

6046
1017
112-3
1017
архив
ВЫСШАЯ ШКОЛА МВД РСФСР

А. Н. ЮЖАКОВ

ПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

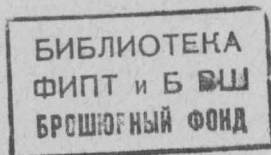
Москва 1961

Инженер-подполковник А. Н. ЮЖАКОВ

ПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Учебное пособие

Одобрено кафедрой
пожарной техники и связи



Москва — 1961

Настоящее пособие предназначено для слушателей очного и заочного отделений инженерного факультета Высшей школы МВД РСФСР и содержит материал по телефонной связи, изложенный в соответствии с 1 разделом программы дисциплины «Пожарная связь».

В нем рассмотрены следующие темы: основы телефонии, общие сведения о телефонных аппаратах; цепи токопрохождения в коммутаторах, применяемых пожарной охраной, устройство и схемы городских телефонных сетей и их использование для пожарных целей.

При изложении материала учитывалось, что слушатели достаточно подготовлены по электротехнике и знакомы с некоторыми вопросами телефонии.

Г л а в а I

ОСНОВЫ ТЕЛЕФОННИИ

Процесс передачи речи на расстояние посредством электрического тока можно представить упрощенно в следующем виде. В пункте передачи (рис. 1) имеется микрофон M , батарея E , а в пункте приема—телефон T , оба пункта соединены проводами L_1 и L_2 .

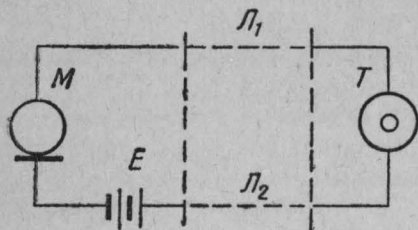


Рис. 1. Простейшая схема телефонной связи.

При разговоре перед микрофоном звуковые волны приводят в колебательное движение мембрану микрофона, которая то сильнее, то слабее сдавливает угольный порошок. Сдавливание угольного порошка приводит к уменьшению электрического сопротивления цепи, а при уменьшении давления мембраны — сопротивление увеличивается.

Уменьшение или увеличение сопротивления микрофона сопровождается изменением величины тока цепи. В проводах L_1 и L_2 и через телефон T проходит пульсирующий ток, который преобразуется телефоном в звуковые колебания.

Для изучения процессов преобразования звуков в ток и наоборот рассмотрим некоторые свойства звукового поля, микрофона и телефона.

§ 1. ЗВУКОВОЕ ПОЛЕ

Из курса физики известно, что колебания звучащего тела вызывают чередующиеся сгущения и разрежения воздушной среды, приводящие к возникновению звуковых волн. Звук — это волнообразно распространяющееся колебательное движение молекул упругой среды (воздуха, жидкости, твердых тел). Пространство,

в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем.

Колебательное движение молекул среды звукового поля связано с периодическим изменением давления. На любую точку пространства звукового поля в единицу времени оказывается мгновенное звуковое давление. Среднее квадратичное значение мгновенных звуковых давлений за один период называется звуковым давлением. Звуковое давление измеряется единицей, называемой баром, равной давлению, создаваемому силой в одну дину на площадь в 1 см^2 .

Звук распространяется в газах, жидкостях и твердых телах, причем скорость его распространения в указанных средах не одинакова.

В газообразной среде скорость распространения звука равна:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho_0}} \quad \text{см/сек}$$

где γ — отношение теплоемкости воздуха при постоянном давлении к его теплоемкости при постоянном объеме (равно 1,4);

P_0 — барометрическое давление ($1,013 \cdot 10^6 \text{ бар}$);

ρ_0 — плотность воздуха ($1,2 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$).

Подставляя эти значения в формулу, найдем, что звуковые волны распространяются в воздухе со скоростью

$$v = 3,4 \cdot 10^4 \text{ см/сек}$$

В жидкостях скорость распространения звука превышает $12 \cdot 10^4 \text{ см/сек}$, а в металлах она еще выше.

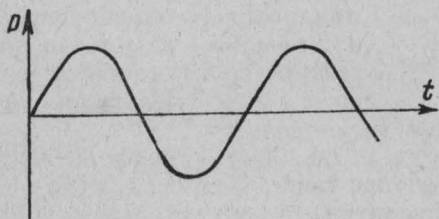


Рис. 2. Простые синусоидальные колебания.

По форме звуковые колебания бывают простые (гармонические) и сложные. Простые звуковые колебания могут быть изображены синусоидальной кривой (рис. 2), они воспринимаются ухом человека как чистый музыкальный тон, а математически выражаются уравнением:

$$A = A_m \sin \omega t$$

где A — мгновенное значение амплитуды звукового колебания в см;

A_m — максимальная амплитуда звукового колебания;

$\omega = 2\pi f$ — угловая частота колебания (f — частота звуковой волны в гц);

t — время, истекшее с момента, принятого за начало колебания, в сек.

В телефонии приходится иметь дело не с простыми (гармоническими) колебаниями, а со сложными, которые представляют собой сумму составляющих простых синусоидальных колебаний разной частоты и интенсивности (рис. 3).

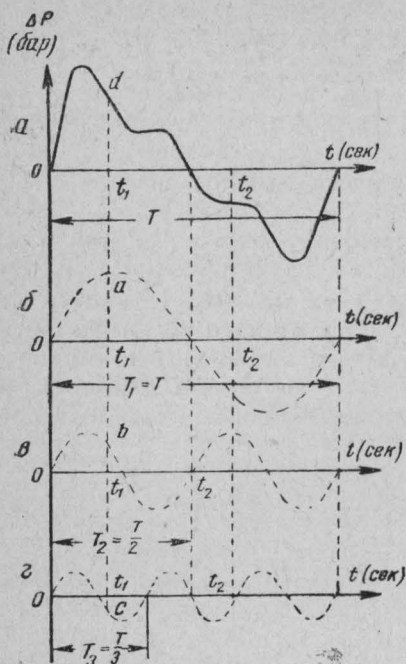


Рис. 3. График разложения сложного колебания на простые колебания:

a —кривая несинусоидального периодического колебания; δ —кривая первой (основной) гармоники; θ —кривая второй гармоники; ε —кривая третьей гармоники.

где P —звуковое давление в дин/см²;

I —сила звука в эрг/см²сек.

При колебаниях звучащее тело излучает энергию, которая переносится звуковой волной в направлении ее распространения. Звуковая энергия по мере удаления от источника звука распределяется на все больший объем, поэтому звуковое давление и интенсивность звука уменьшаются. Изменение интенсивности звука выявляется как изменение его ощущения или громкости. Увеличение интенсивности звука какого-то определенного тона (частоты) приводит к увеличению громкости. Зависимость громкости звука от его интенсивности различные люди воспринимают по-разному. Приблизительно считают, что эта зависимость подчиняется физиологическому закону ощущений, суть которого сводится к следующему: прирост ощущения (громкости) пропорционален логарифму отношения раздражений (интенсивности).

Звуковые колебания, воспринимаемые ухом, характеризуются следующими тремя показателями: громкостью, высотой, тембром.

Громкость звука пропорциональна квадрату амплитуды звучащего тела и обратно пропорциональна квадрату расстояния от него. Она зависит от величины звукового давления и может изменяться в широких пределах.

Звуковые колебания данной частоты, при которой громкость минимальна и звук едва слышим, называются порогом слышимости. Между громкостью (силой) звука и звуковым давлением существует следующее соотношение:

$$P = 6,4 \sqrt{I}$$

Если, например, I_1 и I_2 — два значения интенсивности звука, то прирост ощущения или разница в уровнях ощущения S будет равна

$$S = k \lg \frac{I_1}{I_2}$$

где k — коэффициент пропорциональности, обусловленный выбором единицы измерения.

Если коэффициент k принять равным единице, то

$$S = \lg \frac{I_1}{I_2} \text{ б}$$

Полученному в этой формуле численному значению прироста ощущения S присвоено название бел (б). Однако человеческое ухо может различать прирост ощущения (громкости) примерно в десять раз меньше одного бела. В связи с этим для практического применения принята более мелкая единица, названная децибелом (дб).

$$1 \text{ дб} = 0,1 \text{ б}$$

Прирост ощущения, выраженный в децибелах, можно определить по формуле:

$$S = 10 \lg \frac{I_1}{I_2} \text{ дб}$$

Если измерения производятся в области проводной связи, то чаще применяют систему натуральных логарифмов. В этом случае прирост ощущения выражают в единицах, называемых неперами (неп).

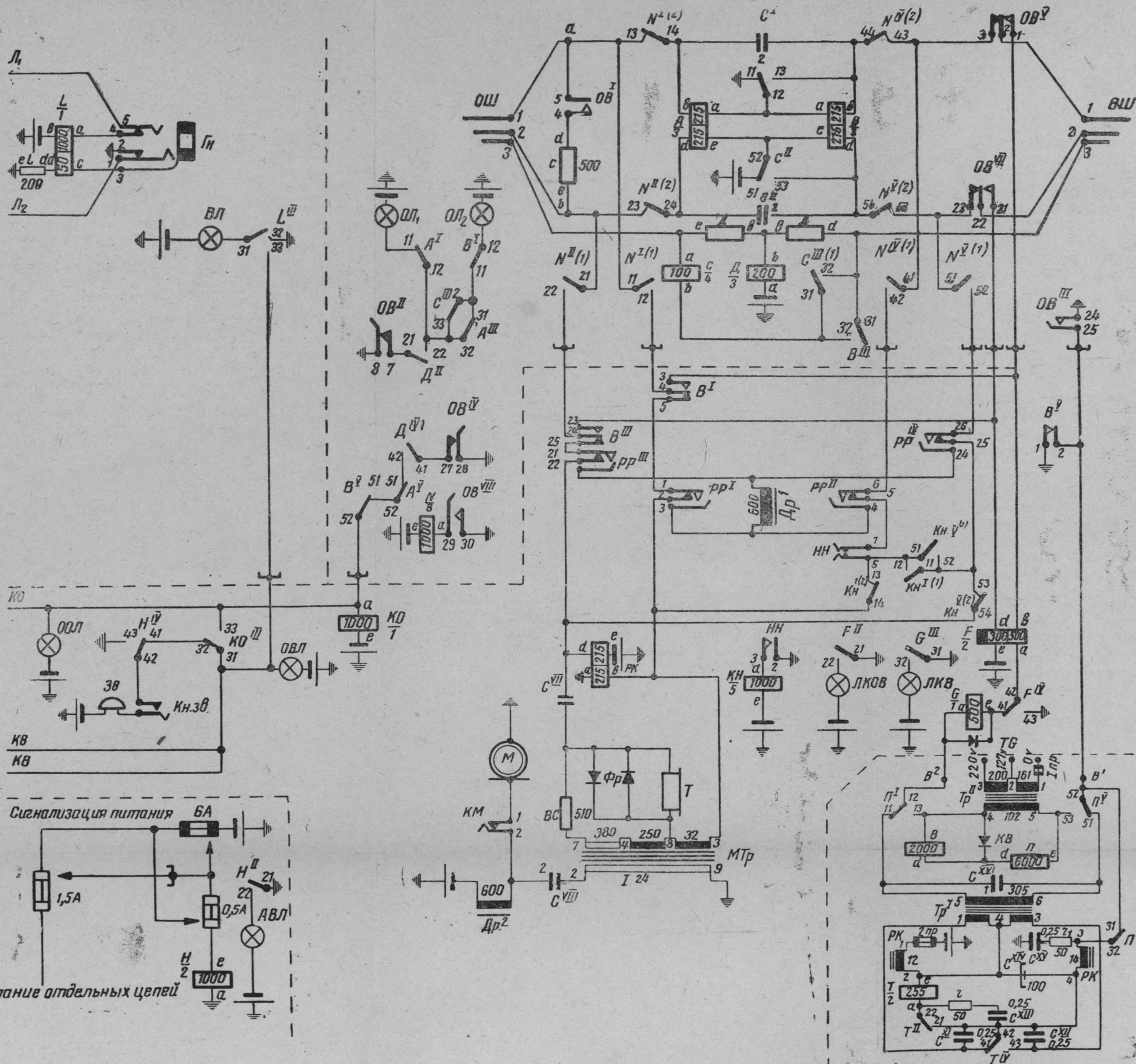
Зная соотношение между натуральными и десятичными логарифмами, можно найти зависимость между децибелами и неперами:

$$\begin{aligned} 1 \text{ неп} &= 8,686 \text{ дб} \\ 1 \text{ дб} &= 0,1151 \text{ неп} \end{aligned}$$

Высота звука зависит от частоты колебаний звучащего тела. Чем больше частота колебаний, тем выше звук, и чем меньше частота колебаний, тем звук ниже. Основные частоты при разговоре человека занимают диапазон от 80 до 1300 гц и распределяются между различными голосами следующим образом: бас — 80—320 гц; тенор — 130—480 гц; сопрано — 250—1300 гц.

Однако отсюда не следует, что диапазон звуковых частот, который должен быть воспроизведен при телефонной передаче, заключается в пределах 80—1300 гц. Пределы эти значительно шире. Человеческое ухо обладает определенными границами слухового восприятия низких и высоких звуков. Установлено, что наше ухо способно воспринимать звуки, частота которых может быть от 16 до 20 000 гц.

Линия абонента с правом
выхода в городскую сеть



Обозн. реле	Контакт- ные группы	Обмотки
	$\bar{V} \quad \bar{IV} \quad \bar{III} \quad \bar{II} \quad \bar{I}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
A	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
B	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
C	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
D	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
F	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
G	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
H	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
L	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
N	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
P	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
KH	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
KO	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$
PK	$\bar{P} \quad \bar{P}$	$\bar{c} \bar{d} \bar{c} \bar{d} \bar{a}$

Рис. 27. Схема коммутатора UPTC-100.

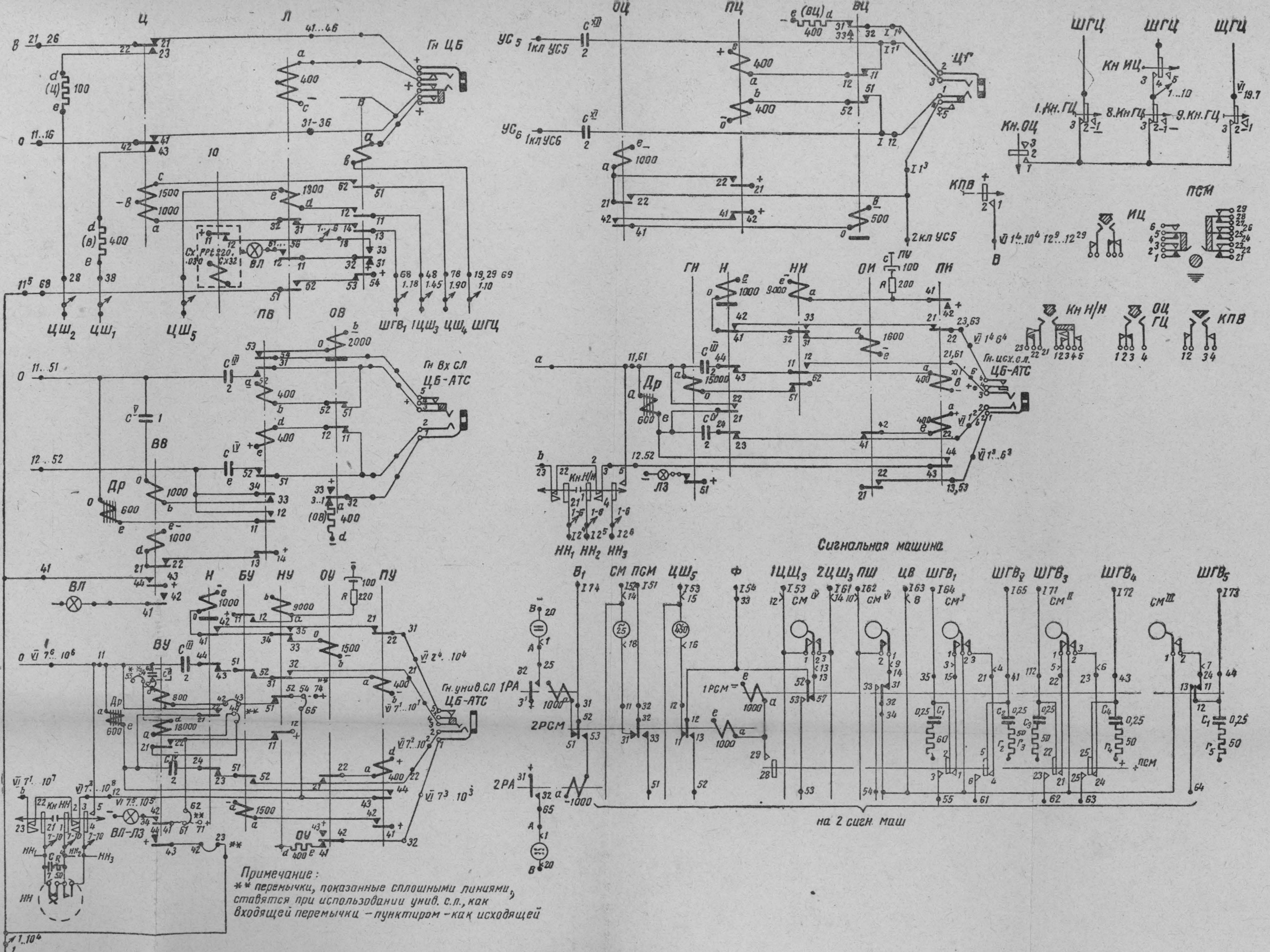


Рис. 28. Принципиальная схема абонентских комплектов соединительных линий и сигнальных машин.

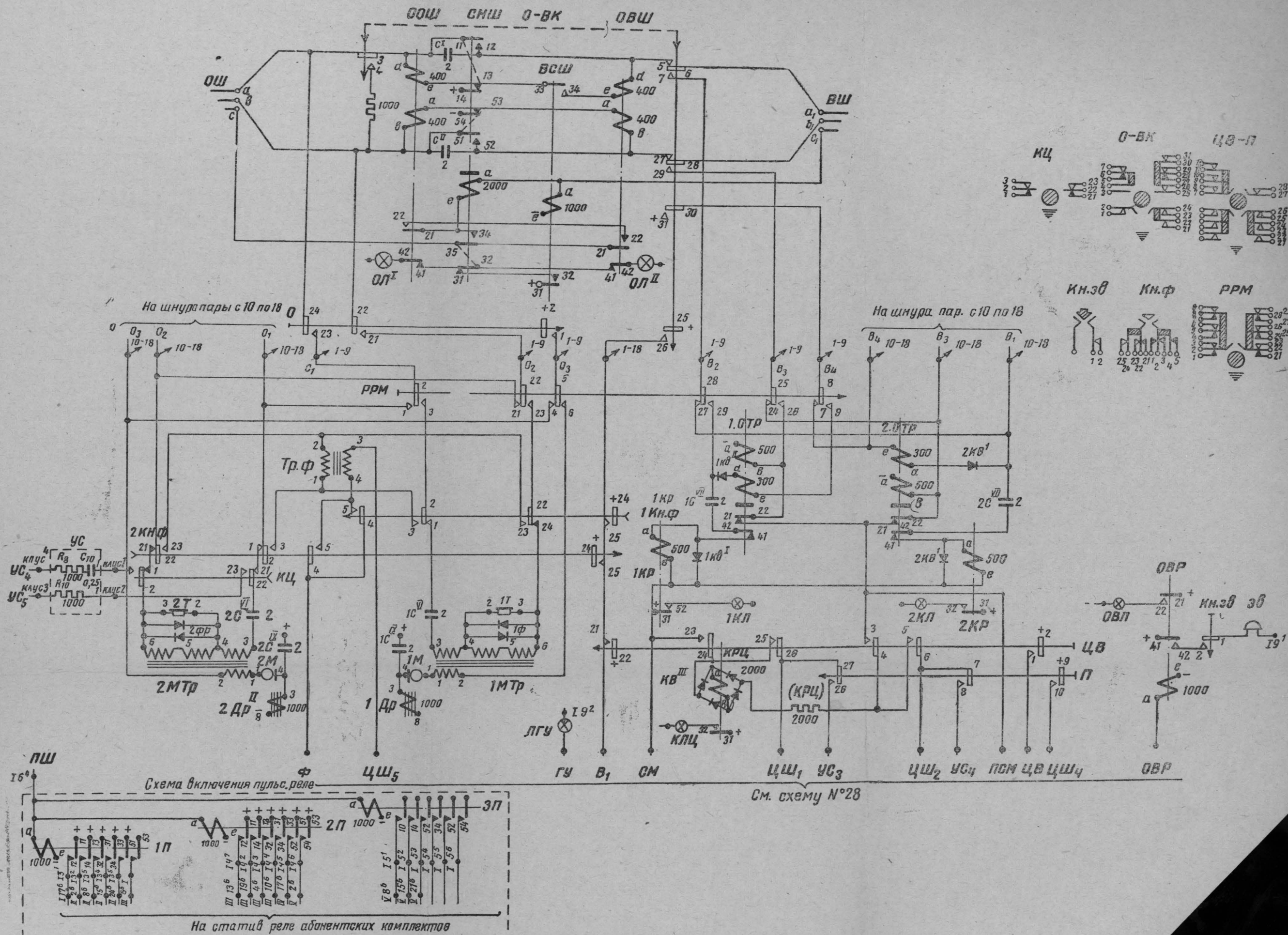


Рис. 29. Принципиальная схема шнуровых пар и рабочего места.

