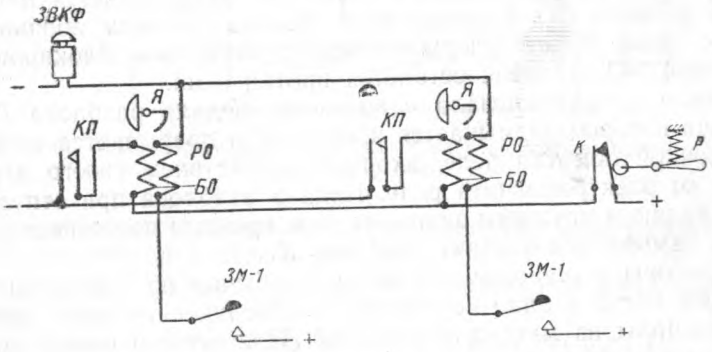


Рис. 2. 63. Принципиальная электрическая схема включения двух шаровых сигналов в номернике

На рис. 2. 63 дана принципиальная электрическая схема включения двух шаровых сигналов в номернике. Внутри номерника монтируются только шаровые сигналы и контакты *К* разблока с выведенной от них наружной педалью. Звонок типа *ЗВКФ* устанавливается отдельно около номерника.

Сигнал в номерник подается при помощи замыкателя *ЗМ-1*, установленного в том помещении, откуда осуществляется передача. При нажатии педали замыкателя получают питание рабочая обмотка *РО* и последовательно соединенный с ней звонок *ЗВКФ;* ток идет от плюса сети через замыкатель *ЗМ-1* в рабочую обмотку и далее по обмотке звонка к минусу питающей сети. Это вызывает подачу звукового сигнала звонком и срабатывание реле. Электромагнит реле притянет свой якорь *Я* и против сигнального окна появится глазок, указывая, откуда подан сигнал. В момент притяжения якоря ролик нажмет на контактные пластины *КП* и замкнет цепь блокировочной обмотки *БО*. После этого будут получать питание обе обмотки реле.

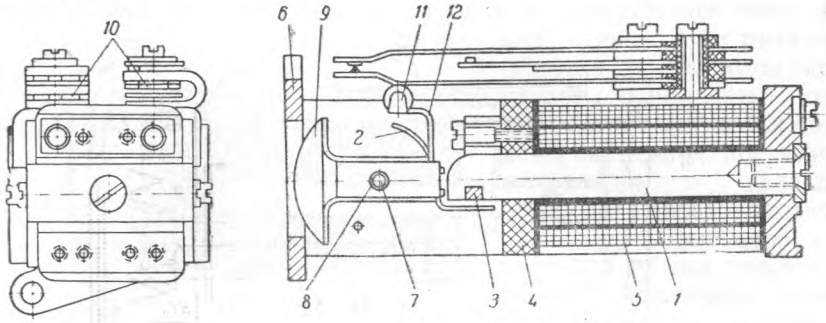


Рис. 2.64. Устройство шарового сигнала переменного тока

При отпускании педали замыкателя *ЗМ* прервется цепь рабочей обмотки *РО* и прекратится подача сигнала звонком, но якорь реле будет удерживаться притянутым блокировочной обмоткой *БО* и глазок останется против окна.

После приема сигнала нажимается педаль разблока *Р*, при помощи которой размыкается контакт *К* и прерывается цепь блокировочной обмотки реле, якорь под действием своего веса отходит от электромагнита реле. Педаль разблока при отпускании под влиянием пружины занимает свое прежнее положение и этим снова замыкается контакт разблока *К*.

Приборы с шаровыми сигналами обычно применяются в тех случаях, когда в одно помещение необходимо подавать одинаковые сигналы из многих помещений. При этом в одном корпусе помещается несколько шаровых сигналов и каждому из них присваивается определенный номер. Такой аппарат и называется номерником. В настоящее время номерники изготовляются типов *НМ-4* и *НМ-10* (на четыре и десять номеров)[1].

Устройство шарового сигнала на переменном токе представлено на рис. 2.64. Якорь реле показан в притянутом к электромагниту состоянии.

[1] До унификации номерники выпускали на 2, 4, 6, 8 и 10 номеров.

К особенностям реле шарового сигнала на переменном токе относится наличие в нем: 1) наборного сердечника из листовой электротехнической стали для уменьшения потерь; 2) короткозамкнутого медного витка на сердечнике, предназначенного для удержания якоря притянутым в момент прохождения переменного тока в обмотке реле через нулевое значение; 3) двух контактных групп.

На рисунке 2.64 обозначены: *1* — сердечник; *2* — якорь; *3* — короткозамкнутый медный виток; *4* — каркас из изоляционного материала; *5* — обмотка; *6* — щеки обоймы; *7* — ось вращения якоря; *8* — трубка; *9* — глазок, представляющий собой часть сферы, выполненной из алюминия; *10* — контактные группы; *11* — ролик, укрепленный на якоре вилкой *12*.

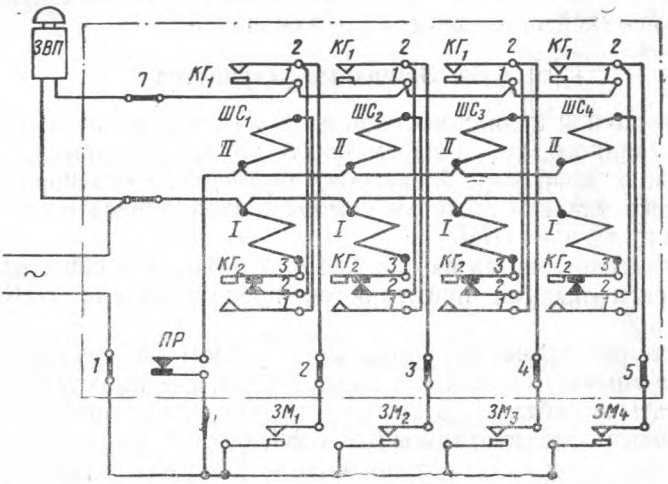


Рис. 2.65. Принципиальная электрическая схема номерника типа *Н-4*

Номерники на переменном токе изготовляют двух типов — *Н-4* и *Н-10* (на четыре и десять номеров).

На рис. 2.65 дана принципиальная электрическая схема номерника *Н-4*.

В номернике установлено четыре шаровых сигнала $ШС_1$, $ШС_2$, $ШС_3$, $ШС_4$. Каждый из них имеет две обмотки *I*, *II* и две контактные группы $КГ_1$ и $КГ_2$. Разблок с нормально замкнутыми контактами *ПР* и звонок *ЗВП* являются общими для всех шаровых сигналов. Обмотки *I* и *II* после срабатывания шарового сигнала включаются последовательно и получают питание через контакт *ПР* разблока и блокировочные контакты *1—3* $КГ_2$.

При нажатии педали замыкателя, например $ЗМ_1$, ток из сети через зажим *1*, контакты замыкателя, зажим *2*, контакты *2—3* $КГ_2$ проходит по обмотке *I* $ШС_1$ и через зажим возвра-

щается в сеть. $ШС_1$ срабатывает и против окошечка появляется глазок; одновременно контактами *2—1* $КГ_1$ включается звонок *ЗВП*. Кроме того, у $КГ_2$ замыкаются контакты *1—3*, а затем размыкаются контакты *2—3*, чем и осуществляется включение обмотки *II* последовательно с обмоткой *I* с питанием их от сети через контакты *ПР*.

После отпускания педали замыкателя действие звонка прекращается, а глазок остается против окна и указывает, откуда подан сигнал.

При нажатии педали разблока контакт *ПР* размыкается и прерывает цепь питания, якорь $ШС_1$ под действием силы тяжести падает вниз, а глазок уходит от окна вверх и контакты вновь принимают прежнее положение.

Нормы зазоров и давлений для реле, сигнальных приборов и переключателей приведены в приложении 5.

§ 64. Защитные устройства

В первичной цепи самосинов и во всех вспомогательных цепях как постоянного, так и переменного токов (например, в цепях сигнальных приборов, бленкеров, внутреннего освещения) устанавливают плавкие ножевые самоокрашивающиеся предохранители типа *ПНО*.

Они изготовляются на 0,5; 1; 1,5; 2 и 3 *а*. Для береговых установок сигнализации применяются предохранители *ПНО* и на 0,25 *а*.

В схемах приборов управления судном предохранители помещают обычно в соединительные ящики, где имеются специальные платы с губками, в которые входят ножи наконечников.

С учетом эксплуатационных особенностей индукционных систем синхронной связи к защитным устройствам вторичных цепей этих систем предъявляют следующие требования: 1) срабатывание при двух- и трехфазном коротком замыкании во вторичной цепи; 2) срабатывание при длительном рассогласовании на угол 15—30° и при застопоренном приемнике; 3) срабатывание при обрыве первичной цепи в приемнике или в датчике; 4) несрабатывание во время включения схемы и при резких рывках датчика, т. е. при мгновенном рассогласовании на большие углы; 5) избирательность защиты; 6) большой срок службы; 7) подача сигнала о срабатывании защитного устройства; 8) термостойкость; 9) стойкость против вибрации и ударов; 10) влагостойкость.

Этим требованиям в значительной степени удовлетворяют тепловые реле, которые применяются для защиты вторичных цепей самосинов.

Принцип действия теплового реле основан на явлении изгиба тонкой биметаллической пластины при воздействии на нее тепла, выделяемого в катушках сопротивления, намотанных на пла-

стину. При изгибе биметаллической пластины освобождается защелка, которая посредством рычага воздействует на контактные пластины, изменяя их состояние.

В схемах приборов управления судном переменного тока получили применение две серии защитных устройств различного конструктивного исполнения. К первой серии относятся защитные устройства типа *ЗУ-1* и *ЗУ-2*, ко второй — защитные устройства типов *ЗУ-1Б*, *ЗУ-5А* и *ЗУ-5Б*. Данные об этих защитных устройствах приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Тип защитного устройства	Сопротивление обмотки, *ом*	Ток срабатывания, *а*	Время срабатывания, сек.	Допустимое количество повторных срабатываний
ЗУ-1	0,3	4,2	7—12	—
ЗУ-2	3,0	0,62	28—34	—
ЗУ-1Б	1,0	2,0	17—33	20
ЗУ-5А	5,0	0,8	17—33	20
ЗУ-5Б	5,0	0,8	17—33	20

Защитные устройства первой серии типа *ЗУ-1* и *ЗУ-2* получили применение в схемах с контактными самосинами. Их устройство одинаково, но назначение различное: *ЗУ-2* служит для отключения отдельных самосинов приемников типа *СС-500* и *ДС-500* от датчика *ДИ-500*, *ЗУ-1* — для групповой защиты, т. е. для отключения датчика *ДИ-500* от группы приемников в количестве трех-девяти штук. Вместо *ЗУ-2* можно использовать защитное устройство типа *ЗУ-5Б* второй серии.

Защитные устройства типа *ЗУ-1Б* и *ЗУ-5А* предназначены для работы в схемах с бесконтактными самосинами-приемниками: *ЗУ-5А* — для отключения отдельных приемников *БС-500* или *ДБС-500* при их работе от датчиков *БС-500, ДН-500* и *НД-511*, а *ЗУ-1Б* — для групповой защиты, т. е. для отключения датчика *ДН-500* от группы самосинов-приемников *БС-500* в количестве от 4 до 10 штук.

Групповая защита применяется только в сложных схемах с большим количеством приемников, а индивидуальная защита — во вторичной цепи всех контрольных приемников. В главных линиях, связывающих командные и исполнительные посты, защитные устройства не устанавливают.

В схемах приборов управления судном наиболее распространено защитное устройство типа *ЗУ-5А* (рис. 2.66), где: *1* — биметаллическая пластинка с намотанными на нее тремя сопро-

тивлениями *r*, являющимися нагревательными элементами реле; *2*—штифт, жестко соединенный с биметаллической пластинкой *1*; *3* — биметаллическая пластинка без сопротивления; *4* — колодка (в разрезе) с отверстием, жестко соединенная с пластин-

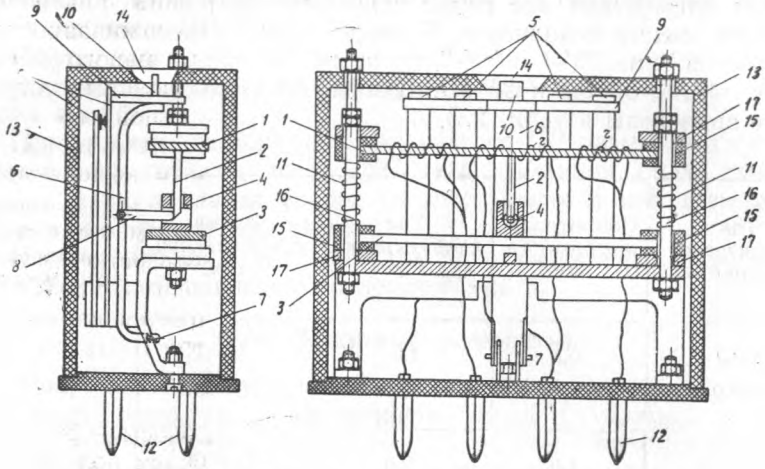


Рис. 2.66. Защитное устройство типа *ЗУ-5А*

кой *3; 5* — четыре пары контактных пластин, замкнутых при «взведенном» защитном устройстве; при этом у каждой пары контактов одна из пластин длиннее другой; *6* — взводный рычаг, вращающийся около оси *7*; *8* — палец, шарнирно связанный с рычагом *6*; *9* — пластмассовая планка, жестко соединенная с рычагом *6*; *10* — выступ на планке для взведения рычага *6; 11* — пружины; *12* — штыковые (банановые) контакты; *13*—пластмассовый корпус; *14* — окно в корпусе; *15*—пластмассовые шайбы, в которые заделаны биметаллические пластинки *1* и *3*, при этом шайбы свободно сидят на болтах *16; 17* — грузы, свободно перемещающиеся по болтам *16*.

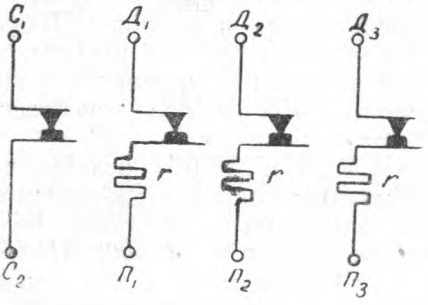


Рис. 2.67. Принципиальная электрическая схема защитного устройства типа *ЗУ-5А*

Из приведенной на рис. 2.67 электрической схемы *ЗУ-5А*, изображенной для «взведенного» реле, видно, что три сопротивления *r* и три контакта включены в линии фазных обмоток вто-

ричной цепи. Четвертый контакт с зажимами $C_1 — C_2$ включается в цепь сигнального бленкера приемника.

Действие защитного устройства следующее. Во взведенном состоянии планка *9* (см. рис. 2.66), соединенная с взводным рычагом *6*, давит на удлиненные контактные пластины *5* и замыкает все четыре контакта. При этом рычаг *6* удерживается во взведенном состоянии с помощью шарнирно соединенного с ним пальца *8*, застопоренного штифтом *2*. В таком положении *ЗУ* удерживается при отсутствии тока и при нормальной его величине во вторичной цепи. Когда же во вторичной цепи проходит ток выше нормальной величины, то под действием выделяемого в сопротивлениях *r* тепла биметаллическая пластинка *1* нагревается и получает значительный прогиб кверху. Вместе с пластинкой *1* поднимается штифт *2* и открывает отверстие внутри колодки *4*, освобождая палец *8*. Планка *9* совместно с рычагом *6* под действием контактных пластин *5* передвигается вправо, и все четыре контакта *5* размыкаются. При этом три контакта прерывают соединение вторичных фазных обмоток, а четвертый — цепь сигнального бленкера.

На пластине *9* имеются две сигнальные полосы — белая и красная. При взведенном *ЗУ* в окне *14* видна белая полоса, а в сработавшем или спущенном *ЗУ* — красная полоса.

После устранения причин, вызвавших срабатывание *ЗУ*, оно может быть снова взведено. Это происходит при нажатии на выступ *10* планки *9* в сторону красной полосы. Планка *9* давит при этом на удлиненные пластины контактов *5* и замыкает их, а палец *8*, перемещаясь вслед за рычагом *6*, освобождает отверстие в колодке *4*, биметаллическая пластинка *1* и штифт *2* движутся вниз и запирают палец *8*, удерживая рычаг *6* во взведенном состоянии.

Биметаллическая пластинка *3* имеет такие же размеры, как пластинка *1* и предназначена для термокомпенсации устройства при повышении температуры окружающей среды. От проходящего по сопротивлениям *r* тока нагревается и изгибается только пластинка *1*. При повышении же температуры окружающей среды нагреваются обе биметаллические пластинки *1* и *3* и изгибаются в одну сторону, т. е. в этом случае вслед за штифтом *2* перемещается и колодка *4*. Поэтому палец *8* с рычагом *6* по-прежнему остается застопоренным и *ЗУ* не срабатывает.

Пластмассовые шайбы *15*, в которые вставлены биметаллические пластинки *1* и *3*, свободно сидят на болтах *16* и удерживаются в определенном положении пружинами *11*. При ударных сотрясениях и вибрациях изгиб одной из пластин и перемещение другой происходят в одном направлении и палец *8* остается застопоренным. Этому способствует и наличие свободно перемещающихся на болтах *16* грузов *17*. Кроме того, такое устройство облегчает регулировку *ЗУ* и дает возможность обеспечить его установку на различные по величине токи.

Устройство и действие *ЗУ-1Б* и *ЗУ-5Б* такое же, как у *ЗУ-5А*, но их нагревательные элементы имеют, во-первых, другие данные и, во-вторых, нормально разомкнутый сигнальный контакт, который замыкается лишь при срабатывании *ЗУ*.

На рис. 2.68 дан схематический чертеж защитного устройства типа *ЗУ-1* и *ЗУ-2*. На биметаллической пластине *1* намотаны три катушки сопротивлений *r*, являющиеся нагревательными элементами для пластины. Контактная группа реле состоит из

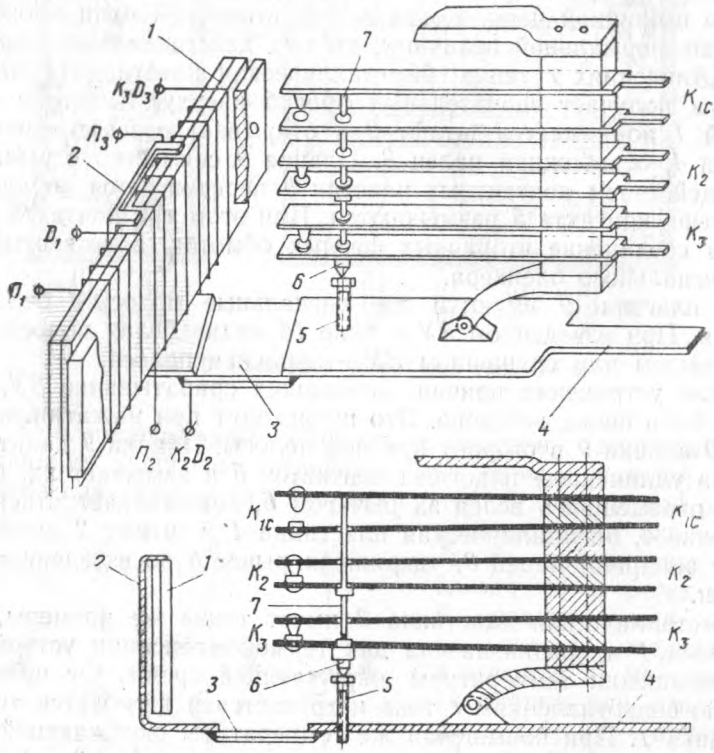


Рис. 2.68. Схема защитного устройства типа *ЗУ-1* и *ЗУ-2*

трех контактных пар $К_{1с}$, $К_2$ и $К_3$. Рычаг *4* слева имеет собачку *2* и палец *5*, а справа язычок. При взведенном состоянии собачка *2* заскакивает за биметаллическую пластину и удерживается ею. Одновременно под воздействием пальца *5* штифт *6*, нажимая на контактные пластины, замыкает контакты $К_2$ и $К_3$, а штифт *7* размыкает контакт $К_{1с}$.

Электрическая схема *ЗУ-1* и *ЗУ-2* дана на рис. 2.69.

При прохождении во вторичной цепи самосинов тока, превышающего допустимый, от выделяемого в сопротивлениях тепла биметаллическая пластина нагревается настолько, что собачка

(см. рис. 2. 68) выйдет из зацепления с нею и рычаг *4* под воздействием упругих сил контактных пластин повернется около своей оси. При этом контакты K_2 и K_3 разомкнутся и прервут цепь второй и третьей фазных линий, а контакт K_{1c} замкнется и зашунтирует обмотку сигнального бленкера. Язычок *ЗУ* при взведенном состоянии стоит против нанесенной на корпусе белой риски. При срабатывании же *ЗУ* он уходит с этой риски и дает возможность легко определить, какое *ЗУ* в соединительном ящике сработало. После устранения причин, вызвавших срабатывание *ЗУ*, нажатием на язычок *4* вновь взводят реле до сцепления собачки с биметаллической пластиной.

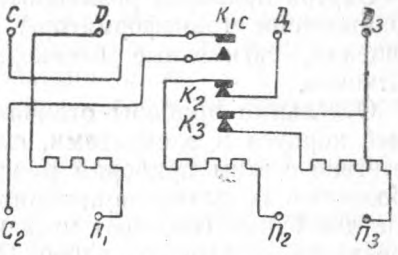


Рис. 2. 69. Электрическая схема защитного устройства *ЗУ-1* и *ЗУ-2*

Термокомпенсатор *3* представляет собой, так же как и основной элемент реле, биметаллическую пластину. При повышении температуры в помещении биметаллическая пластина *1* изгибается вправо. Одновременно с пластиной *1* нагревается пластина термокомпенсатора *3* и, изгибаясь, подает собачку также вправо, не допуская выхода ее из зацепления с биметаллической пластиной *1*.

Глава 13. ПРИБОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

§ 65. Составные элементы основных приборов переменного тока

Конструктивные особенности и маркировка приборов. В схемах приборов управления судном основными приборами являются датчики-приемники, приемники-датчики и приемники.

Детали приборов монтируются на основаниях внутри коробок и частично на крышках коробок.

Корпусы приборов, крышки и основания внутри коробок делают из силумина, а шкалы приборов — из дюралюминия. В качестве антикоррозионных покрытий применяют хромирование и оцинковывание. Снаружи корпус окрашивают эмалевой или масляной краской, стойкой по отношению к морской воде. Внутренние части корпуса и крышку прибора окрашивают алюминиевой краской.

Исполнение приборов водозащищенное. Для обеспечения водозащищенности приборов между крышками и коробками, между крышкой и стеклом, у патронов ламп внутреннего освещения шкал и в сальниках для ввода кабелей устанавливают резино-

вые прокладки. В местах прохода валов через корпусы приборов применяют лабиринтовые уплотнения и кожаные промасленные шайбы.

У всех приборов на гайках сальников обычно имеются зажимы для соединения корпусов приборов с оболочками кабелей. Такое соединение необходимо делать при установке приборов на резиновых амортизаторах для уменьшения помех радиоприему.

Внутри приборов размещают самосины со стрелками, шкалы, понижающие трансформаторы и лампочки для внутреннего освещения, сигнальные бленкеры, влагопоглотители, фиксаторы датчиков.

Отдельные приборы отличаются один от другого конструкцией корпуса и элементами, смонтированными внутри. В соответствии с этим приборам присвоены различные марки. Во всех обозначениях датчиков-приемников и приемников-датчиков первые две буквы означают название того телеграфа, для которого предназначен данный прибор. Первая цифра, следующая за буквами, указывает конструкцию прибора и наличие или отсутствие внутреннего освещения шкалы. Приборы разной конструкции без освещения обозначают цифрами 1, 2, 3, 4, а при наличии освещения добавляется число 5, т. е. они имеют первую цифру 6, 7, 8 и 9. Две другие цифры указывают максимальное количество делений шкалы, которое может быть нанесено при использовании всей ее окружности. Буква *П* за дробной чертой указывает на то, что это прибор переменного тока, а буква *С* ставится у приборов, рассчитанных на стандартное напряжение 127 *в*.

После букв *ПС* иногда стоит цифра, указывающая на то, что этот прибор по сравнению с обычным прибором такого же типа имеет какие-либо особенности. Так, в обозначении прибора типа *МТ113/ПС* буквы *МТ* означают, что он предназначен для использования в машинном телеграфе, первая цифра 1 указывает, что этот прибор является приемником-датчиком первой конструкции (со следящим устройством для включения и выключения сигнальных приборов, без освещения и с рукояткой внизу). Следующие две цифры 13 указывают, что прибор может иметь 13 делений шкалы. Буква *П* указывает на то, что это прибор переменного тока, а буква *С* — что все элементы прибора выполнены на стандартное напряжение 127 *в*.

Отсутствие буквы *С* указывает на применение в приборе элементов, рассчитанных на питание от сети напряжением 110 *в*. Например, прибор типа *МТ213/П* является командным датчиком-приемником машинного телеграфа второй конструкции без следящего устройства и освещения и с рукояткой вверху, со шкалой на 13 делений. Рассчитан этот прибор на питание переменным током напряжением 110 *в*.

Прибор *МТ713/П* относится ко второй конструкции (7—5—2), т. е. имеет такое же устройство, как и прибор *МТ213/П* и

отличается от него лишь наличием внутреннего освещения шкалы.

Приемники, предназначенные для контроля, имеют обозначения *ПК1/ПС; ПК6/ПС; ПК2/ПС* и *ПК7/ПС*. В них числители дробей показывают, что это приемники контрольные однострелочные без освещения (*ПК1/ПС*) и с освещением (*ПК6/ПС*). Приборы *ПК2/ПС* и *ПК7/ПС* — это приемники контрольные двухстрелочные; из них первый — без освещения, второй — с освещением. В дальнейшем при описании схем в обозначении типа прибора букву *С* писать не будем, подразумевая тем самым, что рассматриваемые приборы выполняются как для напряжения 110 *в*, так и для стандартного напряжения 127 *в*.

Для приборов котельного и рулевого телеграфов применяется такой же принцип обозначения.

Технические данные приборов судовых телеграфов приведены в приложении 6.

Освещение шкал приборов. Внутреннее освещение шкалы предусматривается у тех приборов, которые должны находиться на открытых постах. Для освещения шкалы устанавливают три лампы, рассчитанные на напряжение 26 *в* мощностью по 3,9 *вт*. Их помещают против торца смотрового стекла под углом 120°. Для получения равномерного освещения шкалы торец стекла сделан матовым и закрашен белой краской, просветы оставлены лишь против лампочек. Для установки лампы в приливах крышки применяют специальные патроны с выходящей наружу крышкой.

Электрическая схема питания ламп освещения шкалы дана на рис. 2.70, где *Тр* — понижающий трансформатор на напряжение 127/26 *в*, *В* — однополюсный выключатель и реостат для получения нужной степени накала нити; *С* — лампы накаливания и *К* — переходные ножевые контакты и губки, дающие возможность снимать крышку прибора вместе с лампами, не отключая проводники где-либо на зажимах.

Сигнальный бленкер. Каждый прибор имеет сигнальный бленкер, показывающий наличие или отсутствие тока питания в приборе, а также срабатывание защитных устройств во вторичной цепи. Сигнальный бленкер представляет собой электромагнитное устройство, с якорем которого связан сигнальный флажок с надписью «обесточен».

В приборах, устанавливаемых на судах, получили применение два типа бленкеров.

На рис. 2.71 дан разрез бленкера с боковым якорем и обмоткой, рассчитанной на включение последовательно с добавочным сопротивлением в сеть напряжением 110 *в*. На рисунке: *1* — сердечник; *2* — обмотка электромагнита; *3* — короткозамкнутые витки; *4* — якорь; *5* — медный штифт, предотвращающий прилипание якоря к сердечнику; *6* — флажок, связанный с якорем изогнутым рычагом.

Обмотку бленкера совместно с добавочным сопротивлением подключают к сети параллельно с обмотками самосинов прибора (рис. 2. 72) и, когда последний находится под током, якорь бленкера притягивается и его флажок уходит со шкалы прибора. При исчезновении питания якорь под действием пружины отходит от сердечника и флажок выпадает на шкалу прибора. При срабатывании защитного устройства во вторичной цепи самосина замыкается контакт *С* и этим

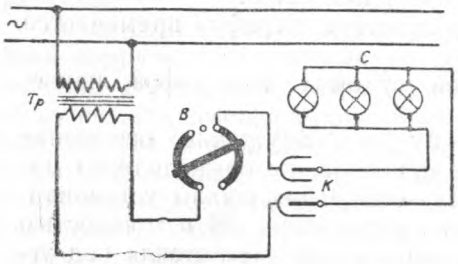


Рис. 2. 70. Электрическая схема питания ламп освещения шкалы приборов

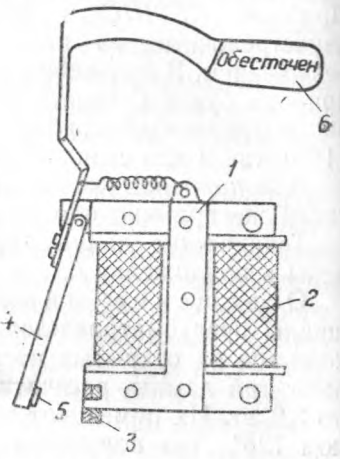


Рис. 2. 71. Разрез бленкера

шунтируется обмотка бленкера *Бл,* что также вызывает выпадание флажка на шкалу. В этом случае короткое замыкание исключается вследствие наличия сопротивления $r_д$, включенного последовательно с обмоткой бленкера.

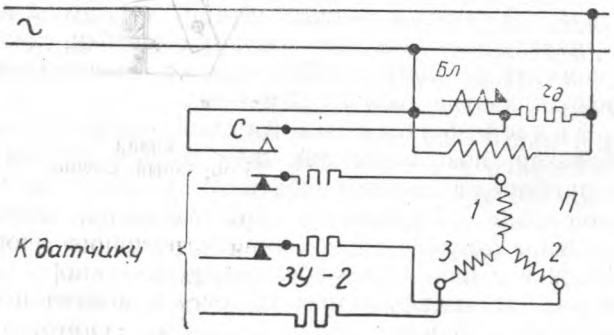


Рис. 2. 72. Включение бленкера в схему

Второй тип бленкера имеет П-образный сердечник и двусторонний якорь, вращающийся около его центральной оси. Он рассчитан на включение в сеть переменного тока напряжением 127 *в* без добавочного сопротивления.

Боковая проекция и вид на П-образный бленкер сверху в направлении оси вращения якоря показаны на рис. 2.73. На этом рисунке: *1* — сердечник; *2* — обмотка; *3* — якорь; *4* — пружина, оттягивающая якорь; *5* — короткозамкнутый виток, охватывающий верхнюю часть якоря; *6* — шайба для крепления рычага флажка; *7* — плата; *8* — скоба.

Сердечник и якорь бленкера собраны из листовой электротехнической стали.

