

## Г л а в а 1

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСЛЯЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ ТУ-600

#### 1.1. Назначение и конструкция

Усилитель ТУ-600 предназначен для передачи программ вещания по трансляционным линиям.

Если радиосеть состоит из коротких линий (воздушных — длиной не более 8 км или подземных — не более 4 км), то к усилителю может быть подключено до 2400 абонентских громкоговорителей из расчета, что один громкоговоритель в среднем потребляет мощность 0,25 вт.

Если же радиосеть, помимо коротких линий, содержит также и длинные линии, то количество громкоговорителей, подключаемых в этом случае к усилителю ТУ-600, должно быть уменьшено до величины, определяемой специальными расчетными формулами<sup>1)</sup>.

С помощью усилителя ТУ-600 можно вести передачи от следующих источников программ: от микрофона или звукоснимателя, от 1 или 2-й входной телефонной линии, от основного или резервного радиоприемников, от звукоснимателя аппаратной и от любого внешнего источника программы, который может быть скоммутирован на вход усилителя.

В комплект усилителя ТУ-600 входят: стойка усилителя, динамический микрофон, пульт студии, транспарант студии, антенный щиток, выходной щит.

#### СТОЙКА УСИЛИТЕЛЯ

Стойка усилителя содержит шесть панелей, расположенных сверху вниз в следующем порядке (рис. 1): панель измерения, панель силовая, панель предоконечного усилителя, панель предварительного усилителя (съемная), панель газотронов, панель мощного выпрямителя.

Кроме того, сзади, к раме стойки, на уровне нижней границы панели измерения укреплена панель мощных ламп.

Стойка усилителя ТУ-600 сзади закрывается дверцей.

В схему усилителя ТУ-600 включена электрическая блокировка, которая обеспечивает при открывании дверцы отключение основ-

<sup>1)</sup> См. «Электрические нормы проектирования радиотрансляционных сетей», стр. 33—34, разд. Г-8 (Связиздат, 1961).

зервной сети переменного тока, нагрузки усилителя, раз-  
онденсатора фильтра выпрямителя оконечного усилителя.

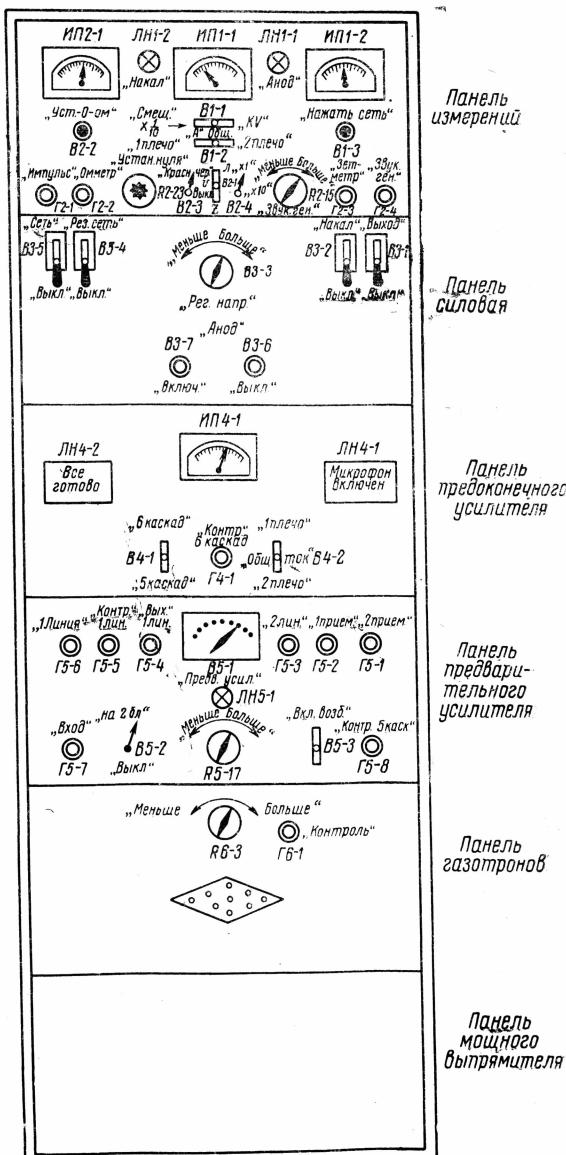


Рис. 1. Общий вид стойки усилителя ТУ-600

варительного усилителя экранированным кабелем, уложенным в стальную трубу.

Стойка усилителя имеет габариты: высота — 1725 *мм*, ширина — 635 *мм*, глубина — 375 *мм*. Вес стойки — 177 *кг*.

### ПУЛЬТ СТУДИИ

Пульт студии устанавливается на столе диктора, ведущего передачи.

На лицевой стороне пульта смонтированы три сигнальные лампочки: *Все готово*, *Микрофон*, *Звукосниматель*, а также ключ, с помощью которого микрофонная линия может быть скоммутирована с микрофоном или звукоснимателем студии.

В пульте имеется две входные гребенки для подключения внешнего монтажа. Габариты пульта: высота — 160 *мм*, ширина — 245 *мм*, глубина — 185 *мм*. Вес пульта — 2 *кг*.

### ТРАНСПАРАНТ СТУДИИ

Транспарант студии обычно устанавливается у входа над дверью студии. При включении микрофона в студии на транспаранте загорается надпись: *Тише! Микрофон включен*.

Габариты транспаранта: высота — 180 *мм*, ширина — 260 *мм*, глубина — 200 *мм*. Вес транспаранта — 2,5 *кг*.

### АНТЕННЫЙ ЩИТОК

Антенный щиток конструктивно оформлен в виде настенного футляра, состоящего из основания и крышки. С помощью антенного щитка антенны подключаются к приемникам или к общейшине заземления станции.

Габариты антенного щитка: высота — 110 *мм*, ширина — 137 *мм*, глубина — 82 *мм*. Вес щитка — 0,9 *кг*.

### ВЫХОДНОЙ ЩИТ

Выходной щит выполнен в виде настенного шкафчика, имеющего габариты: высота — 416 *мм*, ширина — 495 *мм*, глубина — 160 *мм*. Вес щита — 16 *кг*.

На лицевой стороне выходного щита смонтированы восемь переключателей фидерных линий, тумблер для переключения первых трех линий к выходу 1 или 2-го усилителя ТУ-600, сигнальная лампочка аварии линий, тумблер для выключения звонка аварии линий и два гнезда контроля выхода 1 и 2-го усилителей ТУ-600.

На щите смонтированы три гребенки для подключения внешнего монтажа и две гребенки для включения первых трех линий через фидерный трансформатор, который также установлен на щите.

## 1.2. Технические данные усилителя ТУ-600

Напряжение питающей сети переменного тока частотой 50 гц	220 в <sup>1)</sup>
Потребляемая мощность:	
в режиме покоя	1000 вт
в режиме номинальной мощности	1840 вт
Номинальное выходное напряжение усилителя на нагрузке 24 ом	120 в
Номинальная выходная мощность при частоте 400 гц	600 вт

### Чувствительность усилителя:

по микрофонному входу	0,6 мв
по входу звукоснимателя	150 мв
по входу радиоприемников и входных телефонных линий	775 мв

### Неравномерность частотной характеристики<sup>2)</sup> в диапазоне частот:

150÷5000 гц	не более 1,5 дб
60÷150 гц	не более 3 дб
5000÷8000 гц	не более 3 дб

### Коэффициент нелинейных искажений:

для частот 100÷3000 гц при номинальном входном напряжении	не более 4 %
для частот 60÷100 гц при понижении входного напряжения на 3 дб	не более 10 %
для частот 3000÷8000 гц при понижении входного напряжения на 3 дб	не более 4 %

### Повышение абсолютного уровня напряжения на выходе усилителя при отключении нагрузки:

на частоте 400 гц	не более 2,5 дб
на частоте 4000 гц	не более 3,5 дб

Отношение значения номинального напряжения на выходе к значению напряжения собственного шума и фона на выходе усилителя при включении на вход сопротивления 600 ом	не менее 50 дб
--	----------------

<sup>1)</sup> Для питания усилителя от сети переменного тока напряжением 110/127 в заводом изготавливается отдельный автотрансформатор 110/127/220 в, который поставляется по требованию заказчика.

<sup>2)</sup> При уровне напряжения на входе на 6 дб ниже номинального.

### 1.3. Блок-схема усилителя ТУ-600

Усилительный канал ТУ-600 (рис. 2) состоит из микрофонного, предварительного, предоконечного и оконечного усилителей.

Микрофонный усилитель (*МУ*) участвует только при передачах от микрофона или звукоснимателя. Напряжение звуковой частоты от других источников программ подается непосредственно на вход предварительного усилителя (*ПУ*).