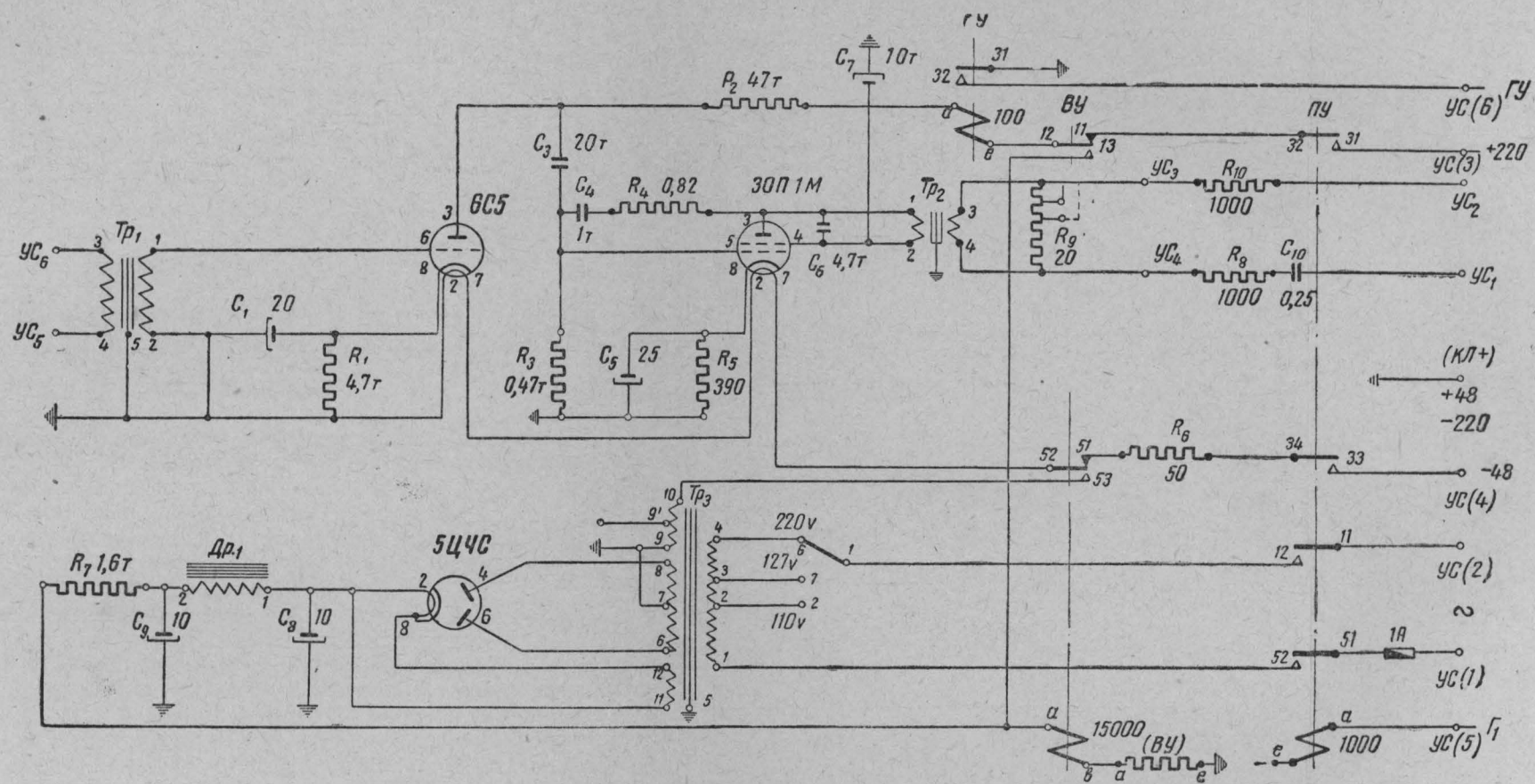


Рис. 30 Принципиальная схема усилителя.

В воздухе, окружающем нас, могут распространяться звуки, частота которых значительно выше 20 000 гц. Однако люди этих звуков не слышат. Известно, например, что летучая мышь при своем полете посылает импульсы звука, частота которого более 30 000 гц. Звуковые колебания, долетев до какого-либо тела, частично отражаются и воспринимаются ушами летучей мыши. По разности времени отправленного и принятого импульса она ориентируется при полете. Звуки, издаваемые летучей мышью, не воспринимаются ухом человека.

Тембр звука, или его оттенок, — есть, характерная особенность звука, обусловленная наличием в нем, кроме основной частоты, дополнительных колебаний различной частоты и интенсивности. Звук состоит не только из основного тона, в его состав входят тона других частот. Наличие их обуславливает тембр-звук и его индивидуальную окраску, по которой мы отличаем голоса разных людей и звучание различных музыкальных инструментов.

Человеческий голос содержит в себе колебания в пределах от 80 до 8 000 и даже до 10 000 гц. Установлено, что при телефонной связи не обязательно пропускать столь широкий диапазон частот, достаточно ограничиться пределами от 300 до 2400 гц, т. к. от телефонной аппаратуры требуется только понятность речи.

Для определения понятности речи пользуются методом слоговой артикуляции (разборчивость). По телефону передают ряд отдельных слогов, которые записываются принимающим. Из 100 принятых слогов подсчитывают количество правильно принятых и устанавливают коэффициент артикуляции (в %). Коэффициент артикуляции, равный 70%, считается удовлетворительным для общей деловой телефонной связи.

Кроме изложенного, следует иметь в виду, что звуковые волны, встречая на своем пути тело, способное колебаться, приводят его в колебательное движение. Частота колебаний тела будет соответствовать частоте звуковых колебаний, а форма колебаний примет оттенки голоса (тембра). Эти свойства звука используются для преобразования звуковых колебаний в электрические.

§ 2. СУЩНОСТЬ ТЕЛЕФОННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Как уже отмечалось, для телефонной связи необходимы микрофон, телефон и провода, соединяющие их.

Прибор, преобразующий звуковые колебания в электрические, называется микрофоном, а прибор, преобразующий электрические колебания в звуковые, — телефоном.

Рассмотрим явления преобразования звуковых колебаний в электрические и электрических колебаний в звуковые на простейшей схеме односторонней телефонной связи (рис. 4).

В электрическую цепь входят: микрофон на передающем пункте, телефон в пункте приема, двухпроводная линия, соединяющая оба пункта, и батарея для питания цепи.

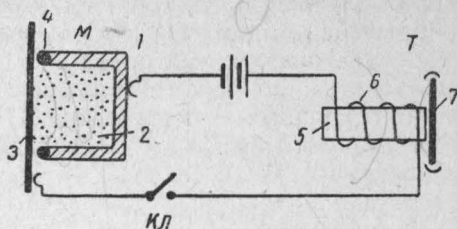


Рис. 4. Простейшая схема односторонней телефонной связи.

Мембрана телефона изгибается под действием полюса постоянного магнита.

При замыкании ключа *Кл* постоянный ток, проходя через обмотку телефона, не вызовет колебаний стальной мембраны. Он или усилит или ослабит величину основного магнитного потока, создаваемого постоянным магнитом телефона.

Если говорить перед микрофоном, то воздушные волны приведут в колебательное движение мембрану микрофона, вследствие чего давление мембраны на угольный порошок начнет изменяться.

Давление на порошок возрастает, когда перед мембраной образуется сгущение воздуха и, наоборот, уменьшается в момент разрежения воздуха. Изменение давления на порошок приводит к изменению площади соприкосновения между отдельными зернами угольного порошка, а значит, и к изменению электрического сопротивления угольного порошка в целом. Сопротивление порошка уменьшается, если мембрана прижимается и, наоборот, увеличивается, если мембрана отходит.

Изменение сопротивления микрофона приводит к изменению величины тока в цепи. При уплотнении порошка сопротивление его уменьшается и ток возрастает, при разрыхлении — сопротивление увеличивается и ток уменьшается. Таким образом, во время

разговора перед микрофоном ток в цепи то увеличивается, то уменьшается, т. е. становится пульсирующим.

Пульсирующий ток проходит и через обмотку телефона. Каково его действие на телефон?

Пульсирующий ток, как известно, может быть разложен на две составляющие — постоянную и переменную (см. рис. 5).

График переменной составляющей *ОС* можно получить путем

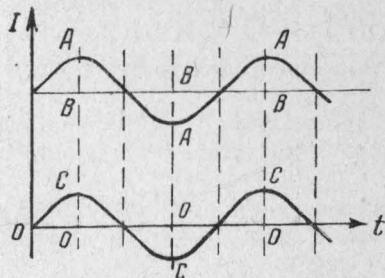


Рис. 5. Разложение пульсирующего тока на две составляющие.

вычитания из ординаты мгновенного значения пульсирующего тока OA ординаты постоянной составляющей OB .

Переменная составляющая OC по существу является тем переменным током, который генерирует микрофон при воздействии на него звуковых колебаний.

Пульсирующий ток, проходя через обмотку телефона (рис. 4), постоянной составляющей OB создает постоянный магнитный поток, намагничивая или размагничивая постоянный магнит, а переменной составляющей OC создает переменный магнитный поток.

Если магнитный поток, создаваемый постоянным магнитом телефона, обозначить через Φ_m , а магнитный поток обмотки — через Φ_o , то суммарный поток $\Phi_\Sigma = \Phi_m + \Phi_o$ при одной полярности батареи B , и $\Phi_\Sigma = \Phi_m - \Phi_o$ при другой полярности батареи B .

При разговоре переменная составляющая OC создает дополнительный переменный магнитный поток Φ_\sim :

$$\Phi_\sim = \Phi_m \sin \omega t$$

тогда

$$\Phi_\Sigma = \Phi_\Sigma + \Phi_\sim$$

Суммарный магнитный поток Φ_Σ в телефоне все время меняется и достигает максимального значения, когда $\sin \omega t = +1$, и минимального, когда $\sin \omega t = -1$.

С изменением магнитного потока изменяется и сила притяжения стальной мембраны, вследствие чего она начнет колебаться и воспроизводить звуки.

§ 3. СВОЙСТВА МИКРОФОНА

Выше графически было показано, что пульсирующий ток в цепи микрофона можно рассматривать как сумму двух токов — постоянного (ток питания микрофона) и переменного (разговорный ток). Докажем аналитически, что микрофон является генератором (источником) разговорного тока. Если в цепи (рис. 4) обозначить U — напряжение батареи B , через R_o — сопротивление микрофона в спокойном состоянии, а через R — сопротивление остальной цепи (телефона, проводов), то сила тока в спокойном состоянии микрофона равна:

$$i_o = \frac{U}{R_o + R}$$

Если же на микрофон действуют синусоидальные звуковые колебания, то мгновенное значение сопротивления микрофона r выразится в следующем виде

$$r = R_o + r_m \sin \omega t$$

где r_m — максимальная амплитуда переменной части сопротивления микрофона.

Как видно из этой формулы, сопротивление в каждый отдельный момент складывается из двух величин — постоянной R_0 и переменной $r_m \cdot \sin \omega t$.

Мгновенное значение сопротивления микрофона r будет больше R_0 в случае, когда $\sin \omega t$ имеет положительный знак и, наоборот, меньше R_0 , когда $\sin \omega t$ имеет отрицательный знак.

Сила тока в цепи во время разговора

$$i_p = \frac{U}{R + r}$$

Учитывая, что пульсирующий ток состоит из постоянной и переменной составляющих, можно написать выражение для силы тока, приводящей в действие телефон. Она равна разности этих токов:

$$i = i_0 - i_p = \frac{U}{R + R_0} - \frac{U}{R + r} = \frac{U(R + r) - U(R + R_0)}{(R + R_0)(R + r)}$$

Раскрыв скобки в числителе, произведя приведение подобных членов и заменив r его значением, будем иметь

$$i = \frac{U r_m \sin \omega t}{(R + R_0)(R + r)}$$

Изменим написание равенства

$$i = \frac{U}{R + R_0} \cdot \frac{r_m \sin \omega t}{R + r}$$

Здесь первый сомножитель — сила тока в цепи при спокойном состоянии микрофона.

$$i = \frac{i_0 r_m \sin \omega t}{R + r}$$

Эта формула определяет силу тока в цепи во время работы микрофона и выражает закон Ома. В знаменателе стоит полное сопротивление цепи, а в числителе — величина э.д.с., действующая в цепи при работе микрофона.

Отсюда: э.д.с., действующая в разговорной цепи микрофона, равна $e_m = i_0 r_m \sin \omega t$, или $e_m = i_0 \Delta R_m$, т. е. э.д.с. равна произведению силы тока в цепи i_0 (при спокойном состоянии микрофона) на переменное сопротивление микрофона ΔR_m .

Следовательно, величину $i_0 \Delta R_m$ можно рассматривать как переменную э.д.с., развиваемую микрофоном при его работе. Иначе говоря, микрофон является генератором разговорного тока.

Для работы микрофона необходимо питание его постоянным током. Питание микрофонов в телефонных аппаратах осуществляется двумя способами:

1) по системе местной батареи (система МБ), где каждый телефонный аппарат имеет свою батарею напряжением около 3 вольт;

2) по системе центральной батареи (система ЦБ), где телефонные аппараты получают питание от общей центральной батареи, напряжение которой определяется типом станции и равно 24, 48 или 60 вольтам.

Микрофон, как генератор, отдает наибольшую мощность нагрузке только в том случае, если его внутреннее сопротивление равно сопротивлению нагрузки. Во время разговора он развивает определенную мощность, являясь как бы усилителем мощности попадаемых на него звуковых колебаний. Измерения показывают, что мощность электрических колебаний, отдаваемая угольным микрофоном, составляет 1—1,5 мвт, а мощность звуковых колебаний, действующих на мембрану при разговоре, составляет около 0,002 мвт. В этом случае коэффициент усиления микрофона

$$k = \frac{1,0}{0,002} = 500.$$

Отсюда следует вывод: микрофон не только преобразует один вид энергии в другой, но и является усилителем мощности.

§ 4. СВОЙСТВА ТЕЛЕФОНА

Если по обмотке не проходит ток, то на мембрану телефона действует магнитное поле постоянного магнита и мембрана несколько прогибается (рис. 6).

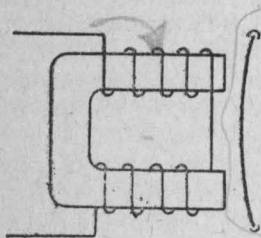


Рис. 6. Принцип устройства телефона.

Если по обмотке не проходит ток, то на мембрану телефона действует магнитное поле постоянного магнита и мембрана несколько прогибается (рис. 6).

Рассмотрим процесс преобразования энергии переменного тока, поступающего в обмотку телефона, в звуковые колебания.

Если угловую частоту переменного тока обозначить через ω , то суммарный магнитный поток Φ_{Σ} , действующий на мембрану, будет равен:

$$\Phi_{\Sigma} = \Phi_0 + \Phi_n \sin \omega t$$

Сила притяжения мембраны телефона F_0 при одном электро-

магните и отсутствии тока в обмотке пропорциональна квадрату магнитного потока, поэтому ее можно выразить:

$$F_0 = k \Phi_0^2$$

где k — коэффициент, зависящий от конструкции магнитной системы телефона.

При прохождении переменного тока по обмотке телефона сила притяжения мембраны пропорциональна квадрату суммы магнитных потоков — постоянного и переменного

$$F_g = k (\Phi_0 + \Phi_n \sin \omega t)^2$$

Раскроем скобки

$$F_g = k \Phi_0^2 + 2k \Phi_0 \Phi_n \sin \omega t + k \Phi_n^2 \sin^2 \omega t$$

и, заменив в последнем слагаемом значение

$$\sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos 2\omega t}{2},$$

получим

$$F_g = k \Phi_0^2 + 2k \Phi_0 \Phi_n \sin \omega t + \frac{k \Phi_n^2 - k \Phi_n^2 \cos 2\omega t}{2}$$

или

$$F_g = k \Phi_0^2 + 2k \Phi_0 \Phi_n \sin \omega t + 0,5k \Phi_n^2 (1 - \cos 2\omega t)$$

Из правой части этого уравнения видно, что сила, действующая на мембрану телефона, представляет геометрическую сумму трех сил.

Первая из них — $F_0 = k \Phi_0^2$ — есть постоянная величина. Она создает некоторый прогиб мембраны в сторону магнита.

Вторая сила — $F_1 = 2k \Phi_0 \Phi_n \sin \omega t$ — является полезной силой, приводящей мембрану в колебательное движение. Эта сила изменяется в зависимости от угловой частоты ω , совпадающей с угловой частотой переменного тока, поступающего в обмотку телефона.

Третья сила — $F_2 = 0,5 k \Phi_n^2 (1 - \cos 2\omega t)$ — действует с угловой частотой, в два раза большей угловой частоты переменного тока, поступающего в обмотку телефона. Она сообщает мембране телефона колебания с удвоенной частотой, внося тем искажения. Для уменьшения их необходимо увеличить постоянный магнитный поток, создаваемый постоянным магнитом телефона.

Однако увеличивать магнитный поток в телефоне можно до известного предела, поскольку при большом магнитном потоке изменение ампер-витков обмотки не повлечет за собой изменений силы, действующей на мембрану, и, следовательно, мембрана окажется притянутой, не производя звукового эффекта.

Переменный ток и создаваемый им переменный магнитный поток Φ_n изменяются синусоидально. Изменение силы притяжения мембраны $F_1 = 2k \Phi_0 \Phi_n \sin \omega t$ пропорционально изменению магнитных потоков — постоянного Φ_0 и переменного Φ_n . Если возрастающий магнитный поток катушки совпадает с направлением

поля постоянного магнита, то мембрана телефона притягивается к сердечникам. При уменьшении величины магнитного потока мембрана отходит.

Таким образом, телефон преобразует поступающие в его обмотку электрические колебания в звуковые.

Если нет постоянного магнита, то катушка телефона должна иметь простой железный сердечник. При пропускании переменного тока по обмотке полюсы катушки, а значит, и сердечника начнут изменять полярность соответственно частоте подведенного тока. Смена полюсов сопровождается кратковременным отсутствием магнитного поля в моменты, когда переменный ток имеет нулевые значения.

Конец сердечника, получивший магнитное поле одной полярности, притягивает мембрану, и она прогибается, затем, когда поле равно нулю (ток в катушке равен нулю), мембрана отходит, и, наконец, когда сердечник получает противоположное магнитное поле, мембрана снова притягивается.

Таким образом, за один период переменного тока, подведенного к катушке телефона, мембрана совершит два движения в сторону железного сердечника. Частота колебаний мембраны в два раза превысит частоту подведенного тока, т. е. $f_{\text{мембр}} = 2f_{\text{тока}}$. Удвоенная частота колебаний мембраны по сравнению с частотой подведенного тока повлечет большие искажения принимаемых звуков. Чтобы избежать этого, в телефоне необходимо установить постоянный магнит.

Кроме того, постоянный магнит более чем в 200 раз увеличивает силу, которая приводит мембрану в колебание.

Телефон может работать и в качестве передатчика речи. Допустим, что один телефон соединен двухпроводной линией с другим, находящимся на значительном расстоянии. Если перед мембраной одного из телефонов говорить, то под действием звуковых колебаний мембрана начнет колебаться и воздушный зазор между ней и сердечником будет изменяться. Сопротивление магнитной цепи, по которой замыкаются силовые линии, также начнет изменяться. Изменение сопротивления магнитной цепи повлечет изменение магнитного потока, омывающего витки катушки, что в свою очередь приведет к появлению в витках катушки э.д.с., которая по проводам передается к другому телефону и приводит его в действие.

Подобная связь находила применение только в первые годы развития телефонии, со времени изобретения телефона англичанином Беллом (1876 г.) до изобретения угольного микрофона П. М. Голубицким (1883 г.).

Для удобства пользования микрофон и телефон конструктивно объединяют в одно целое — микротелефон.

Глава II

ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ

§ 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В зависимости от способа питания бывают телефонные аппараты МБ (местной батареи) и ЦБ (центральной батареей). По конструктивному оформлению аппараты разделяются на настенные, настольные, унифицированные и переносные.

Каждый телефонный аппарат должен:

- посылать вызов на станцию,
- принимать вызов со станции,
- передавать речь к другому аппарату,
- воспроизводить речь, передаваемую с другого аппарата.

Для этого в нем есть соответствующие приборы, которые разделяются на две группы, — вызывные и разговорные.

К вызывным приборам относятся звонки, индукторы и зуммеры; к разговорным — микрофон, телефон, трансформатор.

На рис. 7 изображена скелетная схема телефонного аппарата системы МБ, а на рис. 8 — схема аппарата системы ЦБ. В схемах

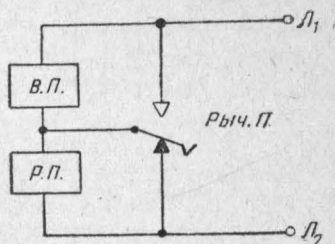


Рис. 7. Скелетная схема аппарата МБ:

В.П.—вызывные приборы; Р.П.—разговорные приборы; Рыч. П.—рычажный переключатель.

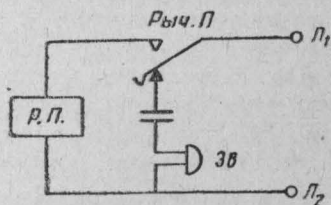


Рис. 8. Скелетная схема аппарата ЦБ:

Р.П.—разговорные приборы; Рыч. П.—рычажный переключатель; Зв—звонок.

переключение с вызывных приборов на разговорные происходит в момент снятия микрофонной трубки при помощи рычажного переключателя.

Рассмотрим вначале устройство и принцип действия основных приборов телефонных аппаратов, а затем — кратко схемы телефонных аппаратов, наиболее часто используемых в пожарной охране.

§ 6. ДЕТАЛИ ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ

Телефонный трансформатор. Микрофон и телефон обеспечивают телефонную передачу только на небольшое расстояние. Для увеличения дальности связи необходимо согласовать среднее сопротивление микрофона с величиной нагрузки. Это достигается путем применения трансформаторов.

Телефонный трансформатор (рис. 9) состоит из стального сердечника и обмоток. Сердечник выполняется из отдельных изолированных пластин листовой трансформаторной стали и имеет О- или Ш-образную форму. На сердечник надевается пластмассовый каркас, на который наматывается от одной до трех обмоток. В современных аппаратах применяются преимущественно трансформаторы с тремя обмотками.

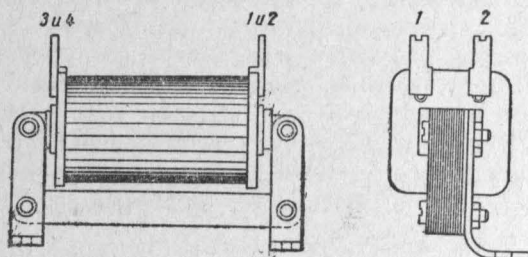


Рис. 9. Телефонный трансформатор:
1, 2, 3 и 4—выводные контакты трансформатора.