Характерной особенностью этого бленкера является наличие в нем устройства, отталкивающего якорь. Оно состоит из корпуса *9*, пружины *10*, стального стержня *11*, регулировочного винта *12* и контргайки *13*. Конец стержня *11* проходит сквозь конец сердечника и выступает из него со стороны якоря. В притянутом состоянии якорь нажимает на стержень *11* и сжимает пружину *10*. При исчезновении тока в катушке бленкера или при значительном снижении его величины спиральная пружина *10* посредством стержня *11* отталкивает якорь, после чего он отходит под действием пружины *4*. Этим устраняется явление залипания якоря. Регулировкой натяжения пружины *4* устанавливается величина напряжения притяжения якоря бленкера, а натяжением пружины *10* — величина напряжения отпускания якоря. Назначение короткозамкнутого витка — устранение вибрации якоря и удержание его притянутым к сердечнику в момент прохождения переменного тока через нулевое значение. Обмотка бленкера включается параллельно обмотке возбуждения самосина, а при наличии во вторичной цепи самосина защитных устройств — последовательно с сигнальными контактами защитных устройств.

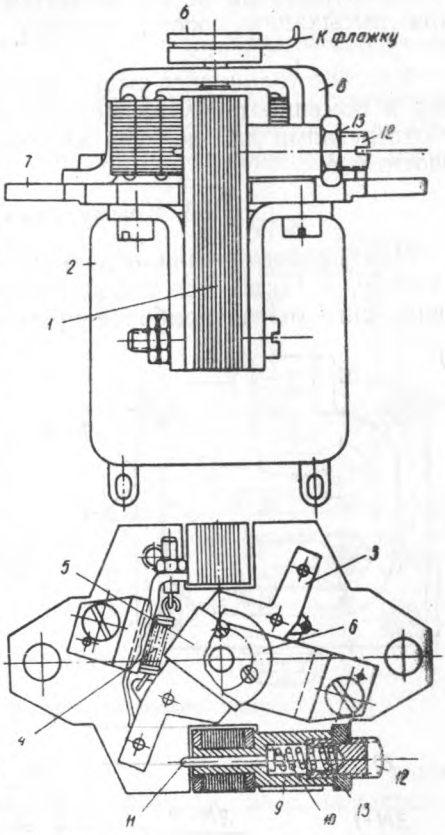


Рис. 2.73. Боковая проекция и вид на П-образный бленкер сверху

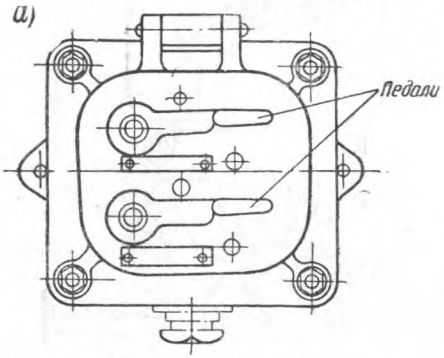
Влагопоглотитель. Влагопоглотитель предназначен для осушения воздуха, попадающего внутрь прибора при его от-

крывании, а также для предохранения смотрового стекла прибора от запотевания при колебаниях температуры. В качестве влагопоглощающего вещества применяется силикагель-гидрид кремниевой кислоты ($SiO_2 \cdot nH_2O$), имеющий пористую структуру. Силикагель не растворяется при насыщении его влагой и при высыхании восстанавливает свои поглощающие свойства, не требуя дробления.

Влагопоглощающее вещество насыпают в полотняный мешочек и помещают внутри металлической цилиндрической коробки с отверстиями для доступа влажного воздуха к химическому поглотителю.

§ 66. Коммутационные приборы

Для присоединения отдельных приборов к линии связи и к датчику, а также для переключения постов управления и включения сигнальных приборов применяются коммутационные аппараты и элементы (реле, замыкатели, соединительные ящики и переключатели постов управления).



З а м ы к а т е л и. В схемах приборов для включения и переключения обмоток реле обычно применяют замыкатели. Замыкатель выполняется с контактами, заключенными в отдельном силуминовом корпусе водозащищенного исполнения с педалями снаружи корпуса

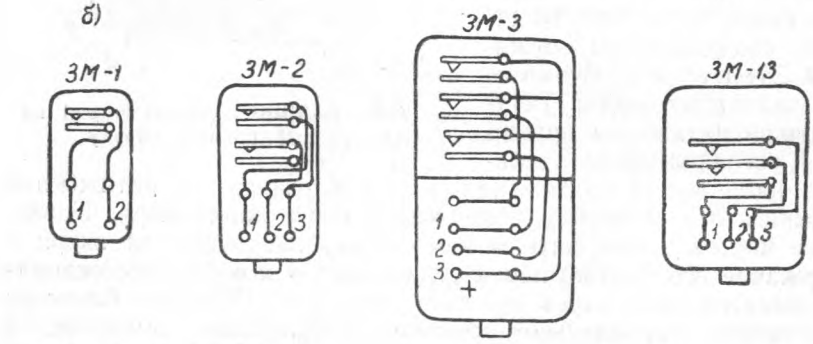


Рис. 2.74. Устройство замыкателя (*а*) и схемы различных типов замыкателей (*б*)

(рис. 2.74, *а*). При нажатии педали пластинчатые контакты замыкаются, а при отпускании ее — размыкаются.

Существуют замыкатели с одной, двумя и тремя педалями, воздействующими каждая на свой самостоятельный контакт. В зависимости от количества педалей замыкатели обозначаются *ЗМ-1/А1, ЗМ-2/А1, ЗМ-3/А1.* Кроме того, имеется замыкатель типа *ЗМ-13/А1* с тремя контактными пластинами, выполняющий функции переключателя.

На рис. 2. 74, *б* показаны схемы замыкателей различных типов.

Соединительные ящики (*СЯ*). Соединительные ящики применяются для присоединения самосинов к линии синхронной связи, подключения сигнальных приборов и т. д. Подключение осуществляется при помощи установленных в ящике

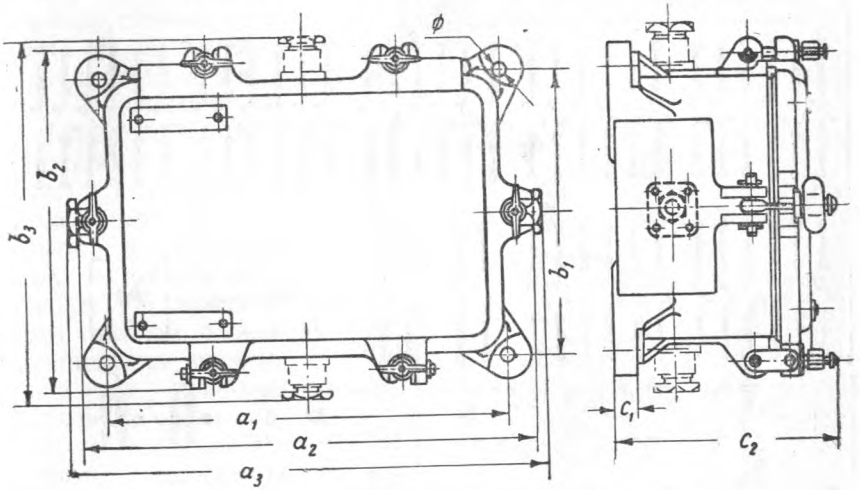


Рис. 2. 75. Размеры соединительного ящика

зажимов. Кроме того, в соединительном ящике могут размещаться предохранители, защитные устройства, реле, конденсаторы и сопротивления.

В обозначении типа соединительного ящика отражается количество находящихся в нем элементов. Так, соединительный ящик типа *У4Р2К2Я52* означает, что в ящике установлено четыре защитных устройства, два реле, два конденсатора и 52 зажима.

Корпус и крышку ящика изготовляют из силумина, исполнение водозащищенное. В производстве серийно выпускаются соединительные ящики семи различных размеров. Однако ящик одних и тех же габаритов может применяться для установки в нем разного количества элементов и в различном их сочетании. Так, соединительный ящик пятого размера в зависимости от размещения в нем элементов может быть: *СЯ72, У6Я72, У4Р1К1Я60* и др. Общий вид соединительного ящика дан на рис. 2.75.

На рис. 2.76 дана для примера электромонтажная схема ящика типа *У4Р2К2Я92* (зигзагом изображены предохранители).

Данные о соединительных ящиках приведены в табл. 1 приложения 7.

Переключатели постов. Переключатели постов предназначены для подключения к находящимся в исполнительных и контрольных постах приборам приборов того или иного командного поста. Выпускаются переключатели четырех размеров соответственно для переключения 10, 18, 30 и 36 проводов.

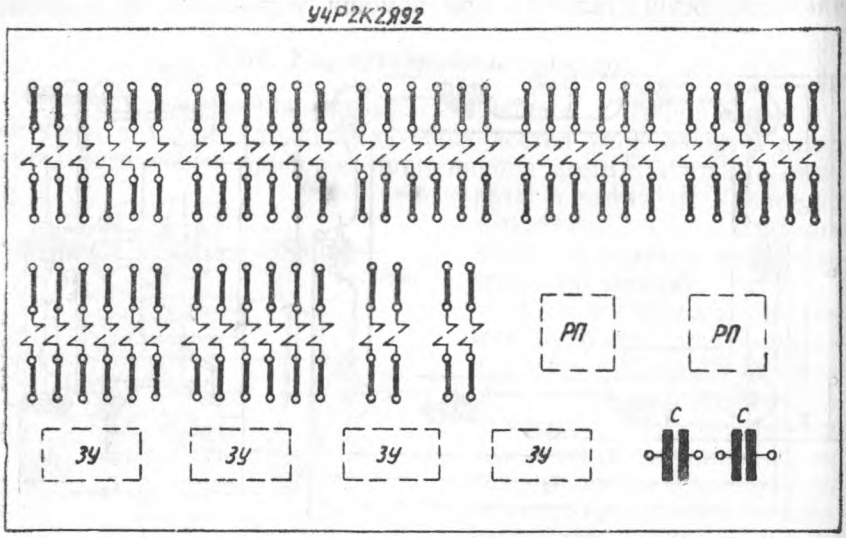


Рис. 2.76. Электромонтажная схема ящика типа *У4Р2К2Я92*

Все они изготовляются в водозащищенном исполнении на четыре положения. Одно из положений рукоятки холостое, а три других — рабочие. С наружной стороны на валике переключателя имеется ограничительная шайба и при использовании переключателя на количество направлений, меньшее четырех, в нее вставляется стопор, ограничивающий угол поворота валика и число фиксированных положений рукоятки.

В переключателях имеется коммутационное устройство на то или иное количество переключаемых линий и, кроме того, могут быть зажимы с предохранителями или без них для транзитного прохода непереключаемых линий.

В обозначении типа переключателя отражаются следующие данные: *П* — переключатель; *Т* — наличие зажимов для транзитных непереключаемых линий; цифра *4* означает, что переключатель выполнен на четыре положения; следующее двузнач-

ное число указывает возможное количество переключаемых линий.

Устройство переключателя видно из изображенного на рис. 2.77 его поперечного разреза. Здесь *1* — корпус; *2* — крышка, *3* — откидные винты с барашками для крепления крышки к коробке; *4* и *5* — контактные секции из бронзы, запрессованные в пластмассовой пластине; *6* и *7*—контактные щетки переключателя, сидящие на квадратном изолированном стальном валике *8*. К контактным щеткам *7* питание подводится посредством контактных секций *5*, к которым присоединяются проводники от приборов исполнительных и контрольных постов. К контактным секциям *4* присоединяются проводники от приборов различных командных постов. При холостом положении переключателя щетки *7* не соединены с контактными секциями *4*, а в рабочем положении эти щетки своими губками *9* охватывают те или иные выступы *10*, принадлежащие контактным секциям *4*, и присоединяют исполнительные и контрольные приборы к прибору подключаемого командного поста.

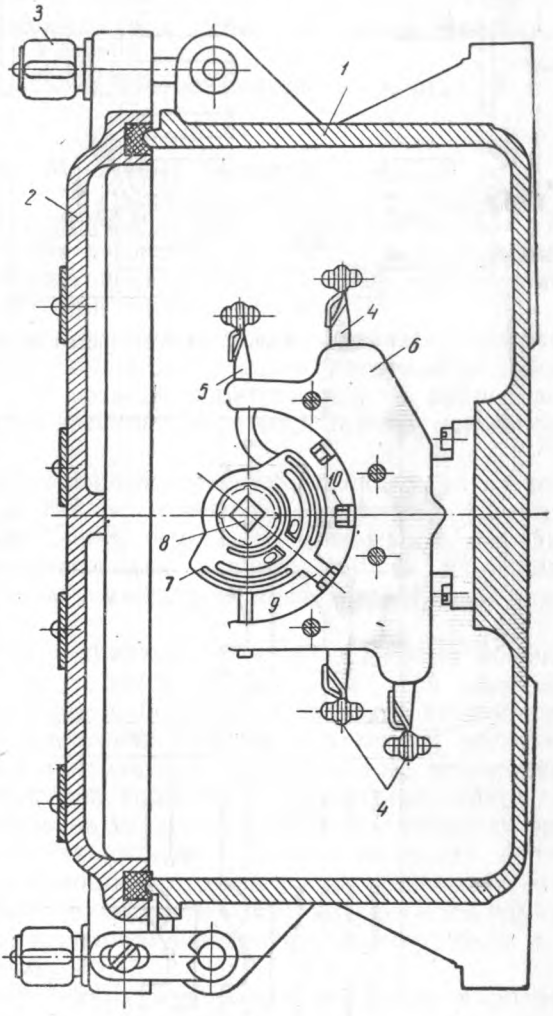


Рис. 2.77. Поперечный разрез переключателя

Сальники приборов предусматривают возможность ввода в них кабелей марок *СРМ, НРМ, КНРП, КНРЭ, СРТМ, КНРТП, КНРЭТП.*

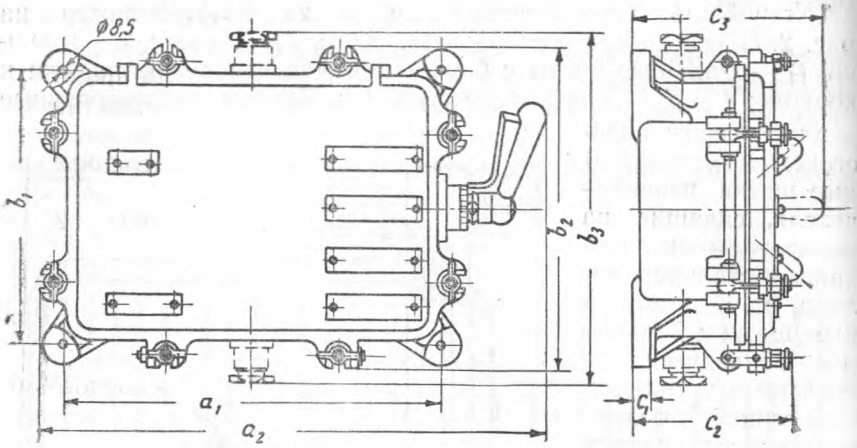


Рис. 2. 78. Устройство переключателя

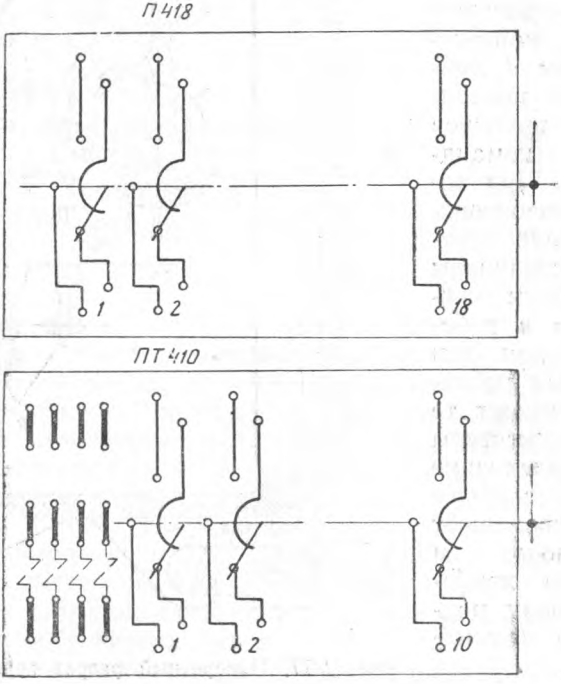


Рис. 2. 79. Электромонтажные схемы переключателей второго размера типов *П418* и *ПТ410*

На рис. 2.78 приведен чертеж переключателя с указанием габаритов.

На рис. 2.79 показаны электромонтажные схемы переключателей второго размера типов *П418* и *ПТ410*.

На крышке сверху около рукоятки переключателя против четырех возможных положений ее укреплены четыре пластинки с выгравированными на них надписями, указывающими, какой из командных постов подключается к схеме при определенном положении рукоятки.

Данные о переключателях постов приведены в табл. 2 и 3 приложения 7.

§ 67. Машинный телеграф

Назначение телеграфа и его скелетные схемы. На современных судах и кораблях в качестве основного машинного телеграфа обычно применяется телеграф переменного тока с индукционной системой синхронной связи.

В качестве аварийного телеграфа устанавливается телеграф постоянного тока с синхронными двигателями, питаемый от аккумуляторной батареи, или механический телеграф, а на небольших судах вместо аварийного телеграфа используется переговорная труба.

Если судно имеет двухвальную гребную установку, то на нем устанавливают два машинных телеграфа — телеграф правого борта и телеграф левого борта. Это дает возможность передавать в машинные отделения как одинаковые, так и разные команды. Например: правая машина полный вперед, левая полный назад.

Электрические схемы машинных телеграфов должны обеспечивать возможность двусторонней связи. Для этой цели на командных пунктах на каждом борту устанавливают датчик-приемник и в машинных отделениях приемник-датчик. В качестве контрольных приборов устанавливают двухстрелочные приемники.

Для обеспечения большей гибкости в управлении судном и большей живучести приборов управления обычно устраивают несколько постов управления судном. Так, на больших судах имеется верхний носовой мостик, ходовая рубка и кормовой мостик. Все три поста имеют по полному комплекту приборов управления судном. На судах меньшего водоизмещения могут быть два или один пост управления.

Примерная скелетная схема машинного телеграфа и расположение его приборов при наличии трех постов управления судном и двух исполнительных постов даны на рис. 2.80.

В этой схеме на командных постах установлены датчики-приемники типа *МТ913/ПС*. В машинных отделениях установлены приемники-датчики типа *МТ113/ПС*. В качестве контрольных приборов в контрольном посту служат двухстрелочные приемники

типа *ПК2/ПС*. Один из самосинов контрольного прибора получает питание от командного датчика, а другой — от датчика машинного отделения. Для сигнализации о передаче команд в машинных отделениях установлены ревуны типа *РВП* и сигнальные лампы, действующие одновременно без мигающего сигнала. На командных пунктах установлены трещотки типа *ТРП*.

В схеме телеграфа каждого борта установлено по два переключателя постов. При помощи переключателя, установленного в ходовой рубке, приборы, размещенные в машинном отделении данного борта, и контрольные приборы могут быть подключены

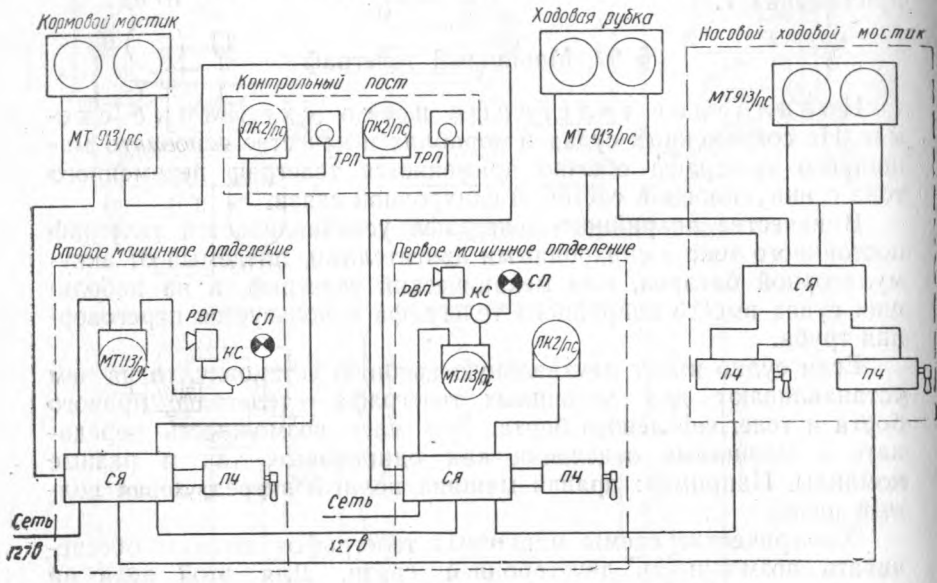


Рис. 2. 80. Скелетная схема машинного телеграфа

либо к датчику-приемнику верхнего носового мостика, либо к датчику-приемнику ходовой рубки, а посредством переключателя, расположенного в машинном отделении, эти же приборы подключаются либо к датчику-приемнику кормового мостика, либо к переключателю, расположенному в рубке или на мостике.

Питание к приборам обычно подается в машинном отделении через соединительный ящик или через переключатель постов.

На рис. 2. 81 дана схема приборов машинного телеграфа при наличии двух постов управления судном. В этой схеме показано применение приборов на 110 *в*.

При помощи переключателей постов, установленных в машинных отделениях, приборы машинных отделений и контрольные приборы можно подключить к командным приборам либо носового, либо кормового командного постов.

Устройство приборов машинного телеграфа. Общий вид командного прибора типа *МТ713/П* со снятой крышкой показан на рис. 2.82. Кинематическая схема приборов *МТ713/П* и *МТ213/ПС* дана на рис. 2.83. В качестве датчика в этих приборах применяется самосин типа *ДИ-500* или *ДН-500*, в качестве приемника — самосин *СС-500* или *БС-500*. Самосин-датчик предназначен для передачи приказаний, а самосин-приемник — для приема ответов из машинного отделения.

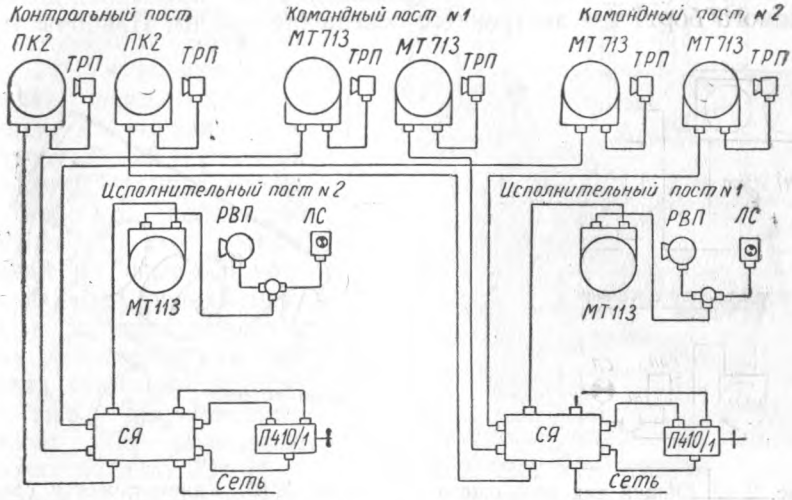


Рис. 2.81. Схема приборов машинного телеграфа при двух постах управления судном

Из рис. 2.83 видно, что посредством рукоятки *1* прибора приводятся во вращение управляющий рычаг *2*, механически соединенная с ним стрелка *3* и вал *4*. От вала *4* через зубчатые колеса *5, 6, 7, 8* вращение передается самосину-датчику. Кроме того, на валу *4* жестко сидит зубчатое колесо *9* фиксатора. При установке стрелки *3* против середины того или иного деления шкалы ролик *10* фиксатора под давлением пружины *11* заходит во впадину между зубцами колеса *9* и четко фиксирует датчик и стрелку в установленном положении. Стрелка *12* сидит на валу самосина-приемника.

Командный прибор типа *МТ913/ПС* двухшкальный на 13 команд с внутренним освещением шкалы представляет собой два совершенно одинаковых датчика-приемника, помещенных в одном корпусе (рис. 2.84). Наклонное расположение шкал обеспечивает удобное наблюдение за стрелками прибора. Корпус *1* прибора, его крышка *2* и колонка *3* отлиты из силумина. Внутри колонки *3* встроены две трещотки *6*. Против их рупоров в боковых крышках колонки имеются решетки *7*. На верхней части при-

бора болтами укреплены две головки *4* и две вращающиеся рукоятки *5*.

На корпусе головки прибора имеются щитки с выгравированными командами (такими же, как на шкале прибора), а в стойке находится окно. При установке стрелки прибора на середину деления шкалы окно стойки устанавливается против соответствующей надписи на щитке, что облегчает пользование телеграфом при передаче приказаний.

В машинных отделениях устанавливают приемники-датчики типа *МТ113/П* без внутреннего освещения шкалы. Приборы этого

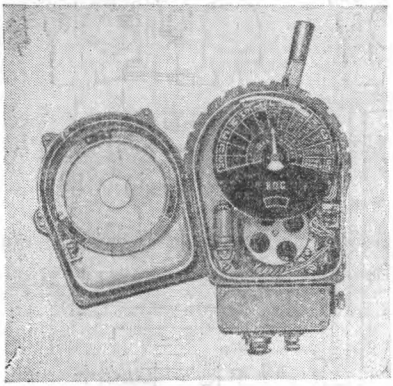


Рис. 2. 82. Общий вид командного прибора типа *МТ713/П* со снятой крышкой

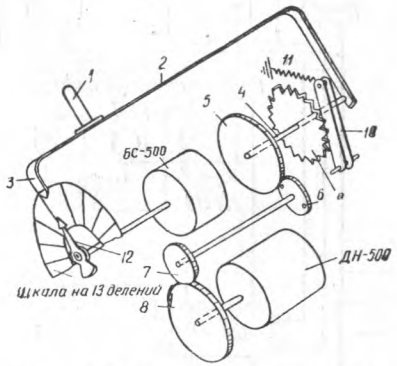


Рис. 2. 83. Кинематическая схема приборов *МТ713/П* и *МТ213/ПС*

типа имеют следящее устройство, предназначенное для включения и выключения реле сигнальных приборов. Приемники-датчики *МТ113/П* применяются в сочетании со всеми тремя типами датчиков-приемников (*МТ713/П, МТ213/П и МТ913/П*).

Устройство приемника-датчика типа *МТ113/П* видно на рис. 2. 85, где даны продольный разрез (*а*) прибора и вид на прибор спереди при снятой крышке и шкале (*б*).

На рисунке обозначено: *1* — корпус коробки; *2* — крышка прибора со смотровым окном; *3* — кабельная коробка; *4* — крышка кабельной коробки; *5* — уплотнительные сальники для ввода кабеля в прибор; *6* — зажимы для соединения проводником корпуса прибора с оболочкой кабеля; *7* — зажимные платы; *8* — приливы для установки плат; *9* — основание для установки самосинов и других деталей; *10* — самосин-приемник; *11* — самосин-датчик; *12* — накладные планки для крепления винтами самосинов к основанию *9; 13* — сигнальный бленкер, к якорю которого присоединен флажок с надписью «Обесточен»; *14* — влагопоглотитель; *15* — три колонки для крепления шкалы; *16* — шкала;

17 — стрелка приемника; *18* — диск, закрывающий отверстие в шкале; *19* — смотровое стекло; *20* — дюралюминиевое кольцо для крепления стекла к крышке; *21* — уплотняющее резиновое кольцо, надетое на стекло; *22* — рукоятка, жестко соединенная с управляющим рычагом *23; 24* — ригель-стопор рукоятки; *25* — хвостовик ригель-стопора; *26* — ось вращения ригель-стопора и пружины *27; 28* — «механическая» стрелка, шарнирно соединенная с управляющим рычагом *23; 29* — пазы на наружном приливе корпуса коробки, количество которых равно числу команд на шкале прибора; *30* — внутренний прилив в корпусе коробки; *31* — запрессованная в прилив стальная втулка; *32* — вал управляющего рычага; *33* — кольцевые выточки на валу *32; 34* — кожаная промасленная шайба; *35* — гофрированная металлическая шайба; *36, 37, 38, 39* — зубчатая передача от вала управляющего рычага к самосину-датчику; *40* — зубчатое колесо следящей системы; *41, 42* и *43* — соответственно зубчатое колесо, собачка и пружина фиксатора.

Корпуса коробок *1* и *3*, их крышки *2* и *4* и внутреннее основание *9* выполнены из силумина. Водозащищенность прибора между крышками и корпусом коробок и в сальниках для ввода кабеля обеспечивается резиновыми жгутами и прокладками.

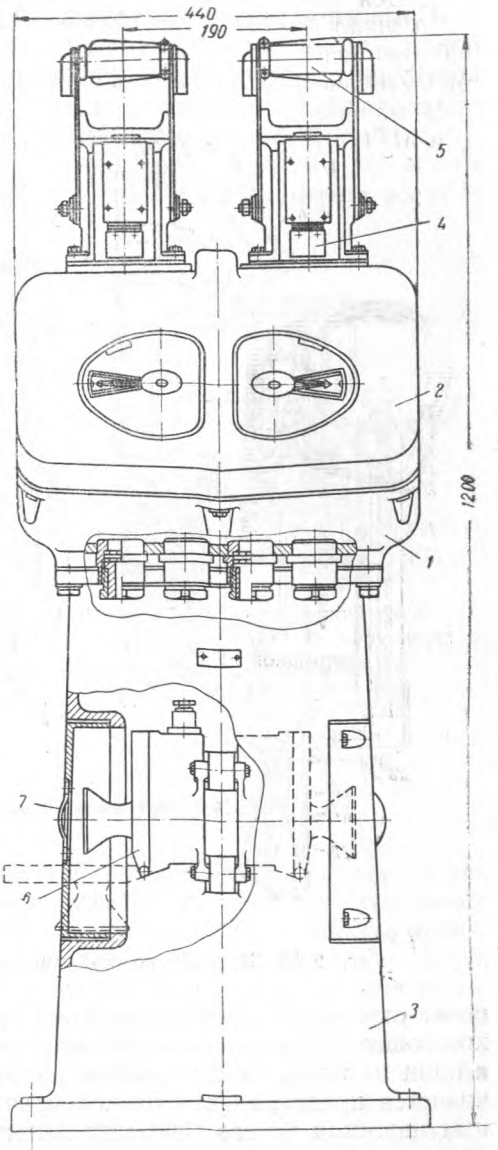


Рис. 2. 84. Устройство командного прибора типа *МТ913/ПС*

Уплотнение в месте прохождения через корпус коробки вала *32* осуществляется кожаной промасленной шайбой *34* и гофрированной металлической шайбой *35*. Кроме того, на валу *31* имеются кольцевые выточки *33*, образующие лабиринтовое уплотнение.