На вход *ПУ* могут быть скоммутированы следующие источники программы:

- входная телефонная линия 1,
- входная телефонная линия 1 через линейный трансформатор  $Tp_{5-1}$ ,
- входная телефонная линия 2,
- выход микрофонного усилителя,
- гнездо *Вход*,
- выход приемника  $Pr_1$ ,
- выход приемника  $Pr_2$ ,
- звукосниматель аппаратной  $3C_2$ ,
- входная цепь резервного усилителя ТУ-600 № 2.

На входе *ПУ* установлен регулятор громкости  $PG_1$ , с помощью которого можно регулировать уровень сигнала, поступающего на вход предварительного усилителя от любого источника программы.

Коммутация программ на вход *ПУ* осуществляется переключателем  $B_{5-1}$  (*Род работы*), установленным на панели предварительного усилителя. Если ключ  $B_{5-3}$ , смонтированный на той же панели, установлен в положение *Возбуждение*, то напряжение звуковой частоты, усиленное предварительным усилителем, подается на вход предоконечного усилителя (*ПОУ*). Напряжение звуковой частоты, усиленное *ПОУ*, поступает на вход оконечного усилителя (*ОУ*), с выхода которого распределяется по трансляционным линиям.

Уровень напряжения на выходе усилителя ТУ-600 контролируется импульсметром  $ИП_{2-1}$ , смонтированным на панели измерения. Для того чтобы подключить импульсметр  $ИП_{2-1}$  к выходу усилителя ТУ-600, ключ  $B_{2-1}$  на панели измерения следует перевести в положение «*V*».

Для акустического контроля передачи служит громкоговоритель  $Гр$  ( $РП_{6-1}$ ), подключенный к выходу оконечного усилителя через регулятор громкости  $PG-2$  и трансформатор  $Tp_{6-3}$ . Кроме того, контролировать передачу на слух можно телефонными наушниками, включив их в гнездо  $G_{6-4}$ .

Усилитель ТУ-600 питается от сети однофазного переменного тока напряжением  $\sim 220$  в 50 гц. Подача напряжения сети на усилитель при работе от основного силового ввода осуществляется рубильником  $B_{3-5}$ , а при работе от резервного силового ввода — рубильником  $B_{3-4}$ .

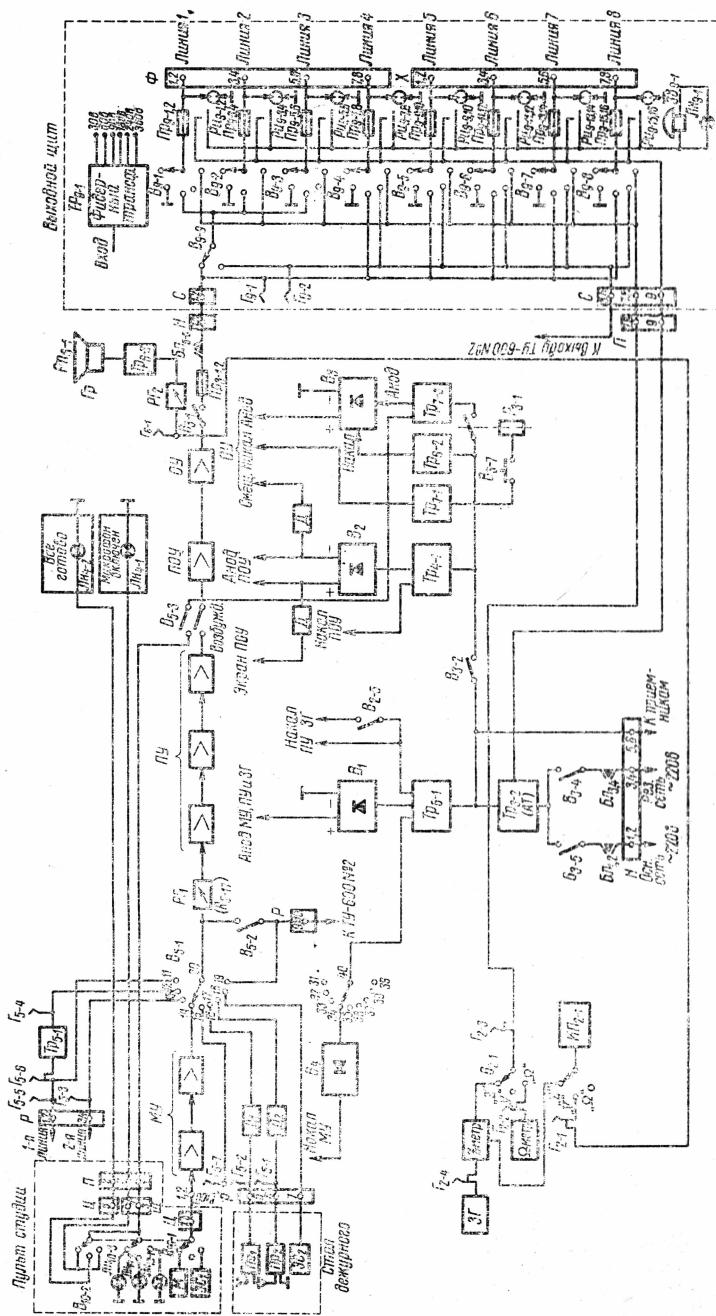


Рис. 2. Блок-схема радиоузла ТУ-600

Для поддержания номинального напряжения сети, подаваемого в схему усилителя ТУ-600, служит автотрансформатор  $T_{3-2}$ .

Все цепи усилителя, за исключением цепей накала ламп  $ПУ$ ,  $ПОУ$ ,  $ОУ$ , звукового генератора ( $ЗГ$ ) и нитей газотронов выпрямителя  $ОУ$ , питаются выпрямленным током.

В стойке ТУ-600 смонтировано четыре выпрямителя:

—  $B_1$  для питания анодных и экранных цепей ламп  $МУ$ ,  $ПУ$  и  $ЗГ$ ;

—  $B_2$  для питания анодных и экранных цепей ламп  $ПОУ$ , а также для подачи напряжения отрицательного смещения на управляющие сетки ламп  $ОУ$ ;

—  $B_3$  для питания анодных цепей ламп  $ОУ$ ;

—  $B_4$  для питания цепи накала ламп  $МУ$ .

При включении одного из рубильников сети  $B_{3-5}$  или  $B_{3-4}$  напряжение сети подается на выпрямитель  $B_1$  и в цепи накала ламп  $МУ$ ,  $ПУ$  и  $ЗГ$ .

При включении рубильника  $B_{3-2}$  напряжение сети поступает на выпрямитель  $B_2$  и в цепи накала ламп  $ПОУ$ ,  $ОУ$ , а также в цепь накала газотронов выпрямителя  $B_3$ .

Напряжение сети на выпрямитель  $B_3$  подается при срабатывании специального реле  $P_{3-4}$ , включаемого в работу кнопкой  $B_{3-7}$ .

На станции радиоузла может быть установлено два усилителя ТУ-600: основной (ТУ-600 № 1) и резервный (ТУ-600 № 2). В этом случае источники программ подключаются к одному из усилителей ТУ-600, а вход  $ПУ$  второго усилителя с помощью специальной коммутации — к входу  $ПУ$  первого усилителя. Делается это следующим образом.

Допустим, что источники программ подключены к усилителю ТУ-600 № 1, а вход  $ПУ$  этого усилителя скоммутирован с помощью переключателя  $B_{5-1}$ , например, с выходом микрофонного усилителя  $МУ_1$  (рис. 3). Для того чтобы звуковое напряжение с выхода  $МУ_1$  поступило и на вход  $ПУ_2$ , нужно на усилителе № 1 включить тумблер  $B_{5-2}$ , а на усилителе № 2 переключатель  $B_{5-1}$  установить

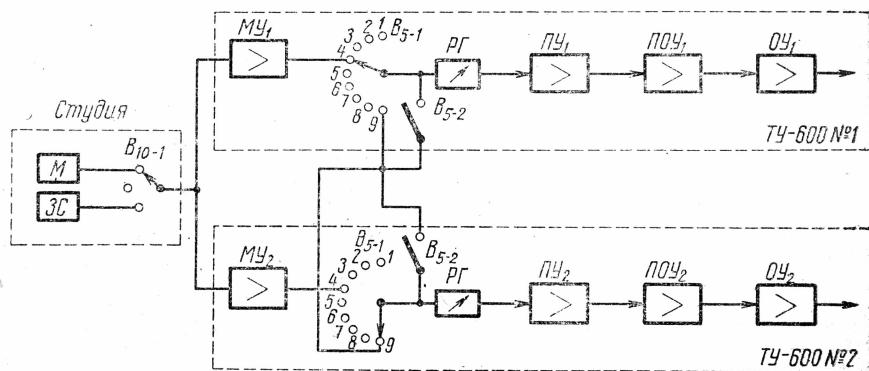


Рис. 3. Блок-схема соединения ТУ-600 № 1 и ТУ-600 № 2

в положение 9. Тогда входы  $PY_1$  и  $PY_2$  окажутся запараллеленными.