Схема телефонной передачи с применением трансформаторов в системе МБ указана на рис. 10. Из схемы видно, что микрофоны M_1 и M_2 и питающие батареи E включены в местную цепь последовательно первичным обмоткам трансформаторов Tr_1 и Tr_2 . Вторичные обмотки трансформаторов соединены с линией L_1 и L_2 через телефоны T_1 и T_2 . Первичные обмотки имеют небольшое число витков из более толстой изолированной медной проволоки, вторичные — большее число витков из тонкой проволоки.

При разговоре перед микрофоном по первичной обмотке трансформатора проходит пульсирующий ток, а во вторичной наводится переменный, который проходит через обмотки обоих телефонов.

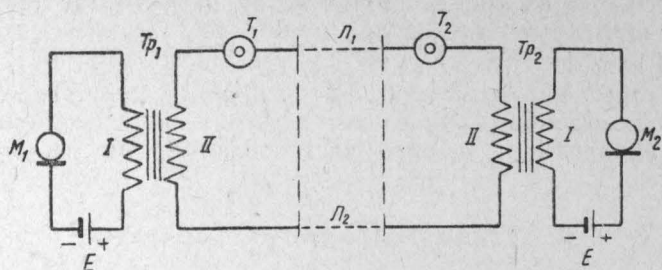


Рис. 10. Схема включения микрофонов и трансформаторов в системе МБ.

Если сопротивление со стороны первичной обмотки трансформатора обозначить через R_1 , со стороны вторичной — R_2 , а сопротивление нагрузки вторичной обмотки через R_n , то при разговоре входное сопротивление трансформатора со стороны первичной обмотки равно:

$$R_1 = \frac{R_n}{k^2}, \text{ а со стороны вторичной обмотки } R_2 = k^2 R_1$$

где k — коэффициент трансформации, равный отношению числа витков вторичной и первичной обмоток.

Из этих выражений видно, что входное сопротивление со стороны первичной и вторичной обмоток трансформатора зависит от коэффициента трансформации и величины сопротивления нагрузок соответственно вторичной и первичной обмоткам.

Микрофон, как генератор разговорного тока, отдает наибольшую мощность только в том случае, если величина сопротивления нагрузки согласована со средним значением сопротивления микрофона. Это согласование достигается подбором соответствующего коэффициента трансформации.

В системе ЦБ питание микрофонов в телефонных аппаратах осуществляется от общей центральной батареи (рис. 11). В цепь питания включены дроссели Dp_1 и Dp_2 , а микрофон подключен

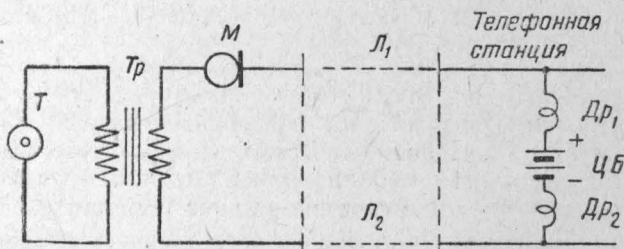


Рис. 11. Питание микрофона в системе ЦБ.

к центральной батарее через первичную обмотку трансформатора. В этой схеме трансформатор предназначен для того, чтобы отделить телефон от цепи постоянного тока. Действие постоянного тока на телефон в зависимости от направления может или понизить или повысить магнитный поток постоянного магнита. В том и другом случае чувствительность телефона понизится. Дроссели Dr_1 и Dr_2 обладают реактивным сопротивлением. Поэтому для постоянного тока сопротивление их мало, а для тока разговорной частоты величина сопротивления значительна.

Индуктор. Индуктор представляет собой генератор переменного тока с частотой 15—20 гц и напряжением 50—70 в (рис. 12). Индукторы применяются в телефонных аппаратах МБ и на некоторых телефонных коммутаторах ручного обслуживания.

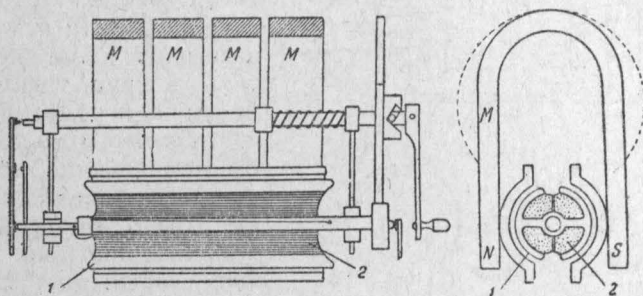


Рис. 12. Индуктор:

1—якорь; 2—обмотка; М—магнит.

Индуктор состоит из постоянного магнита М, якоря 1 с обмоткой 2 и привода (ручка с шестерней) для вращения якоря. Индуктор приводится в действие рукой. Средняя скорость вращения 180 об/мин.

В телефонии применяются индукторы различных конструкций. Так, в телефонных аппаратах завода «Красная Заря» применяются индукторы с подковообразными магнитами. В современных индукторах постоянные магниты изготавливаются из сплава «альни» (19% никеля, 10,5% алюминия, 5% меди, 65,5% железа). С увеличением числа постоянных магнитов увеличивается мощность индуктора.

Величина электродвижущей силы индуктора зависит от скорости вращения якоря, длины каждого витка обмотки, магнитной индукции в воздушном зазоре между якорем и магнитом.

Для уменьшения скорости вращения ручки индуктора применяется зубчатая передача, состоящая из двух зубчатых колес. Соотношение числа зубцов на колесах—1 : 6 или 1 : 5. Частота переменного тока f , созданного индуктором, зависит от скорости вращения якоря и выражается зависимостью:

$$f = \frac{n}{60} \text{ гц}$$

Здесь скорость вращения якоря n измеряется числом оборотов в минуту.

Звонок переменного тока. В качестве приемника вызова в телефонных аппаратах применяется поляризованный звонок, работающий от переменного тока. Звонки бывают различной конструкции. На рис. 13 показан принцип устройства наиболее распространенного звонка. Магнитная система звонка состоит из

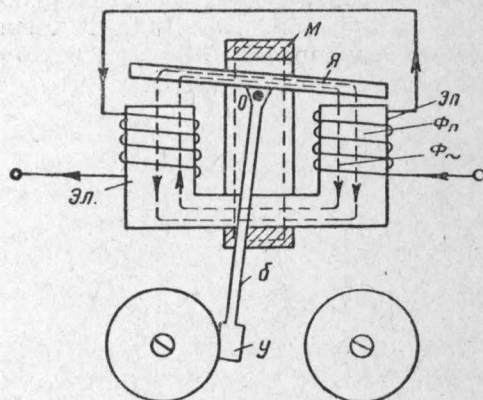


Рис. 13. Принцип устройства звонка переменного тока.

двух электромагнитов: левого $\mathcal{E}л$ и правого $\mathcal{E}п$, постоянного магнита M и якоря $Я$. Якорь имеет боек $б$ с ударником $у$ и может поворачиваться на некоторый угол вокруг точки O . Обмотки электромагнита включаются таким образом, чтобы направление тока, проходящего через одну катушку, было противоположно направлению тока, проходящего через другую катушку. Поэтому магнитные потоки (постоянного магнита Φ_n и обмотки Φ_{\sim}) будут совпадать по направлению то в одном, то в другом сердечнике. Совпадение по направлению Φ_n и Φ_{\sim} вызовет притяжение якоря к данному полюсу сердечника.

При отсутствии тока в обмотках сила притяжения якоря левым и правым сердечником равна

$$F = \frac{\Phi_n^2}{8 \pi S}$$

При прохождении по обмоткам переменного тока в каждом из сердечников возникнут дополнительные силы притяжения f_1 и f_2 .

С некоторым допущением можно считать, что со стороны правого сердечника на якорь будет действовать сила:

$$F + f_1 = \frac{(\Phi + \Phi_{\sim})^2}{8 \pi S}$$

В то же время со стороны левого сердечника действует сила:

$$F - f_2 = \frac{(\Phi - \Phi_{\sim})^2}{8 \pi S}$$

Под действием этих сил якорь притягивается к правому сердечнику.

При изменении направления тока в обмотках якорь притягивается к левому сердечнику.

§ 7. ТЕЛЕФОННЫЙ АППАРАТ СИСТЕМЫ МБ

Аппараты системы МБ выпускаются заводом «Красная Заря» и дают возможность устанавливать телефонную связь по стальным проводам диаметром 3 мм воздушной линии до 120 км, а по полевой телефонной кабельной линии — до 20 км. Питание аппарата — один элемент напряжением 1,5 вольта (у других типов аппаратов напряжение от 1,5 до 3 в). Вес аппарата — 4,5 кг.

Принципиальная схема аппарата (рис. 14) основана на принципе размыкания цепей и имеет ту особенность, что рычажный переключатель РП указан в двух местах. Когда микрофонная трубка лежит на рычажном переключателе, контакты РП находятся в положении, указанном на схеме. При снятии трубки контакты 2—3 размыкаются, а контакты 1—2 и 4—5 замыкаются.

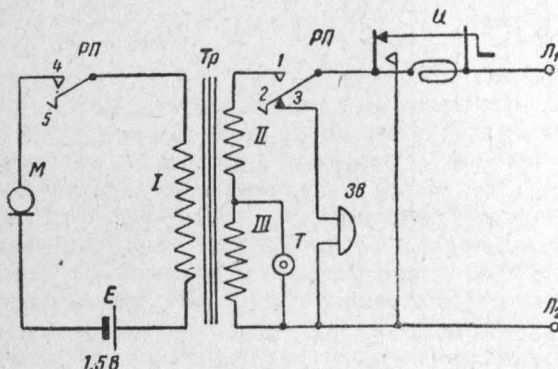


Рис. 14. Принципиальная схема настенного аппарата системы МБ.

Рассмотрим токопрохождение в схеме.

1. Прием вызова. Вызывной ток от коммутатора поступает к аппарату по двухпроводной линии L_1 и L_2 и проходит по следующей цепи:

L_1 , индуктор И, РП₍₂₋₃₎, звонок Зв, L_2 .

Вызывной ток, проходя по обмотке звонка, приводит его в действие, в результате чего абонент получает сигнал вызова.

2. Прием речи. При снятии микрофонной трубки контакты 2—3 размыкаются и отключают звонок, а контакты 1—2 и 4—5 замыкаются. Ток звуковой частоты поступает к телефонному аппарату по линии L_1 и L_2 и проходит по цепи:

L_1 , индуктор И, РП₍₂₋₁₎, Tr II, $\frac{\text{телефон T}}{\text{Tr III}}$, L_2 .

Сопротивление обмотки телефона значительно ниже сопротивления обмотки III трансформатора Tr. Ток, проходя по обмотке, приводит в действие телефон.

3. Передача речи. Kontakтами 4—5 рычажного переключателя замыкается цепь питания микрофона M.

При разговоре перед микрофоном в первичной обмотке трансформатора проходит пульсирующий ток, который наводит в обмотках II и III переменный ток разговорной частоты, подающийся через контакты 1—2 рычажного переключателя в линию к телефонному аппарату абонента.

Здесь параллельно обмотке III подключен телефон, и если сопротивление линии не уравновешено с входным сопротивлением телефонного аппарата, то часть тока проходит через обмотку телефона.

4. Посылка вызова. При вращении ручки индуктора обмотка якоря включается последовательно проводам L_1 и L_2 . Образовавшийся в обмотке якоря ток проходит по цепи — правый конец обмотки якоря, провод L_1 , обмотка звонка вызываемого телефона, провод L_2 , скользящий контакт якоря, левый конец обмотки якоря индуктора, — приводя в действие вызывные приборы телефона абонента.

Выше было отмечено, что при разговоре перед микрофоном часть тока может проходить через обмотку телефона. В этом случае дальность передачи сократится, т. к. часть энергии трансформатора вместо того, чтобы поступить в линию, замыкается бесполезно на телефон. Говорящий перед микрофоном будет слышать свой голос, вследствие чего преждевременно наступит утомляемость слуха. Это явление называется местным эффектом. Для устранения его используют так называемые противоместные схемы, в которых прослушивание собственного голоса говорящего приглушено. Рассмотрим одну из противоместных схем, применяемых в современных телефонных аппаратах (рис. 15).

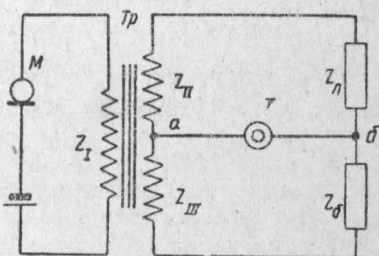


Рис. 15. Противоместная схема включения разговорных приборов в аппарате системы МБ.

Телефон включается таким образом, чтобы разность потенциалов на концах обмотки телефона была равна нулю. В этом случае ток через обмотку проходить не будет.

На рис. 15 сопротивление вторичных обмоток трансформатора обозначено через Z_{II} и Z_{III} , через $Z_{Л}$ — входное сопротивление линии, а через $Z_{б}$ — сопротивление дополнительного балансного контура (обычно применяется активное сопротивление, иногда с последовательно включенным конденсатором). Для получения равных потенциалов в точках а и б противоместной схемы необходимо равновесие:

$$Z_{II} Z_{б} = Z_{III} Z_{Л},$$

т. е. полное сопротивление балансного контура должно удовлетворять условию:

$$Z_6 = Z_{\text{л}} \frac{Z_{\text{ПП}}}{Z_{\text{П}}}$$

Из этого выражения видно, что согласование схемы зависит от входного сопротивления линии $Z_{\text{л}}$, величина которого меняется с изменением длины линии. Поэтому достигнуть полного отсутствия тока через телефон в момент передачи речи можно только для линии с определенными электрическими параметрами и для одной определенной частоты тока. В практических условиях по телефону передается полоса частот по линиям с разными электрическими параметрами, поэтому противоместная схема не полностью устраняет слышимость передаваемого разговора в своем телефоне.

§ 8. ТЕЛЕФОННЫЙ АППАРАТ СИСТЕМЫ ЦБ

Аппараты системы ЦБ применяются для включения в абонентские линии телефонных станций системы ЦБ. Их принципиальная схема отличается от схемы аппаратов МБ. Телефон включается не непосредственно в линию, как это имеет место в аппаратах МБ, а через трансформатор. В аппаратах ЦБ нет индуктора, а вызов станции осуществляется через станционную батарею.

В настоящее время наиболее распространены телефонные аппараты типа ТАН (телефонный аппарат настольный), которые применяются в сетях со станциями ручного обслуживания (ТАН-6) и в сетях с автоматическими станциями (ТАН-5).

Рассмотрим принципиальную схему телефонного аппарата типа ТАН-6 (рис. 16). Этот аппарат можно использовать для абонентских линий автоматических станций при условии установки номеронабирателя.

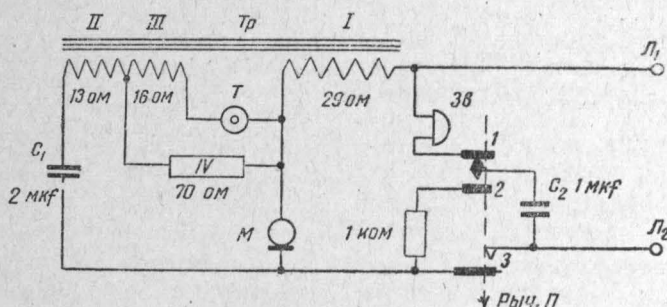


Рис. 16. Принципиальная схема телефонного аппарата ТАН-6.

Рассмотрим действие схемы.

1. Прием вызова. Когда микрофонная трубка лежит на рычажном переключателе, то к линии подключен звонок и конденсатор. Вызывной ток от станции проходит по цепи:

$L_1, 38, C_2, L_2$. Звонок приводится в действие.

2. Посылка вызова. При снятии микротелефонной трубки с рычажного переключателя контакт 1 размыкается, а контакты 2 и 3 замыкаются. Замыкание контакта 3 образует цепь для постоянного тока, посылаемого со станции:

⊕ ЦБ, L_1 , T_p I, М, Рыч. P_3 , L_2 , — ЦБ.

3. Передача речи. При разговоре перед микрофоном переменная составляющая микрофонного тока проходит по цепи:

М, $\frac{T_p \text{ I, } L_1, \text{ станция, } L_2, \text{ Рыч. } P_3}{IV, T_p \text{ II, } C_1}$, М.

Ответвление тока в местную цепь обуславливает потери при передаче речи.

4. Разговор абонентов. Ток разговорной частоты, поступающий с линии, проходит в схеме по цепи:

$L_1, T_p \text{ I, } \frac{T, T_p \text{ III}}{IV}, T_p \text{ II, } C_1, \text{ Рыч. } P_3, L_2.$

Часть тока отводится и проходит через микрофон, чем создаются потери при приеме речи.

Аппарат ТАН-5 смонтирован по противоместной схеме с использованием компенсационного метода противоместности. Сущность его сводится к следующему.

Как уже отмечалось, в момент разговора перед микрофоном часть тока проходит по цепи:

М, IV, T_p II, C_1 , М.

Переменная составляющая разговорного тока проходит по сопротивлению IV и обмотке II трансформатора. Она наводит в обмотке III э.д.с., которая могла бы создать ток в обмотке телефона. Однако ток в телефоне не возникает вследствие того, что с ним постоянно находится в противофазе напряжение на сопротивлении IV. Действие э.д.с. обмотки компенсируется разностью потенциалов, создаваемой на зажимах сопротивления IV. Вследствие этого действие микрофонных токов на телефон ослабевает и схема является противоместной.

Г л а в а III

ТЕЛЕФОННЫЕ КОММУТАТОРЫ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

§ 9. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проводная связь пожарной охраны организуется в пожарных частях, отрядах и в масштабе гарнизона.

В этих целях применяют различные типы телефонных коммутаторов.

Для диспетчерских целей гарнизона используют специальные телефонные станции типа ЦКУ-110 и ЦКУ-120, выпускаемые заводом ВЭФ. Через эти станции осуществляется прямая связь с пожарными частями гарнизона, службами города, взаимодействующими с пожарной охраной и с особо важными объектами города. Станции типа ЦКУ имеют комплекты входящих линий для приема извещений, поступающих от граждан города по номеру 01.

Для хозяйственных целей в зданиях управлений и некоторых частей устанавливают телефонные станции типа УРТС-100.

В пожарных частях применяют в основном телефонные станции небольшой емкости с коммутаторами системы ЦБ и МБ емкостью от 10 и более номеров.

Основным элементом каждой телефонной станции ручного обслуживания является коммутатор. Телефонный коммутатор представляет собой устройство, при помощи которого осуществляется соединение абонентов для ведения разговоров.

Телефонные коммутаторы в соответствии со способом питания аппаратов бывают системы МБ (местной батареи) и системы ЦБ (центральной батареи). В системе МБ телефонные аппараты питаются энергией тока непосредственно у аппаратов за счет местных батарей напряжением от 1,5 до 3 в. В системе ЦБ питание телефонных аппаратов осуществляется от одной центральной батареи, находящейся на станции. Напряжение батарей на станциях системы ЦБ обычно равно 24 в. Станционная батарея установки ЦКУ-110 имеет напряжение 48 в.

В зависимости от приборов, используемых для соединения абонентов, коммутаторы бывают шнуровые и бесшнуровые. В первой группе соединение выполняется посредством шнуровых пар, во второй — посредством переключателей.

Независимо от системы коммутатора его схема имеет следующие элементы:

1. Абонентские комплекты, при помощи которых абоненты вызывают станцию. Число абонентских комплектов равно емкости коммутатора.

2. Шнуровые пары, посредством которых производится соединение абонентов. Число шнуровых пар меньше числа абонентских линий. Обычно на коммутаторах, рассчитанных на 100 номеров, число шнуровых пар равно 18.

В бесшнуровых коммутаторах соединение абонентов осуществляется при помощи переключателей.

3. Приборы рабочего места, при помощи которых телефонистка осуществляет опрос и вызов абонентов.

Абонентские комплекты, шнуровые пары и приборы рабочего места обычно размещаются в корпусе коммутатора, за исключением коммутаторов со сложными схемами, такими, как ЦКУ, где часть приборов абонентских комплектов шнуровых пар и соединительных линий вынесена на отдельные стивы.

§ 10. ОСНОВНЫЕ ПРИБОРЫ ТЕЛЕФОННЫХ КОММУТАТОРОВ

К приборам абонентского комплекта относятся: гнезда, клапаны, бленкеры, электромагнитные реле и лампы накаливания.

К приборам шнуровой пары относятся: штепсели со шнурами, электромагнитные реле, опросно-вызывные ключи, коммутаторные лампы или отбойные клапаны.

К приборам рабочего места относятся: микротелефонная трубка, трансформатор, реле, вызывные устройства, лампы накаливания, кнопочные переключатели и др. Кроме этих приборов, в схемах коммутаторов применяются конденсаторы, сопротивления и дроссели.

Рассмотрим основные приборы телефонных коммутаторов.

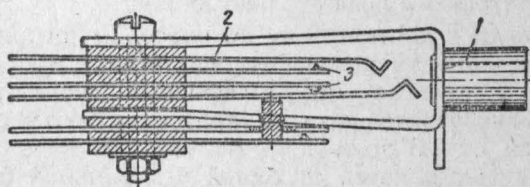


Рис. 17. Общий вид коммутаторного гнезда:

1—латунная втулка; 2—набор контактных пружин; 3—серебряные контакты.

1. Коммутаторные гнезда. Абонентские линии подключаются к пружинам гнезд коммутаторов. Гнездо (рис. 17) состоит из латунной втулки 1, набора контактных пружин 2, изготовленных из бронзы или нейзиль-

бера, и серебряных контактов 3. Пружины изолируются друг от друга прокладками из гетинакса или эбонита. Гнезда отличаются друг от друга количеством пружин и диаметром втулки (5,5 и 6,5 мм), они могут быть индивидуальные и собранные на общую рамку по 10 или 20 гнезд.

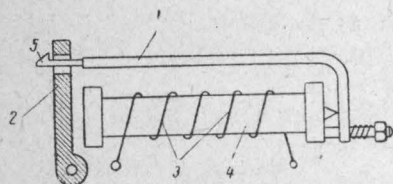


Рис. 18. Вызывной клапан:
1—якорь; 2—откидная дверца; 3—обмотка;
4—сердечник; 5—зуб.