Самосин-датчик и управляющий рычаг *23* со стрелкой *28* стопорятся в заданном положении при помощи встроенного в рукоятку ригель-стопора *24*, вращающегося около оси *26*. При уста-

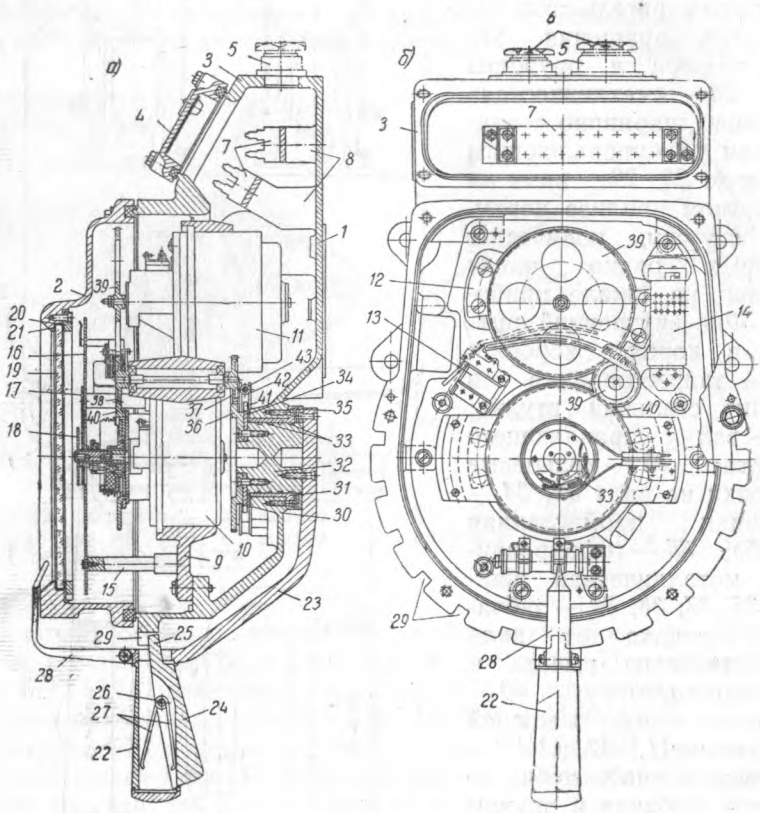


Рис. 2.85. Устройство приемника-датчика типа *МТ113/П*

новке стрелки *28* против середины какого-нибудь деления шкалы хвостовик *25* ригель-стопора под давлением пружины *27* входит в один из пазов *29* на приливе корпуса коробки. Этим и обеспечивается предохранение от проворачивания датчика при случайных нажимах на его рукоятку или на управляющий рычаг. Для поворота управляющего рычага со стрелкой следует, взявшись за рукоятку, нажать на верхний конец ригель-стопора и этим вывести его нижний конец из паза прилива, после чего, удержи-

вая стопор прижатым, можно вращать рычаг. При установке стрелки на требующееся деление ригель-стопор отпускается и его нижний конец под давлением пружины *27* заходит в паз прилива.

Для более четкой установки самосина-датчика *ДН-500* и его механической стрелки в заданное положение и для облегчения нахождения середины деления, кроме стопора, внутри прибора *МТ113/П* имеется фиксатор, устройство которого дано на кинематической схеме (рис. 2. 86). Фиксатор состоит из зубчатого колеса *1* с овальными зубцами, насаженного на вал *2*, собачки *3*, пружины *4* и ролика *5*. Ролик под действием пружины все время прижимается к зубчатому колесу и стремится скатиться во впа-

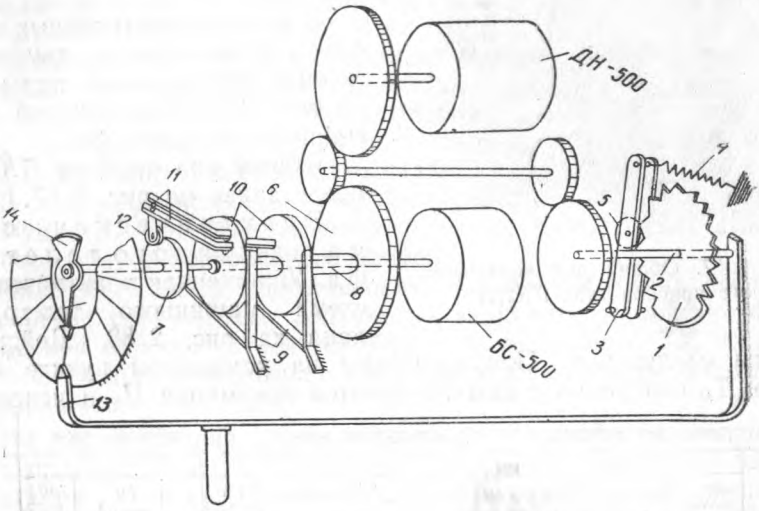


Рис. 2. 86. Кинематическая схема прибора *МТ113/П*

дину между зубцами. Деление зубчатого колеса в градусах делается равным одному делению шкалы, поэтому при установке стрелки против середины того или иного деления шкалы ролик фиксатора всегда заходит во впадину между зубцами, фиксируя стрелку в требующемся положении. Во время вращения рукоятки датчика западание ролика во впадину между зубцами колеса ощущается по сопротивлению, оказываемому фиксатором.

К следящему устройству (рис. 2. 86) относятся: зубчатое колесо *6*, диск с выемкой *7*, сидящий на валу приемника, пустотелая втулка *8*, внутри которой свободно проходит вал приемника, контактные щетки *9*, через которые подводится питание к контактным кольцам *10*, и две контактные упругие пластины *11*, одна из которых соединена с левым, а другая с правым контактными

кольцами. Нижняя конткатная пластина связана с роликом *12*. При совпадении положений, занимаемых механической стрелкой *13* датчика и электрической стрелкой *14* приемника, ролик *12* находится во впадине диска *7* и контакт *11* разомкнут.

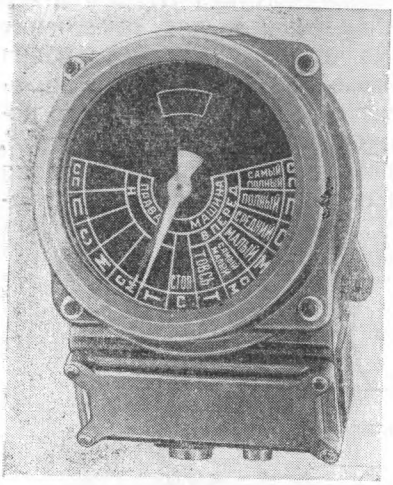


Рис. 2. 87. Общий вид контрольного прибора типа *ПК2/П*

При повороте приемника поворачивается сидящий на его валу диск *7*, ролик *12* выходит из впадины диска, и контакт *11* замыкается. При повороте датчика до совпадения его стрелки *13* со стрелкой *14* приемника ролик *12* вновь войдет во впадину, и контакт *11* разомкнется.

В качестве контрольных приборов используются двухстрелочные контрольные приемники типа *ПК2/П* со шкалой для машинного телеграфа.

Общий вид прибора *ПК2/П* представлен на рис. 2. 87.

Электрическая схема машинного телеграфа. Упрощенная электрическая схема машинного телеграфа дана на рис. 2. 88. Действие схемы следующее. При вращении на командном пункте датчика $Д_к$ синхронно с ним вращаются приемники $П_к$ в исполни-

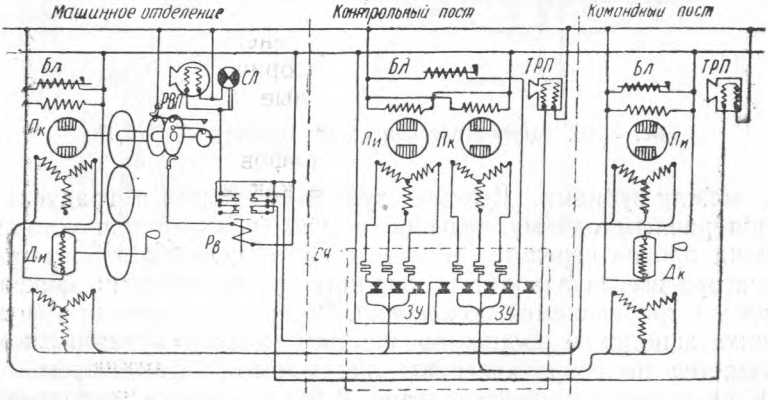


Рис. 2. 88. Упрощенная электрическая схема машинного телеграфа

тельном и в контрольном постах. В исполнительном посту (машинное отделение) вместе с приемником повернется и сидящий на его валу диск; ролик выйдет из впадины диска и кон-

такты следящего устройства замкнут цепь обмотки реле $Р_в$, включающего сигнальные приборы. Сработавшее реле своими контактами включает в машинном отделении ревун и сигнальную лампу, а в командном пункте и в контрольном посту — трещотки. Получив приказание, машинист вращает ответный датчик $Д_и$, синхронно с которым вращаются приемники $П_и$. Кроме того, от рукоятки датчика через зубчатую передачу поворачиваются втулка и контакты следящего устройства. При правильном ответе механическая стрелка датчика $Д_и$ и электрическая стрелка командного приемника $П_к$ совпадают, ролик заходит во впадину диска, контакты следящего устройства размыкаются и прерывают цепь питания обмотки реле, после чего все сигнальные приборы прекращают действие. В этом случае в командном и контрольном приборах командная и исполнительная стрелки также совпадают. При неправильном ответе стрелки на приборах не совпадают, ролик во впадину не заходит и сигнальные приборы продолжают действовать.

Все приборы имеют сигнальный бленкер *Бл,* питающийся от сети, поэтому при отсутствии питания в приборе флажок бленкера с надписью «Обесточен» выпадает на шкалу.

В телеграфе применено четырехконтактное защитное устройство типа *ЗУ-5А*. Оно установлено во вторичных цепях самосинов-приемников контрольного прибора.

Обмотка бленкера контрольного прибора включена последовательно с сигнальными контактами защитных устройств обоих самосинов прибора, и если сработает хотя бы одно *ЗУ,* то цепь обмотки бленкера прерывается и на шкалу выпадает его сигнальный флажок.

На рис. 2.89 дана схема машинного телеграфа без контрольного прибора. В этом телеграфе применены контактные самосины типа *ДИ-500* и *СС-500.* Во всех вторичных цепях самосинов-приемников установлены трехконтактные защитные устройства типа *ЗУ-2.*

В более поздних установках телеграфов с контактными самосинами защитные устройства, так же как и в схемах с бесконтактными самосинами, устанавливаются только во вторичной цепи приемников контрольных приборов, что исключает отключение приемников командной и исполнительной линий связи при случайных срабатываниях защитных устройств.

При срабатывании защитного устройства (рис. 2.89) два его нормально замкнутых контакта размыкаются и отключают приемник от датчика, а сигнальные контакты $С_1 — С_2$ замыкаются и шунтируют обмотку бленкера *Бл* того прибора, в котором стоит отключаемый приемник. При этом выпадает на шкалу его сигнальный флажок. Флажок бленкера выпадает также и при прекращении подачи питания на прибор. Сопротивление *r,* включенное последовательно с обмоткой бленкера, служит для исключе-

ния короткого замыкания при шунтировании контактами $C_1 - C_2$ обмотки бленкера.

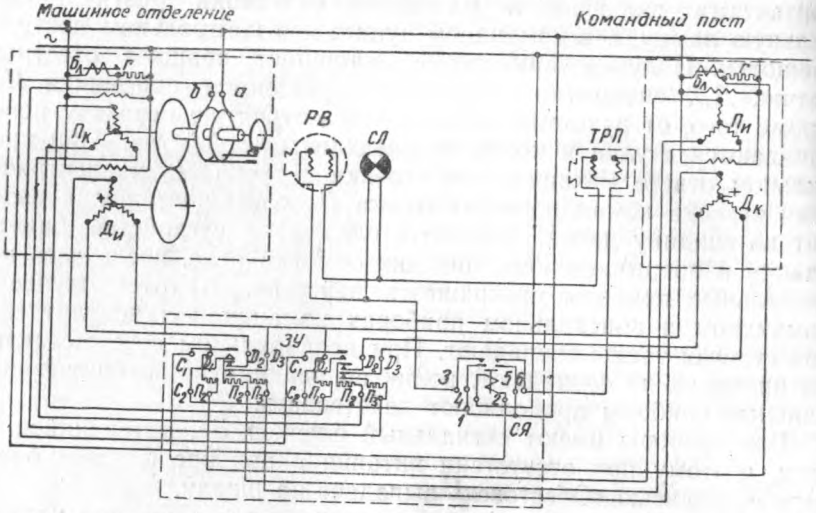


Рис. 2. 89. Схема машинного телеграфа без контрольного прибора

Принцип действия и порядок пользования этим телеграфом такой же, как и телеграфа, представленного на рис. 2. 88.

Разбор схемы телеграфа предоставляется учащимся.

§ 68. Котельный телеграф

Виды схем котельных телеграфов. Котельный телеграф предназначен для передачи из машинного отделения в котельные отделения приказаний об изменении режима работы котлов. В соответствии с назначением котельного телеграфа его командные приборы устанавливаются в машинном отделении, а исполнительные приборы в котельных отделениях.

Существуют два вида схем котельных телеграфов: телеграф с двусторонней синхронной связью и телеграф с односторонней синхронной связью.

В схеме котельного телеграфа с двусторонней синхронной связью в каждом котельном отделении имеется по одному приемнику-датчику. В машинном отделении устанавливается столько датчиков-приемников, сколько имеется на судне котельных отделений. Следовательно, в каждое котельное отделение команды передаются своим отдельным датчиком и полная установка котельного телеграфа имеет столько самостоятельных схем двусторонней синхронной связи, сколько котельных отделений.

Принципиальная электрическая схема котельного телеграфа с двусторонней синхронной связью аналогична схеме машинного

телеграфа и отличается лишь приборами сигнализации, а именно: в котельных отделениях вместо звонков установлены звонки-ревуны типа *ЗВРП* и лампы с мигающей сигнализацией.

Котельный телеграф с односторонней синхронной связью дает возможность при помощи одного датчика синхронной связи, установленного в машинном отделении, передавать одновременно команды во все котельные отделения судна, т. е. осуществлять циркулярную передачу команд. Ответ о приеме приказаний по этому телеграфу производится при помощи замыкателей и номерника, устанавливаемых соответственно в исполнительных и командном пунктах.

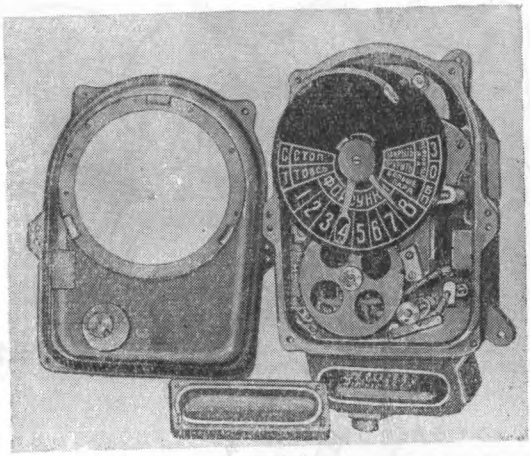


Рис. 2.90. Общий вид и шкала датчика-приемника типа *КТ220/П*

Устройство приборов котельного телеграфа. В котельных телеграфах с двусторонней синхронной связью в машинных отделениях в качестве командного прибора устанавливается датчик-приемник типа *КТ220/П*.

Общий вид и шкала прибора показаны на рис. 2.90, а его кинематическая схема — на рис. 2.91. Вращение штурвала *1* при помощи вала *2*, поводкового диска *3* и пальца *4* сообщается зубчатому колесу *5* и далее через зубчатую передачу *6—7* передается самосину-датчику *8* и рамочной командной стрелке *9*, насаженной на втулку *10* колеса *7*. Стрелка перемещается по шкале прибора *16*. Одновременно посредством вала *11* поворачивается зубчатое колесо *12* фиксатора, связанного с пружиной *13*. Самосин-приемник *14* вращается при передаче ответа из котельного отделения. На валу самосина сидит исполнительная копьевидная стрелка *15*, окрашенная в желтый цвет.

В котельных отделениях устанавливают приемники-датчики типа *КТ120/П,* отличающиеся от приборов *КТ220/П* лишь наличием следящей системы для включения и выключения сигнальных устройств.

Кинематическая схема прибора *КТ120/П* дана на рис. 2. 92.

Устройство и действие следящей системы следующее. На валу самосина-приемника имеется диск *17* с выемкой на его поверхности, а на пустотелой втулке *10,* приводимой в движение от штурвала через зубчатую передачу *5—6—7,* сидят два контакт-

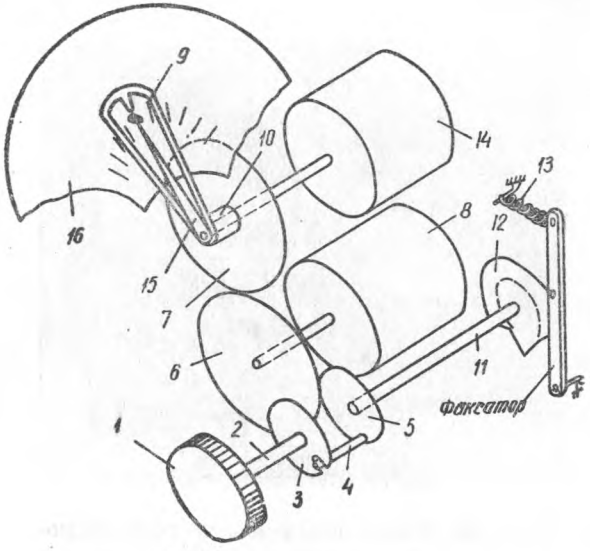


Рис. 2. 91. Кинематическая схема датчика-приемника типа *КТ220/П*

ных кольца *19* с контактными щетками *20.* В каждом контактном кольце заделано по одной контактной пластине *21.* Когда командная стрелка *9* и исполнительная стрелка *15* совпадают на шкале *16,* то ролик *18,* соединенный с одной из контактных пластин *21,* входит в выемку диска *17* и контакты *21* разомкнуты. При повороте самосина-приемника *14* поворачивается диск *17* и ролик *18* выходит из выемки диска на поверхность его окружности, поэтому контакты *21* замыкаются. Ответ о приеме приказания дается вращением рукоятки *1.* При этом поворачиваются втулка *10,* контактные кольца *19* и контакты *21,* и когда стрелка *15* совместится на шкале со стрелкой *9,* то ролик *18* вновь войдет в выемку диска *17* и контакты *21* разомкнутся. Остальные позиции на рис. 2.92 такие же, как на рис. 2.91.

В качестве контрольного прибора в схемах с двусторонней синхронной связью применяется двухстрелочный прибор типа *ПК2/П*.

В схемах с односторонней синхронной связью в машинных отделениях используют также датчик типа *КТ220/П*, но в нем устанавливают только самосин-датчик, а самосин-приемник отсутствует. В качестве приемников как в котельных отделениях, так и в контрольном посту устанавливается однострелочный приемник типа *ПК1/П*, в котором имеется лишь один самосин-приемник. Кабельная коробка у такого прибора отсутствует.

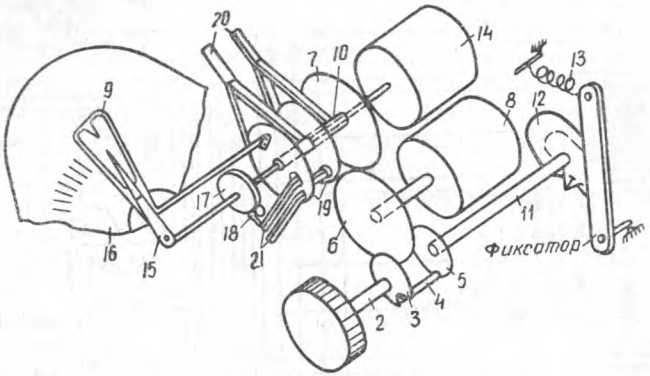


Рис. 2.92. Кинематическая схема приемника-датчика типа *КТ120/П*

Электрическая схема котельного телеграфа. Принципиальная электрическая схема котельного телеграфа с односторонней синхронной связью дана на рис. 2.93.

На схеме показано подключение к датчику *Д* командного пункта двух самосинов-приемников $П_1$ и $П_2$. По этому же принципу может быть подключено и большее количество приемников.

Сигнализация у такого телеграфа включается не автоматически, а при помощи установленных в командном пункте замыкателей *ЗМ*, имеющих количество педалей, равное количеству котельных отделений. На каждое котельное отделение в соединительных ящиках устанавливается по одному включающему реле $Р_в$ и на все или на группу котельных отделений — один прерыватель световой сигнализации, состоящий из трех реле $Р_1$, $Р_2$ и $Р_3$.

Перед передачей приказания нажатием соответствующих педалей замыкателей *ЗМ* подается питание реле $Р_в$, которые и включают приборы звуковой сигнализации и прерыватель световой сигнализации. Так, при нажатии в командном пункте верхней педали замыкателя *ЗМ2* замыкается цепь обмотки реле $Р_{в1}$, включающего сигнальные приборы в первом котельном отделении. Реле срабатывает и контактами *1—2* осуществляет самоблo-

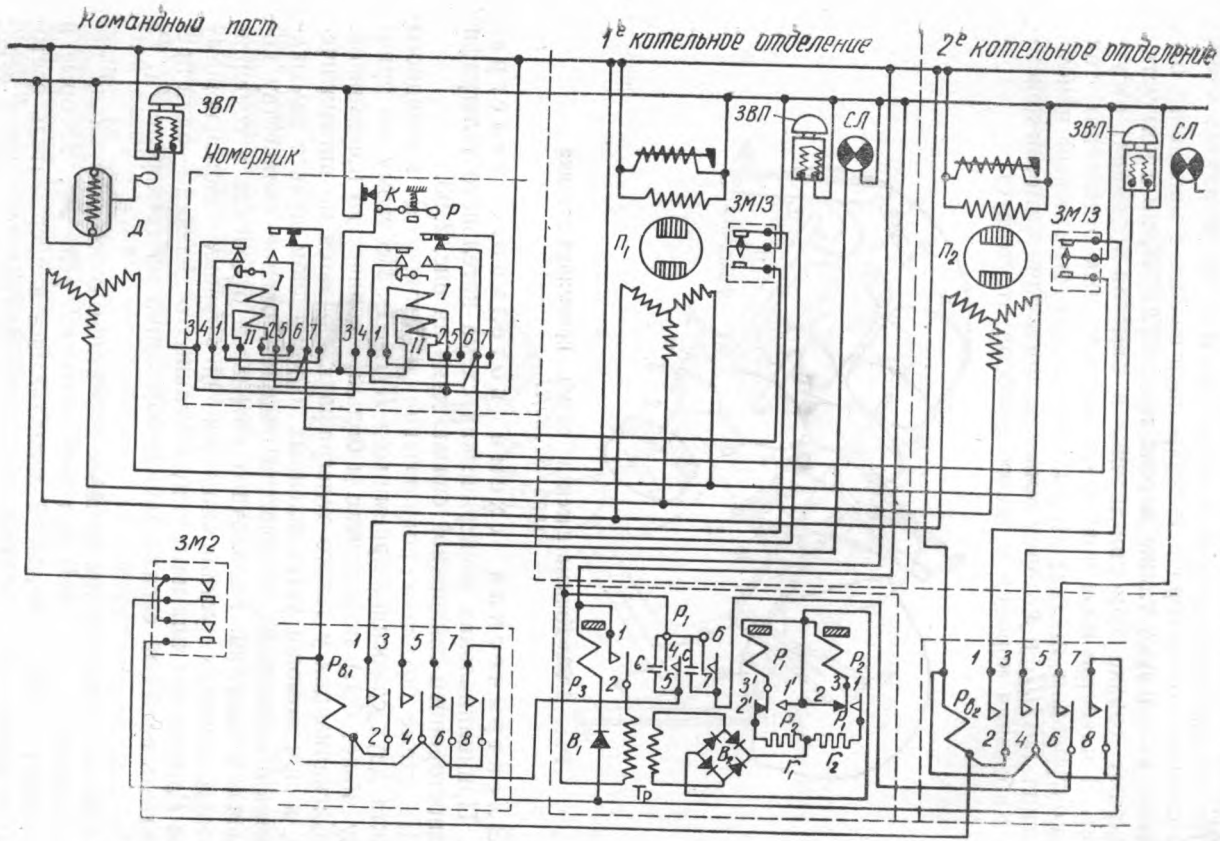


Рис. 2. 93. Принципиальная электрическая схема котельного телеграфа с односторонней связью

кировку, обеспечивая питание своей обмотки после отпуска педали замыкателя; контактами *3—4* включается звонок *ЗВП* первого котельного отделения; контактами *5—6* подготавливается к включению сигнальная лампа *СЛ*, установленная в первом котельном отделении, а контактами *7—8* замыкается цепь обмотки реле P_3 прерывателя световой сигнализации, получающего питание через выпрямитель B_1.

Реле P_3 срабатывает и своими контактами *1—2* замыкает цепь первичной обмотки понижающего трансформатора *Тр*, после чего от вторичной обмотки трансформатора через выпрямитель B_2 получают питание реле P_1 и P_2 прерывателя световой сигнализации. Прерыватель включается в действие и контактами *4—5* реле P_1 обеспечивает мигание сигнальной лампы *СЛ* первого котельного отделения. Следовательно, при нажатии в машинном отделении педали замыкателя *ЗМ2* в котельном отделении включаются в действие как звонок, так и световой мигающий сигнал.

При нажатии второй (нижней) педали замыкателя *ЗМ2* подается питание на обмотку реле $P_{в2}$, которое включает сигнальные приборы второго котельного отделения точно в таком же порядке, как и при нажатии первой педали замыкателя *ЗМ2*. При этом, так как реле $P_{в1}$ и $P_{в2}$ после их включения получают питание через свои блокировочные контакты *1—2*, отпуск педалей замыкателя *ЗМ2* не прекращает действия сигнальных приборов в котельных отделениях.

Вслед за нажатием в командном пункте педалей замыкателя *ЗМ2* вращают датчик *Д* синхронной передачи и ставят стрелку на передаваемую команду. Синхронно с датчиком будут вращаться приемники во всех котельных отделениях и их стрелки укажут передаваемую команду.

В тех котельных отделениях, где будут получены звуковой и мигающий световой сигналы, по шкале приемника и по положению его стрелки определяют содержание принятой команды, после чего нажимают на педаль замыкателя *ЗМ13* и быстро выполняют эту команду [1].

При нажатии педали замыкателя прерывается цепь обмотки включающего реле $P_в$, его контакты размыкаются и в котельном отделении сигнальные приборы прекращают подачу сигнала. При нажатии педали замыкателя *ЗМ13* средний его контакт замыкается с нижним контактом и ток идет к номернику, далее через нормально замкнутые контакты *6—7* и обмотку *I* реле шарового сигнала в сеть. Шаровой сигнал срабатывает, и против его окошечка в номернике появляется глазок, указывающий, из какого котельного отделения дали ответ о приеме приказания. Одновре-

[1] В тех котельных отделениях, где перемещение стрелок приемников при передаче приказаний не сопровождается звуковым и световым сигналами, команды не выполняются.

менно с этим замыкаются контакты *5—7* реле шарового сигнала и размыкаются его контакты *6—7*, при этом обмотки *I—II* будут включены последовательно и, получая питание через контакт *К* и блокировочные контакты *5—7* реле, удерживают якорь притянутым независимо от положения контактов *ЗМ13*. Контактами *3—4* включается приданный номернику звонок, который действует лишь при нажатой педали замыкателя *ЗМ13*.

В командном пункте после получения ответов нажимают педаль разблока *Р* номерника, его контакт размыкается, цепь питания обмоток реле шарового сигнала прерывается, якорь падает вниз и глазок уходит от окошечка. После отпуска педали *Р* контакт *К* вновь замыкается и обеспечивает возможность подачи нового сигнала.

§ 69. Рулевые указатели и телеграфы

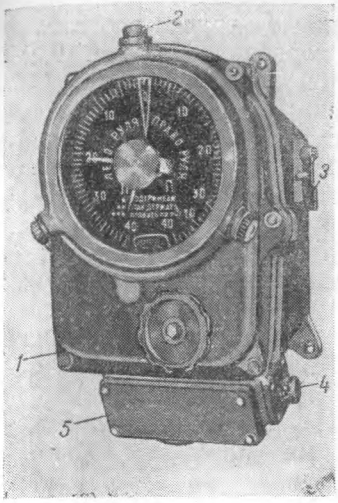
Назначение рулевых указателей и телеграфов. Рулевые указатели служат для контроля за перекладкой и положением руля. В соответствии с этим датчик рулевых указателей приводится в движение от баллера руля, а приемники устанавливаются в тех командных пунктах, откуда производится управление перекладкой руля и там, где необходимо знать о производимой перекладке руля или о положении руля.

Рулевой телеграф предназначен для передачи приказаний о перекладке руля из командных пунктов управления судном в рулевое или румпельное отделения. Он используется лишь в тех случаях, когда рулевой привод или его система управления неисправны и перекладка руля производится вручную непосредственно в румпельном отделении.

Рулевой телеграф и рулевые указатели обычно объединяют в один прибор с общей двусторонней шкалой, на которой вправо и влево от нуля нанесены деления с указанием, на сколько градусов и на какой борт положен руль. При помощи такого прибора можно по показаниям стрелок рулевых указателей осуществлять постоянный контроль за перекладкой и положением руля и, используя распорядительную часть, передавать приказания о перекладке руля и одновременно при помощи рулевых указателей контролировать исполнение передаваемых приказаний.

Командные приборы рулевого телеграфа устанавливают на тех же командных пунктах, на которых установлены командные приборы машинных телеграфов. Исполнительные приборы устанавливают в румпельном отделении и контрольные приборы — в штурманском посту.

Устройство и типы приборов рулевых указателей и телеграфов. В качестве командного прибора применяется датчик-приемник типа *РТ745/П*, у которого самосин-датчик служит для передачи приказаний, а самосин-приемник является рулевым указателем. Прибор имеет шкалу с внутренним



освещением и с делениями 40—0—40. Цена одного деления равна одному градусу перекладки руля. Кроме того, на поле шкалы имеется таблица с расшифровкой условных звонковых команд с надписями против одной точки (один звонок) — «одерживай», против двух точек — «так держать», и против трех точек — «править по румбу».