Если источники программ подключены к усилителю ТУ-600 № 2 и вход  $PY_2$  скоммутирован с выходом  $MY_2$ , то для того, чтобы звуковое напряжение с выхода  $MY_2$  поступило и на вход  $PY_1$ , нужно включить тумблер  $B_{5-2}$  на усилителе № 2, а на усилителе № 1 установить переключатель  $B_{5-1}$  в положение 9.

Выходные цепи усилителей ТУ-600 № 1 и № 2 подключены к выходному щиту (см. рис. 2). Каждая трансляционная линия, заведенная на индивидуальный линейный переключатель выходного щита, может быть подключена к выходу усилителя ТУ-600 № 1 или к выходу усилителя ТУ-600 № 2.

На выходном щите смонтирован фидерный трансформатор, с помощью которого на первые три линии при необходимости можно подавать напряжения 30, 60, 90, 180, 240 или 360 в (см. стр. 51—54).

Измерительное устройство ТУ-600 позволяет производить измерение входного сопротивления трансляционных линий переменному току, а также сопротивления изоляции проводов линий относительно земли.

Усилитель ТУ-600 охвачен системой сигнализации. При работе из студии, когда питание на усилитель подано и произведены соответствующие коммутации переключателем  $B_{5-1}$  и ключом  $B_{5-3}$ , загораются сигнальные лампочки:  $L_{H10-2}$  (*Все готово*) (на пульте студии) и  $L_{H4-2}$  (на транспаранте аппаратной).<sup>1)</sup> При включении микрофона или звукоснимателя на пульте студии загораются лампочки  $L_{H10-3}$  или  $L_{H10-1}$ , а на транспаранте аппаратной — лампочка  $L_{H4-1}$  (*Микрофон включен*).

На выходном щите ТУ-600 задействована аварийная сигнализация: при перегорании любого из предохранителей, включенных в каждый провод трансляционной линии, звонит звонок  $Zv_{9-1}$  и загорается лампочка *Авария* ( $L_{H9-1}$ ).

## Г л а в а 2

### УСИЛИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ ТУ-600

#### 2.1. Общая характеристика

#### МИКРОФОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Микрофонный усилитель ТУ-600 (рис. 4) содержит два каскада усиления, каждый из которых собран по однотактной реостатной схеме: первый каскад — на лампе  $L_{5-1}$  (пентод 6Ж8) и второй — на лампе  $L_{5-2}$  (пентод 6Ж8, включенный по схеме триода).

<sup>1)</sup> На рис. 2 контакты переключателя  $B_{5-1}$ , через которые проходит цепь студийной сигнализации, не показаны (см. эту цепь на рис. 14 и 23).

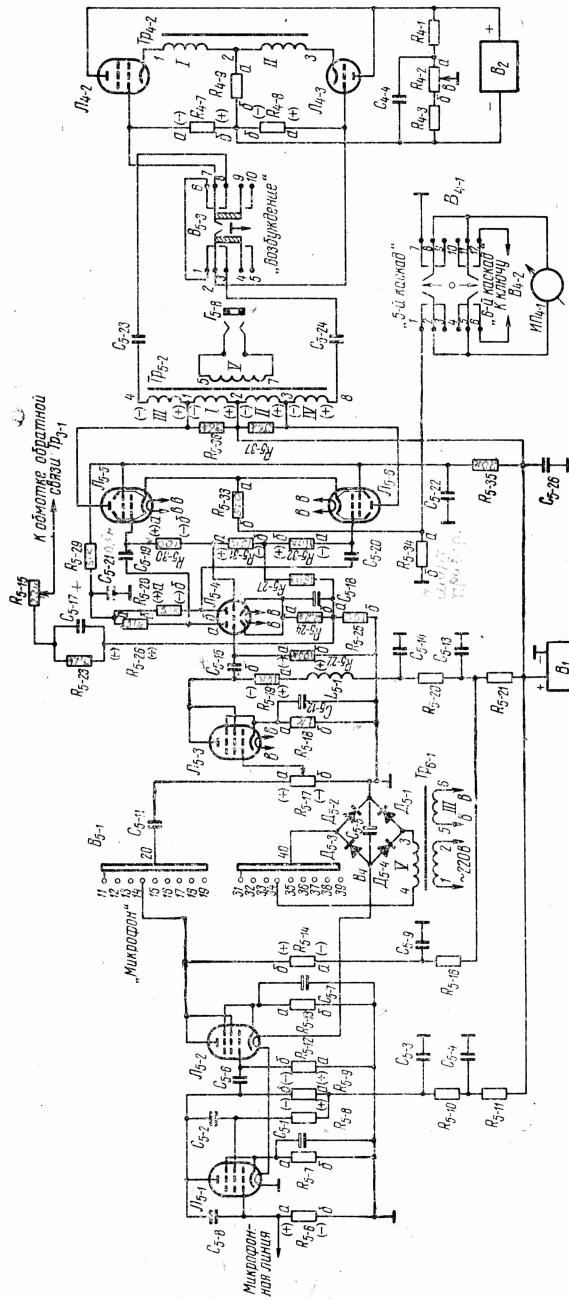


Рис. 4. Схема микрофонного и предварительного усилителей

Нити накала ламп  $L_{5-1}$  и  $L_{5-2}$  соединены между собой последовательно и питаются выпрямленным током от выпрямителя  $B_4$ , который получает переменное напряжение  $\sim 6,3$  в от обмотки  $V$  (выводы 3—4) силового трансформатора  $Tr_{6-1}$ . Напряжение  $\sim 6,3$  в на выпрямитель  $B_4$  поступает только в том случае, если идет передача из студии и соответственно переключатель рода работы  $B_{5-1}$  установлен в положение *Микрофон*.

Рассмотрим цепь питания выпрямителя  $B_4$ . При подаче напряжения сети на первичную обмотку силового трансформатора  $Tr_{6-1}$  во вторичной обмотке  $V$  этого трансформатора индуцируется напряжение  $\sim 6,3$  в. Известно, что полярность переменного напряжения меняется каждый полупериод: так, если в один полупериод плюс переменного напряжения имеет вывод 3 обмотки  $V$  трансформатора  $Tr_{6-1}$ , а вывод 4 — соответственно минус, то в следующий полупериод, наоборот, вывод 3 будет иметь минус переменного напряжения, а вывод 4 — плюс. Если предположить, что в рассматриваемый полупериод вывод 3 обмотки  $V$  имеет плюс, а вывод 4 — минус, то в цепи выпрямителя  $B_4$  потечет ток:

плюс источника (вывод 3 обмотки  $V$  трансформатора  $Tr_{6-1}$ ) — диод  $D_{5-1}$  — корпус — нити ламп  $L_{5-1}$  и  $L_{5-2}$  — диод  $D_{5-3}$  — нож 40, контакт 34 переключателя  $B_{5-1}$ , замкнутые, когда переключатель установлен в положение *Микрофон* — минус источника (вывод 4 обмотки  $V$  трансформатора  $Tr_{6-1}$ ).

В следующий полупериод, когда полярность на концах обмотки  $V$  поменяется, ток потечет по цепи:

плюс источника (вывод 4 обмотки  $V$  трансформатора  $Tr_{6-1}$ ) — контакт 34, нож 40 переключателя  $B_{5-1}$  — диод  $D_{5-2}$  — корпус — нити ламп  $L_{5-1}$  и  $L_{5-2}$  — диод  $D_{5-4}$  — минус источника (вывод 3 обмотки  $V$  трансформатора  $Tr_{6-1}$ ).

Нетрудно убедиться в том, что в любой из полупериодов ток в цепи накала ламп  $L_{5-1}$  и  $L_{5-2}$  протекает в одном и том же направлении, т. е. в цепи течет выпрямленный ток. Для сглаживания пульсаций этого тока на выходе выпрямителя  $B_4$  включен конденсатор  $C_{5-5}$  большой емкости.

При всех других положениях переключателя  $B_{5-1}$ , кроме положения *Микрофон*, питание накала на лампы микрофонного усилителя не подается, поскольку нож 40 переключателя  $B_{5-1}$  в этом случае подключается к свободным контактам и соответственно цепь питания выпрямителя  $B_4$  оказывается разомкнутой.

Анодные и экранные цепи ламп микрофонного усилителя питаются от выпрямителя  $B_1$ , минус которого соединен с корпусом. Выпрямитель  $B_1$  является общим анодным выпрямителем для микрофонного и предварительного усилителей, а также для звукового генератора измерительного устройства.