Отбойные клапаны, применяющиеся в коммутаторах МБ, конструктивно несколько отличаются от вызывных клапанов, но принцип их действия аналогичен.

3. Телефонное реле (рис. 19) представляет собой электромагнитный механизм, предназначенный для замыкания, размыкания и переключения различных электрических цепей. Основными частями реле являются:

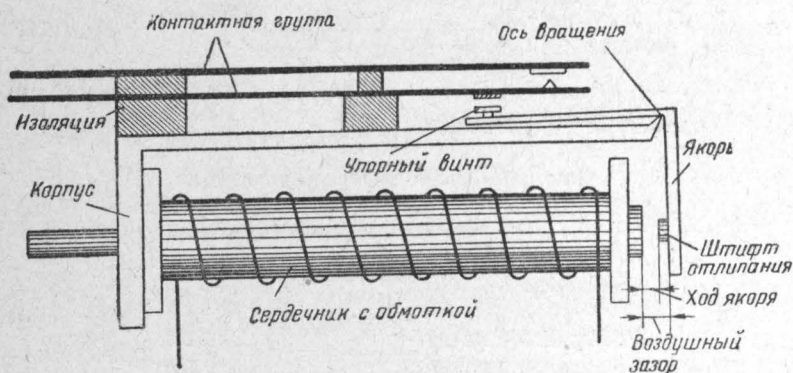


Рис. 19. Телефонное реле.

а) стальной сердечник с обмоткой из медной изолированной проволоки;

б) подвижной якорь, поворачивающийся на некоторый угол вокруг своей оси. Якорь имеет штифт отлипания и упорный винт на мостике;

в) контактная группа, состоящая из отдельных контактных пружин, которые при притяжении якоря могут производить различные переключения.

При прохождении тока по обмотке реле якорь притягивается к сердечнику, а горизонтальная часть его (мостик) поднимается вверх. Упорный винт давит на контактные пружины, производя необходимое переключение. При отключении тока якорь отходит от конца сердечника и пружины возвращаются в исходное положение.

Для устранения возможного «залипания» якорь снабжен латунным штифтом отлипания, препятствующим непосредственному соприкосновению с сердечником.

Контактные пружины изготавливаются из нейзильбера и имеют серебряные вставки в местах контакта.

Промышленностью выпускается несколько типов реле, применяющихся в различных областях техники. В проводной связи наиболее распространены электромагнитные реле типа РПН — реле плоское нормальное (рис. 20) — и РКН — реле круглое нормальное (рис. 21).

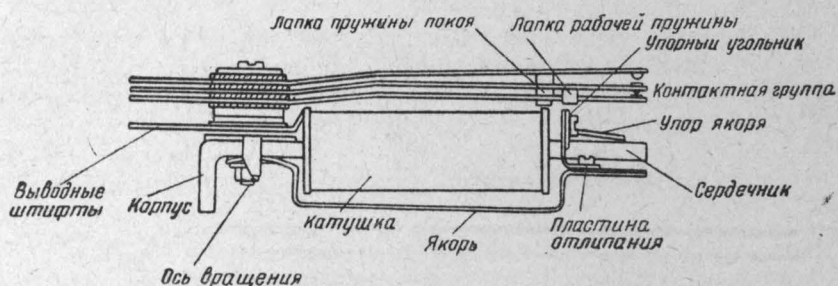


Рис. 20. Общий вид реле типа РПН.

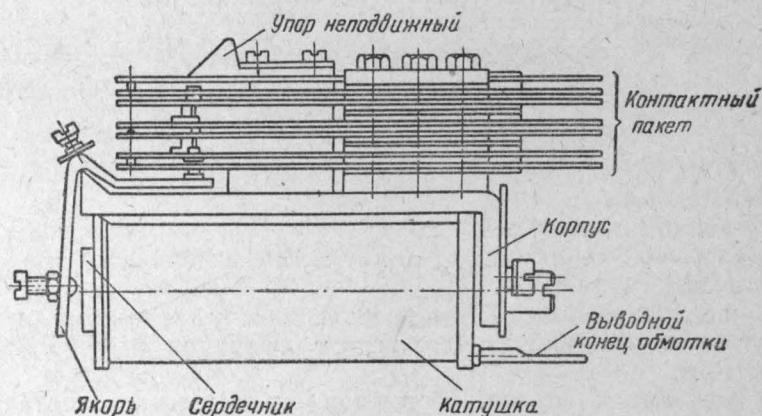


Рис. 21. Общий вид реле типа РКН.

Реле типа РПН просто по конструкции, готовится из штампованных деталей, имеет небольшую стоимость.

Реле типа РКН является более сложным и дорогим, обладает большей чувствительностью и устойчивостью, а контактная система почти не требует регулировки в процессе эксплуатации.

Электромагнитное реле постоянного тока характеризуется следующими параметрами:

- 1) числом обмоток (от одной до трех);
- 2) сопротивлением обмоток постоянному току;
- 3) числом витков в обмотках;
- 4) диаметром провода;
- 5) числом контактных групп и числом пружин в группе. Количество контактных групп бывает от одной до трех, количество пружин в группе обычно не превышает 9. Наибольшее число пружин у реле типа РПН и РКН не превышает 18;
- 6) временем срабатывания и временем отпускания. Замедление на срабатывание и отпускание достигается за счет дополнительной короткозамкнутой обмотки (реле РПН) или втулки красной меди, надетой на сердечник (реле РКН).

Действие реле типа РПН и РКН характеризуется следующими величинами:

— время срабатывания нормальных реле от 5 до 80 мсек, замедленных — от 20 до 120 мсек,

— время отпускания нормальных реле от 6 до 100 мсек, замедленных — от 20 до 600 мсек;

7) чувствительностью, т. е. наименьшей величиной тока, при которой реле срабатывает. При одной контактной группе на замыкание чувствительность реле РПН равна 39,7 мвт, РКН—21,1 мвт;

8) наибольшим напряжением на обмотках (не более 100 в), номинальным напряжением на контактах (60 в);

9) номинальным током в цепи контактов (0,2 а);

10) сроком службы реле при номинальной нагрузке (реле типа РПН и РКН рассчитаны на 10 млн. срабатываний).

Рассмотрим основные формулы, поясняющие принцип действия реле.

При прохождении тока по обмотке в сердечнике реле образуется магнитный поток, замыкающийся через воздушный зазор между сердечником и якорем. Через этот зазор замыкается полезная часть магнитного потока, другая его часть рассеивается. Сила притяжения якоря создается полезным магнитным потоком.

Введем такие обозначения: полный магнитный поток, создаваемый током в катушке, обозначим через Φ_0 ; полезный магнитный поток, замыкающийся через зазор между якорем и сердечником, обозначим через Φ_n ; поток рассеивания—через Φ_p , тогда

$$\Phi_p = \Phi_0 - \Phi_n$$

Отношение $\frac{\Phi_{\pi}}{\Phi_0}$ является функцией, учитывающей магнитный поток рассеивания. Обозначим это отношение через α , тогда

$$\Phi_{\pi} = \alpha \Phi_0$$

Полный магнитный поток Φ_0 , создаваемый током в обмотке реле:

$$\Phi_0 = \frac{0,4 \pi w i}{R_m}$$

где w — число витков обмотки;

i — сила тока в обмотке;

R_m — магнитное сопротивление магнитной цепи.

Произведение числа витков на силу тока в обмотке $w i$ носит название ампервитков.

Полезный магнитный поток Φ_{π} , протекающий в зазоре между якорем и сердечником, образует силу притяжения якоря к сердечнику, которая согласно формуле Максвелла выражается в следующем виде:

$$F = \frac{\Phi^2}{8 \pi S} \text{ дин,} \quad \text{или} \quad F = \frac{\Phi^2}{8 \pi S 981} \text{ г}$$

где Φ — магнитный поток (в нашем случае Φ_{π}), выраженный в *мксв*;

S — площадь сечения воздушного зазора в *см*².

Подставим в эту формулу вместо Φ значение Φ_{π} , получим:

$$F = \frac{(\alpha \Phi_0)^2}{8 \pi S 981}$$

Заменим Φ_0 его значением:

$$F = \frac{(\alpha 0,4 \pi w i)^2}{8 \pi S 981 R_m^2}$$

Постоянные величины, входящие в эту формулу, обозначим через k , тогда будем иметь

$$F = k \left(\frac{w i}{R_m} \right)^2$$

Из этой формулы видно, что сила притяжения якоря к сердечнику зависит от конструкции реле, от квадрата числа ампервитков и магнитного сопротивления магнитной цепи. Независимо от конструктивных особенностей реле сила притяжения якоря к сердечнику в основном зависит от количества ампервитков.

Сила притяжения сердечника должна быть такой, чтобы она могла преодолеть давление контактных пружин и силу трения якоря.







В спокойном положении реле контактные пружины не оказывают давления на якорь. По мере приближения якоря к сердеч-

нику давление пружин возрастает. Если сила притяжения будет достаточной для преодоления вначале инерции якоря, а затем давления пружин, то якорь притянется к сердечнику.

При движении якоря к сердечнику величина воздушного зазора уменьшается, вследствие чего магнитное сопротивление магнитной цепи также уменьшается. Уменьшение сопротивления магнитной цепи приведет к возрастанию силы притяжения якоря к сердечнику. Движение якоря к сердечнику сопровождается возрастанием давления контактных пружин. Если величина возрастания силы притяжения якоря больше величины возрастания давления пружин, то реле будет срабатывать устойчиво.

Сила притяжения якоря находится в прямой зависимости от числа ампервитков катушки реле. Для определения потребного числа ампервитков необходимо прежде всего знать, какое количество контактных пружин должно иметь данное реле и к какому классу относится та или иная группа.

Приведем типовые контактные группы для некоторых реле типа РПН.

№№	Заводское цифровое обозначение	Эскиз	Наименование группы	Минимальный ход якоря в мм
1	01		Замыкание	1,1
2	02		Размыкание	1,1
3	03		Переключение	1,1
4	04		Сдвоенное замыкание	1,3
5	05		Сдвоенное размыкание	1,3
6	26		Два последовательных замыкания	1,5
7	07		Замыкание с размыканием	1,1
8	29		Размыкание со сдвоенным замыканием	1,5

Зная число контактных групп и минимальный ход якоря, можно найти ампервитки срабатывания по графикам, разработанным заводом «Красная Заря». Они составлены с учетом удвоенного запаса надежности срабатывания.

Для наиболее распространенных плоских реле типа РПН ампервитки срабатывания в среднем приняты следующими:

- трех контактных пружинах — 107,
- при восьми контактных пружинах — 178,
- при максимальном числе контактных пружин — 275.

Для круглых реле типа РКН ориентировочное число ампервитков срабатывания можно определить по эмпирической формуле:

$$i w = a + b \sqrt{n}$$

где a — постоянная величина, учитывающая ампервитки, потребные для притяжения якоря (без переключения пружин);
 b — постоянная величина, зависящая от регулировки реле.
 По данным завода «Красная Заря», для реле с нормальной регулировкой $a=75$, $b=50$;
 n — число контактных пружин.

Зная потребное число ампервитков, можно определить, будет ли работать данное реле в заданной цепи.

Пример. Реле типа РПН (паспорт Ф 1720396) применено в схеме коммутатора ЦКУ-110 в качестве линейного реле. Сопротивление обмотки 4000 ом, число витков 25 000, число пружин 6. Определить, будет ли работать это реле, если сопротивление абонентской линии вместе с аппаратом абонента равно 2500 ом. Напряжение питающей батареи ЦКУ-110 равно 48 вольтам.

Определим величину тока в цепи:

$$i = \frac{U}{R} = \frac{48}{4000 + 2500} = 0,0073 \text{ а}$$

Определим число ампервитков:

$$iW = 0,0073 \cdot 25000 = 182,5 \text{ а-в}$$

Для плоского реле с 8 пружинами необходимо 178 а-в, в нашем случае всего 6 пружин, а ампервитки равны 182,5.

Вывод. Реле будет работать в данной цепи и при данном напряжении батарей. Если же напряжение батареи упадет до нижнего предела, т. е. до 44 вольт, то реле может не сработать (167,5 ампервитка).

Определив потребное количество ампервитков, переходят к расчету обмоток. Число витков катушки определяется по формуле:

$$W = \frac{L H}{\alpha d^2 + \beta}$$

где L и H — измеряются в мм (рис. 22);

$$\alpha = 1,25;$$

d — диаметр провода в мм;

$$\beta = 0,0016.$$

Сопротивление обмотки с круглым сечением сердечника равно

$$R = \frac{4 \rho W (D + H)^2}{d^2} 10^{-3} \text{ ом}$$

где ρ — удельное сопротивление меди.

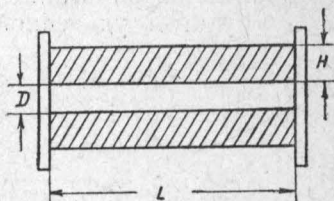


Рис. 22. Катушка реле.

Зная сопротивление обмотки и сопротивление других приборов, входящих в цепь данного реле, определяют величину тока, проходящего через обмотку, принимая при этом самые неблагоприятные величины напряжений батареи (в телефонии обычно берется ниже номинального на 10%). Найденное число витков умножают на силу

тока в катушке. Полученное произведение не должно быть менее расчетного числа ампервитков.

При подключении обмотки реле к источнику тока, так же как и при отключении, срабатывание реле происходит не немедленно, а с некоторым запозданием.

Время от момента включения обмотки в цепь тока до момента выполнения якорем его функций называется временем срабатывания реле, а от момента выключения тока из обмотки до момента выполнения якорем его функций — временем отпускания реле.

Время срабатывания или отпускания реле зависит от условий нарастания и спада тока. Так как обмотка реле обладает индуктивностью, то нарастание в ней тока происходит не мгновенно, а в течение некоторого промежутка:

$$i = I(1 - e^{-\frac{R}{L} t})$$

где i — мгновенное значение тока;

I — установившееся значение тока в обмотке реле;

R — сопротивление катушки в омах;

L — индуктивность катушки;

t — время, истекшее с момента включения тока до момента измерения.

Убывание тока в момент выключения происходит также не мгновенно, а будет тем медленнее, чем больше индуктивность обмотки реле. Убывание тока в момент выключения происходит по уравнению:

$$i = I e^{-\frac{R}{L} t}$$

В телефонии нередко приходится прибегать к значительному замедлению срабатывания или замедлению отпускания якоря реле. Это достигается следующим образом. В реле типа РПН поверх сердечника наматывается короткозамкнутая обмотка, состоящая из двух, четырех или шести слоев голой медной проволоки диаметром 0,5 мм. В реле типа РКН на сердечник надевается втулка из красной меди диаметром 26 мм, длиной 12,8, 25,5 или 38 мм. У реле, замедленных на отпускание, втулка находится у основания сердечника; у замедленных на срабатывание — у конца сердечника.

Замедление на срабатывание и отпускание можно объяснить следующим образом.

В момент подключения напряжения к обмотке реле в короткозамкнутой обмотке появится ток, направленный против тока в катушке. В результате в сердечнике наводится два противоположных магнитных потока и срабатывание реле замедляется. В момент отключения напряжения с обмотки в короткозамкнутой обмотке появляется ток, совпадающий по направлению с током в катушке. В результате на сердечник действуют два магнитных поля, направленные в одну сторону, и отпускание реле замедляется.

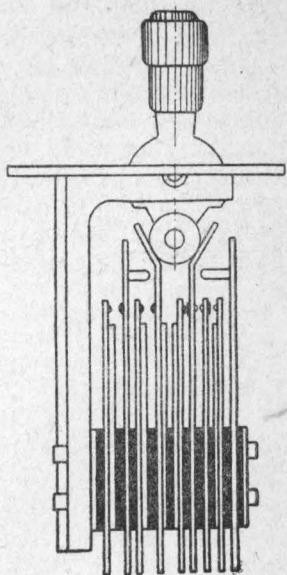


Рис. 23. Опросно-вызывной ключ роликового типа.

4. Опросно-вызывной ключ. Каждая шнуровая пара имеет свой опросно-вызывной ключ, предназначенный для подсоединения микро-телефонной трубки и вызывного устройства к шнуровой паре.

Ключ имеет три положения: нейтральное (рис. 23); положение опроса (положение «на себя»), при котором микротелефонная трубка подключается к шнуровой паре (это положение ключа с арретиром); положение вызова (положение «от себя»), при котором вызывное устройство коммутатора подключается к шнуровой паре (это положение ключа без арретира).

5. Кнопочные переключатели (рис. 24) применяются для различных переключений в схемах коммутаторов. Они могут быть с различным числом пружин, с арретиром и без арретира.

§ 11. СХЕМЫ ТЕЛЕФОННЫХ КОММУТАТОРОВ

а) Телефонный коммутатор системы МБ

Отечественной промышленностью выпускаются коммутаторы системы местной батареи следующих типов:

- 1) переносные (настольные) на 10 номеров;
- 2) настольно-стенные на 30 номеров;
- 3) настольные на 40 и 60 номеров;
- 4) напольные (двухпанельные) на 100 номеров.

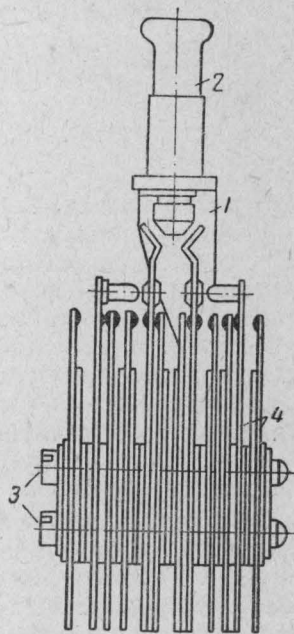


Рис. 24. Кнопочный переключатель:

1—основание (корпус); 2—кнопка;
3—винты; 4—контактные пружины.

Не рассматривая цепей токопрохождения в коммутаторах системы МБ, остановимся лишь на принципе их действия.

На рис. 25 приведена упрощенная схема коммутатора МБ. Как и в каждом коммутаторе, здесь указаны три основные части:

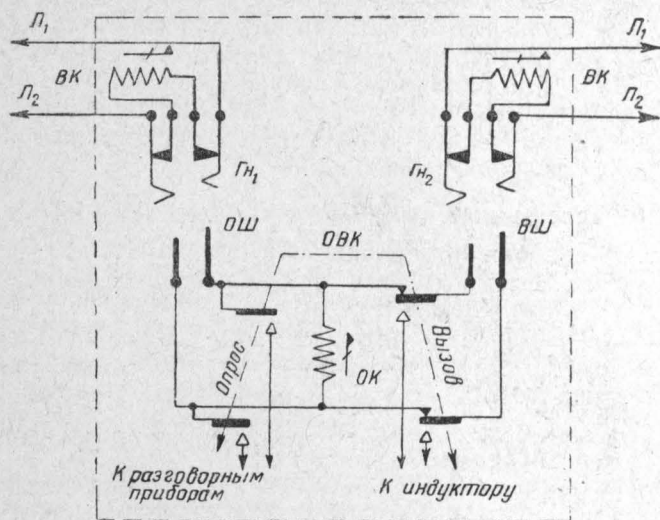


Рис. 25. Упрощенная схема коммутатора системы МБ.

- 1) абонентские комплекты (их указано два);
- 2) шнуровая пара;
- 3) приборы рабочего места (микрофонная трубка и индуктор на рисунке не показаны).

От гнезд $ГН_1$, $ГН_2$ и т. д. проложены двухпроводные линии к телефонным аппаратам абонентов. Внутренние пружины гнезд соединены с обмотками вызывных клапанов.

Для вызова станции один из абонентов вращает ручку индуктора, переменный ток по проводам $Л_1$ и $Л_2$ проходит через обмотку $ВК$, вызывной клапан срабатывает, дверца клапана открывается. Телефонистка видит номер абонента, вызывающего станцию, и вставляет опросный штепсель $ОШ$ в гнездо линии вызывающего абонента. При вставлении штепселя линия абонента отключается от обмотки $ВК$ и подключается к шнуровой паре. Переводом опросно-вызывного ключа $ОВК$ в положение «опрос» производится подсоединение линии абонента к разговорным приборам рабочего места коммутатора. Таким образом, разговорные приборы рабочего места коммутатора соединены двухпроводной линией с телефонным аппаратом абонента.

Опросив абонента, телефонистка вставляет вызывной штепсель $ВШ$ в гнездо линии требуемого абонента и переводит опросно-вызывной ключ $ОВК$ в положение «вызов». Вызывные приборы (индуктор или токовращатель) подсоединяются к линии вызывае-

мого абонента. Вращением ручки индуктора или пуском токовращателя создается переменный вызывной ток, который и посылается к аппарату абонента. После вызова ключ ОВК переводится в нейтральное положение (как указано на схеме), благодаря чему аппараты абонентов соединяются между собой через шнуровую пару. По окончании разговора один или оба абонента кратковременно вращают ручку индуктора телефонного аппарата, отчего срабатывает отбойный клапан ОК шнуровой пары. Получив сигнал отбоя, телефонистка производит разъединение абонентов.

Принципиальные схемы коммутаторов системы МБ просты и не требуют специального описания.