В некоторых установках рулевого телеграфа применяются также трехстрелочные командные приборы типа *РТ845/П* с одним самосином-датчиком и сдвоенным самосином-приемником, дающим возможность осуществлять контроль за работой и положением двух валов,

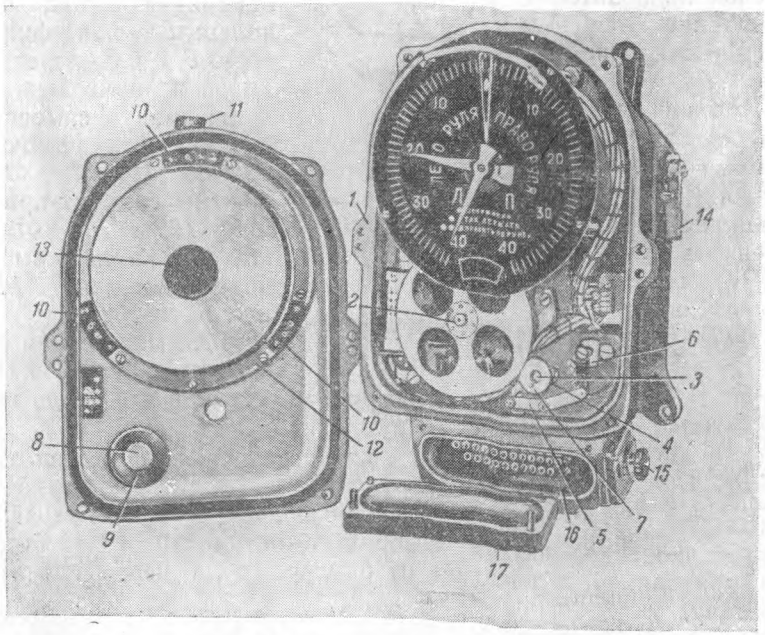


Рис. 2.94. Командный прибор *РТ845/П*

например баллера руля и вала привода руля. Устройство приборов *РТ745/П* и *РТ845/П* аналогичное.

На рис. 2.94 вверху показан общий вид прибора *РТ845/П*, где *1* — штурвал или ручка прибора; *2* — патрон лампы освещения

шкалы; *3* — педаль замыкания цепи звонка; *4* — ручка реостата в цепи ламп освещения; *5* — зажимная коробка. На рис. 2.94 внизу дан вид прибора *РТ845/П* со снятой крышкой. Здесь *1* — корпус прибора; *2* — ось самосина-датчика; *3* — шестерня, ведущая самосин-датчик; *4* — звездочка фиксатора; *5* — рычаг фиксатора; *6* — пружина фиксатора; *7* — палец сцепления с поводком *8* на крышке; *9* — вырез в поводке для зуба сцепления; *10* — платы патронов ламп освещения шкалы; *11* — крышка патрона; *12* — кольцо для крепления стекла; *13* — матовая поверхность в центре стекла; *14* — педаль в цепи звонка; *15* — ручка реостата в цепи освещения; *16* — зажимная плата; *17* — крышка зажимной коробки.

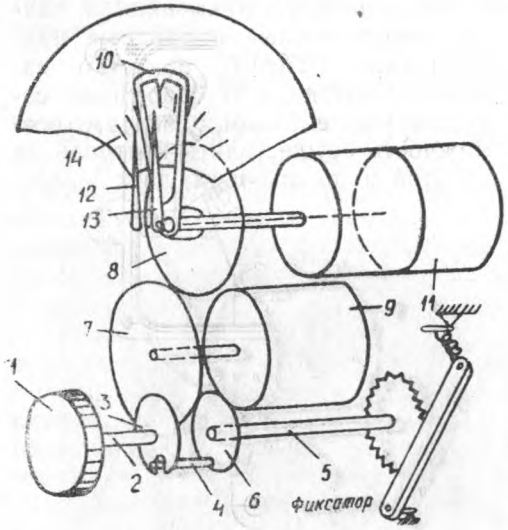


Рис. 2.95. Кинематическая схема командного прибора типа *РТ845/П*

Кинематическая схема прибора *РТ845/П* дана на рис. 2.95, где: *1* — штурвал прибора; *2* — вал штурвала; *3* — поводок; *4* — палец; *5* — вал фиксатора; *6, 7* и *8* — шестерни для приведения в движение самосина-датчика *9* и рамочной стрелки *10*; *11* — сдвоенный самосин-приемник; *12* и *13* — стрелки на валах самосинов-приемников; *14* — шкала прибора.

Кинематическая схема прибора *РТ745/П* такая же, как у командного прибора котельного телеграфа типа *КТ220/П* (рис. 2.91). В румпельном отделении и в контрольном посту устанавливается двухстрелочный приемник типа *ПК2/П*. В качестве датчика рулевых указателей применяется прибор типа *ДРУ* или *ДРТ*. Он выполнен в виде водозащищенной коробки, внутри которой смонтирован самосин-датчик, приводимый в движение от баллера руля через зубчатую передачу.

На рис. 2.96 дан разрез прибора *ДРТ*, вид на него при снятой крышке и кинематическая схема прибора, при этом обозначены следующие детали: *1* — коробка и *2* — крышка прибора, отлитые из силумина; *3* — лапы с отверстиями для крепления прибора; *4* — уплотнительный сальник для ввода кабеля; *5* — зажимная плата; *6* — самосин-датчик, укрепленный на приливе тремя накладными скобами *7*; *8* — зубчатое колесо, сидящее на

валу самосина; *9* — зубчатый сектор, сидящий на стальном валу *10; 11* — стальная втулка, закрепленная винтами; *12* — приводной рычаг от баллера к валу *10* прибора; *13* — указатель, прикрепленный к рычагу *12; 14* — латунная шкала, прикрепленная к коробке прибора (эта шкала служит контрольной при установке и согласовании приборов схемы).

Скелетная и электрическая схемы рулевого телеграфа и рулевых указателей. Скелетная схема рулевого телеграфа и рулевых указателей с командными приборами типа *РТ745/П* для судна с двумя командными пунктами

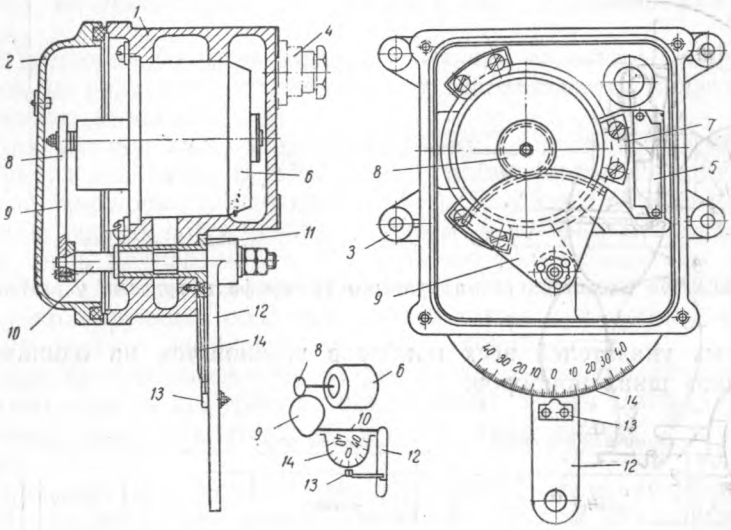


Рис. 2. 96. Устройство прибора *ДРТ* и его кинематическая схема

дана на рис. 2. 97. В исполнительном посту, обычно расположенном в румпельном отделении, устанавливаются датчик рулевых указателей *ДРУ,* контрольный прибор *ПК2/П,* звонок *ЗВП,* соединительный ящик *СЯ* и переключатель постов, при помощи которого приборы можно подключить к командному посту № 1 или командному посту № 2.

Принципиальная электрическая схема рулевого телеграфа с командными приборами типа *РТ745/П* дана на рис. 2. 98.

При передаче приказания в командном пункте вращают датчик $Д_к$ прибора *РТ745/П* до установки его командной стрелки на нужном делении шкалы. Синхронно с датчиком будут вращаться присоединенные к нему приемники $П_к$ в приборах *ПК2/П.* В румпельном отделении полученное по телеграфу приказание исполняют, вращая штурвал ручной перекладки руля, при этом будет вращаться и датчик рулевых указателей *ДРУ.* Синхронно с дат-

чиком *ДРУ* во всех приборах схемы будут вращаться приемники $П_у$ и когда приказание будет исполнено, т. е. руль займет заданное телеграфом положение, командные стрелки и стрелки

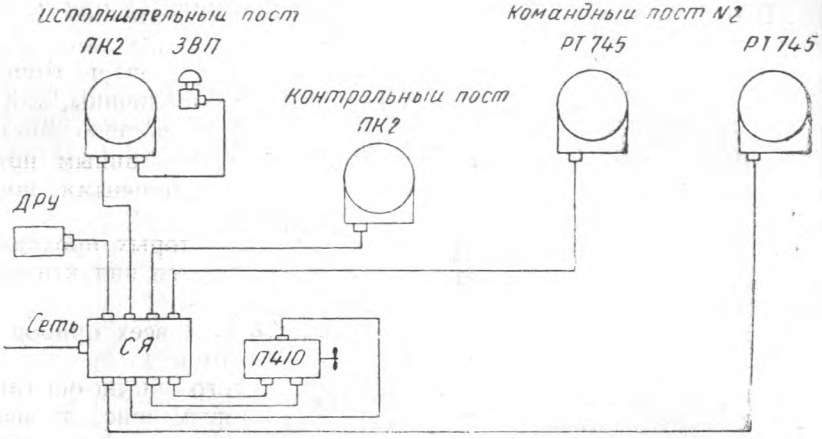


Рис. 2. 97. Скелетная схема рулевого телеграфа и рулевых указателей

рулевых указателей всех приборов установятся на одинаковых делениях шкал приборов.

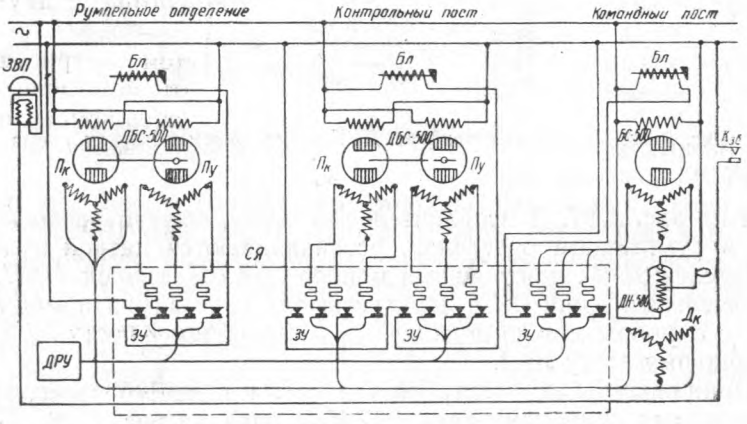


Рис. 2. 98. Принципиальная электрическая схема рулевого телеграфа с командными приборами типа *РТ745/П*

Звонок *ЗВП* в румпельном отделении и педаль с контактом $К_{зв}$ командного прибора *РТ745/П* служат для передачи условных сигналов: «одерживай», «так держать» и «править по румбу».

§ 70. Меры уменьшения помех радиоприему

С целью уменьшения помех радиоприему в судовых установках применяется ряд мер. В приборах внутрисудовой связи и сигнализации с прерывающимися контактами установлены фильтры. В простейшем случае в качестве фильтров применяют конденсаторы или конденсаторы с сопротивлениями, подключаемые параллельно прерывающимся контактам. Емкость конденсаторов выбирается расчетным или опытным путем такой величины, которая обеспечивает в заданных интервалах частот напряженность электромагнитного поля радиопомех, создаваемых данным прибором, не более величин, установленных специальными нормами.

В приборах большой мощности, кабели от которых проходят вблизи от радиоаппаратуры судна, устанавливаются индуктивно-емкостные фильтры.

Для уменьшения помех радиоприему корпусы всех приборов внутрисудовой связи и сигнализации соединяются со свинцовой или экранирующей оболочкой кабелей. Для этого обычно на гайках сальника имеются зажимные винты, к которым присоединяют один конец медного жгута, а другой его конец соединяют с оболочкой кабеля при помощи припаиваемых к оболочке кабеля манжет. Экранирующие оболочки кабеля также при помощи специальных манжет заземляют на корпус корабля.

Если прибор установлен на резиновых амортизаторах, его заземляют медным канатиком (или полосой), концы которого обычно припаивают к контактным шайбам амортизатора с двух его сторон.

При монтаже, эксплуатации и ремонте систем внутрисудовой связи и сигнализации следует тщательно следить за выполнением мероприятий по защите радиоаппаратуры от радиопомех, предусмотренных в гл. 15 «Правил по электрооборудованию морских судов Морского Регистра СССР» издания 1953 г.

§ 71. Характерные неисправности приборов переменного тока и основные правила по уходу за этими приборами

Синхронные приборы переменного тока являются приборами самосинхронизирующимися. Однако при неправильно собранной схеме, при повреждениях приборов и линий связи, а также при неисправностях в системе могут возникать рассогласования между приборами. Неисправности приборов выражаются в нарушении нормальной работы щеточных контактов, контактов защитных устройств и контактов реле, в снижении сопротивления изоляции токоведущих частей, в обрыве или замыкании проводов линий связи, в механических заеданиях подвижных частей приборов и т. д. Ниже, в табл. 2.4, указаны характерные неисправности в работе приборов управления судном, их причины и способы устранения.

Таблица 2.4

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
1. При вращении датчика стрелки приемников не вращаются	а. Отсутствует питание установки	а. Подвести питание
	б. Перегорели предохранители на щитке	б. Устранить причину перегорания предохранителей и заменить их исправными
	в. Обрыв двух фаз вторичной обмотки датчика	в. Ликвидировать обрыв
2. При вращении датчика один или несколько приемников не вращаются	а. Сработало *ЗУ* во вторичной цепи этих приемников	а. Устранить причину срабатывания *ЗУ* и вновь взвести его
	б. Обрыв двух или трех фаз во вторичной цепи этих приемников	б. Устранить обрыв во вторичной цепи
3. Приемник рассогласован с датчиком на 180°	а. Неправильное включение первичной обмотки	а. Если все приемники рассогласованы с датчиком на 180°, то следует переключить концы первичной обмотки датчика. Если же только часть приемников рассогласована, то нужно переключить концы первичных обмоток каждого из рассогласованных приемников
	б. Обрыв питания первичной обмотки датчика или приемников	б. Подвести питание первичных обмоток всех самосинов схемы
4. Приемник рассогласован с датчиком на 120 или на 240°	Неправильное соединение фазных обмоток приемника с фазными обмотками датчика	Переключить концы проводов всех трех фаз вторичной обмотки рассогласованного приемника в следующем порядке: первую фазу на место второй, вторую на место третьей и третью на место первой. Если рассогласование не исчезло, а лишь изменился его угол, то произвести вторично такое же смещение фаз и обязательно в том же направлении, что и первоначально

Продолжение табл. 2.4

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
5. Приемник рассогласован с датчиком на 60 или на 300°	Неправильно включены как первичная, так и вторичная обмотки	Произвести переключения первичной и вторичной обмоток, как указано в пп. 3а и 4. При этом рекомендуется сначала переключить первичную обмотку, а затем вторичную трехфазную обмотку
6. Приемник рассогласован с датчиком на произвольный угол, не равный 180, 120, 240, 60 и 300°	а. Напряжение питающей сети сильно понизилось	а. Поднять напряжение питающей сети до нормального
	б. Сильно увеличилось сопротивление во вторичной цепи	б. Проверить состояние щеточных контактов и поверхностей контактных колец самосинов, а также контактов *ЗУ*. Неисправные контакты очистить
	в. Обрыв одной из фаз вторичной цепи	в. Ликвидировать обрыв фазы
	г. Межвитковое замыкание в первичной обмотке или в фазах вторичной обмотки	г. Заменить самосин
	д. Увеличение момента трения или механическое заедание самосина-приемника	д. Смазать подшипники. Ликвидировать механическое заедание самосина
7. При вращении датчика стрелки приемников вращаются в обратную сторону	Неправильно соединены две фазы вторичной цепи приемника с фазными обмотками датчика	Если все приемники вращаются в обратную сторону, то следует поменять местами две любые фазы датчика. Если же только часть приемников вращается в обратную сторону, то такое пересоединение надо сделать в этих приемниках. После пересоединений вращение будет происходить в правильную сторону, но приборы могут оказаться рассогласованными на 180, 120, 240, 60 или 300°, что устраняется так, как указано в пп. 3а, 4 и 5

Продолжение табл. 2.4

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
8. Резкое понижение сопротивления изоляции прибора	а. Попала влага в прибор	а. Просушить прибор. Сменить влагопоглощающий наполнитель
	б. Пробой изоляции элементов прибора	б. Обнаружить место пробоя изоляции и устранить пробой или заменить поврежденный элемент новым
9. В приборах с освещением отсутствует освещение шкалы	а. Перегорели лампы	а. Заменить лампы запасными
	б. Обрыв в цепи ламп	б. Проверить цепь ламп, крепление концов и проводов в приборе, соединительных ящиках и переключателях, надежность контакта между губками и ножами в приборе. Обнаружив обрыв, устранить его
		в. Зачистить контакты регулировочного реостата и отрегулировать их нажатие
		г. Открыть соединительные ящики и, обнаружив перегоревшие предохранители, заменить их новыми
10. В приборах с освещением гудит трансформатор	а. Недостаточно стянуты пластины сердечника трансформатора	а. Затянуть гайки у стягивающих шпилек
	б. Короткое замыкание, сопровождающееся нагреванием сердечника	б. Заменить трансформатор запасным
11. Не срабатывает реле, включающее сигнальные приборы	а. Сгорел предохранитель в цепи реле	а. Открыть соединительный ящик и, обнаружив перегоревший предохранитель, заменить его новым
	б. Обрыв линии реле	б. Проверить цепь реле, крепление концов проводов в приборе и в соединительных ящиках и устранить обрыв
	в. Обрыв катушки реле	в. Заменить реле запасным
	г. Большой воздушный зазор между якорем и сердечником реле	г. Поджать винты, регулирующие ход якоря.

Продолжение табл. 2.4

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
12. При срабатывании реле контакты не замыкают цепь	а. Загрязнение контактов	а. Очистить контакты
	б. Ход якоря мал	б. Увеличить ход якоря вращением винта или изгибанием якорного мостика
	в. Велико расстояние между контактами	в. Отрегулировать расстояние путем изгибания контактных пружин у основания
13. При передаче приказаний не действуют сигнальные приборы	а. Не сработало реле, включающее сигнальные приборы	а. Выяснить причину несрабатывания реле и устранить ее
	б. Обрыв в цепи сигнальных приборов	б. Проверить цепи сигнальных приборов, креплений концов проводов в приборе, в соединительных ящиках и в переключателе и устранить обрыв. Проверить контакты реле
	в. Обрыв катушки электромагнита акустических сигнальных приборов	в. Заменить катушку запасной
	г. Перегорела лампа светового сигнала	г. Заменить лампу запасной
14. При нажатии педали замыкателя не действуют сигнальные приборы	а. Неисправны контакты замыкателя	а. Зачистить, отрегулировать или заменить контакты
	б. Обрыв в цепи сигнальных приборов	б. Проверить цепь сигнального прибора, крепление концов проводов в приборе, в соединительных ящиках и в переключателе и устранить обрыв
	в. Обрыв в катушке электромагнита сигнального прибора	в. Заменить катушку запасной
15. У котельного телеграфа при передаче ответа из котельного отделения нажатием педали замыкателя *ЗМ13* в окошечке номерника не появляется глазок шарового сигнала (дробса)	а. Неисправные контакты замыкателя *ЗМ13*	а. Зачистить, отрегулировать или заменить контакты *ЗМ13*
	б. Обрыв цепи электромагнита дробса	б. Проверить цепь крепления концов проводов; сохранность предохранителей, состояние контактных групп шарового сигнала
	в. Обрыв в катушке электромагнита шарового сигнала	в. Заменить катушку электромагнита дробса запасной

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
16. Отсутствие блокировки шарового сигнала	а. Неправильная регулировка контактных групп шарового сигнала или педали разблокировки	а. Проверить контактное давление контактных групп, которое должно быть 15—20 *г*. Проверить зазор между контактами, который должен быть 1,0—0,8 *мм*
	б. Загрязнение контактов	б. Очистить контакты

После ремонта приборов или отсоединения жил кабеля проверку согласованности приборов следует начинать всегда с определения того, в правильную ли сторону вращаются приемники и лишь после этого производить согласование приборов в соответствии с пп. 3а, 4 и 5 приведенной таблицы неисправностей.

В целях предупреждения возможных неисправностей в процессе повседневного ухода необходимо проводить следующие мероприятия.

1. Предохранять приборы от попадания в них воды и влаги, для чего:

а) все приборы держать плотно закрытыми и открывать только в случае действительной необходимости на самое непродолжительное время;

б) следить за тем, чтобы между корпусом и крышкой каждого прибора имелась эластичная невысохшая резиновая прокладка (негодную резину необходимо заменять новой);

в) время от времени подтягивать крышки болтами к корпусу прибора и подтягивать гайки сальников, так как резиновая прокладка между корпусом и крышкой и резиновая набивка сальников с течением времени усыхают.

Особое внимание по обеспечению водонепроницаемости должно быть уделено приборам, установленным на открытых местах, так как они находятся в наиболее тяжелых условиях работы.

2. Периодически измерять сопротивление изоляции установки приборов, не допуская ее снижения ниже 1 мегома.

3. Следить за состоянием скользящих и прерывающихся контактов и периодически очищать их. Контактные кольца самосинов один раз в 5—6 месяцев чистить слегка смоченной в спирте тряпкой, а в случае обнаружения нагара чистить стеклянной бумагой «0000» или с зернистостью № 180.

4. Следить, чтобы во всех приборах, переключателях и соединительных ящиках концы проводов были прочно зажаты гайками

и закреплены контргайками. Проверять их каждые 5—6 месяцев и в случае необходимости поджимать гайками концы проводников.

5. Следить за тем, чтобы без надобности установка не находилась под напряжением. Вскрытие и ремонт приборов должны производиться при выключенном питании.

6. Все трущиеся неконтактные поверхности валов и зубцы фиксаторных колес и шестерен смазывать один раз в 5—6 месяцев костяным или вазелиновым маслом по 1—2 капли на каждый подшипник и 3—4 капли на каждое зубчатое колесо. При этом необходимо следить, чтобы смазка не попадала на электрические элементы, а в случае ее попадания протереть последние чистой тряпкой. Излишки масла на боковых поверхностях шестерен также следует удалять тряпкой.

Шарикоподшипники валов приборов смазывать смазкой *ГОИ-54* не реже одного раза в год. Лабиринтовые уплотнения выходных валов приборов заполнять также смазкой *ГОИ-54*.

Шарикоподшипники самосинов смазываются только на заводе маслом марки ОКБ-122-4. Этой смазки достаточно на весь срок службы, и повторная смазка может быть произведена лишь при переборке и промывке машин.

7. При введении установки в действие после длительного ее бездействия и после ремонта, а также, приготовляя приборы к походу, необходимо произвести тщательный внешний и внутренний осмотр всех ее приборов и кабелей, протереть металлические части тряпкой, смоченной в бензине, а контактные части прочистить тряпкой, слегка смоченной в спирте. Нужно проверить состояние контактных поверхностей и проводников внутреннего монтажа, исправность предохранителей и защитных устройств, исправность отдельных элементов приборов, действие приборов сигнализации и внутреннего освещения шкал приборов, подвижность вращающихся частей и надежность крепления отдельных элементов к корпусам приборов и самих приборов к щиту. Произвести согласование показаний всех приборов и проверить действие установки в целом.

8. Во время действия приборов необходимо следить за наличием в них тока питания и поддерживать нормальное напряжение последнего.

9. При переключении постов управления на приборах вновь подключаемого поста необходимо предварительно установить точно такую же команду, какая была установлена на приборах ранее работавшего поста, затем быстро перевести рукоятки переключателя постов на вновь подключаемый пост, не задерживая при этом рукоятку против щитков, относящихся к другим постам. Невыполнение этого требования приведет к передаче в исполнительные и контрольные посты ложной команды с установкой стрелок приемников в то положение, в котором стоит стрелка датчика вновь подключаемого поста.

§ 72. Приборы управления судном переменного тока на судах зарубежных флотов

В послевоенный период на судах зарубежных флотов все более широкое применение находит электрооборудование на переменном токе.

Вместе с этим расширяется применение на них приборов управления судном с индукционными системами синхронной связи.

Особенно широко приборы синхронной связи применяются на судах американского, немецкого, итальянского и японского флотов. Однако в конструкциях зарубежных самосинов в послевоенный период не произошло существенных изменений. Не опубликовано в иностранной печати и новых теоретических работ по индукционным системам синхронной связи. Некоторый интерес представляют суда и корабли американской постройки, на которых применено электрооборудование с повышенными электрическими параметрами на напряжении 440 *в* и с частотой 400 *гц*. На этих судах установлены приборы управления судном с самосинами на 400 *гц*.

Глава 14. СУДОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАХОМЕТРЫ

§ 73. Тахометры и требования, предъявляемые к ним

Тахометрами[1] называются приборы, измеряющие скорость вращения вала в оборотах в минуту.

Контроль за скоростью вращения вала на месте его установки осуществляется при помощи механических и вибрационных тахометров. Контроль на расстоянии производится при помощи дистанционных электрических тахометров.

На судах наиболее ответственными являются тахометры гребных валов. По показаниям этих тахометров обычно определяют скорость хода судна, величину которой необходимо знать и в машинном посту, и капитану судна, и штурману.

К тахометрам гребных валов предъявляются следующие основные требования.

1. Изменения показания тахометра должны следовать непосредственно за изменением скорости вращения вала.

2. Стрелки тахометра должны быстро устанавливаться на делении шкалы, соответствующем новой скорости вращения контролируемого вала.

3. Шкалу тахометров желательно иметь с ценой деления $2 \div 5$ оборотов в минуту.

4. Погрешность показаний не должна превышать $1 \div 3°$ по дуге шкалы.

---

[1] Слово «тахометр» состоит из двух греческих слов — tachys, что значит быстрый, скорый, и metreo — мерю.

5. Должна быть обеспечена возможность одновременного включения на датчик до восьми указателей тахометров.

6. Надежность работы при штормовой погоде и в любое время года.

7. Допустимость большой длительности непрерывной работы.

8. Большой срок службы приборов и установки в целом.

9. Простота устройства и обслуживания, минимальный уход и легкость ремонта.

10. Небольшие габариты, вес и стоимость установки.

Все эти требования невозможно удовлетворить, применяя тахометры одной какой-либо системы, тем более что на судах различных классов основное значение приобретают разные из перечисленных требований. Например, на судах малого водоизмещения нет необходимости подключать к датчику тахометра большое количество указателей, но весьма важно, чтобы приборы имели малые габариты и малый вес.

В связи с этим на судах применяется несколько систем электрических тахометров.

По принципу действия приборов судовые электрические тахометры можно разделить на следующие виды: 1) вольтметровые, 2) индукционные, 3) компенсационные.

Наибольшее распространение на судах получили первые два вида.

§ 74. Электрические вольтметровые тахометры постоянного тока типа МТ

Принцип действия и электрическая схема тахометра. Электрические тахометры вольтметрового типа по сравнению с другими типами электрических тахометров являются наиболее распространенными.

В установках вольтметровых электрических тахометров датчиком является тахогенератор постоянного тока с постоянными магнитами, т. е. генератор, у которого между э. д. с. и скоростью его вращения существует линейная зависимость.

В качестве измерительного прибора или указателя применяется вольтметровый прибор магнитоэлектрической системы.

Датчик-тахогенератор приводится во вращение от гребного вала через зубчатую передачу (рис. 2.99). К нему может быть подключено параллельно несколько измерительных приборов: T_1, T_2, T_3.

Как известно, напряжение на зажимах генератора определяется из следующей формулы:

$$U = E - I_я R_я = C\Phi n - I_я R_я, \qquad (2.28)$$

где E — э. д. с. генератора; $I_я$ — ток якоря; $R_я$ — сопротивление якоря; n — число оборотов генератора в минуту; Φ — магнитный поток; C — постоянная генератора.

Величина $I_я R_я$, представляющая собой падение напряжения в обмотке якоря и в переходном сопротивлении между коллектором и щетками, мала по сравнению с величиной $E = C\Phi n$. Поэтому пренебрегая ею, можно считать, что $U = C\Phi n$ или при $\Phi =$ $=$const, имеем $U = C_1 n$, где C_1 — коэффициент пропорциональности.

Из этого следует, что в рассматриваемой схеме напряжение на зажимах генератора, измеряемое вольтметром, прямо пропорционально скорости вращения генератора, а значит и скорости вращения контролируемого вала. Поэтому шкалу вольтметра можно проградуировать непосредственно в оборотах в минуту.

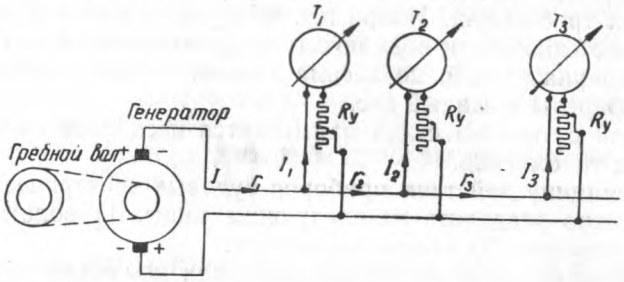


Рис. 2.99. Схема включения вольтметровых тахометров

При наличии шкалы с нулем посередине вольтметровый указатель можно применять для измерения скорости вращения реверсивных валов, т. е. в этом случае измерительный прибор будет показывать как скорость, так и направление вращения контролируемого вала.

На судах указатели устанавливаются в следующих постах и командных пунктах:

1) в том машинном отделении, где находится вал, от которого приводится во вращение тахогенератор;
2) во втором машинном отделении;
3) на верхнем ходовом мостике;
4) в ходовой рубке;
5) на кормовом мостике;
6) в каюте механика.

Устройство тахогенератора. По условиям работы вольтметровых тахометров требуется, чтобы генератор имел линейную зависимость между величиной э. д. с. и скоростью вращения ($E = C\Phi n = C_1 n_{ген}$), для чего магнитный поток Φ генератора должен быть постоянным. Поэтому тахогенератор обычно выполняется не с самовозбуждением, а с постоянными магнитами. Такой магнитоэлектрический генератор прост в обслуживании, надежен в работе и дает прямолинейную зависимость между напряжением на зажимах генератора и скоростью его вращения в большом диапазоне скоростей.

Отечественными заводами изготовляются тахогенераторы двух типов:

1) датчик морского электрического тахометра типа *МЭТ-7/110* на номинальное напряжение 110 *в*, рассчитанный на подключение к нему до семи указателей;

2) датчик типа *МЭТ-8/55* на номинальное напряжение 55 *в*, рассчитанный на подключение к нему до восьми указателей. Полезная мощность *МЭТ-8/55* равна 4,4 *вт*, ток 0,08 *а*.

Обычно на судах устанавливаются тахогенераторы второго типа.

Датчики обоих типов развивают номинальное напряжение при скорости вращения их якорей 1900 об/мин.

Так как гребные валы обычно имеют максимальную скорость вращения меньше 1900 об/мин, то между гребным валом и тахогенератором необходимо устанавливать повышающую зубчатую передачу, передаточное число которой определяется из отношения $\frac{1900}{n_{макс}}$, где $n_{макс}$ — максимальная возможная скорость вращения гребного вала данного судна. Ведущая шестерня, насаживаемая на гребной вал, делается разъемной, а ведомая шестерня, насаживаемая на вал генератора, — неразъемной.

На судах с $n_{макс} = 150$ об/мин необходимо устанавливать не две, а четыре шестерни; из них две устанавливаются на промежуточном валу.