<sup>1)</sup> Питание накала ламп выпрямленным током снижает фон, который создается в усилителях за счет пульсаций переменного тока, питающего эти цепи.

Подача напряжения отрицательного смещения на управляющие сетки ламп микрофонного усилителя осуществляется автоматически за счет выделения части напряжения анодного источника (выпрямителя  $B_1$ ) на сопротивлениях автоматического смещения каждого из каскадов микрофонного усилителя.

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Предварительный усилитель ТУ-600 (см. рис. 4) содержит три каскада усиления. Первый каскад работает по однотактной реостатной схеме на лампе  $L_{5-3}$  (пентод 6Ж8, включенный триодом), второй каскад — по фазоинверсной схеме на лампе  $L_{5-4}$  (6Н8С) и третий каскад — по двухтактной схеме на лампах  $L_{5-5}$  и  $L_{5-6}$  (6П3С).

Питание накала ламп предварительного усилителя производится от обмотки III (выводы 5—6) силового трансформатора  $Tr_{6-1}$ <sup>1)</sup>.

Анодные и экранные цепи ламп предварительного усилителя питаются от выпрямителя  $B_1$ .

Подача напряжения отрицательного смещения на управляющие сетки ламп предварительного усилителя осуществляется за счет выделения части напряжения анодного источника (выпрямителя  $B_1$ ) на сопротивлениях автоматического смещения каждого из каскадов предварительного усилителя.

### ПРЕДОКОНЕЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Предоконечный усилитель ТУ-600 собран по двухтактной схеме катодного повторителя (рис. 5) на двух лампах —  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$  (лампы 6П3С). Питание накала эти лампы получают от понижающих обмоток силового трансформатора  $Tr_{4-1}$ : лампа  $L_{4-2}$  от обмотки IV (выводы 15—16), а лампа  $L_{4-3}$  от обмотки III (выводы 5—6).

Анодные цепи ламп предоконечного усилителя питаются от выпрямителя  $B_2$ , часть напряжения которого используется для питания цепей экранных сеток ламп предоконечного усилителя, а также для подачи напряжения отрицательного смещения на управляющие сетки ламп оконечного усилителя. В связи с этим на выходе выпрямителя  $B_2$  включен делитель напряжения, состоящий из трех последовательно соединенных сопротивлений —  $R_{4-1}$ ,  $R_{4-2}$  и  $R_{4-3}$ .

При включении питания на выпрямитель  $B_2$  в цепи его делителя потечет ток:

плюс выпрямителя  $B_2$  — сопротивления  $R_{4-1}$ ,  $R_{4-2}$ ,  $R_{4-3}$  — минус выпрямителя  $B_2$ .

Ток, протекающий в цепи делителя, создает на каждом из его сопротивлений падения напряжения: плюс в точках  $a$  и минус в

<sup>1)</sup> Обмотка III соединена параллельно с обмоткой IV (выводы 15—16)  $Tr_{6-1}$ , от которой питается цепи накала ламп звукового генератора (см. рис. 22).

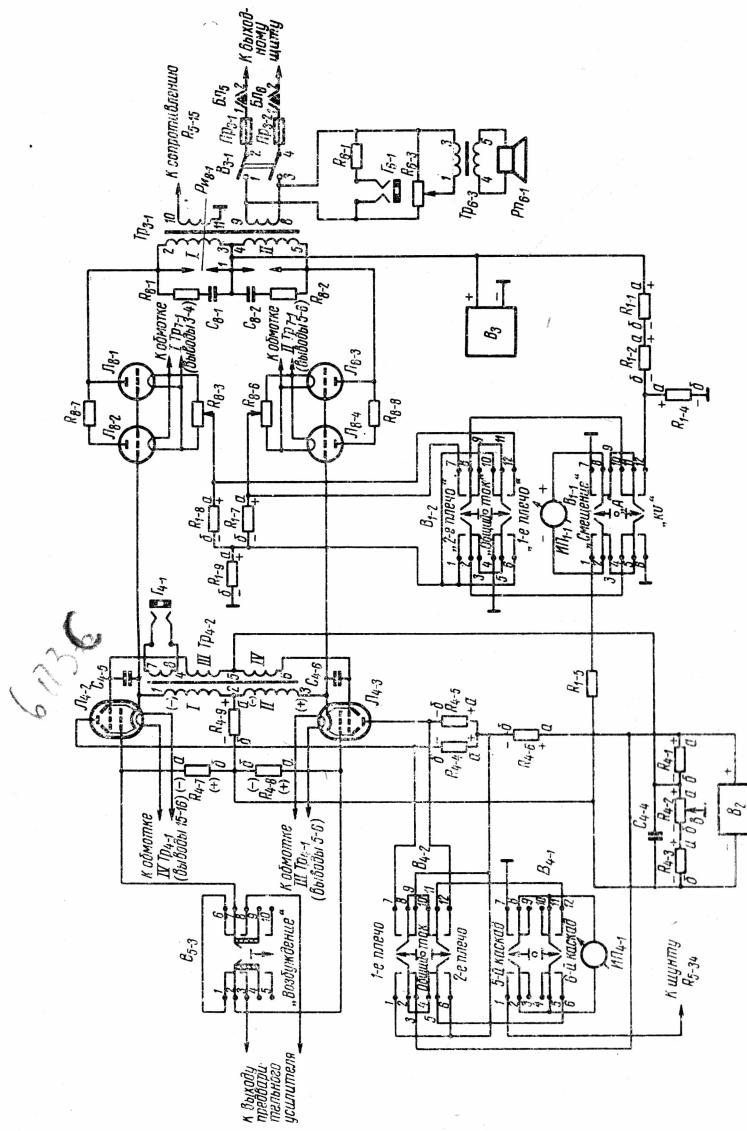


Рис. 5. Схема предоконечного и оконечного усилителей

точках б. Напряжение, выделяемое на сопротивлениях  $R_{4-1}$ ,  $R_{4-2}$  и  $R_{4-3}$ , является источником питания анодных цепей ламп предоконечного усилителя, а напряжение, выделяемое на сопротивлениях  $R_{4-2}$  и  $R_{4-3}$ , — источником питания экранных цепей ламп этого усилителя.

Падение напряжения, получаемое между движком переменного сопротивления  $R_{4-2}$  и точкой б сопротивления  $R_{4-3}$ , используется для подачи напряжения отрицательного смещения на лампы оконечного усилителя.

Напряжение отрицательного смещения на управляющие сетки ламп предоконечного усилителя подается автоматически за счет выделения части напряжения анодного источника на сопротивлении автоматического смещения этого каскада.

### ОКОНЕЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Оконечный усилитель ТУ-600 (см. рис. 5) работает по двухтактной схеме на четырех лампах ГМ-70: лампы  $L_{8-1}$  и  $L_{8-2}$  в одном плече и лампы  $L_{8-3}$  и  $L_{8-4}$  — в другом.

Питание накала ламп  $L_{8-1}$  и  $L_{8-2}$  осуществляется от вторичной обмотки I (выводы 3—4), а ламп  $L_{8-3}$  и  $L_{8-4}$  — от вторичной обмотки II (выводы 5—6) трансформатора  $T_{p7-1}$ .

Источником анодного напряжения ламп оконечного усилителя служит выпрямитель  $B_3$ , минус которого соединен с корпусом.

Напряжение отрицательного смещения управляющие сетки ламп оконечного усилителя, как это отмечалось выше, получают через делитель напряжения от анодного выпрямителя предоконечного усилителя  $B_2$ .

## 2.2. Цепи питания анодов, экранных сеток и отрицательного смещения

### МИКРОФОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ (РИС. 4)

#### Первый каскад

Цель анодного тока:

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-11}$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-10}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{5-9}$  — анод, катод лампы  $L_{5-1}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{5-7}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Цель экранной сетки:

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивления  $R_{5-11}$  и  $R_{5-10}$  — гасящее сопротивление  $R_{5-8}$  — экранная сетка, катод лампы  $L_{5-1}$  — сопротивление  $R_{5-7}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_{5-1}$ .

Анодный ток и ток экранной сетки лампы  $L_{5-1}$ , протекая по сопротивлению автоматического смещения  $R_{5-7}$ , создают на нем падение напряжения: плюс в точке *а* и минус в точке *б*. Плюс этого напряжения приложен к катоду лампы  $L_{5-1}$ , а минус через корпус и сопротивление утечки сетки  $R_{5-6}$  — к управляющей сетке лампы  $L_{5-1}$ .

### *Второй каскад*

Цель анодного тока:

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-21}$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-16}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{5-14}$  — анод, катод лампы  $L_{5-2}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{5-13}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Анодный ток лампы  $L_{5-2}$ , протекая по сопротивлению автоматического смещения  $R_{5-13}$ , создает на нем падение напряжения: плюс в точке *а* и минус в точке *б*. Плюс этого напряжения приложен к катоду, а минус через корпус и сопротивление утечки сетки  $R_{5-12}$  — к управляющей сетке лампы  $L_{5-2}$ .