б) Телефонный коммутатор системы ЦБ—РТС

На рис. 26 изображена принципиальная схема коммутатора системы ЦБ—РТС. Схема состоит из трех основных частей:

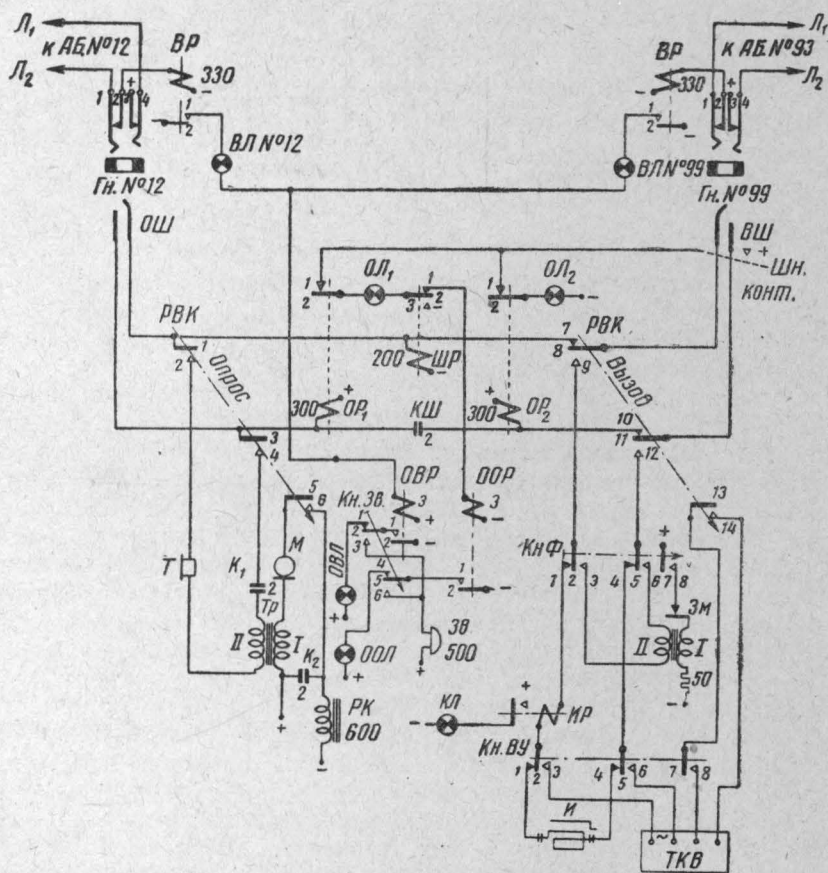


Рис. 26. Схема коммутатора ЦБ—РТС.

1. Абонентские комплекты. К ним относятся: линейные гнезда $Гн$, вызывные реле $ВР$ и вызывные лампы $ВЛ$. Число абонентских комплектов зависит от емкости коммутатора.

2. Шнуровые пары. К ним относятся: опросный и вызывной штепсели ($ОШ$ и $ВШ$), разговорно-вызывной ключ $РВК$, отбойные реле $ОР_1$ и $ОР_2$, шнуровое реле $ШР$, отбойные лампы $ОЛ_1$ и $ОЛ_2$, шнуровой конденсатор $КШ$ и шнур-контакт. На 100-номерном коммутаторе число шнуровых пар равно 18.

3. Приборы рабочего места. К ним относятся: микротелефонная трубка $М$ и $Т$, микрофонный трансформатор $Тр$, реактивная катушка $РК$, конденсаторы $К_1$ и $К_2$, общевызывное и общеотбойное реле $ОВР$ и $ООР$, звонок $Зв$ и вызывное устройство (индуктор $И$, токовращатель $ТКВ$ с трансформатором и реле).

Рассмотрим действие схемы.

Вызов абонентом станции. При снятии абонентом микротелефонной трубки с рычажного переключателя образуется цепь срабатывания реле $ВР$:

+ ЦБ, $Гн_{(3-4)}$, $Л_1$, ТА, $Л_2$, $Гн_{(1-2)}$, $ВР$, — ЦБ.

Вызывное реле срабатывает и образует цепь вызывной лампы $ВЛ$ и общевызывного реле $ОВР$:

+ ЦБ, $ОВР$, $ВЛ$, $ВР_{(1-2)}$, — ЦБ.

Загорание вызывной лампы сигнализирует о поступлении вызова от абонента. Одновременно срабатывает и общевызывное реле $ОВР$ и своими контактами 1—2 зажигает общевызывную лампу $ОВЛ$. Если кнопка звонка нажата, то звонит звонок.

Опрос абонента. Получив вызов, телефонистка вставляет опросный штепсель в гнездо линии абонента, вызывающего станцию, и переводит ключ $РВК$ в положение «опрос». При вставлении штепселя в гнездо происходит отключение вызывного реле от абонентской линии, вызывное реле отпускает якорь, в результате чего вызывная и общевызывная лампы гаснут.

При переводе ключа в положение «опрос» контакты 1—2, 3—4, 5'—6 замыкаются. Микротелефонная трубка подключается к абонентской линии.

Реактивная катушка в этой цепи представляет большое сопротивление для токов разговорной частоты. Переменная составляющая пульсирующего тока, возникающая при разговоре перед микрофоном, замыкается по цепи:

$М$, $РВК_{(3-0)}$, $К_2$, $ТР_1$, $М$.

Во вторичной обмотке трансформатора создается переменная э. д. с. звуковой частоты, которая поступает к аппарату абонента. По этой же цепи поступает разговорный ток от аппарата абонента и приводит в действие телефон.

Микрофон абонента питается через обмотки отбойного и шнурового реле шнуровой пары ($ОР_1$ и $ШР$) по цепи:

+ ЦБ, $ОР_1$, $ОШ$, $Гн_{(1)}$, $Л_2$, ТА, $Л_2$, $Гн_{(4)}$, $ОШ$, $ШР$, — ЦБ.

При электропитании телефонного аппарата абонента в цепи срабатывают реле $ОР_1$ и $ШР$.

Вызов абонента. Получив заказ на соединение, телефонистка вставляет вызывной штепсель данной шнуровой пары в гнездо линии требуемого абонента и переводит ключ *РВК* в положение «вызов». При поднятии *ВШ* шнур-контакт замыкается. Или вращением ручки индуктора или от токовращателя переменный ток поступает в линию вызываемого абонента по цепи:

И (или ТКВ), ИР, КнФ₍₁₋₂₎, РВК₍₈₋₉₎, ВШ, Гн₍₁₎, Л₁, ТА, Л₂, Гн₍₄₎, ВШ, РВК₍₁₁₋₁₂₎, КнФ₍₅₋₄₎, И (или ТКВ).

В аппарате абонента звонит звонок, а в схеме коммутатора срабатывает индукторное реле *ИР* и своим контактом включает контрольную лампу *КЛ*, горение которой в момент посылки вызова свидетельствует об исправности цепи и прохождении вызова.

Окончив посылку вызова, ключ *РВК* переводят в нейтральное положение.

Разговор абонентов. После снятия вызываемым абонентом микротелефонной трубки с рычажного переключателя образуются цепь питания абонентского микрофона:

+ ЦБ, ОР₂, РВК₍₁₀₋₁₁₎, ВШ, Гн₍₄₎, Л₂, ТА, Л₁, Гн₍₁₎, ВШ, РВК₍₈₋₇₎, ШР₂—ЦБ.

При питании микрофонов соединенных абонентов в схеме шнуровой пары находятся в сработанном состоянии ОР₁, ОР₂ и ШР. При срабатывании этих реле обрываются цепи отбойных ламп ОЛ₁ и ОЛ₂.

Разговорный ток от аппарата одного абонента к аппарату другого проходит по цепи:

ТА₁, Л₂, Гн₍₁₎, ОШ, КШ, РВК₍₁₀₋₁₁₎, ВШ, Гн₍₄₎, Л₂, ТА₂, Л₁, Гн₍₁₎, ВШ, РВК₍₈₋₇₎, ОШ, Гн₍₄₎, Л₁, ТА₁.

Как видно из схемы шнуровой пары, питание аппаратов абонентов осуществляется симметрично, отдельно. Здесь конденсатор КШ предназначен для разделения цепей питания постоянным током микрофонов абонентов, а также для осуществления независимого двухстороннего отбоя.

Отбой. После окончания разговора абоненты кладут микротелефонные трубки на рычажные переключатели телефонных аппаратов.

Если один из абонентов положил микротелефонную трубку раньше другого, то соответствующее отбойное реле *ОР* отпустит свой якорь и отбойная лампа загорится.

После того, как оба абонента положат свои микротелефонные трубки на рычажные переключатели, оборвутся цепи питания всех трех реле шнуровой пары и обе отбойные лампы шнуровой пары будут гореть, образуя цепь питания общеотбойного реле *ООР*, которое, сработав, включит общеотбойную лампу *ООЛ*. Загорание общеотбойной лампы является сигналом полного двухстороннего отбоя.

The diagram is a complex electrical control circuit for a machine tool, likely a lathe, as indicated by the label "МТр" (Machine Tool). It is divided into several functional sections:

- Top Left:** A section labeled "Сигнализация питания" (Power Supply Signaling) featuring a 1.5A fuse, a 0.5A fuse, and a lamp (Л) connected to a 1000V source. It also includes a 200Ω resistor and a 200V source.
- Top Right:** A section labeled "Сигнализация питания" (Power Supply Signaling) featuring a 1.5A fuse, a 0.5A fuse, and a lamp (Л) connected to a 1000V source. It also includes a 200Ω resistor and a 200V source.
- Center:** The main control circuit, featuring a motor (М) connected to a 600V source. It includes a 500Ω resistor, a 250Ω resistor, a 380V source, and a 250V source. The circuit is controlled by a series of relays (Р) and switches (К), with various interlocking mechanisms.
- Bottom Left:** A section labeled "Сигнализация питания" (Power Supply Signaling) featuring a 1.5A fuse, a 0.5A fuse, and a lamp (Л) connected to a 1000V source. It also includes a 200Ω resistor and a 200V source.
- Bottom Right:** A section labeled "Сигнализация питания" (Power Supply Signaling) featuring a 1.5A fuse, a 0.5A fuse, and a lamp (Л) connected to a 1000V source. It also includes a 200Ω resistor and a 200V source.

The diagram uses standard electrical symbols for relays (Р), switches (К), lamps (Л), motors (М), and various electrical components like resistors (Ω), capacitors (C), and inductors (L). Numerical values for resistances, capacitances, and voltages are provided throughout the circuit.

Вызывные испытания

Рис. 27. Схема коммутатора УРТС-100.

§ 12. КОММУТАТОР ТИПА УРТС—100

Учрежденческая ручная телефонная станция—УРТС выпускается рижским заводом ВЭФ и рассчитана на емкость от 100 до 600 номеров. Она предназначена для обслуживания предприятий и учреждений. Система станции — ЦБ, с питанием от батареи напряжением 24 вольта. Допустимое сопротивление шлейфа абонентской линии не свыше 800 ом. Станция допускает соединение местных абонентов с абонентами других станций системы ЦБ или АТС по методу сквозного набора. Питание абонентских микрофонов раздельное, симметричное.

Эта станция применяется пожарной охраной преимущественно в комплекте на 100 номеров и устанавливается на ЦППС, в отрядах и пожарных частях.

В комплект станции УРТС—100 входят: коммутатор, ставив реле соединительных линий, кросс на 150 номеров, вызывное устройство, гарнитура телефонистки, испытательный прибор.

Коммутатор УРТС—100 имеет 18 шнуровых пар и рассчитан на включение 7 исходящих и 6 входящих линий с городской АТС. На рис. 27 изображена принципиальная схема коммутатора УРТС—100. На схеме положительный полюс питающей батареи изображен тонкой удлиненной линией, а отрицательный — утолщенной короткой. Положительный полюс ЦБ заземлен.

Схема коммутатора вычерчена по способу развернутого изображения. Обмотки реле изображены прямоугольником, внутри которого цифра указывает сопротивление обмотки постоянному току. Само реле имеет дробное обозначение: в числителе прописной буквой указано наименование реле, в знаменателе — число, указывающее на количество контактных групп реле. (Например, $\frac{A}{3}$ — пи-

тающее реле шнуровой пары, имеет три контактных группы). Если реле двухобмоточное, то прямоугольники, изображающие обмотки, примыкают друг к другу. У реле замедленного действия часть прямоугольника заштрихована. Омические сопротивления также указаны прямоугольником, но меньшего размера. Контакты реле размещены по всей схеме и обозначены теми же прописными буквами, что и само реле с указанием номера контактной группы.

Рассмотрим действие схемы.

1. Вызов станции абонентом. Абонент вызывает станцию путем снятия микрофонной трубки с рычага телефонного аппарата. При этом контакты рычага образуют цепь № 1 в шлейфе абонентской линии:

1. + ЦБ, ГН₍₂₋₁₎, Л₂, ТА, Л₁, ГН₍₅₋₄₎, L_(a-v), — ЦБ.

Линейное реле L срабатывает и своими контактами замыкает цепь 2 вызывной лампы и цепь 3 общезывной лампы:

2. + ЦБ, L^{III}₍₃₂₋₃₁₎, ВЛ, — ЦБ,

3. + ЦБ, L^{III}₍₃₂₋₃₃₎, ОВЛ, — ЦБ.

Вызывная ВЛ и общезывная ОВЛ лампы горят, а если нажата кнопка звонка Зв, то звонок звонит по цепи 4:

4. + ЦБ, $L^{\text{III}}_{(32-33)}$, $KO^{\text{III}}_{(31-32)}$, $H^{\text{IV}}_{(41-42)}$, Кн. Зв, — ЦБ.

II. Опрос абонента. Получив вызов, телефонистка вставляет опросный штепсель $OШ$ в гнездо линии вызывающего абонента, вследствие чего пружины гнезда $Гн$ обрывают цепи 1, 2, 3 и 4. Вызывная лампа $ВЛ$ и общевызывная лампа $ОВЛ$ гаснут, обрывается цепь звонка Зв.

В шнуровой паре срабатывает реле A по цепи 5 и реле D по цепи 6:

5. + ЦБ, $C^{\text{I}}_{(11-12)}$, $A_{(a-b)}$, $N^{\text{I}(2)}_{(14-13)}$, $OШ_{(1)}$, $Гн_{(5)}$, L_1 , ТА, L_2 , $Гн_{(1)}$, $OШ_2$, $N^{\text{II}(2)}_{(23-24)}$, $A_{(d-e)}$, $C^{\text{V}}_{(52-51)}$, — ЦБ.

6. + ЦБ, $L_{(e-d)}$, $L_{(d-c)}$, $Гн_{(3)}$, $OШ_3$, $D_{(e-b)}$, $D_{(b-a)}$, — ЦБ.

Реле A и D , сработав, образуют цепь 7 отбойной лампы $ОЛ_2$ шнуровой пары:

7. + ЦБ, $ОВ^{\text{II}}_{(8-7)}$, $D^{\text{II}}_{(21-22)}$, $C^{\text{III}(2)}_{(33-34)}$, $B^{\text{I}}_{(11-12)}$, $ОЛ_2$, — ЦБ.

Отбойная лампа шнуровой пары $ОЛ_2$ горит.

Телефонистка переводит опросно-вызывной ключ $ОВ$ данной шнуровой пары на себя, вследствие чего контактами $ОВ^{\text{VIII}}$ образуется цепь срабатывания реле N (цепь 8), а контактами $ОВ^{\text{II}}$ обрывается цепь 7 и отбойная лампа шнуровой пары $ОЛ_2$ гаснет:

8. + ЦБ, $ОВ^{\text{VIII}}_{(30-29)}$, $N_{(a-e)}$, — ЦБ.

Реле N срабатывает и своими контактами $N^{\text{I}(2)}$ и $N^{\text{II}(2)}$ обрывает цепь 5, а контактами $N^{\text{II}(1)}$ и $N^{\text{I}(1)}$ подключает провода a и b опросного шнура к гарнитуре телефонистки.

Питание к телефонному аппарату абонента посылается с рабочего места телефонистки по цепи 9:

9. + ЦБ, $РК_{(a-b)}$, $РР^{\text{I}}_{(2-1)}$, $B^{\text{I}}_{(5-4)}$, $N^{\text{I}(1)}_{(12-11)}$, $OШ_{(1)}$, $Гн_{(5)}$, L_1 , ТА, L_2 , $Гн_{(1)}$, $OШ_{(2)}$, $N^{\text{II}(1)}_{(21-22)}$, $B^{\text{III}}_{(24-25)}$, $РР^{\text{III}}_{(21-22)}$, $РК_{(d-e)}$, — ЦБ.

Микрофонный ток гарнитуры телефонистки проходит по цепи 10:

10. + ЦБ, $\frac{M, KM_{(1-2)}}{M, Tr_{(9-2)}, C^{\text{VIII}}}$, Dr^2 , — ЦБ.

III. Вызов абонента. Опросив абонента, телефонистка вставляет вызывной штепсель $ВШ$ той же шнуровой пары в гнездо линии вызываемого абонента и переводит опросно-вызывной ключ $ОВК$ в положение «от себя». При этом контакты $ОВ^{\text{V}}_{(2-3)}$ и $ОВ^{\text{VI}}_{(22-23)}$ отключают гарнитуру телефонистки вместе с вызывающим абонентом от вызывного шнура. Контактными $ОВ^{\text{V}}_{(1-2)}$, $ОВ^{\text{VII}}_{(21-22)}$ и $ОВ^{\text{III}}_{(24-25)}$ вызывной шнур подключается к вызывному устройству.

Переменный ток вызывного устройства напряжением порядка 80 в подается или от сети или от аккумулятора станционной батареи.

При питании вызывного устройства от сети переменного тока во вторичной обмотке $Tr^{\text{II}}_{(4-5)}$ создается переменная э.д.с. и реле P срабатывает. Контактными $P^{\text{I}}_{(12-13)}$, $P^{\text{IV}}_{(52-53)}$ провода B^2 и B^1 подключаются к вторичной обмотке $Tr^{\text{II}}_{(4-5)}$, а контактами P^{III} разрывает цепь пуска токовращателя.

Если же на станции отсутствует напряжение в сети переменного тока, тогда контактами $ОВ^{\text{III}}_{(24-25)}$ подается + ЦБ к вызывному устройству и образуется цепь 11:

11. + ЦБ, $ОВ^{\text{III}}_{(24-25)}$, $P^{\text{III}}_{(31-32)}$, $РК_{(3-4)}$, $\frac{T^{\text{IV}}_{(42-41)}, T^{\text{I}}_{(1-4)}}{T^{\text{II}}_{(21-22)}, T_{(a-e)}}$, $РК_{(2-1)}$, $2PR$, — ЦБ.

Токовращатель T срабатывает и переключает свои контакты. Постоянный ток в этом случае проходит по цепи 12:

12. + ЦБ, $ОВ^{III}_{(24-25)}$, $П^{III}_{(31-32)}$, $РК_{(3-4)}$, $Т^{IV}_{(42-43)}$, $Тр^I_{(3-4)}$, $РК_{(2-1)}$, $2ПР$, — ЦБ.

Как видно, в этой цепи ток через обмотку токовращателя не проходит. Токовращатель отпускает свои контакты и тогда снова включается цепь 11.

В первичной обмотке $Тр^I$ непрерывно меняется направление тока, а во вторичной наводится переменная э.д.с., которая и является вызывным током.

После того, как телефонистка перевела ключ $ОВ$ в положение «от себя», вызывной ток поступает к аппарату абонента по цепи 13:

13. Провод B_2 , $\frac{G_{(a-e)}}{T G}$, $F^{IV}_{(41-42)}$, $F_{(a-b)}$, $ОВ^V_{(1-2)}$, $ВШ_{(1)}$, $ГН_{(5)}$, $Л_1$, $ТА$, $Л_2$, $ГН_{(1)}$, $ВШ_{(2)}$, $ОВ^{VII}_{(22-21)}$, $F_{(d-e)}$, — ЦБ.

Реле G срабатывает и своими контактами $G^{III}_{(31-32)}$ включает лампу контроля вызова $ЛКВ$. Горение этой лампы сигнализирует телефонистке о прохождении вызывного тока к телефонному аппарату абонента.

При ответе абонент снимает микрофонную трубку с рычага аппарата, в результате чего замыкается цепь постоянного тока и реле F срабатывает, обрывая цепь посылок вызова и блокируясь по цепи 14:

14. + ЦБ, $F^{IV}_{(43-42)}$, $F_{(a-b)}$, $ОВ^V_{(1-2)}$, $ВШ_{(1)}$, $ГН_{(5)}$, $Л_{(1)}$, $ТА$, $Л_2$, $ГН_{(1)}$, $ВШ_{(2)}$, $ОВ^{VII}_{(22-21)}$, $F_{(d-e)}$, — ЦБ.

Реле F контактами $F^{II}_{(21-22)}$ включает лампу контроля окончания вызова $ЛКОВ$.

По горению лампы $ЛКОВ$ телефонистка видит, что вызываемый абонент снял микрофонную трубку с рычага аппарата.

IV. Соединение абонентов. При ответе абонента телефонистка отпускает ключ $ОВ$, и он возвращается в среднее положение, абоненты ведут разговор по цепи 15:

15. $ТА$ вызывающего абонента, $Л_1$, $ГН_{(5)}$, $ОШ_{(1)}$, $N^{I(2)}_{(13-14)}$, C^I , $N^{IV(2)}_{(44-43)}$, $ОВ^V_{(3-2)}$, $ВШ_{(1)}$, $ГН_{(5)}$, $Л_{(1)}$, $ТА$ вызываемого абонента, $Л_2$, $ГН_{(1)}$, $ВШ_{(2)}$, $ОВ^{VII}_{(22-23)}$, $N^{V(2)}_{(53-54)}$, C^{II} , $N^{II(2)}_{(24-23)}$, $ОШ_2$, $ГН_{(1)}$, $Л_2$, $ТА$ вызывающего абонента.

Телефонные аппараты абонентов получают питание по цепям 16 и 17:

16. + ЦБ, $C^{I(11-12)}$, $A_{(a-b)}$, $N^{I(2)}_{(14-13)}$, $ОШ_{(1)}$, $ГН_{(5)}$, $Л_1$, $ТА$, $Л_2$, $ГН_{(1)}$, $ОШ_{(2)}$, $N^{II(2)}_{(23-24)}$, $A_{(d-e)}$, $C^{II}_{(52-51)}$, — ЦБ.

В этой цепи реле A находится в сработанном положении:

17. + ЦБ, $C^{I(11-12)}$, $B_{(a-b)}$, $N^{IV(2)}_{(44-43)}$ и далее к вызываемому абоненту, а затем $B_{(d-e)}$, $C^{II}_{(52-51)}$, — ЦБ.

В этой цепи реле B находится также в сработанном положении.

Вспомним, что при опросе абонента сработало реле D до цепи 6.

Таким образом, при разговоре двух местных абонентов в шнуровой паре находятся в сработанном положении реле A , B , D .

V. Отбой абонентов. По окончании разговора абоненты кладут микрофонные трубки на рычаги аппаратов, контакты этих рычагов размыкают шлейфы абонентских линий.

Допустим, что первым положил микрофонную трубку вызывающий абонент. Тогда цепь 16 размыкается, реле A отпускает свои контакты и загорается отбойная лампа шнуровой пары $ОЛ_1$ по цепи 18:

18. + ЦБ, $ОВ^{II}_{(8-7)}$, $D^{II}_{(21-22)}$, $A^{I(12-11)}$, $ОЛ_1$, — ЦБ.