Продольный и поперечный разрезы, а также размеры тахогенератора даны на рис. 2.100, где: *1* — стальной корпус генератора; *2* — крышка со стороны коллектора; *3* — резиновое уплотнение между корпусом и крышкой; *4* — лапы для крепления генератора на месте установки; *5* — уплотнительный сальник для ввода кабеля; *6* — кольцеобразный четырехполюсный постоянный магнит; *7* — якорь; *8* — двухслойная обмотка якоря; *9* — коллектор; *10* — щеткодержатель; *11* — поворотная траверза; *12* — винт траверзы; *13* — щит; *14* — винт щита; *15* — винт магнитного шунта; *16* — предохранитель.

На рис. 2.101, *а* тахогенератор представлен в разобранном виде: *1* — поворотная траверза; *2* — винт траверзы; *3* — щеткодержатель; *4* — винт щеткодержателя; *5* — винт щетки; *6* — винт щита; *7* — винт для крепления выводного кабеля к щеткодержателю; *8* — винт магнитного шунта; *9* — колодка предохранителя; *10* — уплотнение крышки; *11* — винты крышки с пружинными шайбами; *12* — крышка.

На рис. 2.101, *б* обозначены: *1* — корпус; *2* — патрубок; *3* — гайка сальникового вывода кабеля; *4* — шайба с выступом; *5* — гайка сальника вала; *6* — щит; *7* — основание предохранителя; *8* — винт для крепления выводного кабеля к предохранителю; *9* — контакт щетки; *10* — якорь; *11* — коллектор; *12* и *13* — шарикоподшипники; *14* — вал якоря; *15* — магнитный шунт.

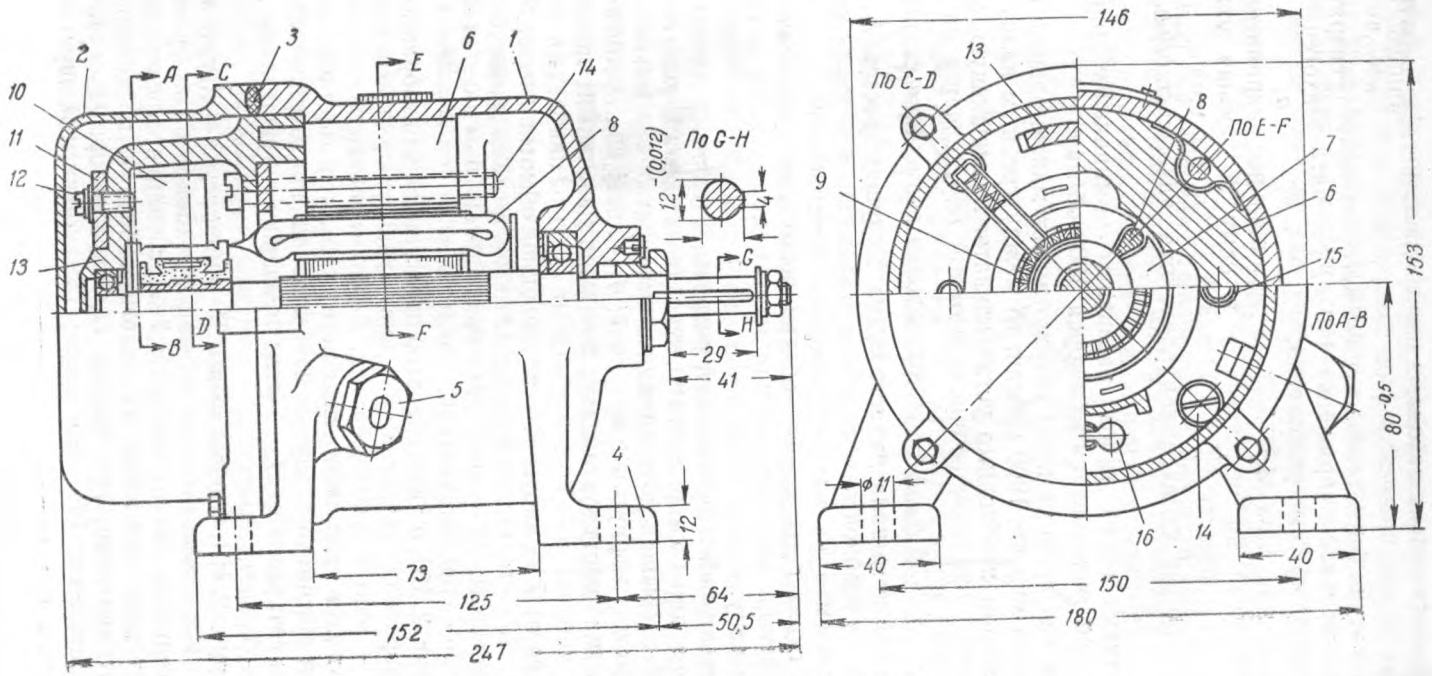


Рис. 2. 100. Устройство тахогенератора

Постоянный магнит выполнен из никель-алюминиевого сплава, что обеспечивает большую вибростойкость и ударостойкость магнита и дает возможность уменьшить размер тахогенератора. Исполнение машины водозащищенное. Внутри тахогенератора в цепи якоря установлены предохранители на 0,5 *а*.

В новой модификации тахогенератора предохранитель отсутствует, а вместо сальника предусмотрена кабельная коробка.

Магнитный шунт служит для точной регулировки развиваемого генератором напряжения. В датчике *МЭТ-8/55* он дает

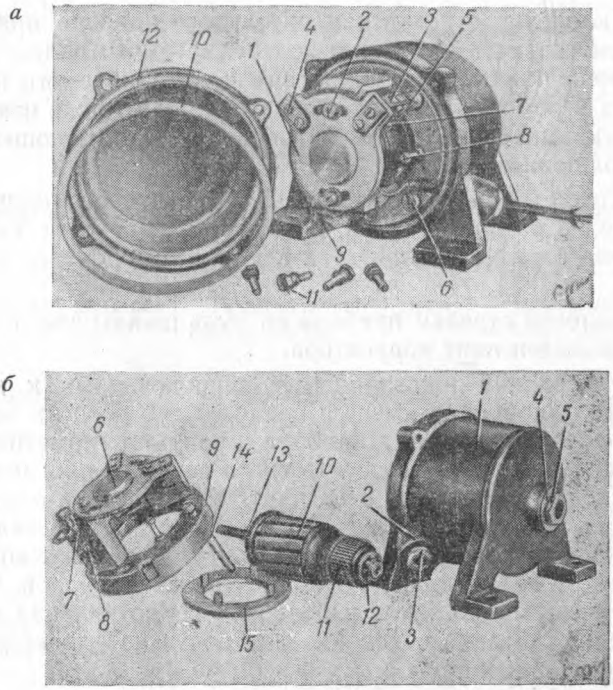


Рис. 2. 101. Тахогенератор в разобранном виде

возможность получить напряжение не менее 57 *в* при токе 80 *ма* и не более 58 *в* при токе 10 *ма*.

Датчик-тахогенератор при нормальной работе не требует ухода в течение 500—1000 час. работы и вскрывать его следует лишь при замене предохранителя, смене щеток или регулировке давления на щетки, а также при необходимости регулировки положения траверзы и при регулировке напряжения магнитным шунтом. Давление на щетки должно быть порядка 130—230 *г*. В случаях, когда оно уменьшается, появляется качание стрелок указателей.

Для регулировки напряжения тахогенератора магнитным шунтом необходимо отвернуть винты шунта и для увеличения напряжения повернуть шунт против часовой стрелки, а для уменьшения — по часовой стрелке. После регулировки и проверки напряжения по вольтметру винты шунта нужно хорошо завернуть и закрепить их контргайками.

Указатель вольтметрового тахометра. В вольтметровом тахометре указателем служит измерительный прибор магнитоэлектрической системы с добавочным сопротивлением.

Угол отклонения стрелки измерительного прибора прямо пропорционален скорости вращения контролируемого вала.

При изменении скорости вращения контролируемого вала величина тока в обмотке измерительного прибора также изменяется и стрелка указывает на шкале значение, соответствующее новой скорости вращения.

Направление вращающего момента зависит от направления тока в обмотке рамки прибора, поэтому при реверсе контролируемого вала стрелка отклоняется в другую сторону от нулевого положения.

Для установки стрелки прибора на нуль шкалы сзади прибора на цоколь выведен винт корректора.

Для согласования показаний всех подключенных к датчику-тахогенератору приборов имеется специальный реостат, ось которого выведена наружу сзади прибора и закрыта герметизированным винтом. При необходимости точного согласования показаний приборов следует отвинтить этот винт, освободить контргайку и повернуть ось реостата на нужный угол. Надо иметь в виду, что в данной установке реостат не служит для уравнения сопротивлений в линии от генератора до измерительных приборов, так как вследствие очень малых токов и большого сопротивления прибора величина сопротивления судовой линии почти не влияет на показания измерительных приборов.

Основная погрешность измерительного прибора при температуре 20° С в пределах от 10 до 100% номинального значения шкалы не превышает ±1%. При отклонениях температуры от 20° С появляется дополнительная погрешность порядка ±0,5% на каждые 10° изменения температуры.

Приборы пригодны для эксплуатации при температуре от —25 до +60° С.

Прибор типа *М-76* имеет светящуюся стрелку и шкалу, что дает возможность производить отсчет показаний в темноте.

Измерительный прибор типа *М-75* имеет светящуюся шкалу и внутреннее электрическое освещение.

В табл. 2.5 указаны характерные неисправности вольтметровых тахометров и способы их устранения.

Таблица 2.5

Характер неисправности	Причины неисправности	Способы устранения неисправности
1. Искрение щеток	а. Щетки плохо притерты	а. Притереть щетки
	б. Щетки неплотно прилегают к коллектору	б. Проверить положение щеток в щеткодержателях
	в. Загрязнен коллектор	в. Прочистить коллектор чистой тряпкой, смоченной бензином. Если загрязнения не снимаются тряпкой, очистить коллектор стеклянной бумагой марки 00. Щетки в это время должны быть подняты
2. Подгорание коллектора	Бьет коллектор; выступает изоляция	Отправить в ремонт для проточки коллектора или выборки изоляции
3. Колебание напряжения	Недостаточное давление на щетки	Проверить давление на щетки. Прочистить коллектор
4. Датчик не дает напряжения	а. Щетки не касаются коллектора	а. Проверить положение щеток в щеткодержателях
	б. Перегорел предохранитель	б. Сменить предохранитель
	в. Плохой контакт в схеме	в. Проверить все соединения в схеме, прочистить контактные поверхности
5. Датчик дает пониженное напряжение	а. Магнитный шунт смещен вследствие плохой фиксации	а. Отрегулировать напряжение
	б. Неисправность в обмотке якоря, обрыв или короткое замыкание	б. Отправить в ремонт
6. Датчик дает повышенное напряжение	Магнитный шунт смещен вследствие плохой фиксации	Отрегулировать напряжение
7. Смещение нейтрали	а. Щетки плохо притерты	а. Притереть щетки
	б. Смещены траверза или щеткодержатели	б. Проверить зажатие винтов траверза и щеткодержателей

§ 75. Индукционные тахометры

Назначение, составные элементы и электрическая схема тахометра. На судах малого водоизмещения с быстроходными двигателями внутреннего сгорания, а также для быстровращающихся вспомогательных механизмов требуются малогабаритные тахометры, пригодные для измерения больших скоростей вращения.

С этой целью применяются индукционные тахометры типа *ТЭ*.

Датчик тахометра такого типа представляет собой трехфазный синхронный генератор с постоянным магнитом.

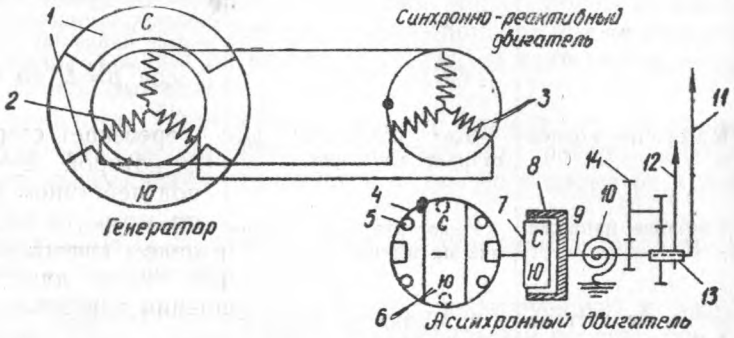


Рис. 2.102. Принципиальная электрическая схема индукционного тахометра типа *ТЭ-204*

Измерительный прибор тахометра состоит из двух двигателей: синхронно-реактивного и асинхронного, на валу которого обычно насажены две стрелки прибора. Одна из этих стрелок предназначена для грубого отсчета, другая для точного отсчета показаний прибора. Кроме того, на оси асинхронного двигателя имеются пружины, создающие противодействующий момент. На нереверсивном контролируемом валу устанавливается одна пружина, а на реверсивном — две закрученные в разные стороны пружины; шкалы приборов в этом случае делаются двусторонними.

Принципиальная электрическая схема индукционного тахометра типа *ТЭ-204* дана на рис. 2.102, где: *1* — постоянный магнит генератора, приводимый во вращение от контролируемого вала; *2* — трехфазная обмотка статора синхронного генератора; *3* — трехфазная обмотка статора синхронно-реактивного двигателя; *4* — явнополюсный ротор двигателя; *5* — пусковая короткозамкнутая обмотка; *6* — второй ротор двигателя, представляющий собой постоянный магнит; *7* — постоянный магнит асинхронного двигателя; *8* — медный стакан асинхронного двигателя и *9* — его вал; *10* — пружина, один конец которой прикреплен к валу, а другой — к корпусу прибора; *11* — стрелка точного отсчета; *12* —

стрелка грубого отсчета; *13* — пустотелая втулка, на которой насажена стрелка *12*; *14* — понижающая зубчатая передача от вала *9* к стрелке *12*.

Действие схемы следующее. От контролируемого вала приводится во вращение постоянный магнит *1* генератора. При вращении магнита в трехфазной обмотке статора генератора индуктируется э. д. с., частота которой будет тем больше, чем больше скорость вращения магнита. От генератора получает питание трехфазная обмотка статора синхронно-реактивного двигателя. Ток в этой обмотке будет создавать магнитное поле, вращающееся с такой же скоростью, с какой вращается постоянный магнит генератора, т. е. со скоростью

$$n_{дв} = n_{ген} = \frac{60f}{p}$$

или, так как в данном случае число пар полюсов $p=1$, то $n_{дв}=60\,f$, где f — частота тока генератора в герцах.

Магнитное поле двигателя при вращении пересекает стержни короткозамкнутой обмотки ротора, при помощи которой осуществляется асинхронный пуск двигателя. Далее, под действием реактивного момента первого ротора и синхронного момента второго ротора, т. е. постоянного магнита *6*, ротор в целом втягивается в синхронное вращение с полем, создаваемым током двигателя. При этом, так как синхронная скорость вращения двигателя равна скорости вращения генератора, то

$$n_{дв} = n_{ген} = k_1 n_{гв},$$

где k_1 — передаточное число от гребного вала к генератору;

$n_{гв}$ — число оборотов гребного вала в минуту.

Постоянный магнит *7* асинхронного двигателя посажен на валу синхронно-реактивного двигателя и, следовательно, вращается также со скоростью $n_{дв}$. При этом поле магнита *7* пересекает стенки медного стакана *8* и индуктирует в них вихревые токи. Эти токи взаимодействуют с полем магнита и создают вращающий момент $M_{ас}$, величина которого пропорциональна скорости вращения постоянного магнита *7*, а следовательно, и скорости вращения гребного вала $M_{ас}=k_2 n_{гв}$. Под действием этого момента поворачивается вал *9* стакана и закручивает пружину *10*, создающую противодействующий момент

$$M_{пр} = C\alpha,$$

где C — постоянная пружины; α — угол поворота вала *9* и закручивания пружины.

Поворот вала прекращается при достижении равенства моментов $M_{пр}$ и $M_{ас}$, т. е. при

$$C\alpha = k_2 n_{гв}.$$

Откуда

$$\alpha = \frac{k_2}{C} n_{гв} = k_3 n_{гв}, \qquad (2.29)$$

где

$$k_3 = \frac{k_2}{C}.$$

Следовательно, угол поворота вала *9* пропорционален скорости вращения гребного вала.

Стрелка точного отсчета *11*, насаженная на вал *9*, поворачивается на такой же угол, на какой повернулся вал *9*. Стрелка грубого отсчета *12* приводится в движение через двойную зубчатую передачу с передаточным числом $k = \frac{1}{10}$ и поворачивается на угол в десять раз меньший, чем стрелка *11* точного отсчета.

Отсчет показаний по шкале измерительного прибора тахометра (рис. 2. 103) производится аналогично отсчету времени на часах. Например, по короткой стрелке отсчитывают на шкале тысячи оборотов, а по длинной — сотни оборотов. Тогда при изображенном на шкале положении стрелок прибор показывает 1820 об/мин.



Рис. 2. 103. Шкала измерительного прибора тахометра

Может быть установлена и другая цена деления, например, по стрелке *12* (рис. 2. 102) отсчитывают сотни оборотов в минуту, а по стрелке *11* десятки и единицы оборотов в минуту.

Генератор. Основной рабочий диапазон скоростей вращения генератора находится в пределах $600 \div 3000$ об/мин. Так как промежуточный вал синхронного генератора вращается в два раза медленнее контролируемого вала, а зубчатая передача имеет передаточное число $k = \frac{46}{16}$, то частота тока генератора равна

$$f = \frac{1}{2} \cdot \frac{46}{16} \cdot \frac{n_1}{60} \text{ гц}, \qquad (2.30)$$

где n_1 — скорость вращения контролируемого вала в об/мин.

Из выражения (2. 30) следует, что:

при $n_1 = 600$ об/мин частота $f = 14{,}375$ *гц;*

при $n_1 = 3000$ об/мин частота $f = 71{,}875$ *гц.*

Генератор допускает подключение к нему двух измерительных приборов.

Характеристики генератора даны на рис. 2. 104, где в функции скорости его вращения представлены: f — частота; U_1 и I_1 — напряжение и ток при одном измерительном приборе; U_2 и I_2 — напряжение и ток при двух измерительных приборах.

Устройство тахометрического узла. Устройство тахометрического узла и асинхронного двигателя показано на рис. 2. 105. Четырехполюсный постоянный магнит *1* выполнен у основания в виде звездочки, сидящей на валу синхронно-реактивного двигателя. Экран из мягкой стали *2* запрессован в дюралевую обойму *3*, также сидящую на валу синхронно-реактивного двигателя. Между экраном и обоймой помещен термомагнитный шунт *4*. Стакан из марганцовистой меди *5* сидит на валу асинхронного двигателя. Экран *2* служит магнитопроводом для потока постоянного магнита *1* и защищает асинхронный двигатель от влияния на него внешних магнитных полей. Основной поток постоянного магнита замыкается через этот экран, а небольшая часть — через термомагнитный шунт *4*.

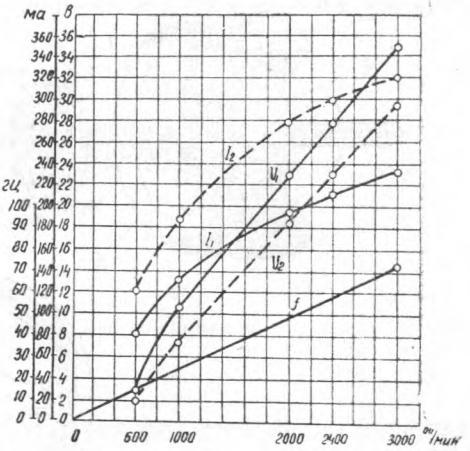


Рис. 2. 104. Характеристики генератора

Регулировка прибора производится при температуре воздуха 20° С. Приборы же тахометров по техническим условиям должны работать при температуре от —30 до +60° С. Кроме того, во время работы приборов неизбежен нагрев стенок стакана. При изменении температуры изменяется электрическое сопротивление стенок стакана и магнитная проницаемость магнитопровода, что влияет на величину развиваемого двигателем вращающего момента и вызывает появление погрешностей в показаниях прибора. Для уменьшения погрешности в показаниях тахометра, вызываемой отклонением температуры нагрева деталей асинхронного двигателя от 20° С, в нем смонтирован магнитный шунт *4*.

При нагревании двигателя увеличивается электрическое сопротивление стенок стакана и уменьшается магнитная проницаемость магнитопровода. Это приводит к уменьшению токов в стакане и уменьшению вращающего момента M_{ac}.

При нагревании шунта его магнитная проницаемость тоже уменьшается и через него будет ответвляться меньшая часть магнитного потока и, следовательно, относительно большая часть его будет замыкаться через экран *2*, пронизывая стенки стакана *5*,

Поэтому величина индуктируемых в стакане *5* токов и развиваемого им момента будут изменяться в меньшей мере. Этим обеспечивается большая стабильность показаний приборов.

У тахометров типа *ТЭ-204* погрешность прибора в диапазоне температур от —10° С до +50° С не должна превышать 2,2% номинального значения шкалы.

В диапазоне скоростей от 400 до 600 об/мин допускается увеличение погрешности в полтора раза.

Технические и эксплуатационные данные о тахометрах типа *ТЭ* приведены в приложении 8.

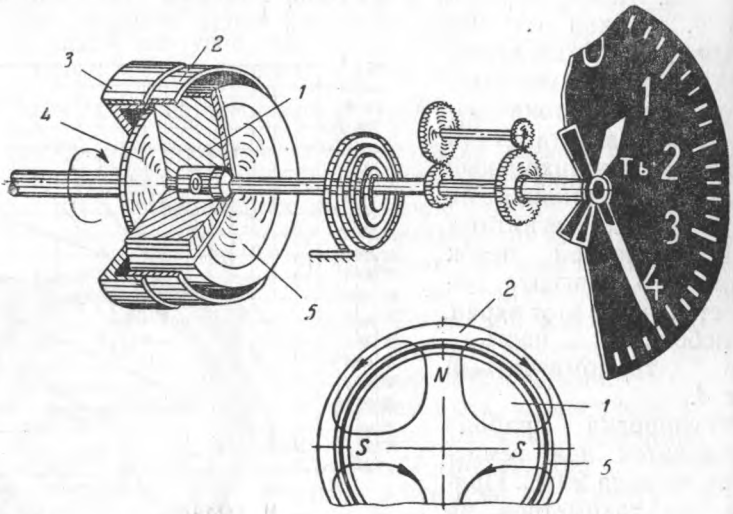


Рис. 2. 105. Устройство тахометрического узла и асинхронного двигателя

К преимуществам тахометров *ТЭ* относятся малые габариты приборов, небольшой вес (вес генератора составляет 1150 *г*, вес измерительного прибора 625 *г*), высокая вибростойкость и возможность измерять большие скорости вращения. К недостаткам приборов следует отнести малый срок службы, который на катерах равен одному году (исключая ледовый период).

Отечественной промышленностью выпускаются тахометры со следующими пределами измерений: типа *ТЭ-204* — от 0 до 3500 об/мин, типа *ТЭ-205* — от 0 до 5500 об/мин, типа *ТЭ-206* — от 0 до 10 000 об/мин и типа *ТЭ-207* — от 0 до 15 000 об/мин.

В тех случаях, когда контроль за скоростью вращения необходимо производить только на месте установки (например у дизель-генераторов или у дизелей гребной установки малых судов), применяют индукционные тахометры типов *ТКМ-600* и *ТКМ-800* — тахометры корабельные магнитные.

Тахометр *ТКМ-600* имеет одностороннюю шкалу на 100—600 об/мин, а тахометр *ТКМ-800* — шкалу на 150—800 об/мин. У этих тахометров отсутствует тахогенератор и синхронно-реактивный двигатель, а постоянный магнит асинхронного двигателя указателя приводится в движение от контролируемого вала через систему гибких валов (рис. 2. 106).

Принцип действия тахометров типа *ТКМ* такой же, как и тахометров типа *ТЭ*.

При вращении контролируемого вала в тахометре типа *ТКМ* вращается постоянный магнит *1* и своим потоком, замыкающимся через магнитопровод *2*, пересекает стенки алюминиевого колпачка *3*, индуктируя в нем вихревые токи. От взаимодействия этих токов с потоком постоянного магнита на колпачке создается

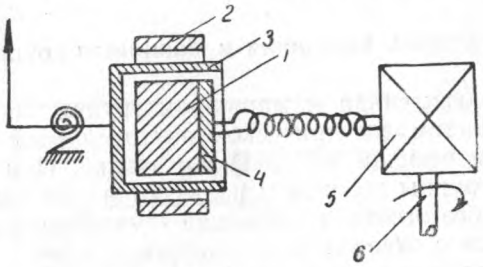


Рис. 2. 106. Устройство индукционного тахометра

вращающий момент и происходит поворот стрелки до наступления равенства вращающего момента и создаваемого пружиной момента противодействия. При этом угол поворота стрелки α пропорционален скорости вращения контролируемого вала.

Для уменьшения погрешности показаний тахометра при нагревании колпачка *3* рядом с постоянным магнитом *1* имеется магнитный шунт *4*. При нормальной температуре 90% магнитного потока пересекает стенки колпачка и замыкается через магнитопровод *2*, а 10% — через шунт *4*. При повышении температуры колпачка его электрическое сопротивление увеличивается и величина вихревых токов уменьшается, но одновременно увеличивается и магнитное сопротивление шунта *4*. Поэтому колпачок будет пересекать больше 90% потока, что и обеспечивает сохранение прежней величины вихревых токов.

Погрешность тахометров типа *ТКМ* в диапазоне температур от 0 до 60° С не превышает 10 об/мин.

Если тахометр типа *ТКМ* устанавливается для контроля за скоростью вращения реверсивных валов, то предусмотренная в нем система зубчатой передачи *5* обеспечивает вращение магнита *1* в одну сторону при любом направлении вращения контролируемого вала *6*.

Глава 15. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ВНУТРИСУДОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Электрическая внутрисудовая сигнализация используется и как средство связи, и как средство автоматического включения сигналов тревоги или предупреждения.

Для связи на судах устанавливаются буфетная, машинная, вахтенная и авральная группы звонков.

Для автоматического включения сигналов предупреждения и тревоги устанавливаются температурная и пожарная сигнализации. В зависимости от размеров и назначения судна на нем могут быть представлены все эти виды сигнализации или часть из них.

§ 76. Буфетная, вахтенная и машинная группы звонков

Буфетная, вахтенная и машинная группы звонков являются простейшим видом электрической внутрисудовой связи, осуществляемой при помощи номерника и звонка. При этом буфетная и вахтенная группы звонков используются для подачи фиксируемого сигнала без ответа, а машинная группа звонков обеспечивает подачу сигнала с ответом о его приеме.

Буфетная группа звонков служит для вызова в каюты и кают-компании обслуживающего персонала из буфета.

Машинная группа предназначена для подачи сигналов управления судном с командных пунктов в машинные отделения.

На рис. 2. 107 показана примерная схема расположения приборов буфетной группы звонков для большого судна.

В буфете установлен номерник на 10 номеров, а в каютах и кают-компаниях расположены кнопки *К* или подвесной замыкатель — груша типа *ЗМГ*. Для перехода с освинцованного кабеля на звонковый к замыкателю-груше устанавливается розетка *РЗ*. Такие розетки устанавливаются и в тех случаях, если кнопка находится не на переборке, а на столе. От кнопок, кабель идет или непосредственно к номернику, или вначале к соединительному ящику (*СЯ10*), как это указано на рисунке, а от соединительного ящика к номернику идет один общий кабель с проводниками от всех кнопок. Обычно номерники получают питание от автономного источника электрической энергии, т. е. от аккумуляторной батареи на 24 *в* и соответственно этому у номерника устанавливается звонок *ЗВКФ* на 24 *в*.

Такая же система сигнализации применяется и для вахтенной группы, но при этом в служебных постах для вызова устанавливают не кнопки, а замыкатели типа *ЗМ1*.

Электрическая схема и действие каждого отдельного комплекта у всех номерников такие же, как это было показано выше в § 63 и на рис. 2. 63 для номерника постоянного тока.

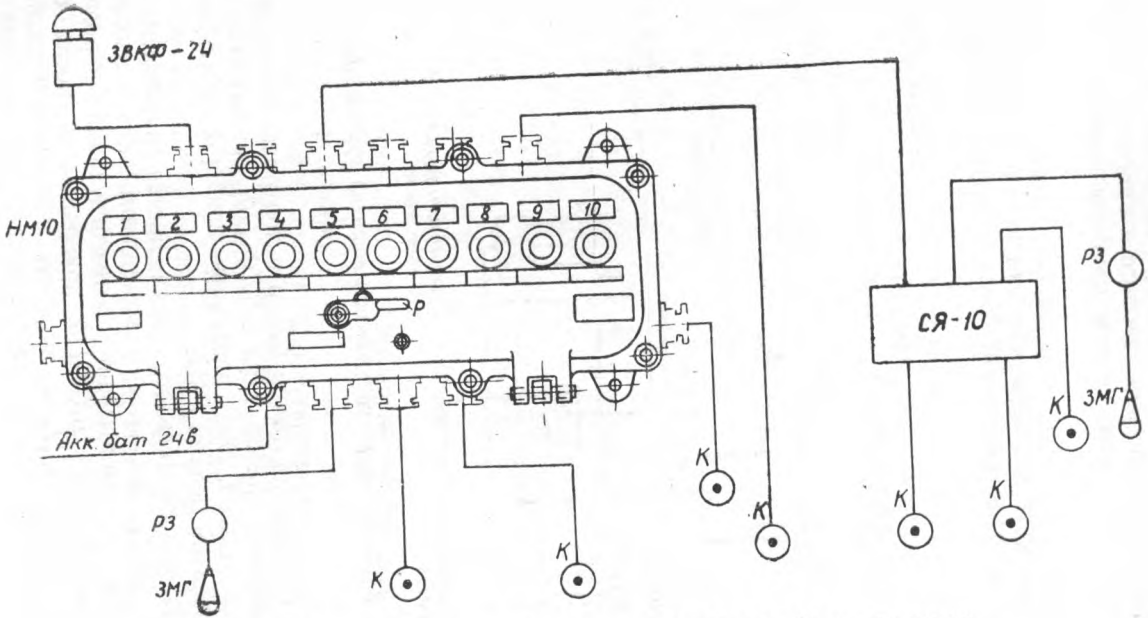


Рис. 2.107. Схема буфетной группы звонков для большого судна

На рис. 2.108 дана схема расположения машинной группы звонков. В каждом командном посту установлено по одному номернику со звонком и по одному двухпедальному замыкателю *ЗМ2*. Кроме того, в командном посту № 1 установлен переключатель постов *П*, посредством которого к приборам исполнительных постов могут быть подключены приборы первого или второго командных постов.