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ**

### *Первый каскад*

Цель анодного тока:

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-21}$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-20}$  — обмотка корректирующего дросселя  $L_{5-1}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{5-19}$  — анод, катод лампы  $L_{5-3}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{5-18}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Анодный ток лампы  $L_{5-3}$ , протекая по сопротивлению автоматического смещения  $R_{5-18}$ , создает на нем падение напряжения: плюс в точке *а* и минус в точке *б*. Плюс этого напряжения приложен к катоду лампы  $L_{5-3}$ , а минус — через корпус и переменное сопротивление утечки сетки  $R_{5-17}$ , которое одновременно является и регулятором громкости предварительного усилителя, — к управляющей сетке лампы  $L_{5-3}$ .

### *Второй каскад*

Цель анодного тока триода  $L_{5-4a}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-35}$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-29}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{5-26}$  — анод, катод триода  $L_{5-4a}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{5-24}$  — сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Цепь анодного тока триода  $L_{5-4b}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление  $R_{5-35}$  — сопротивление  $R_{5-29}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{5-28}$  — анод, катод триода  $L_{5-4b}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{5-24}$  — сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Анодные токи триодов  $L_{5-4a}$  и  $L_{5-4b}$ , протекая по сопротивлениям  $R_{5-24}$  и  $R_{5-25}$ , создают на каждом из этих сопротивлений падения напряжения: плюс в точках *a* и минус в точках *b*.

Суммарное падение напряжения, создаваемое токами триодов  $L_{5-4a}$  и  $L_{5-4b}$  на сопротивлениях  $R_{5-24}$  и  $R_{5-25}$ , является напряжением отрицательного смещения для триода  $L_{5-4a}$ . Плюс этого напряжения (точка *a* сопротивления  $R_{5-24}$ ) приложен к катоду, а минус (точка *b* сопротивления  $R_{5-25}$ ) через корпус и сопротивление утечки сетки  $R_{5-22}$  — к управляющей сетке триода  $L_{5-4a}$ .

Падение напряжения, создаваемое анодными токами триодов  $L_{5-4a}$  и  $L_{5-4b}$  на сопротивлении  $R_{5-24}$ , используется для подачи напряжения отрицательного смещения на управляющую сетку триода  $L_{5-4b}$ . Плюс этого напряжения (точка *a* сопротивления  $R_{5-24}$ ) приложен к катоду, а минус (точка *b* сопротивления  $R_{5-24}$ ) через автобалансное сопротивление  $R_{5-27}$  и сопротивление утечки сетки  $R_{5-31}$  — к управляющей сетке триода  $L_{5-4b}$ .

### Третий каскад

Цепь анодного тока лампы  $L_{5-5}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — обмотка *I* (выводы 2—1) автотрансформатора  $Tp_{5-2}$  — анод, катод лампы  $L_{5-5}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{5-33}$  — шунт  $R_{5-34}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Цепь экранной сетки лампы  $L_{5-5}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{5-35}$  — экранная сетка, катод  $L_{5-5}$  — сопротивление  $R_{5-33}$  — шунт  $R_{5-34}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Цепь анодного тока лампы  $L_{5-6}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — обмотка *II* (выводы 2—3) автотрансформатора  $Tp_{5-2}$  — анод, катод лампы  $L_{5-6}$  — сопротивление  $R_{5-33}$  — шунт  $R_{5-34}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Цепь экранной сетки лампы  $L_{5-6}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление  $R_{5-35}$  — экранная сетка, катод  $L_{5-6}$  — сопротивление  $R_{5-33}$  — шунт  $R_{5-34}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Анодные токи и токи экранной сеток ламп  $L_{5-5}$  и  $L_{5-6}$ , протекая по сопротивлению  $R_{5-33}$ , создают на нем падения напряжения: плюс в точке *a* и минус в точке *b*. Плюс этого напряжения приложен к катодам ламп  $L_{5-5}$  и  $L_{5-6}$ , а минус — к их управляющим сеткам: к управляющей сетке лампы  $L_{5-5}$  — через шунт  $R_{5-34}$ , кор-

пус, сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$ , автобалансное сопротивление  $R_{5-27}$  и сопротивления утечки сетки  $R_{5-31}$  и  $R_{5-30}$ ; к управляющей сетке лампы  $L_{5-6}$  — через шунт  $R_{5-34}$ , корпус, сопротивления  $R_{5-25}$ ,  $R_{5-27}$  и сопротивление утечки сетки  $R_{5-32}$ .

Величина анодных токов ламп  $L_{5-5}$  и  $L_{5-6}$  измеряется прибором  $ИП_{4-1}$ . При переводе ключа  $B_{4-1}$  в положение 5-й каскад прибор оказывается подключенным параллельно к шунту  $R_{5-34}$  и, измеряя падения напряжения, создаваемые на нем токами ламп  $L_{5-5}$  и  $L_{5-6}$  (плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ ), показывает общую величину этих токов.

Цепь:

плюс в точке  $a$  шунта  $R_{5-34}$  — контакты 1—2 ключа  $B_{4-1}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение 5-й каскад — прибор  $ИП_{4-1}$  — контакты 8—7 ключа  $B_{4-1}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение 5-й каскад — корпус — минус в точке  $b$  шунта  $R_{5-34}$ .

### ПРЕДОКОНЕЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ (РИС. 5)

Цепь анодного тока лампы  $L_{4-2}$ :

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{4-1}$ ) — общий шунт  $R_{4-6}$  — индивидуальный шунт  $R_{4-4}$  — анод, катод лампы  $L_{4-2}$  — обмотка  $I$  (выводы 1—2) выходного трансформатора предоконечного каскада  $Tp_{4-2}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{4-9}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$ ).

Цепь экранной сетки лампы  $L_{4-2}$ :

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{4-2}$ ) — компенсационная обмотка  $III$  (выводы 5—4) трансформатора  $Tp_{4-2}$  — экранная сетка, катод лампы  $L_{4-2}$  — обмотка  $I$  (выводы 1—2) трансформатора  $Tp_{4-2}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{4-9}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$ ).

Цепь анодного тока лампы  $L_{4-3}$ :

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{4-1}$ ) — общий шунт  $R_{4-6}$  — индивидуальный шунт  $R_{4-5}$  — анод, катод лампы  $L_{4-3}$  — обмотка  $II$  (выводы 3—2) выходного трансформатора  $Tp_{4-2}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{4-9}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$ ).

Цепь экранной сетки лампы  $L_{4-3}$ :

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{4-2}$ ) — компенсационная обмотка  $IV$  (выводы 5—6) трансформатора  $Tp_{4-2}$  — экранная сетка, катод лампы  $L_{4-3}$  — обмотка  $II$  (выводы 3—2) трансформатора  $Tp_{4-2}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{4-9}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$ ).

Анодные токи и токи экранных сеток ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$ , протекающие по сопротивлению автоматического смещения  $R_{4-9}$ , создают на нем падение напряжения: плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ .

Плюс этого напряжения приложен через обмотку  $I$  трансформатора  $Tp_{4-2}$  к катоду лампы  $L_{4-2}$ , а через обмотку  $II$  — к катоду лампы  $L_{4-3}$ . Минус падения напряжения, выделяемого на сопротивлении  $R_{4-9}$ , подается через сопротивление утечки сетки  $R_{4-7}$  на управляющую сетку лампы  $L_{4-2}$ , а через сопротивление утечки сетки  $R_{4-8}$  на управляющую сетку лампы  $L_{4-3}$ .

Анодные токи ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$ , а также общая величина этих токов измеряются прибором  $ИП_{4-1}$ . Для того чтобы измерить токи ламп предоконечного каскада, ключ  $B_{4-1}$  устанавливается в положение *6-й каскад*, а ключ  $B_{4-2}$  — в положение *1-е плечо, 2-е плечо или Общий ток*.

При переводе ключа  $B_{4-2}$  в положение *1-е плечо* прибор  $ИП_{4-1}$  подключится параллельно индивидуальному шунту  $R_{4-4}$  и покажет величину анодного тока лампы  $L_{4-2}$ .

Цепь:

плюс в точке  $a$  шунта  $R_{4-4}$  — контакты  $1-2$  и  $4-5$  ключа  $B_{4-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *1-е плечо* — контакты  $6-5$  ключа  $B_{4-1}$ , замкнутые, когда ключ находится в положении *6-й каскад* — прибор  $ИП_{4-1}$  — контакты  $11-12$  ключа  $B_{4-1}$ , замкнутые, когда ключ находится в положении *6-й каскад* — контакты  $11-10$  и  $8-7$  ключа  $B_{4-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *1-е плечо* — минус в точке  $b$  шунта  $R_{4-4}$ .