Если же первым положит микрофонную трубку вызываемый абонент, то размыкается цепь 17, реле B отпускает свои контакты и зажигается $ОЛ_2$ по цепи 19:

19. + ЦБ, ОВ^{II}₍₈₋₇₎, Д^{II}₍₂₁₋₂₂₎, С^{III(2)}₍₃₃₋₃₄₎, В^I₍₁₁₋₁₂₎, ОЛ₂, —ЦБ.

После того, как оба абонента положили микротелефонные трубки, срабатывает реле КО по цепи 20 и зажигается общеотбойная лампа ООЛ, а если нажата кнопка звонка, то звонит звонок:

20. + ЦБ, ОВ^{IV}₍₂₈₋₂₇₎, Д^{IV(1)}₍₄₁₋₄₂₎, А^V₍₅₁₋₅₂₎, В^V₍₅₁₋₅₂₎,

КО_(a-e), — ЦБ.
ООЛ

Реле КО срабатывает и своим контактом КО^{III}₍₃₂₋₃₃₎ подключает звонок Зб.

Следовательно, полный отбой на коммутаторе отмечается тем, что ОЛ₁, ОЛ₂, ООЛ горят, а если нажата кнопка звонка, то он звонит.

При получении полного отбоя телефонистка вынимает штепсели ОШ и ВШ из гнезд, и схема шнуровой пары приходит в исходное положение.

§ 13. ТЕЛЕФОННАЯ СТАНЦИЯ РУЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦКУ-110

Телефонная станция типа ЦКУ—110 (циркулярная коммутаторная установка) представляет собой специальную установку системы ЦБ емкостью на 110 линий, предназначенную для обслуживания местных абонентов, для передачи циркулярных оповещений и для связи с городской станцией ЦБ или АТС любой системы. По своим техническим возможностям станция ЦКУ—110 удовлетворяет специальным требованиям пожарной охраны, поэтому она применяется на ЦППС и в отрядах пожарной охраны в качестве основной станции.

Станция в комплекте имеет:

1. Коммутатор с усилителем низкой частоты.
2. Статив реле абонентских линий.
3. Статив реле соединительных линий с сигнально-вызывным устройством.
4. Кросс на 150 номеров.
5. Испытательный прибор.
6. Гарнитуру телефонистки, микротелефонные трубки, комплекты запасных частей и инструментов.

Станция рассчитана на включение: 90 абонентских линий; 10 входящих соединительных линий от других станций ЦБ или АТС; 6 исходящих соединительных линий в сторону других станций ЦБ или АТС; 4 универсальных соединительных линий с возможностью использовать их в качестве входящих или исходящих.

Станция имеет следующие эксплуатационные тактико-технические возможности:

1) связь местных абонентов между собой, а также с АТС любой системы. При связи по исходящим линиям предусмотрен сквозной набор номера АТС;

2) включение в циркулярную передачу всех 90 абонентов одновременно (общий циркуляр), любой десяток или несколько десятков абонентов (групповой циркуляр) или, наконец, некоторых абонентов (индивидуальный циркуляр) восьмого десятка;

3) послать фонический сигнал абоненту, не повесившему микротелефонную трубку;

4) коммутатор имеет 18 шнуровых пар, для него предусмотрено два рабочих места;

5) питание станции осуществляется от стационарной батареи напряжением 48 ± 4 вольт;

6) допустимое сопротивление шлейфа абонентской линии 2000 ом. Переходное затухание между разговорными цепями достигает 8 и более *непер*, а рабочее затухание разговорных цепей не превышает 0,2 *непер*. Отбойная сигнализация работает нормально при состоянии изоляции проводов 20 *ком*.

Схема станции вычерчена по способу сосредоточенного изображения. В станции применены реле типа РПН.

Принципиальная схема станции дана на рис. 28—30 (см. вклейки).

1) схема абонентских комплектов, соединительных линий и сигнальных машин — рис. 28;

2) схема шнуровых пар и рабочего места — рис. 29;

3) схема усилителя — рис. 30.

Рассмотрим действие принципиальной схемы.

I. Вызов станции абонентом ЦБ. Сняв микрофонную трубку с рычага аппарата, абонент вызывает станцию. При этом в шлейфе линии образуется цепь и на станции срабатывает линейное реле Л по цепи 1:

1. + ЦБ, Гн ЦБ_(4—5), Ц_(41—42), а, ТА, в, Ц_(22—21), Гн ЦБ_(2—3), Л_(а—с), — ЦБ.

Примечание. На схеме рис. 28 пружины гнезда Гн ЦБ не имеют номеров, их следует обозначить сверху вниз номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7.

Вызывная лампа ВЛ зажигается по цепи 2, общевызывное реле ОВР срабатывает по цепи 3.

2. + ЦБ, В_(31—32), Л_(11—12), ВЛ, — ЦБ.

3. + ЦБ, В_(54—53), Л_(52—51), общевызывная шина, ОВР (см. рис. 29), — ЦБ.

Реле ОВР контактами 21—22 зажигает общевызывную лампу ОВЛ, а если нажата кнопка звонка Кн. зв, то контакты 42—41 образуют цепь срабатывания звонка. При вызове, поступившем от абонента ЦБ, ВЛ, ОВЛ горят, а при необходимости работает звонок.

II. Опрос абонента ЦБ. Для опроса поступившего вызова вставляется опросный штепсель ОШ в гнездо линии абонента. При этом контакты гнезда 2—3 и 4—5 размыкаются, вследствие чего цепь 1 обрывается, а затем размыкаются цепи 2 и 3.

Телефонный аппарат абонента получает питание по цепи 4 от шнуровой пары через обмотки реле ООШ:

4. + ЦБ, СНШ_(14—13), ООШ_(с—d), ОШ_(а), Гн ЦБ₍₅₎, Ц_(41—42), а, ТА, в, Ц_(22—21), Гн ЦБ₍₂₎, ОШ_(в), ООШ_(в—а), СНШ_(53—54), — ЦБ.

Реле ООШ срабатывает и контактами 41—42 отключает отбойную лампу ОЛ¹.

Опросно-вызывной ключ ОВК переводится «на себя» (положение опроса), при этом образуются цепи 5 и 6, обеспечивающие опрос абонента:

5. + ЦБ, ОВК_(2—1), РРМ_(5—4), 2М Тр_(2—1), 2М, 2дпр^{II}, — ЦБ.

6. Провод а (для основного, правого, рабочего места), ТА, провод в, Ц_(22—21), Гн ЦБ₍₂₎, ОШ_(в), ОВК_(22—21), РРМ_(22—21), 2Кн Ф_(22—21), КЦ_(1—2), 2М Тр_(6—4), 2С^{VI}, К^{VI} Ц_(22—21), 2Кн Ф_(1—2), РРМ_(1—2), ОВК_(23—24), ОШ_(а), Гн ЦБ₍₅₎, Ц_(41—42), провод а.

Если необходимо обслуживать коммутатор двумя операторами, то нажатием ключа *РРМ* образуется два рабочих места. Общие шины O_1O_2 первых девяти шнуровых пар отключаются от общих шин O_1O_2 шнуровых пар с 10 по 18.

III. Вызов абонента ЦБ. Для вызова вставляется вызывной штепсель *ВШ* в гнездо линии абонента. При этом срабатывает реле *ВСШ* шнуровой пары по цепи 7:

7. +ЦБ, Гн ЦБ₍₁₎, ВШ_(с), ВСШ_(а-е), — ЦБ.

Реле *ВСШ* контактами 31—32 образует цепь тока для лампы *ОЛ II* и она горит.

Затем ключ *ОВК* переводят в положение вызова («от себя»), и штепсель *ВШ* подсоединяется к вызывным шинам B_2 и B_3 . Вызывной ток частотой 25 гц сигнальной машины поступает по цепи 8:

8. B_3 , РРМ₍₂₅₋₂₄₎, 2ОТР₍₂₂₋₂₁₎, ПСМ, 2 РСМ₍₃₂₋₃₁₎ (или 2 РСМ₍₃₂₋₃₃₎, если работает резервная машина), СМ, $\frac{2 \text{ КВ}^1}{2 \text{ КР}}$, 2 ОТР₍₄₁₋₄₂₎, 2С^{ВП}, РРМ₍₂₇₋₂₈₎, B_2 .

Одновременно, в зависимости от того, какая машина включена для работы, замыкаются цепи реле 1РА или 2РА, контактами которых подключается цепь питания обмотки сигнальной машины от аккумуляторов (цепь 9):

9. +ЦБ, ОВК₍₂₅₋₂₆₎, шина B_1 , 2 РСМ₍₅₂₋₅₁₎, 1РА, — ЦБ.

Реле 1РА срабатывает и ртутными контактами 31—32 подключает обмотку привода сигнальной машины к станционной батарее. Сигнальная машина работает. Вызывной ток 25 гц с клеммы машины подается по цепи 8 к шинам B_2 и B_3 и далее через контакты 6—7 и 28—29 ключа *ОВК* по линии к телефонному аппарату абонента. У вызываемого абонента звонит звонок телефонного аппарата.

При прохождении вызывного тока срабатывает реле *КР* (см. цепь 8) и контактами 31—32 включает контрольную лампу *КЛ*. Работа реле 1КР или 2КР и соответственно ламп 1КЛ или 2КЛ зависит от положения ключа разделения рабочих мест *РРМ*.

IV. Ответ абонента ЦБ. Абонент снимает микрофонную трубку с рычага аппарата, на коммутаторе срабатывает реле *ОТР* по цепи 10 и своими контактами 41—42 разрывает цепь реле *КР*, вследствие чего гаснет лампа контроля вызова *КЛ*:

10. +ЦБ, ОВК₍₃₁₋₃₀₎, РРМ₍₈₋₇₎, ОТР_(е-д), 2 КВ¹, РРМ₍₂₇₋₂₈₎, шина B_2 , ОВК₍₇₋₆₎, ВШ_(а), Гн ЦБ₍₅₎, Ц₍₄₁₋₄₂₎, а, ТА, в, Ц₍₂₂₋₂₁₎, Гн ЦБ₍₂₎, ВШ_(в), ОВК₍₂₈₋₂₉₎, РРМ₍₂₅₋₂₄₎, шина B_3 , ОТР_(в-а), — ЦБ.

Если лампа контроля вызова *КЛ* погасла, значит вызываемый абонент снял микрофонную трубку. После этого прекращают посылку вызова, т. е. ключ *ОВК* отпускают, и он возвращается в исходное положение.

V. Разговор двух абонентов ЦБ. После того, как телефонистка переведет ключ *ОВК* в исходное положение, абоненты соединяются между собой посредством шнуровой пары коммутатора и их разговорные токи проходят по цепи:

11. ТА первого абонента, в, Ц₍₂₂₋₂₁₎, Гн ЦБ₍₂₎ первого абонента, ОШ_(в), СП, ОВК₍₂₇₋₂₈₎, ВШ_(в), Гн ЦБ₍₂₎ второго абонента, Ц₍₂₁₋₂₂₎, в, ТА второго абонента, а, Ц₍₄₂₋₄₁₎, Гн ЦБ₍₅₎ второго абонента, ВШ_(а), ОВК₍₆₋₅₎, С¹, ОШ_(а), Гн ЦБ₍₅₎ первого абонента, Ц₍₄₁₋₄₂₎, а, ТА первого абонента.

Питание микрофонов у телефонных аппаратов абонентов осуществляется через обмотки реле шнуровых пар *ООШ* и *ОВШ*. Питание к микрофону первого абонента подается по цепи 4, ко второму—аналогично через обмотки реле *ОВШ*.

VI. Окончание разговора абонентов ЦБ. Окончив разговор, абоненты кладут микрофонные трубки на рычаг, вследствие чего обрывается цепь 4 для вызывающего абонента или аналогичная ей—для вызываемого абонента. Реле *ООШ* и *ОВШ* отпускают и своими контактами 41—42 образуют цепи отбойных ламп *ОЛ^I* или *ОЛ^{II}* или той и другой вместе, в зависимости от того, одновременно или нет абоненты положили трубки.

Отбойные лампы *ОЛ* зажигаются в цепи 12:

12. + ЦБ, *ВСШ*_(31—32), *СНШ*_(31—32), *ООШ*_(41—42) (или *ОВШ*_(41—42) для *ОЛ^{II}*), *ОЛ^I*, — ЦБ.

После этого опросный и вызывной штепсели вынимаются из гнезд линий разговаривающих абонентов и схема шнура приходит в исходное положение.

VII. Вызов по входящей соединительной линии ЦБ—АТС. Вызывной ток от станций ЦБ или АТС на коммутатор ЦКУ-110 поступает по входящей соединительной линии ЦБ—АТС.

С поступлением импульса переменного тока в схеме входящей линии по цепи 13 срабатывает реле входящего вызова *ВВ*:

13. Станция, провод в, *ПВ*_(34—33), *ВВ*_(в—а), *С^V*, провод а, станция.

Реле *ВВ* срабатывает и контактами 41—42 зажигает лампу *ВЛ*, а контактами 21—22 блокируется по цепи 14:

14. + ЦБ, *ПВ*_(14—13), *ВВ*_(22—21), *ВВ*_(d—e), — ЦБ.

Кроме того, реле *ВВ* образует цепь 15:

15. + ЦБ, *ВВ*_(43—44), шина *ОВР*, *ОВР*_(а—e), — ЦБ.

Общевызывное реле *ОВР* срабатывает и контактами 21—22 зажигает общевызывную лампу *ОВЛ*. Если нажата кнопка звонка, то звонок звонит.

Опросный штепсель *ОШ* вставляется в гнездо входящей линии, по которой поступил вызов, при этом срабатывают реле *ПВ* и *ООШ* по цепям 16 и 17:

16. + ЦБ, *СНШ*_(14—13), *ООШ* (e—d), *ОШ*_(a), Гн ЦБ—АТС₍₃₎, *ОВ*_(51—52), *ПВ*_(в—а), — ЦБ.

17. + ЦБ, *ПВ* (e—d), *ОВ*_(12—11), Гн ЦБ—АТС₍₂₎, *ОШ*_(в), *ООШ*_(в—а), *СНШ*_(53—54), — ЦБ.

При срабатывании реле *ПВ* обрываются цепи 13, 14, 15, *ВЛ* и *ОВЛ*—гаснут. Одновременно реле *ПВ* контактами 32—31 и 52—51 подключает абонентский шлейф к приборам входящей линии, а контактами 11—12 замыкает его на дроссель *Др*.

При срабатывании реле *ООШ* разомкнутые контакты 41—42 отключают *ОЛ^I*, а замкнувшиеся контакты 21—22 подготавливают цепь для срабатывания реле *СНШ*.

Для опроса ключ *ОВК* переводится в положение «на себя», при этом образуются цепи, аналогичные цепям 5 и 6, по которым осуществляется разговор с внешним абонентом.

Выяснив номер требуемого абонента, вставляют вызывной штепсель *ВШ* в гнездо ЦБ местного абонента и вызов его осуществляют аналогично выше приведенному.

Кроме того, при вставлении штепселя *ВШ* в гнездо местного абонента ЦБ замыкаются цепи 18 и 19 и реле *ВСШ* и *СНШ* срабатывают:

18. + ЦБ, Гн ЦБ₍₁₎, *ВШ*_(e), *ВСШ*_(а—e), — ЦБ.

19. + ЦБ, Гн ЦБ₍₁₎, *ВШ*_(e), *СНШ*_(а—e), *ООШ*_(21—22), *ОВШ*_(22—21), *ОШ*_(e), Гн ЦБ—АТС₍₁₎, *ОВ*_(32—31), *ОВ* (a—d), — ЦБ.

Реле *ВСШ* и *СНШ* своими контактами 33—34 шунтируют контакты реле *ОВШ* и *ООШ* и создают цепь самоблокировки при снятии напряжения с обмоток реле *ОВШ* и *ООШ*. Одновременно с этим реле *СНШ* контактами 31—32 обрывают цепь отбойных ламп *ОЛ*, а контактами 11—12 и 51—52 шунтируют

конденсаторы C^1 и C^2 . Разомкнувшиеся контакты 13—14 и 53—54 реле $СНШ$ снимают питание с обмоток реле $ООШ$ и $ОВШ$.

Вызываемый местный абонент $ЦБ$, услышав вызов, снимает микрофонную трубку с рычага, в это время ключ $ОВК$ переводится в среднее положение.

Токи звуковой частоты от телефонного аппарата разговаривающего абонента проходят по цепи, аналогичной цепи 11, через соединительную линию $ЦБ$ —АТС и шнуровую пару на линию абонента $ЦБ$.

Питание микрофона местного абонента в этом случае подается через обмотку реле $ПВ$ по цепи 20:

20. + $ЦБ$, $ПВ_{(e-d)}$, $ОВ_{(12-11)}$, $Гн\ ЦБ$ — $АТС_{(2)}$, $ОШ_{(в)}$, $СНШ_{(51-52)}$, $ОВК_{(27-28)}$, $ВШ_{(в)}$, $В$, $ТА$, $а$, $ВШ_{(а)}$, $ОВК_{(6-5)}$, $СНШ_{(12-11)}$, $ОШ_{(а)}$, $Гн\ ЦБ$ — $АТС_{(3)}$, $ОВ_{(1-2)}$, $ПВ_{(в-а)}$, — $ЦБ$.

Закончив разговор, местный абонент $ЦБ$ кладет микрофонную трубку на рычаг, цепь питания реле $ПВ$ обрывается. Контакты реле $ПВ_{(11-12)}$ отключают дроссель $Др$ от шлейфа соединительной линии, и на станцию $ЦБ$ или АТС поступает сигнал отбоя. Замкнувшиеся контакты 33—34 реле $ПВ$ подготавливают цепь 13 для повторного вызова со стороны станции АТС.

Контактами 53—54 реле $ПВ$ замыкается цепь 21 и реле $ОВ$ срабатывает:

21. + $ЦБ$, $Гн\ ЦБ$ — $АТС_{(4-5)}$, $ПВ_{(54-53)}$, $ОВ_{(а-в)}$, — $ЦБ$.

Реле $ОВ$ своими контактами 51—52 и 11—12 размыкает цепь питания реле $ПВ$, а переключением контакта 32 с 31 на 33 подает + $ЦБ$, через $Гн\ ЦБ$ — АТС (1), на обмотку реле $СНШ$. Обмотка реле $СНШ$ с обоих концов оказывается под положительным потенциалом, и реле обесточивается. Отбойные лампы $ОЛ$ загораются. Замкнувшиеся контакты 13—14 и 53—54 реле $ООШ$ и $ОВШ$ образуют цепи срабатывания этих реле и подготавливают схему к последующей работе.

При повторном поступлении вызова со стороны АТС (если штепсель $ОШ$ не вынут из гнезда $ЦБ$ —АТС) загорается вызывная лампа $ВЛ$ и общезвонная лампа $ОВЛ$. Опрос в этом случае можно произвести только после кратковременного снятия штепселя $ОШ$ из гнезда $ЦБ$ —АТС, когда реле $ОВ$ отпустит якорь.

VIII. Вызов станции АТС по исходящей соединительной линии $ЦБ$ —АТС. Если абонент станции ЦКУ просит соединить его с АТС, то вызывной штепсель $ВШ$ вставляют в гнездо исходящей соединительной линии $ЦБ$ —АТС. В результате реле $ПИ$ комплекта исходящей линии и реле $ОВШ$ шнуровой пары срабатывают по цепям, аналогичным цепям 16 и 17. Реле $ПИ$ контактами 41—42 образует цепь срабатывания реле $НИ$, контактами 43—44 замыкает шлейф исходящей линии на дроссель $Др$, а контактами 21—22 размыкает цепь питания реле $Н$.

Реле $НИ$ срабатывает и контактами 11—12 подключает провод линии $Л_1$ к пружине 3 гнезда $ЦБ$ —АТС исходящей линии, а контактами 51—52 размыкает цепь реле $ГН$.

Если у телефонного аппарата имеется номеронабиратель, то абонент производит сквозной набор нужного ему номера АТС. Импульсы тока номеронабирателя транслируются в шлейф исходящей линии при помощи контактов 44—43 реле $ПИ$. При этом реле $ПИ$ контактами 21—22 замыкает, то обрывает цепь питания реле $Н$, но так как реле $Н$ замедлено на отпускание, то оно удерживается в сработанном положении до конца набора номера абонентом.

Набор номера АТС можно произвести и с рабочего места коммутатора. Для этого нажимают кнопку $Кн. НН$ и номеронабиратель рабочего места подключается к исходящей линии $ЦБ$ —АТС, после чего набирают номер.

Разговор местного абонента $ЦБ$ с абонентом АТС происходит по цепям, аналогичным тем, которые были рассмотрены выше при разговоре абонента АТС по входящей линии с местным абонентом $ЦБ$.

IX. Работа по универсальным соединительным линиям $ЦБ$ —АТС. Универсальные соединительные линии могут быть использованы в качестве входящих или исходящих соединительных линий. Для этого

на стативе реле устанавливаются перемычки между штифтами: 52—53, 54—55, 42—43, 44—45, 64—65, 61—62, 72—73 и в этом случае универсальная линия будет работать как входящая.

При использовании универсальной соединительной линии в качестве исходящей необходимо поставить перемычки между штифтами: 53—54, 53—63, 43—44, 64—74, 61—71 (перемычек, устанавливаемых на случай «входящей» линии, не должно быть).

Циркулярная передача

Станция ЦКУ—110 позволяет осуществлять циркулярную передачу или всем 90 абонентам, или одному, или нескольким десяткам абонентов. Для этого 90 абонентских комплектов разбиты на 9 групп по 10 абонентов в каждой группе. Для 8-й группы (8-й десятков) предусмотрен индивидуальный циркуляр. Циркулярный разговор может быть предоставлен каждому абоненту станции ЦКУ—110.

1. Заказ циркулярной передачи. Для заказа циркулярной передачи абонент обычным порядком вызывает станцию. Опросный штепсель *ОШ* вставляется в гнездо *Гн ЦБ* линии вызываемого абонента. Схема коммутатора при опросе работает так же, как изложено выше. Получив заказ на циркулярную передачу, производят соединение абонента, заказавшего циркуляр, с усилителем. Для этого вызывной штепсель *ВШ* вставляют в циркулярное гнездо *ЦГ*.