Для подачи сигнала в исполнительный пост в командном посту нужно нажать соответствующую педаль замыкателя *ЗМ2*; при этом в исполнительном посту будут действовать ревун

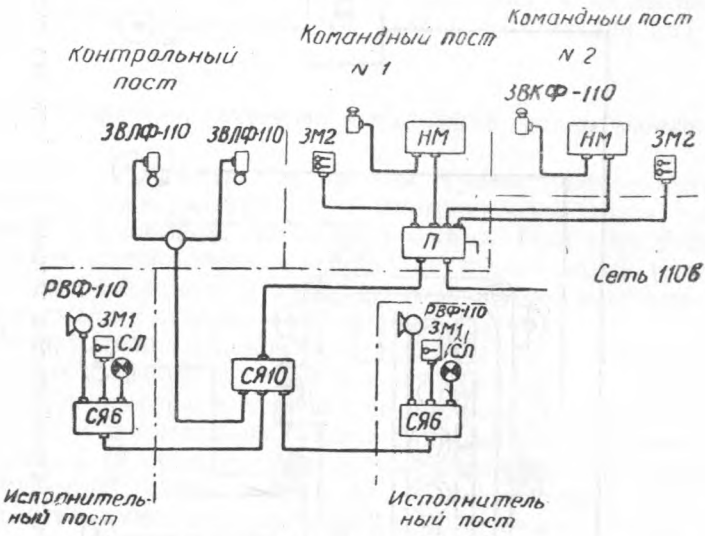


Рис. 2.108. Схема расположения машинной группы звонков

РВФ-110 и сигнальная лампа *СЛ*, а в контрольном посту включится сигнальный прибор типа *ЗВЛФ-110*, представляющий собой звонок с лампой. Эти сигнальные приборы действуют лишь во время нажатия педали *ЗМ2*.

Ответ из исполнительного поста дается нажатием педали замыкателя *ЗМ1*, при этом в командном посту звонит звонок *ЗВКФ-110* и срабатывает соответствующий шаровой сигнал. Действие звонка *ЗВКФ-110* прекращается после отпуска педали замыкателя *ЗМ1*, а шаровой сигнал возвращается в исходное положение после нажатия педали разблока *Р* номерника.

Питание машинной группы звонков производится обычно от судовой сети напряжением 110 *в*. Соответственно этому номерник и звонки устанавливаются также с обмотками на 110 *в*.

§ 77. Авральная группа звонков

Звонки авральной группы служат для подачи общесудовых сигналов, к которым относятся сигналы тревог, авральных работ, больших сборов и т. п. В схемах этой группы используются колокола громкого боя, сигнальные лампы и замыкатели.

На постоянном токе применяются колокола громкого боя типов *КЛФ* и *КРФ* и колокола-ревуны типа *КЛРФ*, а на переменном токе — колокола типов *КЛП* и *КРП* и колокола-ревуны типа *КЛРП*.

Колокола громкого боя на постоянном токе имеют такую же электрическую схему и электромагнитный механизм, как и звонок типа *ЗВОФ*, действующий на обрыв, а колокол громкого боя на переменном токе аналогичен звонку типа *ЗВП*. Но мощность и размеры у колокола больше, чем у звонка.

Общий вид и размеры колокола громкого боя показаны на рис. 2.109.

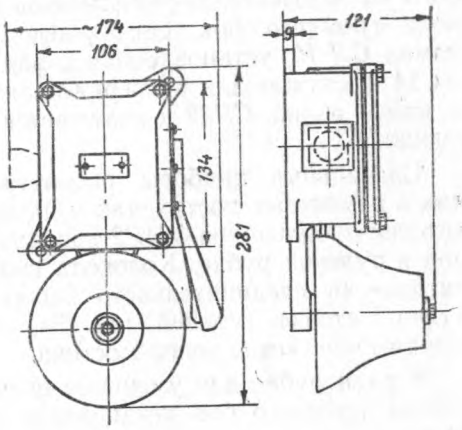


Рис. 2.109. Общий вид и размеры колокола громкого боя

Колокола громкого боя типов *КРФ* и *КРП* отличаются от колоколов типов *КЛФ* и *КЛП* тем, что у первых внутри коробки смонтировано реле. Обмотка этого реле подключается параллельно обмотке электромагнита колокола, а контакты реле при своем замыкании включают сигнальную лампу или прерыватель световой сигнализации, установленные вне колокола громкого боя. Такие колокола имеют два сальника.

На рис. 2.110 представлена полная скелетно-монтажная схема авральной группы звонков одного из судов. На схеме приняты следующие обозначения: *ЗМР2* — замыкатель-рубильник двухполюсный; *СЯ32* и *СЯ42* — соединительные ящики на 32 и 42 зажима; *КЛФ24* — колокол громкого боя на 24 *в*; *КРФ24* — колокол громкого боя с реле на 24 *в*; *СЛ-25* — сигнальная лампа на 110 *в*, 25 *вт*; *КС* — коробка соединительная; *КЗ* — кнопка звонковая.

Питание к колоколам подается от щитка аккумулятора батареи *Б-24*. Колокола громкого боя типа *КРФ* с реле устанавливаются в шумных помещениях, при этом сигнальные лампы дают дублирующий световой сигнал.

На рис. 2.108 дана схема расположения машинной группы звонков. В каждом командном посту установлено по одному номернику со звонком и по одному двухпедальному замыкателю *ЗМ2*. Кроме того, в командном посту № 1 установлен переключатель постов *П*, посредством которого к приборам исполнительных постов могут быть подключены приборы первого или второго командных постов.

Для подачи сигнала в исполнительный пост в командном посту нужно нажать соответствующую педаль замыкателя *ЗМ2*; при этом в исполнительном посту будут действовать ревун

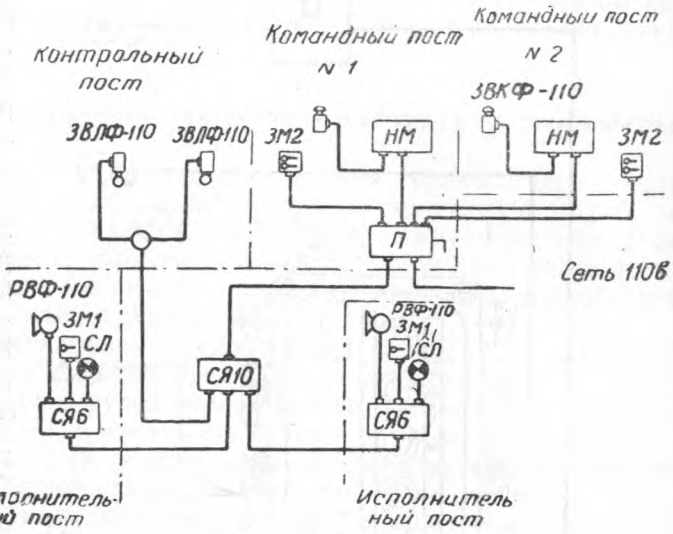


Рис. 2.108. Схема расположения машинной группы звонков

РВФ-110 и сигнальная лампа *СЛ*, а в контрольном посту включится сигнальный прибор типа *ЗВЛФ-110*, представляющий собой звонок с лампой. Эти сигнальные приборы действуют лишь во время нажатия педали *ЗМ2*.

Ответ из исполнительного поста дается нажатием педали замыкателя *ЗМ1*, при этом в командном посту звонит звонок *ЗВКФ-110* и срабатывает соответствующий шаровой сигнал. Действие звонка *ЗВКФ-110* прекращается после отпуска педали замыкателя *ЗМ1*, а шаровой сигнал возвращается в исходное положение после нажатия педали разблока *Р* номерника.

Питание машинной группы звонков производится обычно от судовой сети напряжением 110 *в*. Соответственно этому номерник и звонки устанавливаются также с обмотками на 110 *в*.

§ 77. Авральная группа звонков

Звонки авральной группы служат для подачи общесудовых сигналов, к которым относятся сигналы тревог, авральных работ, больших сборов и т. п. В схемах этой группы используются колокола громкого боя, сигнальные лампы и замыкатели.

На постоянном токе применяются колокола громкого боя типов *КЛФ* и *КРФ* и колокола-ревуны типа *КЛРФ*, а на переменном токе — колокола типов *КЛП* и *КРП* и колокола-ревуны типа *КЛРП*.

Колокола громкого боя на постоянном токе имеют такую же электрическую схему и электромагнитный механизм, как и звонок типа *ЗВОФ*, действующий на обрыв, а колокол громкого боя на переменном токе аналогичен звонку типа *ЗВП*. Но мощность и размеры у колокола больше, чем у звонка.

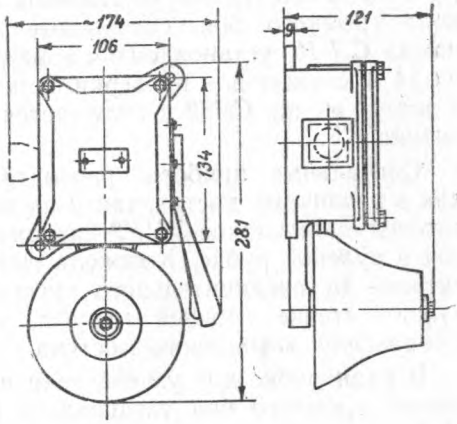


Рис. 2. 109. Общий вид и размеры колокола громкого боя

Общий вид и размеры колокола громкого боя показаны на рис. 2.109.

Колокола громкого боя типов *КРФ* и *КРП* отличаются от колоколов типов *КЛФ* и *КЛП* тем, что у первых внутри коробки смонтировано реле. Обмотка этого реле подключается параллельно обмотке электромагнита колокола, а контакты реле при своем замыкании включают сигнальную лампу или прерыватель световой сигнализации, установленные вне колокола громкого боя. Такие колокола имеют два сальника.

На рис. 2.110 представлена полная скелетно-монтажная схема авральной группы звонков одного из судов. На схеме приняты следующие обозначения: *ЗМР2* — замыкатель-рубильник двухполюсный; *СЯ32* и *СЯ42* — соединительные ящики на 32 и 42 зажима; *КЛФ24* — колокол громкого боя на 24 *в*; *КРФ24* — колокол громкого боя с реле на 24 *в*; *СЛ-25* — сигнальная лампа на 110 *в*, 25 *вт*; *КС* — коробка соединительная; *КЗ* — кнопка звонковая.

Питание к колоколам подается от щитка аккумулятора батареи *Б-24*. Колокола громкого боя типа *КРФ* с реле устанавливаются в шумных помещениях, при этом сигнальные лампы дают дублирующий световой сигнал.

Включение сигнальных приборов схемы производится при помощи одного из замыкателей *ЗМР2*, при этом сигнал подается лишь во время нажатия на педаль.

На схеме (рис. 2.110) видно, что питание от батареи *Б-24* через соединительную коробку *КС* подводится к двум трехзажимным группам соединительного ящика *СЯ32*. При нажатии педали одного из замыкателей-рубильников *ЗМР2* питание подводится к пятизажимным группам ящика *СЯ32* и к зажимам соединительного ящика *СЯ42*, от которых через предохранители получают питание приборы звуковой сигнализации и одна из ламп накаливания *СЛ-10* на 24 *в*. Одновременно с этим получают питание встроенные в колокола *КРФ* реле, которые срабатывают и своими контактами включают сигнальные лампы *СЛ-25*, получающие питание от сети освещения. Следовательно, при нажатии педали любого из замыкателей-рубильников *ЗМР2* включаются все колокола громкого боя, сигнальные лампы *СЛ-25* и сигнальная лампа *СЛ-10*, установленная в радиорубке. Вторая лампа *СЛ-10* на 24 *в* служит для проверки наличия питания на зажимах плюс и минус ящика *СЯ32* и включается лишь при нажатии звонковой кнопки *КЗ*.

Сигнальные приборы рассматриваемой схемы установлены как в различных постах, так и на верхней палубе. Один из замыкателей-рубильников *ЗМР2* находится на верхнем мостике, а второй в рулевой рубке. Колокола громкого боя *КЛФ*, получающие питание от соединительного ящика *СЯ32*, расположены на наружной стенке верхней палубы, в коридоре верхней палубы и в тамбуре командного мостика.

В радиорубке для уменьшения помех радиоприему вместо колокола громкого боя установлена сигнальная лампа *СЛ-10* на 24 *в*.

Колокола громкого боя *КЛФ* и *КРФ*, получающие питание через соединительный ящик *СЯ42*, расположены: на верхней палубе с правого борта (*КЛФ*) и с левого борта (*КЛФ*), в коридоре верхней палубы (*КЛФ*), в котельном отделении (*КРФ* и *СЛ-25*), в первом отсеке дизель-генератора (*КРФ* и *СЛ-25*), во втором отсеке дизель-генератора (*КРФ* и *СЛ-25*), в отсеке гребного электродвигателя (*КРФ* и *СЛ-25*), в коридоре платформы (*КЛФ*) и в румпельном отделении (*КРФ* и *СЛ-25*).

На некоторых пассажирских судах авральная группа в одной схеме имеет две части и двухпедальные замыкатели. В такой схеме при нажатии одной из педалей замыкателя *ЗМ2* включаются лишь колокола громкого боя, расположенные в машинных и в котельных отделениях и в некоторых других служебных помещениях.

При нажатии второй педали замыкателя включаются колокола громкого боя, расположенные в пассажирских помещениях.

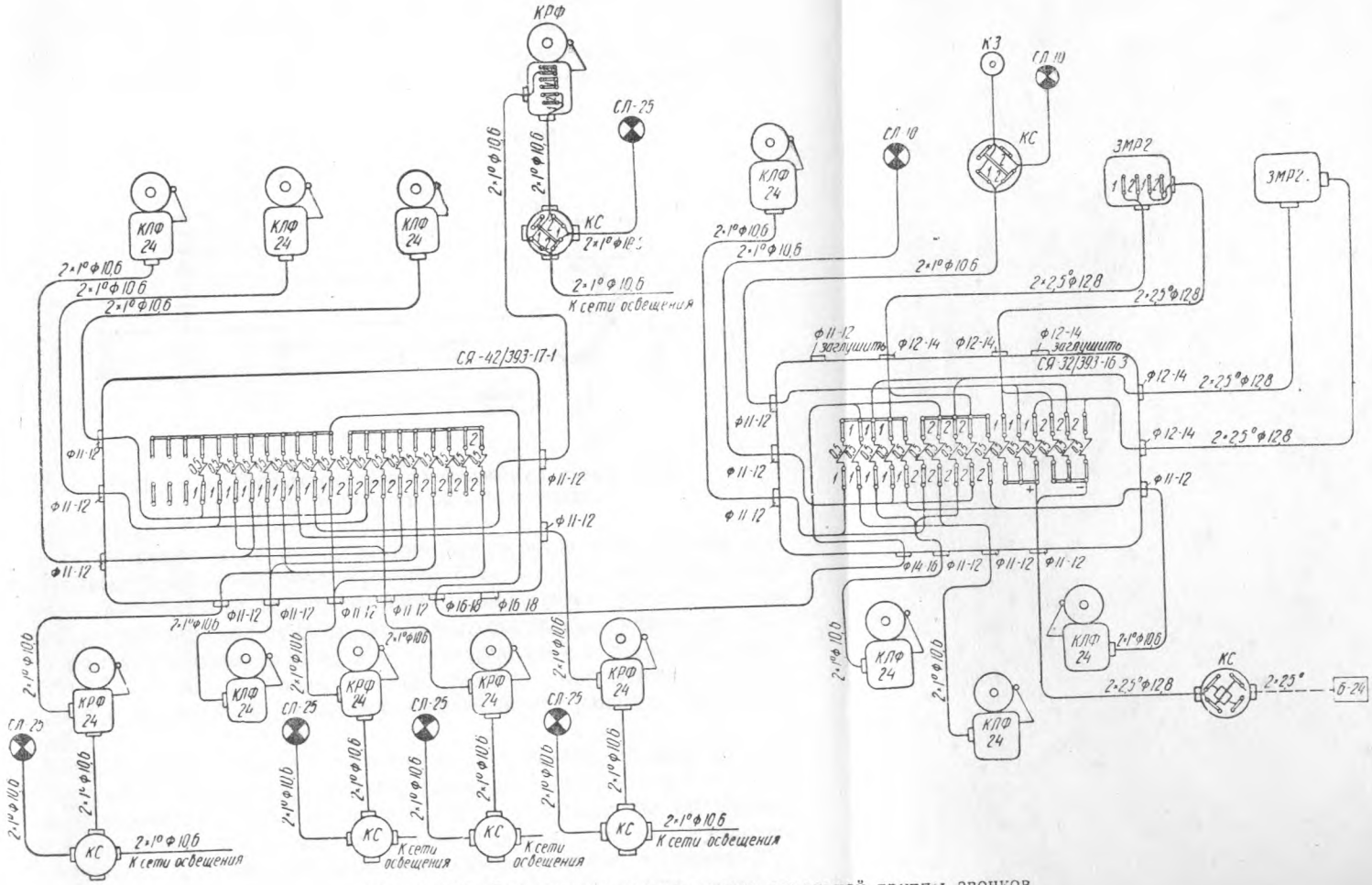


Рис. 2. 110. Скелетно-монтажная схема авральной группы звонков

§ 78. Электрическая температурная и пожарная сигнализации

Температурная сигнализация. На некоторых судах в ряде помещений температура воздуха не должна превышать определенной величины.

Для электрической сигнализации о повышении в помещении температуры сверх предельно допустимой величины применяют ртутные электроконтактные термометры и световые номерники типа *НСП10*.

На рис. 2.111 дана принципиальная электрическая схема двух комплектов температурной сигнализации, где T_1 и T_2 — ртутные термометры с электрическими контактами, установленные в контролируемых помещениях; P_1 и P_2 — реле номерника;

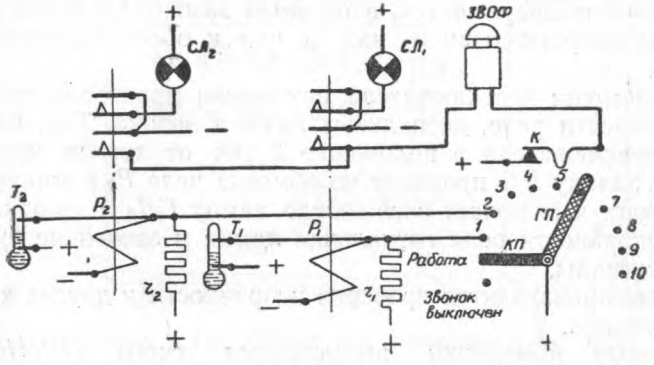


Рис. 2.111. Принципиальная электрическая схема двух комплектов температурной сигнализации

r_1 и r_2 — сопротивления, выполненные в виде бифилярной обмотки поверх обмоток реле P_1 и P_2; $СЛ_1$ и $СЛ_2$ — сигнальные лампы, включаемые соответственно контактами реле P_1 и P_2; *ЗВОФ* — общий для всех десяти комплектов номерника звонок; *К* — контакт в цепи звонка; *КП* — контактная планка переключателя; *ГП* — гетинаксовая планка, жестко укрепленная на одной оси с планкой *КП*. Переключатель имеет двенадцать положений.

Контактная планка *КП* в рабочем положении должна стоять против надписи «работа», при этом во всех комплектах ток от плюса батареи через сопротивления r_1, r_2 ... проходит по обмоткам реле *Р* к минусу, но так как ток имеет малую величину, то реле не срабатывают. Если же в помещении с термометром, например T_1, температура повысится до предельной, то столбик ртути замкнет контакты термометра, и сопротивление r_1 будет зашунтировано, при этом ток пойдет от плюса через термометр и по обмотке реле P_1 к минусу. Реле P_1 сработает и своими контактами замкнет

цепь сигнальной лампы $СЛ_1$ и цепь звонка *ЗВОФ*. После срабатывания реле сигнальная лампа будет гореть до понижения температуры ниже предельной, а звонок может быть выключен установкой указателя переключателя против надписи «звонок выключен». В этом положении переключателя гетинаксовая планка *ГП* нажимает на выступ одной из пластин контакта *К* и прерывает цепь звонка. При уменьшении температуры ниже предельной контакт в термометре прерывается, реле отпускает якорь и сигнальные приборы прекращают действие. После этого переключатель немедленно должен быть установлен в положение «работа». Все другие комплекты температурной сигнализации, входящие в световой номерник, действуют так же, как первый комплект.

Сопротивления реле r_1, r_2 предназначены для гашения искры в термометре. При разрыве ртутного контакта цепь питания обмотки реле не прерывается, а остается замкнутой через соответствующее сопротивление r_1 или r_2, чем и обеспечивается искрогашение.

При помощи переключателя номерника производится проверка исправности реле, сигнальных ламп и звонка. Так, при установке переключателя в положение *2* ток от плюса через контактную планку *КП* проходит по обмотке реле $Р_2$ к минусу. Реле срабатывает и включает сигнальную лампу $СЛ_2$ и звонок. В случае неисправности реле сигнальная лампа и звонок не будут подавать сигналы.

Так же производится проверка исправности и других комплектов номерника.

Световые номерники выпускаются типов *НСП10-12* и *НСП10-24* (на 10 номеров на рабочие напряжения 12 *в* и 24 *в* постоянного тока).

В номерниках применяются сигнальные лампы мощностью 5 *вт* с малым штырьковым цоколем.

Общий вид номерника типа *НСП* дан на рис. 2.112.

Против окон *1* внутри номерника устанавливаются сигнальные лампы. Переключатель *2* служит для проверки исправности приборов номерника. Над каждым окном номерника имеется щиток с номером контролируемого помещения, что и дает возможность определить, в каком помещении температура достигла предельной величины.

Пожарная сигнализация. Электрическая пожарная сигнализация предназначена для передачи сигналов о месте возникновения пожара. С этой целью применяются сигнальные системы, состоящие из извещателей и приемных станций с приборами звуковой и оптической сигнализации. Извещатели бывают ручного и автоматического действия. Извещатели ручного действия обычно представляют собой кнопки, при нажатии которых на приемную станцию подается сигнал с указанием места, откуда он подан.

Пожарно-сигнализационные установки по емкости приемных станций делятся на три типа: малой емкости с количеством номеров менее 50; средней емкости с количеством номеров 50 и более и большой емкости, когда установка состоит из нескольких станций среднего типа.

К преимуществам извещателей неавтоматического действия относятся: простота их устройства; дешевизна и простота ухода за ними. К недостаткам этих извещателей относится то, что сигнал может быть подан только после обнаружения возникшего пожара. При возникновении пожара в закрытых, мало доступных и в мало посещаемых помещениях, например в грузовых трюмах, кладовых, камерах хранения багажа, пожар может быть

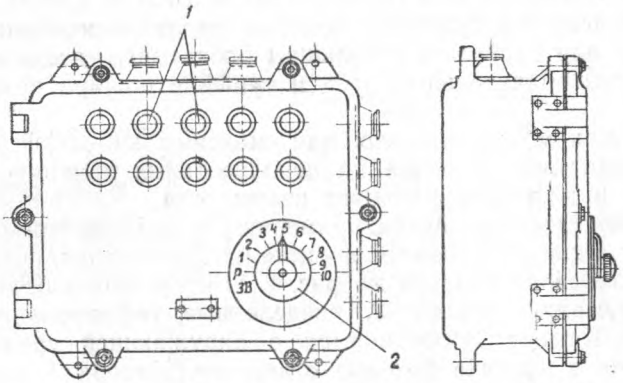


Рис. 2. 112. Общий вид номерника типа *НСП*

своевременно и не обнаружен и поэтому сигнализация не будет использована вовремя. В связи с этим на судах обычно применяются извещатели автоматического действия.

Существуют автоматические извещатели, действие которых основано на использовании весьма разнообразных физических и электрических свойств тел, как, например, расширения тел при нагревании, изменения электрического сопротивления проводников при их нагревании, реакции на появление света пламени или дыма (дымоощутители). На судах применяются, как правило, тепловые и фотоэлектрические извещатели.

Тепловые извещатели можно разделить на максимальные, дифференциальные и комбинированные.

Максимальные извещатели дают сигнал в момент возникновения заданного максимума температуры в месте их установки. В качестве таких извещателей могут быть применены ртутные термометры с электрическими контактами, термометры сопротивления, биметаллические контакты и другие. К недостаткам максимальных извещателей относится необходимость установки различного максимума для разных помещений и для различных

районов плавания. Так, в средних широтах температура в грузовом трюме + 50, + 60° С свидетельствует о возникновении пожара, а в котельном отделении это может быть обычная температура, не вызванная пожаром. Кроме того, при значительном удалении максимального извещателя от очага пожара, он может нагреться не скоро и сработает с запозданием.

Дифференциальные извещатели срабатывают при определенной скорости нарастания температуры окружающей среды, независимо от ее начального значения. Поэтому они не требуют регулировки при установке в помещениях с разной температурой и при переходе в другой климатический район плавания. К их недостаткам относится ненадежность работы при наличии тлеющего горения, например груза в трюме. В этом случае температура в помещении будет подниматься медленно и извещатель не сработает или сработает с большим опозданием, когда грузу будет нанесен значительный вред и тушение пожара станет трудным.

Работа комбинированных или максимально-дифференциальных извещателей основана на использовании принципов максимального и дифференциального извещателя.

На отечественных судах применяются дифференциальные извещатели типа «Теплозвон» и системы Машковича. Извещатель типа «Теплозвон» показан на рис. 2. 113. Он имеет большую камеру *1* и малую камеру *2*, разделенные гофрированной мембраной *3*. Камера *2* сообщается с окружающей средой через имеющиеся в крышке боковые отверстия. Камера *1* сообщается с камерой *2* через укрепленный в центре мембраны пористый клапан *4*. В верхней части камеры *2* имеются две нормально замкнутые пластины *5*. Медленное повышение температуры окружающей среды не вызывает срабатывания извещателя, так как давление в камерах *1* и *2* успевает выравниваться.

При большой скорости повышения температуры давления в камерах *1* и *2* не успевают выравниваться и в камере *1* давление становится выше, чем в камере *2*, поэтому диафрагма *3* прогибается кверху. При этом штифтом *6*, соединенным с клапаном *4*, размыкается контакт *5* и подается сигнал о пожаре.

В фотоэлектрических извещателях используются цезиевые или сурьмяноцезиевые фотоэлементы с ламповыми электронными усилителями. Такие извещатели в зависимости от их устройства реагируют либо на затемнение при появлении дыма, либо на освещение световым потоком, отраженным от взвешенных частиц дыма, поэтому они часто называются также дымоощутителями. Фотоэлектрической пожарной сигнализацией оборудуются такие помещения, как грузовые трюмы, багажные камеры судов дальнего плавания, отсеки и трюмы с углем и другие помещения, в которых развитие пожара может происходить медленно и сопровождаться значительным выделением дыма.

На рис. 2. 114 показано принципиальное устройство дымоощущающего извещателя с цезиевым фотоэлементом, дающим сигнал под действием светового потока, отраженного от взвешенных частиц дыма. Из охраняемых помещений в контрольную камеру извещателя вводятся открытые с обоих концов трубки *1*. Через эти трубки вентилятором *2* прогоняется воздух и при наличии пожара через контрольную камеру извещателя вместе с воздухом проходит дым. Внизу контрольной камеры расположен светильник *3*, прямой свет от которого проходит между трубками, не попадая на фотоэлемент *4*. Поэтому при отсутствии дыма фотоэлемент не срабатывает. При засасывании в камеру небольшого количества дыма от взвешенных частиц его отражается и рассеивается как видимый световой поток, так и инфракрасные лучи, к которым цезиевый фотоэлемент очень чувствителен.

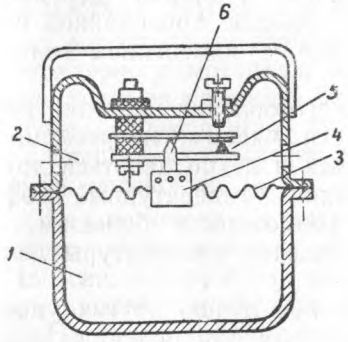


Рис. 2. 113. Общий вид извещателя типа «Теплозвон»

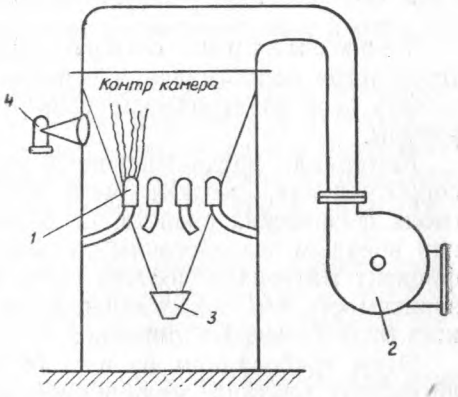


Рис. 2. 114. Принцип устройства дымоощущающего извещателя

Отраженный от частиц дыма лучистый поток через окно с линзой попадает на фотоэлемент *4* и вызывает появление в нем тока.

После усиления в ламповом усилителе ток от фотоэлемента поступает на приемную станцию в обмотку кодового (или другого типа) реле, которое своими контактами и включает сигнальные приборы, получающие питание от сети постоянного или переменного тока. В этом извещателе имеется один общий фотоэлемент для всех охраняемых помещений. Можно также выполнить извещатели с отдельными фотоэлементами для каждого патрубка, но это сильно усложняет и удорожает установку пожарной сигнализации, поэтому такая система применяется редко.

К недостаткам изображенного на рис. 2. 114 извещателя относятся необходимость наличия постоянно работающего вентилятора и прокладка трубок для связи контрольной камеры с охраняемыми помещениями.

Глава 16. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ

Электрические приборы для измерения неэлектрических величин на судах морского транспортного флота получают все более широкое применение. Эти приборы обладают такими преимуществами, как возможность дистанционного и непрерывного контроля, быстрота измерений, большие пределы измерений и сравнительно высокая их точность.

К электрическим приборам теплового контроля относятся термометры сопротивления, термоэлектрические пирометры, газоанализаторы, дымомеры, солемеры и влагомеры.

§ 79. Электрические приборы для измерения температуры

Термометры сопротивления. Принцип действия термометра сопротивления основан на свойстве проводников изменять свое электрическое сопротивление с изменением температуры.

Материал, предназначенный для изготовления термометров сопротивления, должен быть химически чистым, не изменять своих физических свойств, не окисляться и не поддаваться другим вредным воздействиям при нагревании. Температурный коэффициент материала должен быть по возможности большим, а зависимость его сопротивления от изменения температуры должна быть близкой к линейной.

Этим требованиям из чистых металлов лучше других удовлетворяют платина, медь и никель, поэтому они получили наибольшее применение как материалы для изготовления термометров сопротивления.

Электрический термометр сопротивления с датчиком из меди применяется для измерения температуры от — 50 до 100 ÷ 150° С. При более высокой температуре медь окисляется. Недостатком меди как датчика является также малое ее удельное сопротивление.

Никель имеет большее удельное сопротивление, чем медь, но линейная зависимость его сопротивления от температуры сохраняется только до 100° С, поэтому его применяют как датчик лишь для измерения температуры от — 50 до + 250 ÷ 300° С.

Платина в окислительной среде обладает большой химической стойкостью (до 1100° С), но зависимость ее сопротивления от температуры имеет также нелинейный характер. Платина применяется для измерения температур от — 120 до + 500° С.

Нижний предел измерения термометрами сопротивления может быть доведен до — 260° С. Начальное сопротивление датчиков термометров сопротивления составляет 20—100 *ом,* а их ток не превышает 10—15 *ма.*

В качестве вторичных приборов, работающих от термометров сопротивлений, могут быть использованы логометр, неуравновешенный мост и уравновешенный мост.

У моста три плеча выполняются из манганина (материала, не меняющего своего электрического сопротивления при изменении температуры), а четвертое плечо является датчиком термометра.