При переводе ключа  $B_{4-2}$  в положение *2-е плечо* прибор  $ИП_{4-1}$  подключается параллельно шунту  $R_{4-5}$  и показывает величину анодного тока лампы  $L_{4-3}$ .

Цепь:

плюс в точке  $a$  шунта  $R_{4-5}$  — контакты  $6-5$  ключа  $B_{4-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *2-е плечо* — контакты  $6-5$  ключа  $B_{4-1}$  — прибор  $ИП_{4-1}$  — контакты  $11-12$  ключа  $B_{4-1}$  — контакты  $11-12$  ключа  $B_{4-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *2-е плечо* — минус в точке  $b$  шунта  $R_{4-5}$ .

При переводе ключа  $B_{4-2}$  в положение *Общий ток* прибор  $ИП_{4-1}$  подключается параллельно общему шунту  $R_{4-6}$  и показывает общую величину анодных токов ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$ .

Цепь:

плюс в точке  $a$  шунта  $R_{4-6}$  — контакты  $3-2$  и  $4-5$  ключа  $B_{4-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Общий ток* — контакты  $6-5$  ключа  $B_{4-1}$  — прибор  $ИП_{4-1}$  — контакты  $11-12$  ключа  $B_{4-1}$  — контакты  $11-10$  и  $8-9$  ключа  $B_{4-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Общий ток* — минус в точке  $b$  шунта  $R_{4-6}$ .

### ОКОНЕЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ (РИС. 5)

Цепь анодного тока ламп  $L_{8-1}$  и  $L_{8-2}$ :

плюс выпрямителя  $B_3$  — I половина (выводы  $3-2$ ) первичной обмотки выходного трансформатора оконечного усилите-

ля  $Tp_{3-1}$  — аноды, катоды ламп  $L_{8-1}$  и  $L_{8-2}$  — сопротивление  $R_{8-3}$  — индивидуальный шунт  $R_{4-8}$  — общий шунт  $R_{1-9}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_3$ .

Цепь анодного тока ламп  $L_{8-3}$  и  $L_{8-4}$ :

плюс выпрямителя  $B_3$  — II полюсина (выводы 4—5) первичной обмотки трансформатора  $Tp_{3-1}$  — аноды, катоды ламп  $L_{8-3}$  и  $L_{8-4}$  — сопротивление  $R_{8-6}$  — индивидуальный шунт  $R_{1-7}$  — общий шунт  $R_{1-9}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_3$ .

Величина токов ламп каждого плеча, а также общего тока обоих плеч оконечного усилителя измеряется прибором  $ИП_{1-1}$ . Этим же прибором измеряют величину анодного напряжения и напряжения отрицательного смещения ламп оконечного усилителя.

Для того чтобы измерить токи ламп оконечного усилителя, ключ  $B_{1-1}$  устанавливается в среднее положение  $A$ , а ключ  $B_{1-2}$  — в одно из следующих положений: *1-е плечо*, *2-е плечо* или *Общий ток*.

При переводе ключа  $B_{1-2}$  в положение *1-е плечо* прибор  $ИП_{1-1}$  подключается параллельно индивидуальному шунту  $R_{1-8}$  и показывает величину токов ламп  $L_{8-1}$  и  $L_{8-2}$ .

Цепь:

плюс в точке  $a$  шунта  $R_{1-8}$  — контакты 12—11 и 9—8 ключа  $B_{1-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *1-е плечо* — контакты 10—11 и 9—8 ключа  $B_{1-1}$ , замкнутые, когда ключ находится в среднем положении  $A$  — прибор  $ИП_{1-1}$  — контакты 2—3 и 5—4 ключа  $B_{1-1}$ , замкнутые, когда ключ находится в среднем положении  $A$  — контакты 2—3 и 5—6 ключа  $B_{1-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *1-е плечо* — минус в точке  $b$  шунта  $R_{1-8}$ .

При переводе ключа  $B_{1-2}$  в положение *2-е плечо* прибор  $ИП_{1-1}$  подключается параллельно индивидуальному шунту  $R_{1-7}$  и показывает величину токов ламп  $L_{8-3}$  и  $L_{8-4}$ .

Цепь:

плюс в точке  $a$  шунта  $R_{1-7}$  — контакты 7—8 ключа  $B_{1-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *2-е плечо* — контакты 10—11 и 9—8 ключа  $B_{1-1}$  — прибор  $ИП_{1-1}$  — контакты 2—3 и 5—4 ключа  $B_{1-1}$  — контакты 2—1 ключа  $B_{1-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *2-е плечо* — минус в точке  $b$  шунта  $R_{1-7}$ .

При переводе ключа  $B_{1-2}$  в положение *Общий ток* прибор  $ИП_{1-1}$  подключается параллельно общему шунту  $R_{1-9}$  и показывает величину общего тока обоих плеч оконечного каскада.

Цель:

плюс в точке  $a$  шунта  $R_{1-9}$  — контакты 10—11 и 9—8 ключа  $B_{1-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Общий ток* — контакты 10—11 и 9—8 ключа  $B_{1-1}$  — прибор  $ИП_{1-1}$  — контакты 2—3 и 5—4 ключа  $B_{1-1}$  — контакты 2—3

и 5—4 ключа  $B_{1-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Общий ток* — корпус — минус в точке б шунта  $R_{1-9}$ .

Чтобы измерить напряжение отрицательного смещения, подаваемого на управляющие сетки ламп оконечного каскада, ключ  $B_{1-1}$  переводится в положение *Смещение*. При этом прибор  $ИП_{1-1}$  подключается параллельно источнику напряжения отрицательного смещения ламп оконечного усилителя и измеряет его величину.

Цель:

плюс источника (движок переменного сопротивления  $R_{4-2}$ ) — корпус — контакты 7—8 ключа  $B_{1-1}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Смещение* — прибор  $ИП_{1-1}$  — контакты 2—1 ключа  $B_{1-1}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Смещение* — гасящее сопротивление  $R_{1-5}$  — минус источника (точка б сопротивления  $R_{4-3}$ ).

Чтобы можно было измерять прибором  $ИП_{1-1}$  анодное напряжение ламп оконечного усилителя, на выходе выпрямителя  $B_3$  включен делитель напряжения, состоящий из трех последовательно соединенных сопротивлений —  $R_{1-1}$ ,  $R_{1-2}$  и  $R_{1-4}$ . При включении питания на выпрямитель  $B_3$  в цепи делителя потечет ток.

Цель:

плюс выпрямителя  $B_3$  сопротивления  $R_{1-1}$ ,  $R_{1-2}$  и  $R_{1-4}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_3$ .

Ток делителя, протекая по сопротивлениям  $R_{1-1}$ ,  $R_{1-2}$  и  $R_{1-4}$ , создает на каждом из них падение напряжения: плюс в точках а и минус в точках б.

При переводе ключа  $B_{1-1}$  в положение « $\kappa V$ » прибор  $ИП_{1-1}$  подключается параллельно сопротивлению  $R_{1-4}$  и измеряет падение напряжения, создаваемое на нем током делителя.

Цель:

плюс в точке а сопротивления  $R_{1-4}$  — контакты 12—11 и 9—8 ключа  $B_{1-1}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение « $\kappa V$ » — прибор  $ИП_{1-1}$  — контакты 2—3 и 5—6 ключа  $B_{1-1}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение « $\kappa V$ » — корпус — минус в точке б сопротивления  $R_{1-4}$ .

Измеряя падение напряжения на сопротивлении  $R_{1-4}$ , прибор  $ИП_{1-1}$  фактически покажет номинальную величину анодного напряжения.

### 2.3. Тракт звуковой частоты

#### МИКРОФОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ (РИС. 4)

Подача звукового напряжения на вход первого каскада микрофонного усилителя от источника программы (микрофона или звукоснимателя) осуществляется от специальной микрофонной линии, один из проводов которой заземлен.

Это напряжение оказывается приложенным к сопротивлению утечки сетки  $R_{5-6}$ , а оттуда — к сетке — катоду лампы  $L_{5-1}$ . При

подаче переменного напряжения на управляющую сетку лампы  $L_{5-1}$  в анодной цепи этой лампы появится пульсирующий ток, который выделит на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-9}$  усиленное переменное напряжение. Это напряжение является выходным напряжением первого каскада микрофонного усилителя.

По своей абсолютной величине выходное напряжение усиительного каскада изменяется прямо пропорционально изменениям напряжения, подаваемого на вход этого каскада. Чем больше амплитуда входного напряжения, тем больше амплитуда переменной составляющей анодного тока лампы и, следовательно, тем больше выходное напряжение, выделяемое на ее нагрузке.