2. Составление циркуляра. Абонент, заказавший циркулярную передачу, может просить соединить его или с несколькими абонентами (до 10), или с несколькими группами абонентов (по 10 абонентов в каждой группе), или со всеми 90 абонентами одновременно. Для составления циркуляра в первом случае нажимаются соответствующие кнопки индивидуального циркуляра *Кн ИЦ* восьмого десятка, во втором случае соответствующие кнопки группового циркуляра *Кн ГЦ1*, ... *Кн ГЦ9*, в третьем — кнопку общего циркуляра *Кн ОЦ*.

Вызывной штепсель *ВШ*, вставленный в гнездо *ЦГ* во время заказа циркуляра, образует цепи по запуску усилителя и подключает абонента, заказавшего циркуляр, на вход усилителя.

Цепь 22 для срабатывания реле *ПЦ* и *ОВШ*:

22. + ЦБ, СШ_(14—13), ВСШ_(33—34), ОВШ_(e—d), ОВК_(5—6), ВШ_(a), ЦГ₍₁₎, ВЦ_(51—52), ПЦ_(в—a), — ЦБ.

Аналогичная цепь образуется и для других обмоток реле *ПЦ* и *ОВШ*.

Реле *ПЦ* контактами 21—22 образует цепь срабатывания реле *ОЦ*. Последнее, сработав, контактами 21—22 блокируется и питается за счет замкнутых пружин 5—4 циркулярного гнезда *ЦГ*. Пружины циркулярного гнезда 4—5 образуют цепь 23 пуска усилителя:

23. + ЦБ, ЦГ_(5—4), шина ПУ (см. схему усилителя), ПУ_(a—e), — ЦБ.

Реле *ПУ* срабатывает, контактами 11—12, 52—51 подключает сеть к первичной обмотке *Тр₃*, а контактами 31—32, 33—34 под-

включает питание к анодным и катодным цепям усилителя. Усилитель включен. После нагрева ламп усилителя анодный ток, проходя через обмотку реле ГУ, вызовет его срабатывание. Контактными 31—32 зажигается лампа готовности усилителя ГУ.

3. Вызов абонентов, включенных в циркуляр. Допустим, что на циркуляр были вызваны абоненты 1-й группы (10 абонентов), тогда нажимается кнопка 1 Кн ГЦ, в результате чего срабатывает реле В всех десяти абонентов 1 группы по цепи 24:

24. + ЦБ, Гн ЦБ₍₇₋₆₎, В_(а-в), ШГЦ, 1 Кн ГЦ₍₂₋₁₎, — ЦБ.

Реле В срабатывает и своими контактами подготавливает абонентский комплект линии к циркулярному вызову. Реле В контактами 53—54 обрывает цепь питания общевызывного реле ОВР, контактами 12—11 подготавливает цепь зуммерной обмотки реле Л и подготавливает цепь работы реле Ц.

Затем переводят ключ циркулярного вызова и передачи ЦВП в сторону вызова («от себя»). При этом пускается сигнальная машина СМ по цепи 25 и посылается вызывной ток всем абонентам 1 группы, включенным в циркулярную передачу по цепям 26 и 27.

Сигнальная машина устроена таким образом, что вызывной ток от нее посылается не всем 90 абонентам одновременно (в случае если на циркуляр включены все 9 групп), а поочередно, по группам. 90 абонентских комплектов разбиты на 5 групп (с шины ШГВ₁ до ШГВ₅) по 18 абонентов в каждой группе. Для этого сигнальная машина имеет 5 групп кулачковых контактов, посредством которых вызывной ток посылается одновременно 18 абонентам с промежутками 1:4:

25. + ЦБ, ЦВП₍₂₂₋₂₁₎, шина В₍₁₎, 2РСМ_(52-53 или 52-51), РА_(а-е), — ЦБ.

Реле РА срабатывает и своими контактами 31—32 включает сигнальную машину:

26. + ЦБ, ЦВП₍₂₋₁₎, шина ЦВ, СМ¹ (кулачковые контакты 2—1) ПСМ₍₁₋₂₎, шина ШГВ, В₍₁₃₋₁₄₎, Л₍₃₁₋₃₂₎, Ц_(а-в), — ЦБ.

Реле Ц срабатывает и своими контактами переключает провода абонентов на циркулярные шины, к которым подается переменный ток частотой 25 гц. Реле Ц то притягивает свой якорь, то опускает его в зависимости от вращения валика с кулачками сигнальной машины. Соотношение между посылкой вызова и интервалом 1:4 (цепь 27):

27. СМ_(25 гц), 2РСМ₍₃₁₋₃₂₎, шина ПСМ, ЦВП_(3-4, а затем 5-6), шинъ ЦШ₂, Ц_(е-d), Ц₍₂₃₋₂₂₎, В, ТА, а₂, Ц₍₄₂₋₄₃₎, В_(d-e), шина ЦШ₁, ЦВП_(26-25, а затем 24-23), шина СМ, СМ_(25 гц).

Посылка вызова абонентам контролируется прерывистым горением контрольной лампы циркуляра КЛЦ по цепи 28:

28. Шина ПСМ, ЦВП₍₃₋₄₎, КРЦ, $\frac{КВ^Ш}{КРЦ_{(а-в)}}$, ЦВП₍₂₄₋₂₃₎, шина СМ.

Реле КРЦ срабатывает и контактами 31—32 замыкает или размыкает цепь контрольной лампы посылки циркулярного вызова КЛЦ.

4. Ответ абонента. После того, как абонент снимет микрофонную трубку с рычага аппарата, срабатывает реле Л, которое контактами 11—12 замыкает цепь 29 прерывистого питания вызывной лампы ВЛ, а контактами 31—32 разрывает цепь питания реле Ц. Посылка вызова абоненту, вызываемому на циркулярную передачу, прекращается:

29. + ЦБ, 1 П_(11—12), В_(33—32), Л_(11—12), ВЛ, — ЦБ.

Вызывная лампа над гнездом абонента мигает, предупреждая о снятии абонентом микрофонной трубки. Мигание лампы вызвано работой реле Л, которое управляется кулачковыми контактами 1—2 сигнальной машины СМ^{IV}. Продолжительность замкнутого состояния контактов, а следовательно, и свечения лампы ВЛ равна 0,5 сек. Продолжительность разомкнутого состояния также равна 0,5 сек.

Одновременно в обмотку d—e реле Л подается прерывистый зуммерный ток от сигнальной машины с частотой 450 гц по цепи 30, который трансформируется в обмотку a—с реле Л и передается в микрофонную трубку абоненту. Этим дается предупреждающий сигнал ожидания циркулярного разговора.

30. СМ_(450 гц), шина ЦШ₍₅₎, Л_(e—d), В_(12—11), шина 1ЦШ₍₃₎, СМ^{IV}_(1—2), 1 РСМ_(51—52), 2 РСМ_(12—11), СМ_(450 гц).

Когда все абоненты ответят на циркулярный вызов, мигают все вызывные лампы и усилитель готов к передаче (зажигается лампа готовности усилителя ГУ).

Затем ключ ЦВП из положения «вызов», переводится в положение «передача», при этом обрывается цепь питания сигнальной машины и она останавливается, а на обмотку в—с реле Ц подается постоянное питание по цепи 31:

31. + ЦБ, ЦВП_(9—10), шина ЦШ₄, В_(51—52), Ц_(c—в), — ЦБ.

Реле Ц срабатывает и контактами 22—23, 42—43 подсоединяет линейные провода абонентов, вызванных к циркуляру, к выходу усилителя по цепи 32:

32. Тр₂ (см. схему усилителя), шина УС₄, ЦВП_(3—7), шина ЦШ₂, Ц_(23—22), В, ТА, а, Ц_(42—43), В_(d—e), шина ЦШ₁, ЦВП_(27—28), шина УС₃, Тр₂.

На вход усилителя к шинам УС₅ и УС₆ подсоединен абонент, заказавший циркуляр. Таким образом, разговорные токи от аппарата заказавшего абонента через шнуровую пару подаются на вход усилителя, усиливаются им и далее поступают к вызванным на циркуляр абонентам.

Контроль прохождения циркуляра может быть осуществлен с рабочего места коммутатора. Для этого нажимается ключ контроля циркуляра КЦ, образует цепь 33:

33. Выход $УС_4$, R_8 , C_{10} , провод $УС_1$, $КЦ_{(3-2)}$, гарнитура телефонистки, 2 $МТр_{(4-3)}$, 2 $С^{VI}$, $КЦ_{(22-23)}$, провод $УС_2$, R_{10} , выход $УС_3$.

Если необходимо какого-либо абонента исключить из циркуляра, то надо в абонентское гнездо вставить штепсель, вследствие чего оборвется цепь реле $В$ и абонент будет исключен из циркулярной передачи.

Окончив передачу, абонент, заказавший циркуляр, должен положить микротелефонную трубку на рычаг аппарата. При этом разрывается цепь питания реле $ПЦ$ (цепь 22) и образуется цепь питания реле $ВЦ$ (цепь 34):

34. + ЦБ, $ПЦ_{(42-41)}$, $ОЦ_{(42-41)}$, $ВЦ_{(a-b)}$, — ЦБ.

Реле $ВЦ$ срабатывает и контактами $33-32$ образует цепь для положительного полюса на вторую пружину $ЦГ$. Реле $СНШ$ окажется шунтированным и отпустит свои контакты, а реле $ВСШ$ сработает по цепи 35:

35. + ЦБ, $ВЦ_{(33-32)}$, $ЦГ_{(2)}$, $ВШ_{(c)}$, $ВСШ_{(a-c)}$, — ЦБ.

При срабатывании его контакты $31-32$ подготавливают цепь питания отбойных ламп $ОЛ$.

Реле $СНШ$ при отпускании размыкает цепь шунта конденсаторов C^I и C^{II} , подготавливает цепь питания реле $ОВШ$ и $ООШ$, а контактами $31-32$ включает отбойные лампы $ОЛ^I$ и $ОЛ^{II}$.

Таким образом, отбой со стороны абонента, передающего циркуляр, фиксируется зажиганием отбойных ламп шнуровой пары. Отбоя со стороны абонентов, вызванных к циркулярной передаче, нет.

Получив сигнал отбоя, ключом $КЦ$ подключают гарнитуру к шнуровой паре и убеждаются, что передача закончена. Затем вынимают вызывной штепсель из циркулярного гнезда $ЦГ$ (выключается усилитель); вынимают опросный штепсель из гнезда абонента $Гн ЦБ$; возвращают в исходное положение ключи и кнопки, занятые в циркуляре.

Если необходимо произвести циркулярную передачу всем 90 абонентам одновременно, то нажимается кнопка общего циркуляра $КОЦ$. Остальные операции по подготовке циркулярной передачи аналогичны выше приведенным.

5. Посылка фонического сигнала абоненту, не положившему трубку на рычаг аппарата. В этом случае отбоя со стороны абонента, окончившего разговор, не следует.

С рабочего места имеется возможность послать фонический вызов. Для этого ключ $ОВК$ переводят «на себя», нажимают кнопку 2 $Кн Ф$ или 1 $Кн Ф$. Образуется цепь 36:

36. $СМ_{(450 гц)}$, шина $ЦШ_5$, $Тр Ф_{(3-4)}$, $Кн Ф_{(5-4)}$, шина $Ф$, $2РСМ_{(12-11)}$, $СМ_{(450 гц)}$.

Переменный ток, проходя по обмотке $ТрФ$, наводит во вторичной обмотке переменный ток, который подается к абоненту через контакты ключей $Кн Ф$, $РРМ$ и $ОВК$.

Глава IV

ГОРОДСКИЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СЕТИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОЖАРНЫХ ЦЕЛЕЙ

§ 14. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Телефонная связь используется населением для удовлетворения культурно-бытовых потребностей; предприятия и учреждения используют телефонные сети для хозяйственных нужд и как линии телемеханики по управлению различными объектами; создаются внутриведомственные линии связи. При вызове милицейской, пожарной, медицинской и др. видов помощи также используются телефонные сети.

Разберем кратко, из каких элементов состоят телефонные сооружения города:

1. Телефонная станция. В городах, насчитывающих 2—3 тыс. абонентов, обычно устраивается одна телефонная станция, которая располагается, как правило, в центральной части города. В крупных городах строят несколько телефонных станций.

2. Линейные сооружения. От телефонной станции в сторону абонентов прокладываются кабели в специальных устройствах, именуемых телефонной канализацией.

3. Абонентские устройства — телефонные аппараты и абонентская сеть.

Для организации пожарной связи особый интерес представляют линейные сооружения городских сетей. Поэтому мы разберем вначале кратко их устройство и схемы построения, а затем рассмотрим мероприятия, проводимые по организации связи пожарной охраны.

§ 15. УСТРОЙСТВО ГОРОДСКИХ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ

Городская телефонная сеть состоит из телефонных кабелей, телефонной канализации, распределительных шкафов и распределительных коробок.

Телефонные кабели — совокупность нескольких проводников (жил), изолированных друг от друга и от земли и заключенных в общую оболочку. В качестве защитной оболочки применяется свинец или полихлорвинил. Некоторые типы кабелей поверх оболочки имеют броню из стальных лент или проволоки.

Жилы кабелей изготавливают из мягкой меди с удельным сопротивлением $0,0175 \text{ ом мм}^2/\text{м}$ (при 20°C), температурным коэффициентом $0,0039$ и удельным весом $8,9$. Жилы телефонных кабелей, применяемых в городских сетях, имеют диаметр $0,4; 0,5; 0,6; 0,7 \text{ мм}$, покрыты воздушно-бумажной, хлопчатобумажной или полихлорвиниловой изоляцией. Две изолированные друг от друга жилы при помощи хлопчатобумажной нитки свивают вместе, и таким образом получается телефонная пара. Пары скручиваются, обматываются миткалем или лентами из кабельной бумаги, а поверх накладывается свинцовая или полихлорвиниловая оболочка.

Кабели, у которых защитный покров сделан только из голой свинцовой оболочки, имеют марку ТГ; кабели, которые поверх свинцовой оболочки покрыты еще защитным слоем-броней из стальных лент, имеют марку ТБ, а бронированные стальными проволоками — марку ТП.

Кабели с диаметром проводника (жилы) $0,5 \text{ мм}$ изготавливаются с числом пар: $5, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 80, 100, 150, 200, 300$ и т. д. до 1200 . Кабели с диаметром проводника $0,6$ и $0,7 \text{ мм}$ изготавливаются с числом пар от 5 до 800 .

Для соединительных линий между районными станциями, а также для связи с наиболее удаленными абонентами применяют кабель с диаметром проводника $0,8\text{--}0,9 \text{ мм}$.

Кабели, имеющие сверху только свинцовую оболочку, укладываются в телефонную канализацию. Бронированные кабели укладываются непосредственно в землю.

Телефонные кабели обозначаются следующими марками: ТГ $10 \times 2 \times 0,5$ — телефонный голый, десятипарный, с диаметром медной жилы $0,5 \text{ мм}$; ТБ $20 \times 2 \times 0,6$ — телефонный бронированный, двадцатипарный, с диаметром жил $0,6 \text{ мм}$; ТРВК $1 \times 2 \times 0,5$ — телефонный распределительный кабель с хлорвиниловой изоляцией, однопарный, с диаметром жил $0,5 \text{ мм}$ (хлорвинил $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$).

За последние годы в телефонии находят применение кабели, имеющие вместо свинцовой оболочки хлорвиниловую. В городских сетях применяются кабели марок ТВГ, ТРВКШ и ТВБ. Конструктивно они такие же, как и кабели со свинцовой оболочкой.

Кабель марки ТРВК применяется в абонентской сети и прокладывается между телефонным аппаратом абонента и распределительной коробкой.

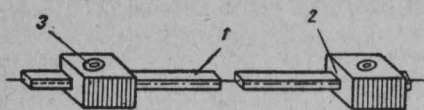


Рис. 31. Кабельная канализация:

1—трубопровод; 2—смотровой кабельный колодец;
3—отверстие-люк для входа в колодец.

Кабельная канализация — представляет собой подземную систему, состоящую из трубопроводов и смотровых колодцев. Она начинается от здания телефонной станции и прокладывается в разные направления города (рис. 31).

Трубопроводы могут быть одноотверстными — с одним каналом, и многоотверстными (рис. 32) — с двумя, тремя и более каналами. Они выполняются из бетона, асбоцемента, керамики, дерева и др. материалов. В настоящее время чаще применяют асбоцементные трубы с внутренним диаметром от 44 до 119 мм и длиной от 2 до 3 м.

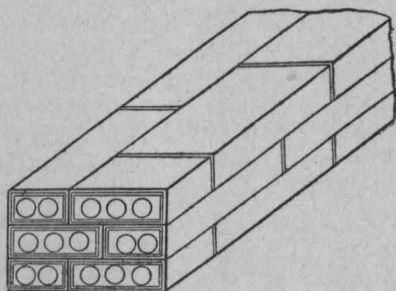


Рис. 32. Блок трубопроводов.

Трубопроводы должны быть достаточно механически прочными, водо- и газонепроницаемыми, не разрушающимися от действия грунтовых вод, должны надежно изолировать проложенный в них кабель от блуждающих в земле токов и отвечать ряду других требований. Трубопроводы укладываются обычно под тротуаром на глубине 0,5—0,7 м, через каждые 125—150 м устанавливают смотровые колодцы. Трубопроводы от середины пролета имеют для стока попадающей в них воды уклон к обоим колодцам, равный 3—4 мм на 1 м длины. Колодцы дают возможность производить ремонт уложенного в канализацию кабеля, его замену или укладку нового дополнительного кабеля, не нарушая при этом наружного покрова мостовых и тротуаров. В зависимости от механической прочности колодцы разделяются на: устанавливаемые под проезжей частью улицы с расчетом на нагрузку 15-тонной автомашины; устанавливаемые под пешеходной частью улицы с расчетом на нагрузку в 400 кг/м².

В зависимости от емкости (количества каналов и направлений трубопроводов) смотровые колодцы могут быть малого, среднего и большого типа. Колодец малого типа имеет число каналов 2—6, среднего типа—7—12, большого типа—от 13 до 24. Колодцы выполняются из кирпича, бетона и железобетона. В последнее время для их устройства применяется также сборный железобетон. Колодцы закрываются сверху люками с чугунными крышками.

Распределительный шкаф предназначен для перехода с магистрального на распределительный кабель и представляет собой металлический корпус с дверью.

По емкости шкафы изготавливаются 1200-, 600- и 300-парные. В шкафу монтируются боксы, количество которых зависит от емкости шкафа. Бокс (рис. 33) имеет чугунное основание, на котором укреплены плиты, изготовленные из изоляционного материала. Каждый плинт имеет два ряда зажимов по 10 в каждом ряду. Количество плинтов на боксе может быть 5 или 10, тогда емкость бокса будет 50×2 или 100×2 .

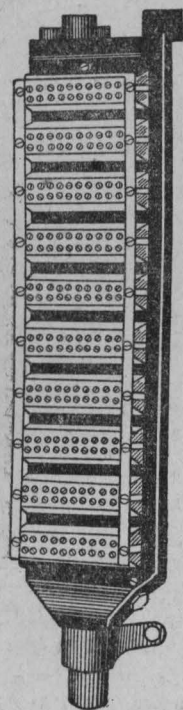


Рис. 33. Бокс.

Боксы в шкафу разделяются на магистральные и распределительные. Магистральные боксы находятся в шкафах емкостью 1200×2 в среднем горизонтальном ряду, в шкафах емкостью 600×2 и 300×2 — в среднем вертикальном ряду. По обе стороны магистральных боксов находятся боксы для распределительного кабеля.

Зажимы магистральных и распределительных боксов соединяются изолированным проводом. Обычно одна треть емкости шкафа отводится для магистрального кабеля и две трети — для распределительного.

Так как шкафы устанавливаются в месте перехода с магистрального на распределительный кабель, то наиболее выгодно устанавливать их примерно в центре телефонной нагрузки обслуживаемого им района в местах, не мешающих уличному движению. Зачастую шкафы устанавливают вплотную к стенам зданий или внутри их.

На телефонных сетях крупных городов в некоторых случаях применяют дополнительные распределительные устройства — кабельные киоски. В них устанавливают такие же боксы, как и в распределительных шкафах. Киоск предназначен для более экономичного использования кабеля; создания наиболее маневренной сети; облегчения переключения сети на вновь открываемую станцию (в этом случае киоск устанавливается с учетом места будущей районной телефонной станции).

Распределительные коробки (рис. 34) предназначены для соединения жил десятипарного распределительного кабеля с жилами однопарного абонентского кабеля, т. е. для перехода с распределительной сети на абонентскую сеть. Они устанавливаются внутри зданий на стенах лестничных клеток или на стенах коридоров по возможности ближе к телефонным аппаратам. По

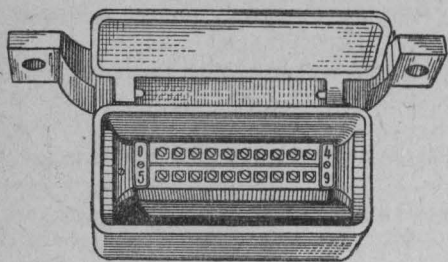


Рис. 34. Распределительная телефонная коробка 10×2.

емкости распределительные коробки бывают 10×2 (десятипарные). Они состоят из чугунного корпуса с боковыми лапками (для крепления коробки к стене) и крышки. Внутри коробки помещается фарфоровый плинт. На лицевой стороне плинта помещаются два ряда медных зажимов по 10 в

каждом ряду. Каждый зажим проходит сквозь толщу плинта и заканчивается в нижней части плинта перьями для подключения жил кабеля. Под клеммы с лицевой стороны плинта включаются жилы однопарного кабеля, прокладываемого к телефонному аппарату абонента. Пары плинта распределительной коробки нумеруются следующим образом: верхний ряд зажимов, расположенных ближе к стене, имеет номера пар от 0 до 4, нижний ряд — от 5 до 9. Сама коробка имеет номер того плинта в распределительном шкафу, к которому подходят пары от данной распределительной коробки.

Таково вкратце устройство городских телефонных сетей.