На рис. 2. 115 показана схема термометра сопротивления с неуравновешенным мостом. На схеме: R_t — датчик термометра, помещаемый в месте измерения температуры; r_1, r_2, r_3 — плечи моста; r — сопротивление для регулирования величины общего тока моста; $Г$ — гальванометр.

Одна из вершин моста подключена к сопротивлению датчика. Это уменьшает влияние на точность измерений колебаний температуры проводников, соединяющих датчик с мостом, так как в такой схеме один из соединительных проводов входит в одно плечо моста, а другой — в другое.

Сопротивление датчика представляет собой голую проволоку, бифилярно намотанную на слюдяную пластинку с зубчатой нарезкой по ее кромкам. Такой пакет вставляется в алюминиевую трубку, защищающую проволоку от механических повреждений. Внешнее оформление датчика зависит от его назначения и места установки.

Гальванометр электрического термометра сопротивления имеет двустороннюю шкалу, проградуированную в градусах Цельсия, и корректор, позволяющий устанавливать стрелку на 0 при данной температуре воздуха.

На судах термометры сопротивления применяются для измерения температуры подшипников, корпуса турбин и дизелей, температуры котловой воды, конденсата, масла.

Термоэлектрические пирометры. Высокие температуры измеряют обычно термоэлектрическими пирометрами, в которых в качестве датчика служит термопара, а в качестве измерителя — магнитоэлектрический гальванометр.

Термоэлектрическим пирометром можно измерять температуры от — 100° С до + 1500 ÷ 2000° С.

Явление термоэлектричества было открыто в 1821 г. немецким физиком Томасом И. Зеебеком. Он установил, что если концы *1* двух разнородных проводников *А* и *В* (рис. 2. 116) соединить или спаять между собой и подогревать их, а температуру свободных концов *2* и *3* поддерживать постоянной, то в цепи возникнет э. д. с. Такой источник тока и называется термопарой или термоэлементом, при этом спаянные концы *1* считаются рабочими, а неспаянные *2* и *3* — свободными.

Термоэлектродвижущая сила термопары зависит от материала проводников и разности температур между рабочим спаем и свободными концами.

При равенстве температур рабочего спая и свободных концов термо- э. д. с. $E = 0$. Если же температуру свободных концов термопары поддерживать постоянной, то в этом случае э. д. с. термопары будет зависеть только от температуры рабочего конца. Направление э. д. с. в термопаре обусловлено применяемыми материалами и является для данной пары постоянным. Принято считать за положительный электрод тот, у которого ток направлен от рабочего спая термопары к свободному концу.

К свободным концам *2* и *3* термопары присоединяется какая-либо нагрузка, например обмотка высокочувствительного реле или милливольтметр. Для получения возможно более точных измерений температуры необходимо, чтобы температура неподо-

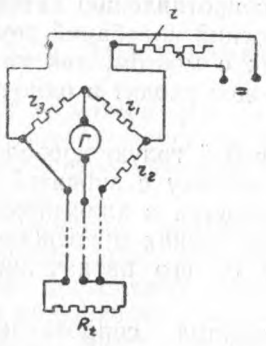


Рис. 2. 115. Схема термометра сопротивления

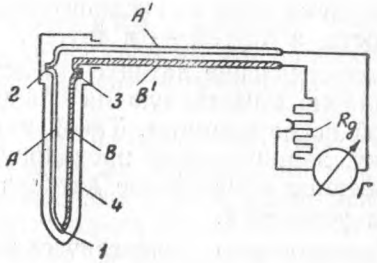


Рис. 2. 116. Устройство термопары

греваемых концов термопары была строго постоянной. Невыполнение этого требования ведет к тому, что при одной и той же температуре рабочих концов термопары величина термо- э. д. с. будет другой и стрелка милливольтметра даст другие показания.

Чтобы обеспечить постоянную температуру свободных концов термопары, контакты, к которым они присоединяются, выполняются массивными с тепловой изоляцией. С этой же целью свободные концы относят возможно дальше от контролируемого места и помещают их в такие условия, при которых температура изменяется возможно меньше. Для этого применяются «удлинительные термоэлектроды» в виде соединительных проводников A' и B' (рис. 2. 116), выполненных либо из того же материала, что и рабочие электроды, либо из других металлов, но дающих термо- э. д. с. в паре в пределах от 0 до 100° С такую же зависимость от температуры, как и у основной термопары. Так как удлинительные провода не подвергаются большому нагреву, то их обычно выполняют из более дешевых сплавов, чем основные электроды термопары.

Ток в милливольтметре $Г$ равен

$$I = \frac{E}{R_T + R_П + R_Г}, \qquad (2.31)$$

где E — э. д. с. термопары; R_T — сопротивление термопары; $R_П$ — сопротивление удлинительных проводов и $R_Г$ — сопротивление милливольтметра, т. е. показания измерителя зависят и от сопротивления удлинительных проводов. Но так как отечественные милливольтметры градуируются при сопротивлении $R_T + R_П = 5$ *ом*, то в цепь термопары последовательно с милливольтметром включается уравнительное сопротивление $R_Д$ из манганина, при помощи которого на месте установки и следует отрегулировать линию так, чтобы $R_T + R_П + R_Д = 5$ *ом*. Это же уравнительное сопротивление используется и для регулировки в процессе эксплуатации в случае изменения величин $R_Г$ и $R_П$.

Для измерения температур в пределах от 1100 до 1250° С широкое применение получили термопары из специальных сплавов хромель-алюмеля и хромель-копеля [1]. Особенно широко применяются термопары из хромель-алюмеля, который хорошо сохраняется в окислительной среде.

Термоэлектрические характеристики некоторых термопар даны на рис. 2.117.

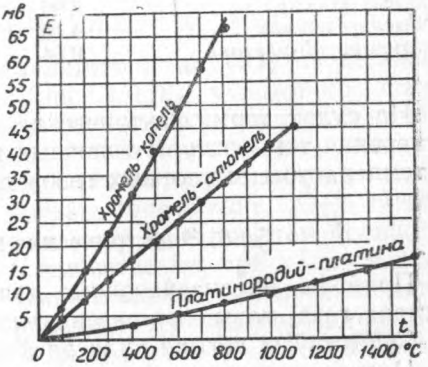


Рис. 2.117. Термоэлектрические характеристики термопар

Удлинительными проводами для термопары хромель-алюмель служат медь-константан, а для термопары хромель-копель удлинительные провода выполняются из материала, одинакового с рабочими электродами.

Наиболее распространенной термопарой из благородных металлов является термопара с электродами платинородий-платина, у которой один электрод выполнен из чистой платины, а другой из сплава, содержащего 90% платины и 10% родия. Эта термопара обладает большой химической стойкостью в окислительной среде и может применяться для измерения температур до 1400 ÷ 1600° С. Удлинительные провода этой термопары выполняются один из меди, а другой из сплава ТП, содержащего 60% меди и 40% константана.

[1] Состав сплавов: хромель — 90% Ni + 10% Cr; алюмель — 1% Si + + 2% Al + 17% Fe + 2% Mn + 78% Ni; копель — 56,5% Cu + 43,5% Ni.

Данные о рабочих параметрах наиболее распространенных термопар приведены в табл. 2. 6.

Термопары помещаются в защитную трубу *4* (рис. 2.116), которая в зависимости от измеряемых температур выполняется из стали, кварца или фарфора.

В качестве измерителя в термоэлектрических пирометрах применяются милливольтметры магнитоэлектрической системы, градуированные в ° С.

Таблица 2. 6

Наименование термопары	Термо- э.д. с. при $t_{раб.\ к} = 100°$ С, $t_{своб.\ к} = 0°$ С, *мв*	Верхний предел измеряемой температуры, °С	
		при длительном применении	при кратковременном применении
Медь-копель	4,75	350	500
Железо-копель	5,75	600	800
Хромель-копель	6,95	600	800
Хромель-алюмель . . .	4,10	1100	1250
Платинородий-платина .	0,64	1400	1600

На судах термоэлектрические пирометры применяются для измерения температуры топочных газов котла, температуры пара и температуры выхлопных газов дизелей.

§ 80. Электрические газоанализаторы

Приборы, предназначенные для количественного определения состава газа, называют газоанализаторами.

Существуют четыре вида электрических газоанализаторов:

1) газоанализаторы с использованием принципа теплопроводности газов; 2) газоанализаторы с использованием теплоты химической реакции газов; 3) оптико-акустические газоанализаторы и 4) магнитные газоанализаторы.

На судах для анализа топочных газов получили применение первые два вида газоанализаторов.

Газоанализаторы, действующие на принципе теплопроводности. При прохождении по проводнику тока в нем в одну секунду выделяется количество тепла, определяемое уравнением $Q = 0{,}24\, I^2 r$, что и вызывает нагрев проводника. При этом температура нагрева данного проводника зависит как от величины Q, так и от условий теплообмена с окружающей средой.

Основными факторами, влияющими на теплообмен проводника с окружающей средой, являются: 1) теплопроводность газовой среды; 2) температура газа или газовой смеси; 3) скорость обтекания проводника газом.

Газоанализаторы, действующие на принципе теплопроводности, обычно строятся с расчетом, что температура и скорость движения газов около проводника постоянны. Тогда температура нагрева проводника с током, а следовательно, и его сопротивление будут зависеть только от состава газовой смеси.

Величины теплопроводности некоторых газов в процентах по отношению к воздуху при 0° С даны в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Наименование газа	Воздух	Водород H_2	Кислород O_2	Азот	Водяной пар при 100° С	Окись углерода CO	Двуокись углерода CO_2
Относительная теплопроводность газа по отношению к воздуху $\frac{\lambda_г}{\lambda_{возд.}}$ при 0° С в %	100	700,5	103,2	100	97,3	97,5	61,5

Электрическая схема газоанализатора на CO_2 представляет собой неуравновешенный мост (рис. 2.118), у которого сопротивления плеч r_1 и r_4 находятся в герметически закрытой камере, наполненной воздухом, а сопротивления плеч r_2 и r_3 являются рабочими и находятся в камере, через которую проходит анализируемая газовая смесь. Чем больше содержание CO_2 в газовой смеси, тем меньше теплоотдача от плеч r_2 и r_3 и тем больше их температура и сопротивление. Следовательно, при наличии в воздухе двуокиси углерода CO_2, сопротивления r_1, r_2, r_3, r_4 нагреваются неодинаково, поэтому равновесие моста нарушится и по отклонению стрелки на шкале милливольтметра, отградуированной в процентах содержания CO_2, можно отсчитать процентное содержание CO_2 в анализируемой газовой смеси. Сопротивление r_0 служит для приведения моста в равновесие при данной температуре воздуха. Сопротивление r предназначено для регулирования величины допустимого общего тока моста.

Газовая смесь до впуска в рабочие камеры газоанализатора очищается в фильтрах от взвешенных частиц, проходит через электрическую печь для сжигания содержащегося в ней водорода и затем пропускается через холодильник для охлаждения и конденсации содержащихся в ней паров. Тепловая инерция газоанализатора, т. е. время, в течение которого наступает равновесие, составляет 5—8 мин.

На этом же принципе устроены некоторые газоанализаторы для определения в газовой смеси процентного содержания водорода.

Газоанализаторы с использованием теплоты химической реакции газа. Газоанализатор для опреде-

ления в газовой смеси содержания продуктов неполного сгорания, т. е. $CO + H_2$, действует по принципу использования выделяемой при сгорании газа[1] теплоты химической реакции. Электрическая схема этого газоанализатора представляет собой также неуравновешенный мост. На рис. 2. 119 дана электрическая и газовая схемы такого газоанализатора. В схеме r_1 и r_3 — неактивные плечи моста выполнены из манганиновой проволоки. Сопротивления r_2 и r_4 выполняются из платиновой проволоки, причем r_2 находится в герметической камере, наполненной воздухом, а r_4 помещено в камеру, через которую пропускается исследуемая газовая смесь. Сопротивление r_4 служит датчиком и одновременно катализатором: оно нагревается током до 400—450° С, при этом температура воспламенения $CO + H_2$ снижается с 900

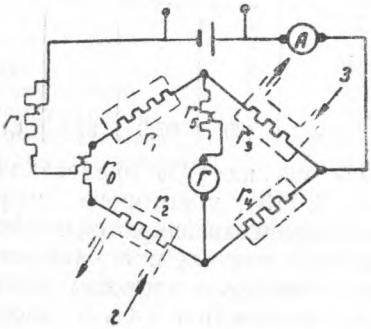


Рис. 2. 118. Электрическая схема газоанализатора на CO_2

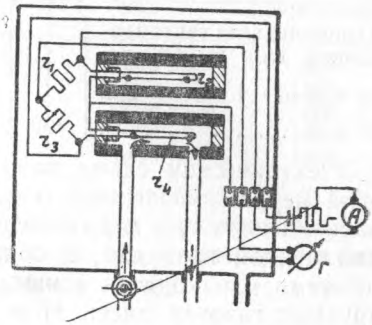


Рис. 2. 119. Электрическая схема газоанализатора с неуравновешенным мостом

до 400° С. Таким способом газ $CO + H_2$, попадая в камеру плеча r_4, сгорает и, выделяя тепло, создает дополнительное нагревание плеча r_4, повышая его сопротивление. При этом равновесие моста нарушается и стрелка гальванометра указывает содержание газа $CO + H_2$.

Газоанализатор для измерения $CO + H_2$ питается от аккумулятора с напряжением 6 *в*; ток питания моста равен 0,8 *а*.

На таком же принципе действуют газоанализаторы для измерения процентного содержания метана, малых концентраций CO и паров бензина.

§ 81. Электрические дымомеры

Дымомеры предназначены для осуществления контроля из котельного отделения за полнотой сгорания топлива по дымности выходящих продуктов горения.

[1] При сгорании газа на 1 моль водорода выделяется 57 *ккал* тепла и на 1 моль окиси углерода — 68 *ккал* тепла.

Схема установки дымомера дана на рис. 2. 120. В качестве датчика в дымомере используется лампа накаливания *1*, питаемая от судовой сети через стабилизатор напряжения *2*, например барретор. Приемником служит термобатарея *3* или фотоэлемент. Термобатарея обычно состоит из нескольких термопар с последовательно-параллельным их включением. В качестве измерителя используется магнитоэлектрический милливольтметр *Г*. Для лучшего использования лучистого потока у лампы имеется отражатель *4*, а между лампой и термобатареей установлены оптические линзы *5* и *6*. В газовой камере *7*, в которой измеряется содержание дыма, имеются стекла *8* для защиты от загрязнения дымом линз, лампы и термобатареи. Шкала милливольтметра выполняется в виде шести участков с заштрихованными линиями различной густоты (см. нижнюю часть рис. 2. 120) с разбивкой делений по логарифмическому закону.

При отсутствии дыма на термоэлемент *3* попадает от лампы *1* максимально возможное количество лучистого потока, и, следовательно, нагрев рабочего спая термобатареи и ее термоэлектродвижущая сила будут также максимальными. Поэтому стрелка милливольтметра отклоняется в крайнее положение и устанавливается на незаштрихованное деление 0.

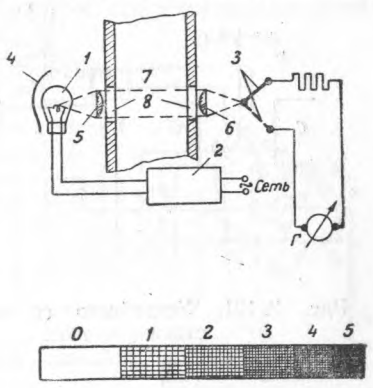


Рис. 2. 120. Схема установки дымомера

По мере увеличения густоты дыма все меньшая часть лучистого потока лампы будет доходить до термобатареи, отклонение стрелки будет уменьшаться и она будет переходить на деления *1*, *2*, *3* и т. д.

В эксплуатации имеются дымомеры с равномерной шкалой милливольтметра или гальванометра, градуированной без штриховки с делениями 0—100.

Конструкция прибора зависит от того, для каких установок он предназначен.

Большим недостатком этого типа дымомера является возможность загрязнения его оптики, поэтому при эксплуатации дымомера всегда нужно следить за чистотой линз *5*, *6* и стекол *8*, иначе прибор будет давать преувеличенные показания с большой погрешностью.

§ 82. Электрические солемеры

Назначение и принцип действия солемеров. Солемеры на судах служат для определения солесодержания конденсата и котельной воды. Схемы солемеров разнооб-

разны, но их действие основано обычно на принципе изменения электропроводности водных растворов в зависимости от концентрации в них солей.

Вода, не содержащая солей, имеет очень малую электропроводность и можно считать, что ее удельное сопротивление $\rho \cong \infty$. С увеличением концентрации растворенных в воде солей ее электропроводность увеличивается, поэтому такие водные растворы обычно называют электролитами.

Электропроводность электролита зависит не только от концентрации солей, но и от его температуры и можно принять, что в интервале температур от 0 до +30° С повышение температуры на 1° С вызывает увеличение электропроводности на 2—2,4%, причем с увеличением температуры этот процент уменьшается. В связи с этим в схемах солемеров предусматриваются элементы для компенсации температурной погрешности. Кроме того, Центральным котлотурбинным институтом ЦКТИ установлено, что показания солемера сильно зависят от содержания в конденсате растворенного углекислого газа (CO_2) и аммиака (NH_3) и могут увеличиться на 100% и больше. Поэтому в современных промышленных установках имеются дегазационные холодильники для удаления этих газов.

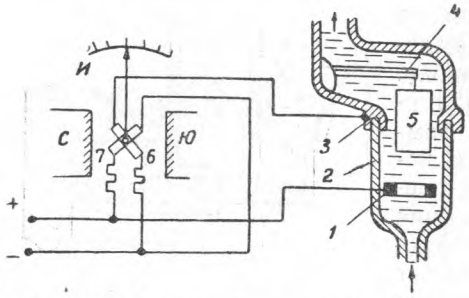


Рис. 2. 121. Устройство солемера постоянного тока

Солемер постоянного тока. На морских судах получил применение солемер постоянного тока с биметаллической температурной компенсацией. Схематическое изображение такого солемера дано на рис. 2. 121, где *1* — анод, выполненный в виде кольца из платины или нержавеющей стали; *2* — стеклянный цилиндр; *3* — корпус датчика, служащий катодом; *4* — биметаллическая пластинка; *5* — плунжер; *И* — измеритель, представляющий собой магнитоэлектрический логометр, у которого рабочая рамка *6* создает вращающий момент, а рамка *7* — противодействующий момент и находится все время под током. Вода полностью заполняет датчик и проходит через него в направлении, указанном стрелками. При отсутствии в воде растворенных солей ее электропроводность близка к нулю и ток через рамку *6* не проходит. Поэтому под действием рамки *7* стрелка измерителя стоит на нуле или вблизи нуля. При увеличении солесодержания увеличивается электропроводность воды и ток от анода *1* проходит через электролит на корпус *3* и далее по рабочей

рамке *6* к минусу, что и вызовет отклонение стрелки логометра на тем большую величину, чем больше будет солесодержание воды. При предельно установленном солесодержании стрелка замыкает контакт, включающий сигнальный прибор.

Солемер может быть использован при температуре электролита от +15 до +75° С.

Температурная компенсация осуществляется посредством биметаллической пластинки *4* и плунжера *5*. При нагревании электролита одновременно нагревается и изгибается биметаллическая пластинка *4* и опускается подвешенный к ней плунжер *5*. Так как плунжер выполнен из диэлектрика, то при его опускании уменьшается сечение электролита, по которому проходит ток, и его сопротивление на пути от анода к катоду увеличивается, чем и компенсируется уменьшение сопротивления электролита от повышения его температуры.

Солемер имеет фильтр для очистки воды от химических примесей и смесительную камеру, обеспечивающую требующуюся скорость движения воды.

Солемер рассчитан на измерение солесодержания воды в пределах от 0 до 10° Брандта, т. е. для определения содержания NaCl с концентрацией от 0 до 100 *мг/л*.

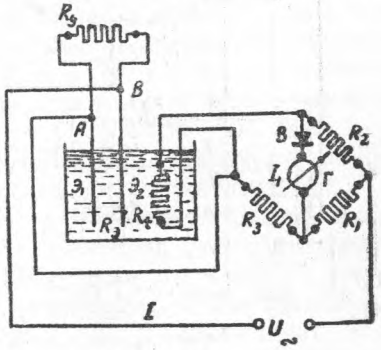


Рис. 2. 122. Схема включения солемера переменного тока

Питание подается к солемеру от сети постоянного тока напряжением 110 *в*, при этом колебания напряжения в пределах ±10% номинального мало отражаются на показаниях солемера.

Солемер переменного тока. На морских судах широкое применение получил солемер переменного тока типа *СЭК-47* с температурной компенсацией в виде термометра сопротивления R_t, включенного по схеме рис. 2. 122 и погруженного в исследуемый электролит. К датчику здесь относятся электроды $Э_1$, $Э_2$ и сопротивление R_9, включенное в цепь питания моста параллельно сопротивлению электролита $R_э$. В схеме сопротивления плеч $R_1 = R_3$, а сопротивления R_2 и R_t для обеспечения лучшей температурной компенсации берутся неравными. Поэтому даже при нулевой концентрации соли мост получается неуравновешенным и в измерителе проходит ток [1]

$$I_Г = n_1 I\,(R_2 - R_t) = n\frac{R_2 - R_t}{R_{AB}}, \qquad (2.32)$$

[1] А. М. Туричин, Электрические измерения неэлектрических величин, Госэнергоиздат, 1954.

где n_1 и n — коэффициенты пропорциональности;

I — общий ток моста;

R_{AB} — общее сопротивление датчика, состоящее из параллельно включенных сопротивлений $R_э$ и R_9.

Материал плеча R_t и разность сопротивлений $R_2 - R_t$ выбираются такими, чтобы при изменении температуры электролита отношение $\frac{R_2 - R_t}{R_{AB}}$ оставалось постоянной величиной.

Недостатком схемы является невозможность использования всей шкалы измерителя вследствие наличия некоторой величины начального тока. Для устранения этого недостатка в схему питания моста вводится дополнительный источник тока, компенсирующий начальное отклонение стрелки измерителя. Кроме того, имеется стабилизатор напряжения в цепи питания моста.

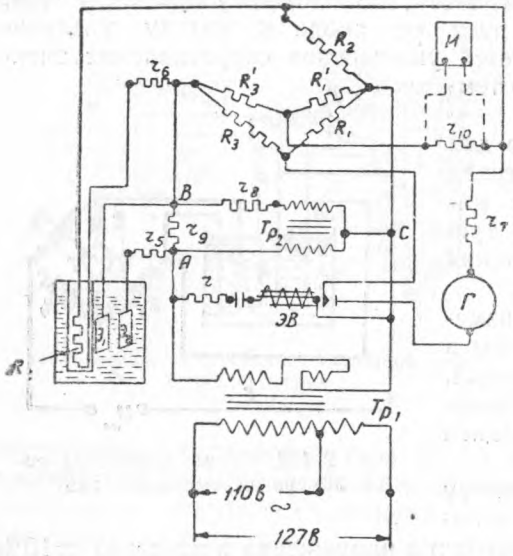


Рис. 2.123. Схема солемера типа *СЭК-47*

Схема солемера типа *СЭК-47*, применяемого на судах для измерения солесодержания питательной воды машинно-котельных установок, дана на рис. 2.123, где $Тр_1$ — стабилизирующий трансформатор питания, понижающий напряжение до 30 *в*; $Тр_2$ — трансформатор для искусственного создания нуля при солености воды, равной нулю; $Э_1$, $Э_2$ — электроды датчика из нержавеющей стали; r_9 — шунтирующее сопротивление датчика; R_1, R_2, R_3 — плечи моста; R_t — температурный компенсатор; $Г$ — магнитоэлектрический милливольтметр; $ЭВ$ — электромагнитный вибрационный выпрямитель для питания измерителя; R'_1, R'_3 — дополнительные плечи моста для включения самопишущего измерительного прибора $И$; r_5, r_6, r_7 — подгоночные сопротивления; r_8, r — добавочные сопротивления.

Питание солемера через трансформатор может производиться от сети переменного тока 110 или 127 *в*. Магнитоэлектрический милливольтметр $Г$ получает питание через вибрационный выпрямитель $ЭВ$. При солености воды, равной нулю ($R_э = \sim$)

при помощи автотрансформатора $Тр_2$ между точками B и C создается напряжение, равное нулю, и этим исключается начальное отклонение стрелки от нуля. При наличии того или иного солесодержания воды ее электропроводность не равна нулю, поэтому между точками B и C появится напряжение и мост получит питание. Это вызовет отклонение стрелки милливольтметра на угол тем больший, чем больше солесодержание воды.

При повышении температуры электролита его сопротивление $R_э$ и общее сопротивление датчика $R_{AB} = \frac{R_э + R_9}{R_э \cdot R_9}$ уменьшаются, поэтому ток $I_Г$ (2. 32) в измерителе должен возрасти, но так как одновременно увеличивается величина R_t, то в некотором диапазоне температур электролита ток $I_Г$ в измерителе остается неизменным (см. уравнение 2. 32).

Градуировка прибора производится с расчетом на изменение температуры электролита в пределах от +30 до 50° С или в пределах от +80 до +105° С. Шкала милливольтметра градуируется в градусах Брандта от 0 до 10°. Рабочей частью шкалы является участок от 0 до 6° Брандта. Шкала может быть отградуирована в миллиграммах на литр с учетом того, что 1° Бр = 10 *мг/л*.

В случае отсутствия или отключения самопишущего измерительного прибора $И$ вместо него включают сопротивление r_{10}.

Кроме солемера типа *СЭК-47*, изготовляется корабельный электрический солемер типа *СЭК-54*. Основная схема и принцип работы солемера *СЭК-54* (рис. 2. 124) такие же, как у солемера *СЭК-47*, но у него отсутствуют самопишущий измерительный прибор и дополнительные плечи моста для его включения. Вместо вибрационного выпрямителя у него установлен полупроводниковый германиевый выпрямитель типа *ДГЦ-10*, а в плечо моста последовательно с сопротивлением R_1 включен температурный компенсатор из медной проволоки. Этот компенсатор предназначен для введения поправки на колебание температуры окружающей среды в месте расположения прибора. Кроме того, в этой схеме исключены некоторые установочные сопротивления и конденсатор, а для удобства проверки правильности работы комплекта предусмотрен переключатель на три положения.

На рис. 2. 124 нумерация зажимов сохранена такой, как это дано в схеме завода, R_1, R_2, R_3 — плечи моста из манганина; R_t — четвертое плечо моста, используемое в качестве термометра сопротивления для температурной компенсации при колебаниях температуры контролируемой воды; R_6 — подгоночное сопротивление внешних проводов, связывающих термометр сопротивления с мостом.

Сопротивления R_8 и R_9 имеют такое же назначение, как и сопротивления r_8 и r_9 у солемера *СЭК-47*, а трансформаторы *Т-1-47* и *Т-2-47* такие же, как на рис. 2. 123 трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$; R_7' — контрольное сопротивление, используемое при под-

гонке суммарного сопротивления R_6 и проводов, соединяющих термометр сопротивления R_t с мостом; R'_7 и R_{11} — контрольные сопротивления, используемые при проверке правильности работы солемера; R_{14} — подгоночное сопротивление в цепи милливольтметра.

В процессе эксплуатации солемеров *СЭК-47* и *СЭК-54* следует не реже одного раза в месяц чистить электроды чистой ветошью и проверять правильность работы комплекта солемера. Для чистки электродов не разрешается применять наждачную бумагу или какие-либо металлические предметы.

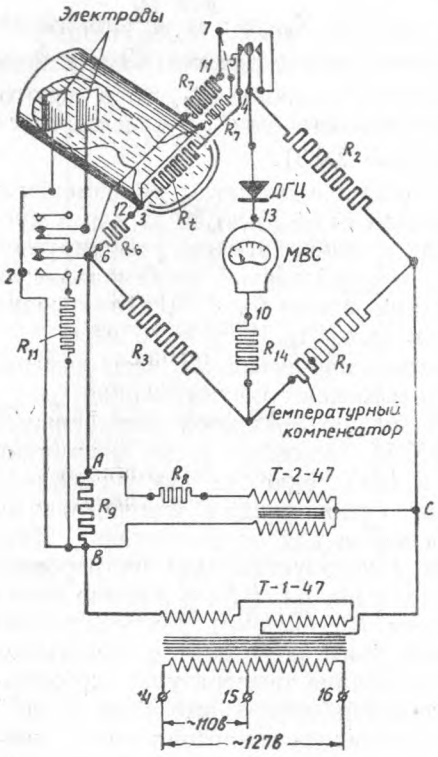


Рис. 2.124. Схема солемера типа *СЭК-54*.

Для проверки правильности работы комплекта солемера имеется переключатель, содержащий все контакты, изображенные на рис. 2.124. При среднем положении ручки переключателя солемер включен для работы по схеме, изображенной на рисунке. При установке ручки переключателя в верхнее положение его контактами соединяются зажим *1* с зажимом *6* и зажим *4* с зажимом *7*, т. е. разрывается цепь электродов и вместо сопротивления воды включается сопротивление R_{11}, а вместо сопротивления $R_t + R_6 + R$ соединительных проводов в четвертое плечо моста включается сопротивление R_7. При такой схеме стрелка милливольтметра *МВС* должна остановиться на «реперной точке» и показывать $2 \pm 0{,}1°$ Бр.

Установкой ручки переключателя в нижнее положение прерывается лишь цепь электродов, что соответствует бесконечно большому сопротивлению воды между электродами и стрелка милливольтметра должна установиться против $0 \pm 0{,}1°$ Бр.

К преимуществам солемера *СЭК-54* относятся более надежная работа и больший срок службы германиевого выпрямителя *ДГЦ-10*

по сравнению с вибрационным выпрямителем, а также более высокая точность измерений солесодержания воды. Основная погрешность комплекта в рабочей части шкалы (0 — 6° Бр) не более ±0,25° Бр. Дополнительная погрешность в рабочей части шкалы, вызванная только отклонением температуры контролируемой воды от градуировочной температуры, на каждые 10° С для диапазона температур измеряемой воды от +30 до +50° С и от +80 до +105° С — не более ±3% и для диапазона температур от +10 до +105° С — не более ±5%. Изменение напряжения сети на ±5% вызывает изменение показаний солемера не более чем на ±1%.

Цена деления на участке шкалы от 0 до 2° Бр — 0,1° Бр, на участке от 2 до 3° Бр — 0,2° Бр, на участке от 3 до 6° Бр — 0,5° Бр и на участке от 6 до 10° Бр — 1° Бр.

§ 83. Электрические влагомеры

Измерение влажности воздуха или какого-либо газа на месте обычно производится при помощи ртутных психрометров. Дистанционный и постоянный контроль за влажностью осуществляется электрическими влагомерами (гигрометрами).

Абсолютная влажность характеризуется количеством граммов водяного пара, содержащегося в 1 $м^3$ воздуха или газа.

Относительная влажность представляет собой отношение веса водяного пара в 1 $м^3$ воздуха к максимально возможному весу водяного пара в 1 $м^3$ при данных температуре и давлении и выражается в процентах.