По фазе выходное напряжение может совпадать со входным или иметь противоположную фазу. Фаза выходного напряжения усиительного каскада зависит от места включения анодной нагрузки в цепь анодного тока усилительной лампы. Если сопротивление нагрузки каскада включено в анодную цепь со стороны катода (т. е. на участке между катодом лампы и минусом источника анодного напряжения), то выходное напряжение будет совпадать по фазе с входным. Если же сопротивление нагрузки включено в цепь анодного тока со стороны анода (т. е. на участке между анодом лампы и плюсом источника анодного напряжения), то входное и выходное напряжения усиительного каскада будут по фазе противоположны.

Рассмотрим в качестве примера работу однотактного усиительного каскада, собранного по реостатной схеме на лампе  $L_1$ , в котором сопротивление нагрузки включено со стороны анода (рис. 6а) и со стороны катода (рис. 6б).

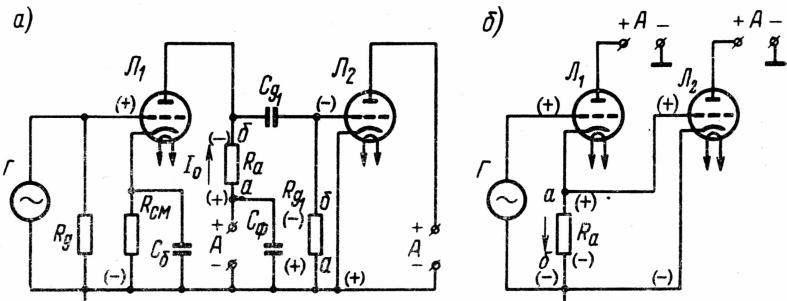


Рис. 6. Схема однотактного реостатного усилителя

Вход усиительного каскада  $L_1$  соединен с генератором, а выход — с участком сетка — катод лампы  $L_2$ . При отсутствии входного сигнала на сетке в анодной цепи лампы  $L_1$  течет постоянный ток (ток покоя). При подаче на вход лампы  $L_1$  звукового сигнала от генератора в анодной цепи лампы появится пульсирующий ток. При положительном полупериоде входного напряжения анодный ток лампы  $L_1$  будет увеличиваться относительно величины тока покоя  $I_0$ , а при отрицательном — уменьшаться.

Пульсирующий анодный ток, возникающий в анодной цепи лампы  $L_1$  под воздействием переменного напряжения, приложенного к ее сетке, можно рассматривать как результирующий ток, складывающийся из двух составляющих: постоянной  $I_0$  и переменной  $I_{a\sim}$ . Постоянная составляющая анодного тока всегда имеет одно и то же направление: от плюса источника анодного напряжения через анод, катод лампы к минусу источника. Переменная же составляющая анодного тока будет менять свое направление каждый полупериод: в положительный полупериод входного напряжения анодный ток лампы увеличивается и направление  $I_{a\sim}$  будет совпадать с направлением тока плюса  $I_0$ , во время отрицательного полупериода анодный ток уменьшается и направление  $I_{a\sim}$  будет противоположным направлению постоянной составляющей.

Чтобы убедиться в этом, представим себе анодную цепь лампы как цепь, в которой действуют два источника тока: источник постоянного тока  $I_0$ , наличие которого в усилительной лампе обусловлено включением в ее анодную цепь источника анодного питания, и источник переменного тока  $I_{a\sim}$ , наличие которого обусловлено подачей входного напряжения на управляющую сетку лампы (рис. 7).

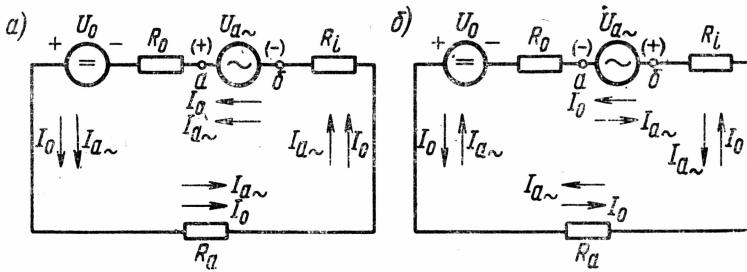


Рис. 7. Условная схема анодной цепи лампы

Очевидно, что полярность напряжения источника постоянного тока всегда будет оставаться неизменной, а полярность напряжения переменного — меняться каждый полупериод. В тот полупериод, когда напряжение на источнике  $U_{a\sim}$  будет иметь плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$  (рис. 7а), ток  $I_{a\sim}$  потечет по направлению от плюса источника  $U_{a\sim}$  через внутреннее сопротивление  $R_0$  источника  $U_0$ , сопротивление  $R_a$  к минусу источника  $U_{a\sim}$ . Нетрудно убедиться в том, что в этот полупериод направление переменного тока  $I_{a\sim}$  совпадает с направлением постоянного, который всегда течет в одном направлении, а именно: от плюса источника  $U_0$  через сопротивление  $R_a$ , внутреннее сопротивление  $R_i$  источника  $U_{a\sim}$  к минусу  $U_0$ . В результате общий ток в цепи станет равным сумме токов  $I_0$  и  $I_{a\sim}$  и соответственно увеличится. В следующий полупериод, когда полярность на зажимах источника переменного тока поменяется (рис. 7б), направление  $I_{a\sim}$  окажется

противоположным направлению  $I_0$ . Общий ток в цепи станет равным разности токов  $I_0$  и  $I_{a\sim}$  и соответственно уменьшится.

Это дает право считать, что увеличение тока в анодной цепи усилительной лампы, вызванное подачей положительного полупериода входного напряжения на ее сетку, равносильно тому, что в анодной цепи в это время действует источник переменного тока  $I_{a\sim}$ , имеющий то же направление, что и источник постоянного тока  $I_0$ .

Точно так же уменьшение тока в анодной цепи лампы, вызванное подачей отрицательного полупериода входного напряжения на ее сетку, равносильно включению в анодную цепь этой лампы источника переменного тока, имеющего направление, противоположное направлению тока постоянного источника.

Анодный ток лампы, протекая по сопротивлению нагрузки  $R_a$ , создает на нем падение напряжения (см. рис. 6а). При отсутствии входного сигнала на сетке лампы  $L_1$ , когда в ее анодной цепи течет постоянный ток — ток покоя, на сопротивлении нагрузки  $R_a$  будет создаваться постоянное падение напряжения; плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ .

При подаче звукового напряжения на вход лампы  $L_1$ , когда в ее анодной цепи возникает пульсирующий ток, на сопротивлении нагрузки  $R_a$ , помимо постоянного падения напряжения, дополнительно выделится переменное напряжение, которое и будет являться выходным напряжением каскада. В тот полупериод, когда на сетку лампы  $L_1$  поступит плюс входного напряжения относительно катода и соответственно переменная составляющая анодного тока совпадет по направлению с постоянной составляющей, переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении нагрузки  $R_a$ , будет иметь плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . В следующий полупериод, когда на сетку лампы  $L_1$  поступит минус входного напряжения и соответственно направление переменной составляющей окажется противоположным направлению постоянной составляющей, переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_a$ , будет иметь плюс в точке  $b$  и минус в точке  $a$ .

Переменное напряжение, выделяемое на анодной нагрузке  $R_a$ , оказывается приложенным к сопротивлению утечки сетки  $R_{g1}$ , лампы  $L_2$ , которое в реостатных схемах является частью анодной нагрузки каскада. Очевидно, что в тот полупериод, когда на сетку лампы  $L_1$  подан плюс входного напряжения и соответственно переменное напряжение, выделяемое на  $R_a$ , имеет плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ , ток звуковой частоты в цепи сопротивления утечки сетки  $R_{g1}$  потечет по направлению:

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_a$ ) — конденсатор развязывающего фильтра  $C_\phi$  — корпус — сопротивление  $R_{g1}$  — разделительный конденсатор  $C_{g1}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_a$ ).

В соответствии с направлением тока, протекающего по сопротивлению  $R_{g1}$ , переменное напряжение, выделяемое на нем, будет

иметь плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . Это напряжение скажется приложенным к участку сетка — катод лампы последующего каскада  $L_2$ , управляющая сетка которой соединена с точкой  $b$  сопротивления  $R_{g1}$ , а катод через корпус — с точкой  $a$  сопротивления  $R_{g1}$ .

Следовательно, в рассматриваемый полупериод управляющая сетка лампы  $L_2$  получит усиленное звуковое напряжение со знаком минус относительно катода, в то время как на сетку лампы предыдущего каскада  $L_1$  было подано входное напряжение со знаком плюс относительно катода. И, наоборот, если на сетку лампы  $L_1$  был подан минус входного напряжения и соответственно переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_a$ , а значит, и на  $R_{g1}$ , имеет плюс в точках  $b$  и минус в точках  $a$ , управляющая сетка лампы  $L_2$  получит усиленное напряжение со знаком плюс относительно катода.