§ 16. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИНИИ СВЯЗИ

Дальность и качество телефонной связи зависят не только от телефонной аппаратуры, но и от электрических свойств и конструктивных особенностей линии, по которой происходит телефонная передача.

Двухпроводная линия, по которой осуществляется телефонная связь, обладает следующими свойствами: активным сопротивлением, индуктивностью, емкостью и проводимостью изоляции.

Электрические свойства линии для удобства рассчитываются на 1 км длины и называются первичными параметрами цепи.

1. **Омическое сопротивление проводов постоянному току.** Величина омического сопротивления одного километра двухпроводной цепи при 20°C равна

$$R_{20} = \rho \frac{2550}{d^2}$$

$$\rho = 0,0175 \frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

где ρ — удельное сопротивление материала провода в $\text{ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ при $t = 20^\circ\text{C}$;

d — диаметр провода в мм.

Сопротивление цепи при любой температуре, отличной от 20°C, определяется по формуле

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (t - 20)]$$

где α — температурный коэффициент сопротивления данного материала провода (для меди $\alpha = 0,0039$, для алюминия $\alpha = 0,0037$ и для стали $\alpha = 0,0046$);

t^0 — температура, для которой рассчитывается сопротивление проводов.

Максимальное сопротивление жил телефонных распределительных кабелей с диаметром медных жил 0,5 мм постоянному току при 20°C равно 95 ом/км.

2. **Активное сопротивление проводов цепи.** При передаче по проводам переменного (разговорного) тока активное сопротивление возрастает. В общем случае величина активного сопротивления одного километра цепи переменному току равна

$$R = k_1 R_0$$

где R_0 — сопротивление цепи постоянному току;

k_1 — коэффициент, характеризующий увеличение сопротивления вследствие скин-эффекта (поверхностного эффекта).

Сопротивление жил кабеля при частоте 800 гц почти не отличается от сопротивления жил постоянному току, поэтому величину активного сопротивления жил для частот разговорного тракта можно приближенно принять равной омическому сопротивлению проводов постоянному току.

3. **Индуктивность.** Индуктивность одного километра двухпроводной линии определяется по формуле:

$$L = \left(4 \ln \frac{2a}{d} + k_2 \mu\right) 10^{-4} \text{ гн/км}$$

где a — расстояние между проводами в см;

d — диаметр провода в см;

μ — магнитная проницаемость материала проводов;

k_2 — коэффициент, учитывающий влияние поверхностного эффекта.

Наличие индуктивности в проводах приводит к возрастанию индуктивного сопротивления при увеличении частоты переменного тока. Если частота передаваемого тока f , то индуктивное сопротивление X_L определяется по формуле:

$$X_L = 2 \pi f L \text{ ом}$$

Величина индуктивности двухпроводной линии при частоте 800 гц равна: для кабельной линии со свинцовой оболочкой—0,6—0,7 мгн/км; для воздушной медной линии—1,8—2 мгн/км; для воздушной стальной линии—8—10 мгн/км.

4. **Емкость.** Электрическая емкость двухпроводной цепи зависит от диаметра проводов, от расстояния между ними и диэлектрика. В среднем емкость двухпроводной цепи составляет для распределительных кабелей с диаметром жилы 0,5 мм при частоте 800 гц—0,1 мкф/км; для воздушной цепи—0,006 мкф/км.

5. **Проводимость изоляции.** Несовершенство изоляции жил кабелей приводит к тому, что часть тока не доходит до приемного

пункта, а замыкается через сопротивление изоляции, образуя ток утечки. Согласно нормам сопротивление изоляции одной жилы постоянному току ко всем остальным жилам, соединенным между собой и со свинцовой оболочкой при 20°C, должно быть не менее: у кабелей марки ТРК—200 мгом/км, у кабелей ТРВКШ и ТРВК—40—50 мгом/км.

Затухание разговорных токов. Передаваемая по линии энергия электрического тока уменьшается из-за сопротивления, индуктивности и емкости этой линии, причем уменьшаются напряжение, величина тока, а следовательно, и мощность передаваемого сигнала.

Дальность телефонирования по линии определяется величиной затухания этой цепи, т. е. величиной, характеризующей уменьшение величины тока, напряжения и мощности.

Если обозначить мощность в начале линии через P_H , а мощность в конце ее через P_K , то при длине линии l мощность в конце ее P_K будет равна

$$P_K = \frac{P_H}{e^{2\beta l}} \quad (1)$$

где e —основание натуральных логарифмов, равное 2,718;
 β —затухание одного километра линии (километрическое затухание).

Из формулы видно, что с увеличением длины линии l и величины километрического затухания β мощность в конце линии уменьшается. Величина βl определяет полное затухание линии.

Из этой формулы можно вывести:

$$e^{\beta l} = \sqrt{\frac{P_H}{P_K}} \quad (2)$$

Логарифмируя это выражение, найдем, что полное затухание линии равно:

$$\beta l = \frac{1}{2} \ln \frac{P_H}{P_K} \quad (3)$$

Соответственно уровни затухания по току и напряжению равны

$$\beta l = \ln \frac{I_H}{I_K} = \ln \frac{U_H}{U_K} \quad (4)$$

Величину уровней передачи выражают в единицах, называемых непером.

Если величина $\beta l = 1$, то из формулы (3) получим

$$\frac{1}{2} \ln \frac{P_H}{P_K} = 1 \text{ непер,}$$

$$\text{или } \frac{P_H}{P_K} = e^2 = 7,39,$$

а из формулы (4):

$$\frac{I_H}{I_K} = \frac{U_H}{U_K} = e = 2,718$$

Из последних двух выражений видно, что в цепи, затухание которой равно 1 неперу, ток и напряжение уменьшаются в 2,718 раза, а мощность в 7,39 раза.

С увеличением затухания ухудшается качество телефонной передачи. При расчетах учитывают затухание как в линейных проводах, так и в станционных устройствах.

По нормам величина затухания разговорных токов между двумя абонентами городской телефонной сети не должна превышать 2,5 неп.

Километрическое затухание кабельных цепей в полосе тональных частот (300—2400 гц) с достаточной для практических целей точностью можно определить по формуле

$$\beta = \sqrt{\pi f R C}$$

где f — частота передаваемого тока в гц;

R — сопротивление проводов двухпроводной цепи в ом/км;

C — рабочая емкость кабельной цепи в ф/км.

Километрическое затухание двухпроводной кабельной линии при частоте 800 гц и температуре +20°C равно:

для кабеля с диаметром медной жилы 0,5 мм—0,155 неп/км;

для кабеля с диаметром медной жилы 0,6 мм—0,114 неп/км;

для кабеля с диаметром медной жилы 0,7 мм—0,096 неп/км.

§ 17. СХЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ ГОРОДА

Схемы телефонных сетей могут быть различными и определяются числом и емкостью телефонных станций. Если в городе одна центральная АТС (емкостью обычно не свыше 10 000 номеров) и несколько небольших районных подстанций, то устраивается так называемая нерайонированная телефонная сеть. От центральной станции во все направления города отходят телефонные кабели, отдельные пары в котором заканчиваются телефонными аппаратами абонентов, а часть из них используется в качестве соединительных линий с районными подстанциями.

В крупных городах строят несколько районных станций (каждая емкостью до 9000 номеров), соединяют их между собою межстанционными соединительными линиями. Схемы соединения районных станций могут быть различными и зависят от территории города, от распределения потоков телефонных сообщений и др. причин. В крупных городах устраивается так называемая районированная телефонная сеть.

Схема нерайонированной телефонной сети города. От станции во все направления отходят телефонные кабели (рис. 35), которые затем разветвляются и подходят к распределительным шкафам. Эти кабели называются магистральными. Емкость магистральных кабелей чаще всего принимается от 100 до 1200 пар. Ответвления к шкафам производится разветвительными муфтами, устанавливаемыми в смотровых колодцах.

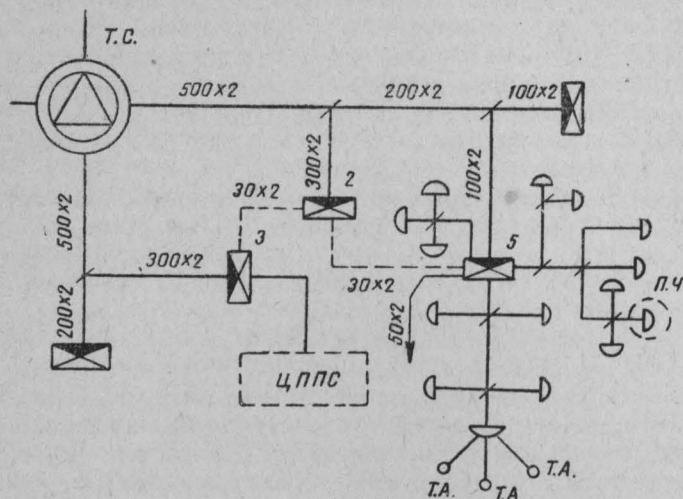


Рис. 35. Схема нерайонированной телефонной сети города.

Магистральные кабели зачастую поддерживаются под избыточным давлением по отношению к атмосферному. Специальные приборы автоматически сигнализируют о понижении давления в том или ином магистральном кабеле (в результате повреждения свинцовой оболочки). Магистральный кабель подходит к нижней части шкафа, жилы его расшиваются и припаиваются к перьям плитов магистральных боксов.

От распределительных шкафов отходят кабели меньшей емкости, также разветвляющиеся на более мелкие кабели, и подходят к десятипарным коробкам. Эти кабели называются распределительными и емкость их бывает 10, 20, 30, 50, 80 и 100 пар. Они укладываются или по стенам зданий, или в особые каналы, отведенные для распределительных кабелей в смешанной системе кабельной канализации.

Жилы распределительного кабеля расшиваются и припаиваются к перьям плитов распределительных боксов. Вторые концы этих жил припаиваются к перьям плитов распределительных 10x2 коробок. Занятые пары распределительного кабеля соединяются с парами магистрали посредством однопарного кабеля ТРВК, концы которого подключаются к соответствующим зажимам плитов магистральных и распределительных боксов.

От распределительных 10×2 коробок прокладываются однопарные кабели марки ТРВК $1 \times 2 \times 0,5$ к телефонным аппаратам абонентов. Эти линии называются абонентской проводкой.

Таким образом, двухпроводная линия от абонента до телефонной станции проходит вначале по абонентской сети до кабельной коробки, затем по распределительному кабелю до шкафа и, наконец, по магистральному кабелю на кросс телефонной станции.

Такое ступенчатое включение дает возможность любую пару магистрального кабеля соединить с любой парой распределительного кабеля. Это имеет большое значение при эксплуатации сети, т. к. очень часто происходит перегруппировка абонентов, включение новых абонентов, замена кабельных пар и т. д. Если сеть обеспечивает эти возможности, то считается, что она обладает достаточной эксплуатационной гибкостью.

Установка шкафов позволяет экономить кабель за счет уменьшения запаса кабельных пар в магистральной сети. Такое соединение называется схемой одноступенчатого распределения. Из схемы видно, что емкость распределительной сети значительно больше емкости магистральной сети.

Нередко распределительные кабели занимают около двух третей емкости распределительного шкафа, а магистральные — одну треть емкости. Это происходит вследствие того, что в распределительной сети значительная часть пар кабеля бывает не занята, т. к. количество телефонов, устанавливаемых от той или другой коробки, определяется потребностями абонентов. Свободные пары от распределительной коробки до шкафа не используются, в силу чего нет необходимости занимать ими пары в магистральном кабеле.

Незанятые пары в распределительной сети по согласованию с управлением городской телефонной сети могут быть использованы пожарной охраной для устройства прямых телефонных линий к особо важным объектам, расположенным в районе обслуживания данного шкафа.

Не менее важным вопросом для городских сетей является фактор непрерывности (устойчивости) действия связи при повреждениях магистрального кабеля. Это достигается следующим образом.

Распределительные шкафы некоторых районов связаны со шкафами других районов при помощи специальных кабелей.

Из рис. 35 видно, что шкаф № 3, питаемый от одной магистрали, соединен посредством 30×2 кабеля со шкафом № 2, который питается от другой магистрали. Шкаф № 2 соединен межшкафным шлейфом со шкафом № 5.

Такие соединения устраиваются между шкафами различных магистралей, а иногда и шкафами, питающимися от одной магистрали. В зависимости от потребностей межшкафные шлейфы могут быть емкостью до 50 пар. Наличие межшкафных шлейфов делает телефонную связь более устойчивой в любых условиях, т. к. создается возможность быстрого переключения при необходимости

некоторых абонентов с одного шкафа на другой, например, часть абонентов шкафа № 3 можно связать с телефонной станцией через шкаф № 2.

Межшкафные соединения имеют большое значение при организации в городе прямых внутриведомственных линий связи. Некоторые ведомства (милиция, пожарная охрана, скорая помощь и др.) в оперативных целях устраивают прямые линии к подчиненным подразделениям. Прямая линия в отличие от обычной абонентской линии дает возможность установить немедленную связь с абонентом. Для устройства прямых линий используется городская телефонная сеть, отдельные пары которой предоставляются дирекцией ГТС в аренду тому или другому ведомству.

Допустим, что городскую пожарную часть, расположенную в районе шкафа № 5, необходимо соединить прямой линией с центральным пунктом пожарной связи, который расположен в районе шкафа № 3. В этом случае прямая линия может быть подана одним из двух способов:

1. От ЦППС пара пройдет распределительным кабелем до шкафа № 3, далее по магистральному кабелю на кросс телефонной станции, затем магистральным кабелем до шкафа № 5 и, наконец, распределительным кабелем до пожарной части (ПЧ).

2. От ЦППС пара пройдет распределительным кабелем до шкафа № 3, затем по межшкафному шлейфу к шкафу № 2, далее межшкафным шлейфом к шкафу № 5 и, наконец, распределительным кабелем до пожарной части (ПЧ).

Таким образом, прямые внутриведомственные линии могут быть поданы или через кросс городской станции или, минуя его, по межшкафным шлейфам.

Из сказанного можно сделать вывод о преимуществе использования межшкафных шлейфов: они избавляют от занятия пар в магистральном кабеле, создают условия для непрерывного действия прямых линий.

Схема районированной телефонной сети города. В крупных городах с большим количеством абонентов строить одну центральную станцию экономически не выгодно, т. к. длина абонентских линий оказалась бы слишком большой.

Сократить длину абонентских линий можно путем приближения телефонных станций к абонентам, что в свою очередь приводит к необходимости устанавливать несколько станций. Однако установка нескольких станций сопровождается обязательной прокладкой между ними соединительных линий. Что же экономически выгоднее: строить одну станцию и прокладывать длинные абонентские линии или строить несколько станций, проложив между ними соединительные линии?

Из статистики известно, что абонентская линия используется в среднем всего на 2—5% от суточного времени, а соединительные линии между станциями — на 20—25%. Отсюда вытекает, что абонентское оборудование используется крайне неэффективно,

тогда как стоимость его составляет не менее 60% от общей стоимости сети.

Районирование городской сети значительно сокращает объем строительных расходов на неэффективно используемую абонентскую сеть, однако возрастают строительные расходы на соединительные линии. Все же расходы на устройство и эксплуатацию районированной сети значительно сокращаются. Поэтому в крупных городах строят несколько телефонных станций. Территория города разделяется на ряд районов, в каждом из которых строят одну или несколько телефонных станций емкостью до 10 000 номеров каждая.

Если в городе количество абонентов не превышает 90 000, то районные станции соединяют чаще всего по принципу «каждая с каждой».

В городах с числом абонентов свыше 90 000 сеть строят по узловой системе (рис. 36). Наибольшая емкость сети в таком слу-

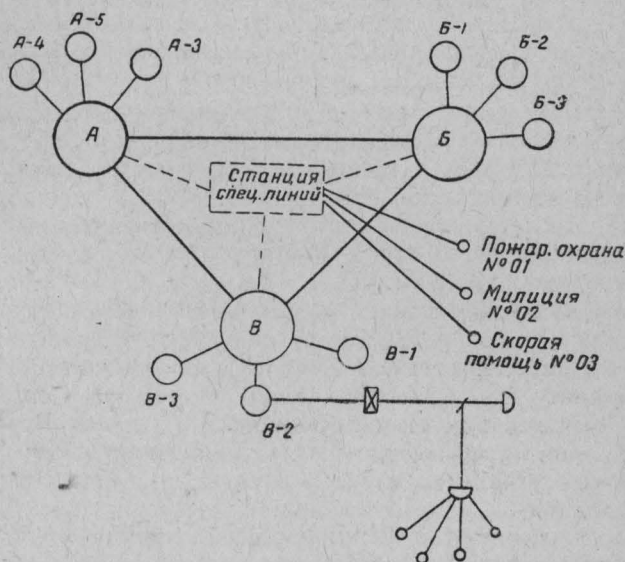


Рис. 36. Скелетная схема межстанционных соединений при узловой системе.

чае не более 900 000 абонентов. Номера абонентов шестизначные. На рисунке изображены узловые станции А, Б и В. В районе каждой узловой есть свои районные станции под номерами А-1, А-2, Б-1, Б-2, Б-3, В-3 и т. д.

Схема связи через узлы исходящего и входящего сообщения предусматривает соединение каждой районной станции со своей узловой и узловых станций между собой.

Внутреннее соединение абонентов одной районной станции замыкается помимо узловой. Допустим, что абонент районной станции *Б-2* вызывает абонента этого же района. Набором первых двух обозначений (*Б-2*) освобождается соединительная линия между станциями *Б-2* и *Б*. Последние четыре цифры означают номер абонента. Набором их отыскивается номер данного абонента станции *Б-2*. Соединение абонентов одной узловой станции происходит через нее.

Соединение абонента одной районной станции с абонентом станции, расположенной в другом узловом районе, осуществляется следующим образом: абонент станции *А-2* вызывает абонента станции *В-2* (полный номер абонента пусть будет *В 2-13-88*). Сняв трубку и получив сигнал готовности станции, абонент набирает букву «В», что соответствует посылке в линию трех импульсов. Набором первой буквы (3 импульса) отыскивается узловая станция *В* и если в шлейфе, соединяющем узел *А* с узлом *В*, имеется свободная пара, то соединение осуществлено с узловой станцией *В*. Набором второй цифры «2» отыскивается станция *В-2*. Последующие цифры «13-88» означают номер абонента и набором их отыскивается линия вызываемого абонента. Если он свободен, то происходит посылка вызова.

Схема связи со службами специального назначения. В целях ускорения вызова служб специального назначения в городских сетях введены упрощенные условия для набора и запоминания номеров телефонов спецслужб. Так, например, в некоторых городах для вызова спецслужб введены следующие номера:

Пожарная охрана	— 01
Гор. милиция	— 02
Скорая помощь	— 03
Аварийная служба	— 04
Телеграф	— 06
Междугородняя станция	— 07
Бюро ремонта	— 08
Справочное бюро	— 09

Вызов спецслужбы производится набором соответствующего двухзначного номера.

В зависимости от принципа построения сети схема связи со спецслужбами при узловой системе может быть такой, как на рис. 36. Здесь изображена принципиальная схема соединительных линий районированной сети и указана станция спецлиний. Вызов служб специального назначения производится через станцию спецлиний, которая соединяется с каждой узловой станцией и от которой проложены соединительные линии ко всем спецслужбам.

При наборе первой цифры «0» абонент соединяется со станцией спецлиний, а при наборе второй цифры — с соответствующей службой.

Линии, проложенные к спецслужбам, являются односторонними, т. е. вызов по ним может поступить от станции спецлиний к соответствующей службе. Количество линий к той или другой службе определяется специальным расчетом.

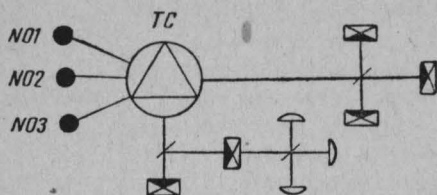


Рис. 37. Скелетная схема связи со специальными службами при нерайонированной телефонной сети.

На рис. 37 изображена скелетная схема нерайонированной сети. Наличие в городе одной телефонной станции создает условия для непосредственного соединения спецслужб с центральной станцией.

ЛИТЕРАТУРА

Е. В. Китаев. Телефония. Связьиздат, 1958.

А. Г. Соловьева. Основы телефонии и телефонные станции ручного обслуживания. Связьиздат, 1958.

Е. В. Мархай. Основы технико-экономического проектирования городских телефонных сетей. Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1953.

В. В. Соколов. Линии городских телефонных сетей. Связьиздат, 1959.

Министерство радиотехнической промышленности СССР. Государственный электротехнический завод ВЭФ. Техническая документация станции типа ЦКУ—110. Рига, 1957.

СНХ Латвийской ССР. Государственный электротехнический завод ВЭФ. Техническая документация станции типа УРТС—100/600. Рига, 1958.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Глава I. Основы телефонии

§	1. Звуковое поле	3
§	2. Сущность телефонной передачи	7
§	3. Свойства микрофона	9
§	4. Свойства телефона	11

Глава II. Телефонные аппараты

§	5. Общие сведения	14
§	6. Детали телефонных аппаратов	15
§	7. Телефонный аппарат системы МБ	19
§	8. Телефонный аппарат системы ЦБ	21

Глава III. Телефонные коммутаторы пожарной охраны

§	9. Общие сведения	23
§	10. Основные приборы телефонных коммутаторов	24
§	11. Схемы телефонных коммутаторов	32
§	12. Коммутатор типа УРТС—100	37
§	13. Телефонная станция ручного обслуживания ЦКУ—110	40

Глава IV. Городские телефонные сети и их использование для пожарных целей

§	14. Общие сведения	49
§	15. Устройство городских телефонных сетей	50
§	16. Электрические свойства линий связи	53
§	17. Схемы построения телефонных сетей города	56
Литература		63

Андрей Николаевич Южаков

ПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Литературный редактор Э. П. Чурова.

Корректор А. И. Поликарпова.

Сдано в набор 28 апреля 1961 г. Подписано к печати 27 ноября 1961 г.
 Формат бумаги 60×92¹/₁₆. Печ. л. 4,0 + 4 вклейки. Уч.-изд. л. 4,71.
 Л-104852 Тираж 1400 экз. Цена 17 коп. Зак. 96.
 Типография Высшей школы МВД РСФСР, Москва.