При помощи влагомеров обычно измеряют относительную влажность, при этом чаще для измерений используют психрометрический эффект, который заключается в понижении температуры увлажненной поверхности тела вследствие расхода тепла на испарение воды. Влагомеры, действующие на этом принципе, называются психрометрами.

Измерение относительной влажности при помощи психрометров сводится к определению разности температур двух термометров — сухого и увлажненного. Для увлажнения термометра на его теплочувствительную часть надевают мешочек из гигроскопической ткани, один конец которого все время должен находиться в воде. Чем меньше влажность исследуемой среды, тем быстрее происходит испарение на «мокром» термометре и тем больше понижается его температура. Получающаяся при этом психрометрическая разность температур используется для построения шкалы или таблицы величин относительной влажности.

В электрических психрометрах вместо ртутных термометров обычно используют термометры сопротивления.

Принципиальная схема электрического психрометра дана на рис. 2. 125. Она состоит из двух неуравновешенных мостов, у каждого из которых одно из плеч является датчиком термометра

сопротивления. Один из этих термометров, например R_{TM}, обертывается влажной пряжей, конец которой опускается в воду, а другой термометр R_{TC} является сухим. Поэтому температура сопротивления R_{TM} меньше, чем R_{TC}. Следовательно, напряжение измерительных цепей $U_{ab} > U_{cd}$, и если бы каждый мост имел отдельный гальванометр, то можно было бы по одному гальванометру определить температуру, показываемую сухим термометром сопротивления, а по другому гальванометру определить показания мокрого термометра. В рассматриваемой же схеме имеется один общий гальванометр со встречным направлением напряжений $U_{ab} > U_{cd}$. Поэтому через него проходит ток

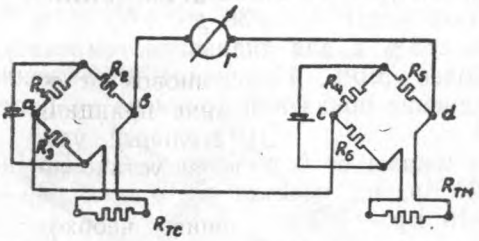


Рис. 2.125. Принципиальная схема электрического психрометра

$$I_Г = \frac{U_{ab} - U_{cd}}{R_Г}. \qquad (2.33)$$

Этот ток характеризует психрометрическую разность температур сухого и мокрого термометров сопротивления. Шкала гальванометра градуирована в процентах относительной влажности. В действительной схеме психрометра применяют для обоих мостов один общий источник питания. При этом сопротивление R_1 объединено с сопротивлением R_4, а сопротивление R_3 — с сопротивлением R_6.

МЕТОДИКА ОТЫСКАНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ТЕЛЕФОННЫХ УСТАНОВКАХ

Для бесперебойной работы телефонных установок от обслуживающего персонала требуется отличное знание принципиальных и монтажных схем этих установок и тщательный уход за ними согласно имеющейся для каждого типа установки инструкции.

При обнаружении какого-либо повреждения необходимо, пользуясь схемами, определить возможные причины повреждения. Таких причин в каждом случае может быть несколько. Но, постепенно проверяя одну часть схемы за другой, легко обнаружить истинную причину неисправности того или иного прибора.

В большинстве случаев в телефонных установках неисправности возникают в перемещающихся контактах различного рода переключателей как ручного действия, так и реле. Проверяя последовательно один за другим участвующие в данной электрической цепи контакты, нетрудно обнаружить неисправный контакт.

Зачастую в телефонных установках причиной повреждений могут быть: неисправный микрофон, отсутствие питания, разрегулировавшийся звонок, перегоревшая вызывная лампочка, обрыв схемного провода, перегоревшие предохранители и другие.

Перечисление всех возможных повреждений и рекомендаций для их устранения потребовало бы отдельного справочника, поэтому здесь приводится перечень лишь наиболее характерных повреждений с указанием способов их устранения. Кроме того, предполагается, что абонентские аппараты проверены и исправны.

1. Характерные неисправности в схеме прямой телефонной связи и способы их устранения

Характер неисправности	Причина неисправности	Способ устранения повреждения
1. При вращении индуктора своя лампочка *НЛ* не горит	Неисправна лампочка	Заменить *НЛ*, а если повреждение этим не устраняется, то проверить всю цепь включения *R* и *НЛ*
2. При вызове абонента своя *НЛ* горит, а в аппарате у вызванного абонента не работает звонок	Неисправность переключателя *РП* или звонка, или обрыв линии	Проверить, почистить и отрегулировать контактные пружины *РП*. Проверить и отрегулировать звонок. Проверить исправность линии
3. У вызванного абонента разговор слышен только в дополнительном телефоне	Неисправность основного телефона, нет контакта в средней ножке вилки микротелефонной трубки	Исправить контакт и, если нужно, заменить капсюль *БЭМ-2* основного телефона
4. У вызванного абонента не слышен разговор в обоих телефонах	Неисправны телефоны или пробит конденсатор *С*	Заменить микротелефон, а если повреждение не устранено, то сменить конденсатор *С*
5. Не слышно ответа абонента	У отвечающего абонента неисправен микрофон или нет контакта в верхней ножке штепсельной вилки, или пробит конденсатор *С*	Заменить микрофон, исправить контакт штепсельной вилки, заменить конденсатор *С*

Примечание. Во всех случаях непрохождения разговорного тока следует сначала включить новый микротелефон взамен старого. Если при этом неисправность пропадает, то повреждение следует искать в капсюлях *БЭМ-2* и главным образом в шнуре старого микротелефона.

2. Характерные неисправности и способы их устранения в установке ОКК

Характер неисправности	Причина неисправности	Способ устранения повреждения
1. При вызове коммутатора звонок звонит, но вызывная лампочка не загорается	Перегорела вызывная лампочка или нет контакта *5—6 ЛК*, или контакта *12—13 ЛР*	Заменить вызывную лампочку. Отрегулировать указанные контакты
2. При вызове коммутатора вызывная лампочка горит, но звонок не работает	Нет контактов: *10—9*; *13—14 ЛК*; *22—23 ЛР*	Отрегулировать соответствующие контакты

Характер неисправности	Причина неисправности	Способ устранения повреждения
3. То же имеет место при вызове от всех абонентов	Обрыв в контакте *12—11 МР* или разрегулирован звонок	Отрегулировать контакт и звонок
4. С коммутатора не поступает вызов ни к одному из абонентов	Нет контакта (*1—2—3*) вызывной педали *ВП*, пробит конденсатор *С* в $ВУ_2$, разрегулированы вибраторы или не срабатывает реле *Р*, если вызов посылается от сети переменного тока или в том же случае не срабатывает реле *РП*	Устранить неисправность педали *ВП*, заменить конденсатор, отрегулировать вибраторы, реле *Р* и *РП*. Проверить наличие подачи напряжения как от сети переменного тока, так и от аккумуляторной батареи
5. Не проходит вызов к какому-либо из абонентов	Перегорели предохранители в линии, неправильно переключаются контакты *ЛК* комплекта этого абонента	Заменить предохранители, отрегулировать контакты ключа *ЛК*
6. На коммутаторе не слышно разговора абонента, но абонент слышит разговор с коммутатора	Поврежден микрофон абонента или телефон коммутатора	Заменить соответствующие приборы
7. На коммутаторе слышен разговор абонента, но абонент не слышит разговор с коммутатора	Поврежден телефон абонента или микрофон коммутатора	Заменить соответствующие приборы
8. Телефонист и абонент друг друга не слышат	Повреждены контакты ключа *ЛК*, перегорели предохранители или перемычки	Отрегулировать ключ *ЛК*, заменить предохранители или перемычки

3. Характерные неисправности и способы их устранения в установке БКК

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения повреждения
1. Абонент не может вызвать коммутатор ни бленкером, ни звонком	Обрыв на линии, нет контактов *1—2* и *5—6* в *ЛК*	Проверить линию, отрегулировать *ЛК* в комплекте данного абонента
2. При вызове любым абонентом коммутатора звонок коммутатора не работает	Нет контакта *4—5 РП* коммутатора, неисправен звонок	Проверить и отрегулировать рычажный переключатель *РП* и звонок коммутатора

Продолжение

Характер неисправности	Причины неисправности	Способ устранения повреждения
3. Один какой-либо абонент не может вызвать коммутатор звонком	Нет контакта *1—2* в бленкере абонента	Отрегулировать бленкер в комплекте данного абонента
4. Вызов от коммутатора к абонентам не поступает, и лампочка *НЛ* не горит	Нет контакта *1—3 ИК* при вращении индуктора, неисправен сам индуктор	Отрегулировать *ИК* и, если вызов не проходит, проверить индуктор
5. Нет передачи и приема разговора от всех абонентов	Не образуется контакт *1—2 РП* коммутатора, поврежден микротелефонный шнур трубки коммутатора	Отрегулировать рычажный переключатель *РП*, сменить микротелефонную трубку коммутатора

ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОСИНОВ С РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ НА СТАТОРЕ

(при напряжении 110 *в* и частоте тока 50 *гц*)

Тип самосина	Размеры в *мм*		Ток I_1 в обмотке возбуждения, *а*	Потребляемая мощность P_1, *вт*	Линейное напряжение, *в*	Максимальный синхронизирующий момент, *гсм*	Удельный синхронизирующий момент, *гсм/град*	Момент трения, *гсм*	Добротность, *1/град*	Вес, *кг*
	наружный диаметр	длина								
СС-404	62	119	0,38	13	49	260	4,5	7,5	0,53	0,8
СС-501	100	150	0,45	15	55	1800	20,0	30,0	0,66	2,8
ДИ-501	100	150	0,56	15	57	2700	30,0	40,0	—	3,4
ДИ-511	100	167	1,0	18	57	3000	33,0	40,0	—	3,8
СС-500	100	85	0,30	10	54	520	7,0	15,0	0,47	1,4
ДС-500	100	—	0,30	2×10	54	520	7,0	15/22	0,47—0,32	2,8
ДИ-500	100	150	0,90	16	58	4650	50,0	50,0	—	3,1

ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОСИНОВ С РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ НА РОТОРЕ И БЕСКОНТАКТНЫХ САМОСИНОВ

Тип самосина	Расположение обмотки возбуждения	Размеры, *мм*		Частота тока, *гц*	Напряжение, *в*	Ток I_1 в обмотке возбуждения, *а*	Потребляемая мощность P_1, *вт*	Вторичное линейное напряжение, *в*	Максимальный синхронизирующий момент, *гсм/град*	Удельный синхронизирующий момент, *гсм/град*	Момент трения без возбуждения, в знакенателе с возбуждением, *гсм*	Добротность, *1/град*	Вес, *кг*
		наружный диаметр	длина										
БС-150	Бесконтактное	42	75,6	500	110	0,22	5,8	29,0	32	0,58	2,5	0,02	—
БД-150	То же	52	76	500	110	0,22	5,8	29,0	—	—	—	—	—
СС-153	На роторе	42	71	500	110	0,16	2,2	47,0	160	1,8	3,5	0,51	0,2
ДИ-153	То же	42	78	500	110	0,26	3,3	49,0	—	—	—	—	0,3
БС-404	Бесконтактное	62	119	50	110	0,43	12,0	45,5	240	4,0	6,5	0,61	1,2
БД-404	То же	62	119	50	110	0,43	12,0	—	—	—	—	—	—
НС-404	На роторе	62	119	50	110	0,25	7,0	49,5	620	12,5	11,0	1,13	0,9
БС-500	Бесконтактное	100	85	50	127	0,43	16	55,0	480	11,0	6/15	1,8	2,2
ДБС-500	То же	100	—	50	127	0,43	16	55,0	480	11,0	6÷8/15	1,8	4,4
ДН-500	На роторе	100	150	50	127	0,40	13	58,0	5000	42,0	70/90	—	3,0
БС-501	Бесконтактное	100	150	50	110	1,1	25	42,0	1800	30,0	25	1,2	3,7
БД-501А	То же	100	150	50	110	—	26	55,0	—	—	35*	—	—
НС-501	На роторе	100	150	50	110	0,5	12	54,5	2600	40,0	30	1,33	3,7
НД-501	То же	100	150	50	110	0,47	11	57,3	4100	60,0	60	1,0	3,5
НД-511	„ „	100	167	50	110	1,0	15	57,0	—	90,0	60	—	3,7
НД-521	„ „	100	197	50	110	—	22	57,0	—	—	—	—	5,0

НОРМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ САМОСИНОВ-ПРИЕМНИКОВ

Тип самосина-датчика	Допустимое количество приемников, включаемых на датчик							
	СС-404	*СС-500*	*СС-501*	*НС-404*	*НС-501*	*БС-404*	*БС-500*	*БС-501*
СС-404	3	—	—	—	—	—	—	—
ДИ-500	—	9	—	—	—	—	—	—
ДИ-501	8	—	4	—	—	—	—	—
ДИ-511	16	—	8	—	—	—	—	—
ДИ-521	20	—	10	—	—	—	—	—
НД-404	3	—	—	3	—	—	—	—
ДН-500	—	—	—	—	—	—	10	—
НД-501	—	—	—	8	4	8	—	4
НД-511	—	—	—	16	8	16	—	8
НД-521	—	—	—	24	12	24	—	10
НД-511А	—	—	—	—	—	—	16	—
БД-404	—	—	—	—	—	6	—	—
БС-500	—	—	—	—	—	—	3	—
БС-501	—	—	—	—	—	—	—	3

НОРМЫ ЗАЗОРОВ И ДАВЛЕНИЙ

Наименование прибора	Зазор между якорем и сердечником, *мм*	Зазор между рабочими поверхностями разомкнутых контактных пружин, *мм*	Давление контактных пружин, *г*	Расстояние между бойком и чашкой звонка или мембраной, *мм*	
				якорь отпущен	якорь притянут
Реле переменного тока типа *РП*	—	0,5	20—30	—	—
Кодовое реле постоянного тока типа *КДРЭ*	1,2—1,5	0,8—1,0	25—30 (для ламп 50)	—	—
Переключатели постов, телефонные ключи, кнопки и т. п.					
а) при толщине пружин до 0,4 *мм*	—	—	30	—	—
б) при толщине пружин до 0,6÷0,8 *мм*	—	—	60	—	—
Педальные замыкатели	—	0,5	60—80	—	—
Шаровой сигнал	1,2—2,0	0,3—0,5	15—20	—	—
Звонок и колокол переменного тока типов *ЗВП*, *КЛП* и *КРП*	1,5—2,0	—	—	2,5—3,5	0,1—0,2
Трещотка переменного тока *ТРП*	0,3—0,5	—	—	2,0	—
Ревун переменного тока *РВП*	0,6—0,8	—	—	0,3—0,4	—

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРИБОРОВ СУДОВЫХ ТЕЛЕГРАФОВ

1. Электрические телеграфы переменного тока

№ п/п	Наименование прибора	Тип (индекс) прибора	Напряжение, *в*	Частота тока, *гц*	Максимальный ток, *а*	Максимальная мощность, *вт*	Габариты (высота×ширина×глубина), *мм*	Вес, *кг*	Данные шкалы	
									число делений	цена деления, градусы
	1. Приборы машинного телеграфа									
1	Датчик-приемник двухшкальный, с освещением шкалы, тумбовый	*МТ913/пс*	127	50	1,3×2	48×2	1200×460×480	96,0	13	16
2	Датчик-приемник с освещением шкалы, установка на колонке	*МТ713/пс*	127	50	1,3	47	574×274×210	20,0	13	16
3	Колонка для установки двух приборов типа *МТ713/пс*	*КН2/пс*								
	а) без приборов		—	—	—	—	876×300×300	21,0	—	—
	б) с приборами		—	—	—	—	1160×490×490	61,0	—	—
4	Приемник-датчик со следящей системой, без освещения шкалы, настенный	*МТ113/пс*	127	50	1,2	36	574×274×210	19,5	13	16

№ п/п	Наименование прибора	Тип (индекс) прибора	Напряжение, *в*	Частота тока, *гц*	Максимальный ток, *а*	Максимальная мощность, *вт*	Габариты (высота×ширина×глубина), *мм*	Вес, *кг*	Данные шкалы	
									число делений	цена деления, градусы
	2. Приборы рулевого телеграфа									
5	Датчик-приемник трехстрелочный, с освещением шкалы и с педалью для сигнализации	*РТ845/пс*	127	50	1,75	65	486×274×231	20,0	80	4
6	Датчик-приемник двухстрелочный, с освещением шкалы и с педалью для сигнализации	*РТ745/пс*	127	50	1,3	47	486×274×214	18,0	80	4
7	Датчик рулевых указателей	*ДРУ/пс*	127	50	0,6	12	315×230×212	7,8	90	1
	3. Приборы котельного телеграфа									
8	Датчик-приемник с освещением шкалы	*КТ720/пс*	127	50	1,3	47	486×274×214	18,0	20	16
9	Датчик-приемник без освещения шкалы	*КТ220/пс* и *КТ230/пс*	127	50	1,2	36	473×274×214	17,6	20	16
			127	50	1,2	36	473×274×214	17,6	30	12
10	Датчики-приемники без освещения, со следящей системой	*КТ120/пс* и *КТ130/пс*	127	50	1,2	36	473×274×214	17,8	20	16
			127	50	1,2	36	473×274×214	17,8	30	12

№ п/п	Наименование прибора	Тип (индекс) прибора	Напряжение, *в*	Частота тока, *гц*	Максимальный ток, *а*	Максимальная мощность, *вт*	Габариты (высота×ширина×глубина), *мм*	Вес, *кг*	Данные шкалы	
									число делений	цена деления, градусы
	4. Контрольные приемники для различных телеграфов									
11	Приемник контрольный двухстрелочный с освещением шкалы	*ПК7/пс*	127	50	1,2	54	388×246×198	13,0	В зависимости от применения	
12	Приемник контрольный двухстрелочный без освещения шкалы	*ПК2/пс*	127	50	1,1	42	375×246×198	12,5	То же	
13	Приемник контрольный однострелочный без освещения шкалы	*ПК1/пс*	127	50	0,6	25	281×238×140	7,6	»	

Примечание. У всех приборов переменного тока диаметр шкалы 200 *мм*. Шкалы приборов машинного телеграфа изготовляются для правого и левого борта разные, обеспечивающие движение рукояток и стрелок приборов от команды «стоп» в нос и корму соответственно направлению хода корабля. Сальники приборов предусматривают возможность ввода в них кабелей марок СРМ, НРМ, КНРП, КНРЭ, СРТМ, КНРТП, КНРЭТП.

2. Приборы машинных телеграфов постоянного тока

№ п/п	Наименование прибора	Тип (индекс) прибора	Напряжение, *в*	Ток, *а*	Мощность, *вт*	Габариты (высота×ширина×глубина), *мм*	Вес, *кг*	Данные шкалы	
								число делений	цена деления, градусы
14	Датчик-приемник двухшкальный с освещением шкалы, тумбовый с реостатным датчиком	*АМТ713/Б*	24	1,8×2	44×2	1200×470×573	61,0	13	15
15	Приемник-датчик с освещением шкалы, со следящей системой, настенный	*МТ113/Б*	24	1,5	36	387×260×171	8,3	13	15
16	Датчик-приемник с освещением шкалы, с безреостатным датчиком	*МТК89*	24	0,9	22	349×336×96	6,3	9	—
17	Приемник-датчик с освещением шкалы, со следящей системой, настенный	*МТК99*	24	1,5	36	350×304×171	9,0	9	30

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЯЩИКАХ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯХ ПОСТОВ

Таблица 1

1. Данные о соединительных ящиках

№ габарита	Тип прибора	Вес, *кг*	Габариты, *мм*							
			a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	b_3	c_1	c_2
1	*СЯ10*	2,5	224	276	318	96	138	212	—	99
2	*СЯ22*	5,0	262	300	372	188	226	288	16	141
3	*СЯ32*	7,0	344	380	452	214	250	322	16	141
	УЗЯ32	8,5								
	Р1К1Я30	7,0								
	У2Р1К1Я20	7,5								
4	*СЯ42*	9,0	414	450	520	214	250	320	16	141
	У4Я44	10,0								
	Р1Я32	10,0								
	Р1К1Я44	10,5								
	У2Я54	10,0								
5	*СЯ72*	12,5	424	460	530	334	370	440	16	141
	У6Я72	15,0								
	У4Р1К1Я60	16,0								
	Р2К2Я60	15,5								
6	*СЯ112*	17,0	542	582	642	388	428	499	20	141
	Р3К3Я93	21,0								
	У4Р1К1Я100	21,0								
	У7Р1К1Я76	21,5								
	У4Р2К2Я52	21,5								
	У9Я80	21,0								
	У14Я66	21,0								
7	*У14Р1К1Я92*	26,0	686	726	788	436	476	540	20	141
	У8Р3К3Я120	32,0								
	У13Р1Я120	28,0								

Примечание. Диаметр в отверстии лап соединительных ящиков у первого, второго, третьего, четвертого и пятого габаритов 8,5 *мм*, а у шестого и седьмого — 11 *мм*.

Таблица 2

2. Данные о переключателях постов

№ габарита	Тип переключателя	Вес, *кг*	Габариты, *мм*							
			a_1	a_2	b_1	b_2	b_3	c_1	c_2	c_3
1	*П410*	7,5	242	343,5	216	252	322	16	131	167
2	*П418*	10,5	326	427,5	236	272	342	16	131	167
	ПТ410	10,0	326	427,5	236	272	342	16	131	167
3	*П430*	14,0	468	569,5	236	272	342	16	131	167
	ПТ418	13,5	468	569,5	236	272	342	16	131	167
4	*П436*	14,5	550	651	236	272	342	16	131	167
	ПТ430	14,5	550	651	236	272	342	16	131	167

Таблица 3

3. Допустимая нагрузка контактов переключателей постов

Напряжение, *в*	Разрывной ток при активной нагрузке, *а*	
	постоянный ток	переменный ток
220	0,8	4
110	1,5	4
24	5,0	—

ДАННЫЕ ОБ ИНДУКЦИОННЫХ ТАХОМЕТРАХ ТИПА ТЭ

№ п/п	Параметры	Типы тахометров			
		ТЭ-204	*ТЭ-205*	*ТЭ-206*	*ТЭ-207*
1	Пределы измерения, об/мин . .	0÷3500	0÷5500	0÷10 000	0÷15 000
2	Рабочий диапазон, об/мин . .	600—3000	800—5000	1800—9000	3000—14 000
3	Погрешность в рабочем диапазоне в об/мин при температуре:				
	+20±2° С . .	55	± 72	±130	±195
	+50±2° С . .	80	±115	±210	±315
	—10+2° С . .	80	±105	±190	±285
4	Полуторные погрешности допускаются в диапазонах, об/мин . .	400—600	800—1100	1800—2400	3000—3900
5	Цена деления наружной шкалы, об/мин . . .	20	50	100	100
6	Передаточное число приводного вала	1:2	1:3	1:6	1:9

ЛИТЕРАТУРА

Васильев Д. В., Синхронно-следящие системы, ч. 1, ВМАКВ, 1952.

Васильев Д. В., Индукционные системы синхронной связи, Госэнергоиздат, 1949.

Галич И., Судовая связь и приборы судовождения, Судпромгиз, 1952.

Гецов Д. И., Корабельная телефония, Военмориздат, 1940.

Гецов Д. И., Практическое руководство по эксплуатации автоматических телефонных станций морского флота, ВМИУ, 1949.

Гецов Д. И., Корабельная ручная телефонная станция (КРТС), ВМИУ, 1954.

Кармазов М. Г., Автоматическая телефония, Связьиздат, 1952.

Китаев Е. В., Телефония, Связьиздат, 1952.

Крючков С. А., Синхронные приборы управления кораблем и электрические тахометры, Военмориздат, 1944.

Крючков С. А., Корабельные электрические тахометры, ВМИУ, 1946.

Бабицкий И. А., Автоматическая телефония, Связьиздат, 1950.

Мархай Е. В., Матвеев Е. Н., Судовая электротехника, «Морской транспорт», 1952.

Правила по электрооборудованию морских судов, «Морской транспорт», 1953.

Справочник электромонтажника, под общей редакцией Г. И. Китаенко, т. 2, Машгиз, 1953.

Темников Ф. Е. и Харченко Р. Р., Электрические измерения неэлектрических величин, Госэнергоиздат, 1948.

Туричин А. М., Электрические измерения неэлектрических величин, Госэнергоиздат, 1954.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Введение 4

Часть первая

СУДОВАЯ ТЕЛЕФОНИЯ

Глава 1. **Краткие сведения из акустики**

§ 1. Звуковые колебания 7
§ 2. Слуховые характеристики звуковых колебаний . . 8
§ 3. Особенности восприятия звуковых волн органами слуха человека 10
§ 4. Качество телефонной передачи 11

Глава 2. **Основные принципы телефонирования. Разговорные приборы**

§ 5. Принцип телефонной передачи и устройство телефона . 13
§ 6. Конструкции и типы судовых телефонов 17
§ 7. Принцип действия и устройство угольного микрофона 22
§ 8. Конструкции и типы судовых микрофонов 28
§ 9. Принцип работы и устройство телефонного трансформатора 33

Глава 3. **Вызывные и сигнальные приборы телефонных установок**

§ 10. Звонок на обрыв 34
§ 11. Поляризованный звонок 35
§ 12. Индуктор 36
§ 13. Вибропреобразователь 37
§ 14. Зуммер 38
§ 15. Телефонные реле 40
§ 16. Релейный телефонный прерыватель 44
§ 17. Сигнальные лампы и вспомогательные приборы . . 45

Глава 4. **Принципиальные схемы телефонной связи**

§ 18. Схема телефонной связи по системе *МБ* 48
§ 19. Схема телефонной связи по системе *ЦБ* 49
§ 20. Противоместные телефонные схемы 50
§ 21. Схемы питания микрофонных цепей 52

Глава 5. **Судовые телефонные аппараты**

§ 22. Общие требования, предъявляемые к судовой телефонной аппаратуре 54
§ 23. Судовой двухпроводный телефонный аппарат . . . 55
§ 24. Судовой безбатарейный телефонный аппарат . . . 57
§ 25. Головной телефон с нагрудным микрофоном . . . 59
§ 26. Телефонная связь судна с абонентами береговых телефонных станций 60

Глава 6. **Судовые телефонные станции**

§ 27. Характеристика систем телефонной связи на судах 62
§ 28. Принципиальная электрическая схема системы прямой связи 67
§ 29. Судовые телефонные коммутаторы ручного обслуживания 68
§ 30. Системы командной связи 69
§ 31. Автоматические телефонные станции 86
§ 32. Автоматическая телефонная станция на 10 номеров . 101
§ 33. Автоматическая телефонная станция на 20 номеров . 118
§ 34. Судовые автоматические телефонные станции большой емкости 121
§ 35. Оборудование и эксплуатация судовых телефонных станций 125

Часть вторая

ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ, КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

Глава 7. **Общие сведения о приборах управления судном и системах синхронной связи**

§ 36. Приборы управления судном и их назначение . . . 142
§ 37. Основные понятия о системах синхронной связи . . 142
§ 38. Требования, предъявляемые к судовым системам синхронной связи 144
§ 39. Классификация судовых систем синхронной связи . . 145

Глава 8. **Приборы управления судном с импульсными системами синхронной связи**

§ 40. Основные элементы импульсной системы синхронной связи 145
§ 41. Электрическая схема синхронной передачи. 148
§ 42. Машинный телеграф постоянного тока с электромагнитными двигателями 149

Глава 9. **Приборы управления судном с системами синхронной связи переменной частоты**

§ 43. Принцип действия и основные элементы системы . . 153
§ 44. Система синхронной связи с кольцевым потенциометрическим датчиком 154
§ 45. Система с двухпластиночным потенциометрическим датчиком 156
§ 46. Машинные телеграфы постоянного тока 158
§ 47. Судовые телеграфы постоянного тока иностранных фирм 171

Глава 10. **Приборы управления судном с индукционными системами синхронной связи**

§ 48. Виды индукционных систем синхронной связи . . . 172
§ 49. Основные элементы и принцип действия однофазной индукционной системы с трехфазной вторичной обмоткой 172
§ 50. Синхронизирующий момент самосина 177
§ 51. Точность синхронной передачи 181
§ 52. Выбор класса точности самосинов 184

Глава 11. **Типы самосинов и особенности их работы в схемах синхронной связи**

§ 53. Особенности самосинов-датчиков и самосинов-приемников 185
§ 54. Соединение и расположение обмоток самосинов . . 186
§ 55. Контактные самосины с расположением первичной обмотки на статоре и вторичной на роторе 187
§ 56. Контактные самосины с расположением первичной обмотки на роторе 190
§ 57. Бесконтактные самосины 193
§ 58. Успокоители самосинов 201
§ 59. Эксплуатационные преимущества и недостатки индукционных систем синхронной связи 202

Глава 12. **Сигнальные и защитные устройства**

§ 60. Виды сигнальных устройств 203
§ 61. Приборы звуковой сигнализации постоянного тока . . 204
§ 62. Приборы звуковой сигнализации переменного тока . 205
§ 63. Номерники 208
§ 64. Защитные устройства 212

Глава 13. **Приборы переменного тока**

§ 65. Составные элементы основных приборов переменного тока 217
§ 66. Коммутационные приборы 222
§ 67. Машинный телеграф 227
§ 68. Котельный телеграф 236
§ 69. Рулевые указатели и телеграфы 242
§ 70. Меры уменьшения помех радиоприему 247
§ 71. Характерные неисправности приборов переменного тока и основные правила по уходу за этими приборами . 247
§ 72. Приборы управления судном переменного тока на судах зарубежных флотов 254

Глава 14. **Судовые электрические тахометры**

§ 73. Тахометры и требования, предъявляемые к ним . . 254
§ 74. Электрические вольтметровые тахометры постоянного тока типа *МТ* 255
§ 75. Индукционные тахометры 262

Глава 15. **Электрическая внутрисудовая сигнализация**

§ 76. Буфетная, вахтенная и машинная группы звонков . . 268
§ 77. Авральная группа звонков 271
§ 78. Электрическая температурная и пожарная сигнализации 273

311

Глава 16. **Электрические приборы теплового контроля**

§ 79. Электрические приборы для измерения температуры . 278
§ 80. Электрические газоанализаторы 282
§ 81. Электрические дымомеры 284
§ 82. Электрические солемеры 285
§ 83. Электрические влагомеры 291

Приложения 293
Литература 308

Авторы *Давид Иосифович Гецов,*
Степан Алексеевич Крючков

Редакторы *В. В. Крачино* и *Н. Г. Бирюкова*
Ред. изд-ва *З. Д. Андреенко*
Художник *П. А. Бальчевский*
Техн. ред. *Н. Б. Лавренова*
Корректоры *Н. О. Шумова, З. А. Мелеева*

М-13296. Сдано в производство 7/I 1957 г. Подписано к печати 20/V 1957 г. Бумага 60×92¹/₁₆. 10 бум. л. 20 печ. л. с 3 вклейками. 19,76 уч.-изд. л. Тираж 7000 экз. Изд. № УВ-Л-040. Цена 6 р. 90 к. Переплет 1 р. 50 к. Заказ № 92.

7-я типография изд-ва «Морской транспорт». Ленинград, ул. К. Заслонова, 30.