Таким образом, между входными напряжениями ламп  $L_1$  и  $L_2$  будет существовать сдвиг фаз, равный  $180^\circ$ . Следует отметить, что для низших и высших частот фаза входных напряжений двух соседних каскадов не будет точно противоположной. Отклонение угла сдвига фаз от значения  $180^\circ$  для низших частот объясняется наличием в усилителе разделительного конденсатора  $C_{g1}$ , а для высших частот — влиянием выходной емкости лампы  $L_1$  и входной емкости лампы  $L_2$ .

Рассмотрим случай включения сопротивления нагрузки  $R_a$  в анодную цепь лампы  $L_1$  со стороны катода (см. рис. 6б). Здесь при подаче на сетку лампы  $L_1$  плюса входного напряжения относительно катода сетка лампы  $L_2$  также получит плюс входного напряжения относительно катода. Действительно, при подаче плюса входного напряжения на сетку лампы  $L_1$  переменная составляющая ее анодного тока создаст на сопротивлении  $R_a$  переменное напряжение со знаками: плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . Очевидно, что и сетка лампы  $L_2$ , соединенная с точкой  $a$  сопротивления  $R_a$ , также получит в рассматриваемый полупериод плюс входного напряжения, а катод, соединенный через корпус с точкой  $b$  сопротивления  $R_a$  — минус.

Таким образом, при включении анодной нагрузки в цепь анодного тока лампы со стороны катода усилительный каскад повторяет фазу входного напряжения, и, следовательно, сдвиг фаз между входными напряжениями двух соседних каскадов равен нулю. Каскады, в которых сопротивление нагрузки включено в анодную цепь лампы со стороны катода, носят название катодных повторителей, а сама нагрузка называется катодной.

Вернемся к рассмотрению токопрохождения в цепях звукового тракта первого каскада микрофонного усилителя ТУ-600 (см. рис. 4).

Допустим, что управляющая сетка лампа  $L_{5-1}$  получила в рассматриваемый полупериод входное напряжение со знаком плюс относительно катода. Очевидно, что переменная составляющая

анодного тока лампы  $L_{5-1}$  в этот полупериод будет иметь то же направление, что и постоянная составляющая, и соответственно переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-9}$ , будет иметь плюс в точке *а* и минус в точке *б*. Ток в цепи сопротивления утечки сетки  $R_{5-12}$  потечет по направлению: плюс источника (точка *а* сопротивления  $R_{5-9}$ ) — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{5-3}$  — корпус — сопротивление утечки сетки  $R_{5-12}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-6}$  — минус источника (точка *б* сопротивления  $R_{5-9}$ ).

Ток, протекающий по сопротивлению утечки сетки  $R_{5-12}$ , создает на нем переменное падение напряжения: плюс в точке *а* и минус в точке *б*. Очевидно, что управляющая сетка лампы  $L_{5-2}$ , соединенная с точкой *б* сопротивления  $R_{5-12}$ , получит минус, а ее катод, соединенный через блокировочный конденсатор  $C_{5-7}$  и корпус с точкой *а* сопротивления  $R_{5-12}$ , — плюс этого напряжения. Заканчивая рассмотрение работы схемы первого каскада микрофонного усилителя, следует остановиться на назначении конденсаторов  $C_{5-1}$ ,  $C_{5-2}$  и  $C_{5-8}$ .

Конденсатор  $C_{5-1}$  предназначен для уменьшения отрицательной обратной связи, возникающей между выходной и входной цепями лампы  $L_{5-1}$  за счет выделения на сопротивлении автоматического смещения  $R_{5-7}$  части выходного напряжения. Действительно, на сопротивлении автоматического смещения, помимо постоянного падения напряжения, будет также выделяться и переменное падение напряжения, которое в рассматриваемый полупериод, когда на сетку лампы  $L_{5-1}$  подается плюс входного напряжения относительно катода, будет иметь плюс в точке *а* и минус в точке *б*. Это напряжение окажется дополнительно приложенным к участку сетка-катод лампы  $L_{5-1}$ . Таким образом, на этом участке будут действовать два переменных напряжения: от основного источника со знаком плюс на сетке относительно катода и от дополнительного источника со знаком минус относительно катода. Поэтому на сетку лампы  $L_{5-1}$  поступит входное напряжение, равное разности этих двух напряжений. Иными словами, между анодной и сеточной цепями лампы  $L_{5-1}$  через сопротивление автоматического смещения  $R_{5-7}$  создается отрицательная обратная связь, которая снижает коэффициент усиления данного каскада. Для уменьшения отрицательной обратной связи сопротивление  $R_{5-7}$  зашунтировано конденсатором  $C_{5-1}$ , имеющим большую емкость, а значит, малое сопротивление для переменного тока. Поэтому общее сопротивление участка катод лампы  $L_{5-1}$  — корпус для тока звуковой частоты станет настолько незначительным, что падением напряжения, создаваемым этим током, можно пренебречь.

Конденсатор  $C_{5-8}$ , включенный между управляющей сеткой и анодом лампы  $L_{5-1}$ , предназначен для уменьшения коэффициента усиления первого каскада микрофонного усилителя на высших частотах, благодаря чему возможность самовозбуждения каскада на этих частотах уменьшается. Сопротивление конденсатора  $C_{5-8}$ ,

имеющего небольшую емкость, для низших и средних частот усиливаемого сигнала будет велико, и потому можно считать, что анод и управляющая сетка лампы  $L_{5-1}$  на этих частотах не связаны между собой. На высших частотах сопротивление конденсатора  $C_{5-8}$  уменьшится, и часть выходного напряжения каскада поступит на управляющую сетку лампы  $L_{5-1}$ . Это напряжение будет действовать в противофазе по отношению к входному напряжению лампы, т. е. между входной и выходной цепями лампы  $L_{5-1}$  на высших частотах будет иметь место отрицательная обратная связь. Действительно, в рассматриваемый полупериод переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-9}$ , имеет плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$  (см. стр. 24). Поэтому при усилении высших частот, когда между входной и выходной цепями лампы  $L_{5-1}$  появляется обратная связь, по сопротивлению утечки сетки  $R_{5-6}$  потечет ток обратной связи.

Цепь:

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{5-9}$ ) — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{5-3}$  — корпус — сопротивление утечки сетки  $R_{5-6}$  — конденсатор  $C_{5-8}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{5-9}$ ).

В соответствии с направлением тока обратной связи переменное напряжение, выделяемое им на сопротивлении  $R_{5-6}$ , будет иметь плюс в точке  $b$  и минус в точке  $a$ , в то время как переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_{5-6}$  входным сигналом, имеет противоположную полярность: плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . В результате входное напряжение лампы  $L_{5-1}$  на высших частотах уменьшится, а значит, уменьшится и возможность самовозбуждения каскада на этих частотах.

Конденсатор  $C_{5-2}$ , включенный между анодом и экранной сеткой лампы  $L_{5-1}$ , также служит для уменьшения коэффициента усиления на высших частотах. Действительно, лампа  $L_{5-1}$  является пентодом, у которой, в отличие от триода, имеющего только одну управляющую сетку, есть еще две сетки — экранная и защитная. На экранную сетку лампы подается часть напряжения анодного источника, а защитная сетка соединяется с катодом лампы. Наличие в лампе экранной сетки увеличивает коэффициент усиления каскада. Поскольку между анодом и экранной сеткой лампы  $L_{5-1}$  включен конденсатор  $C_{5-2}$ , то очевидно, что при усилении высших частот, когда сопротивление этого конденсатора становится незначительным, анод и экранная сетка лампы  $L_{5-1}$  по переменному току окажутся замкнутыми. Следовательно, лампа  $L_{5-1}$  на этих частотах будет работать в триодном режиме и соответственно коэффициент усиления каскада уменьшится. С уменьшением частоты усиливаемого сигнала сопротивление конденсатора  $C_{5-2}$  начнет возрастать и лампа  $L_{5-1}$  перейдет работать в режим пентода.

## Второй каскад

При подаче звукового напряжения на управляющую сетку лампы  $L_{5-2}$  в анодной цепи этой лампы появится пульсирующий анодный ток, который выделит на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-14}$  усиленное переменное напряжение.

Если придерживаться принятого ранее условия, что на управляющую сетку лампы  $L_{5-1}$  было подано в рассматриваемый полуperiод входное напряжение со знаком плюс относительно катода и соответственно управляющая сетка лампы  $L_{5-2}$  получила в этот же полуperiод усиленное напряжение со знаком минус относительно катода, то переменная составляющая анодного тока лампы  $L_{5-2}$  будет иметь направление, противоположное направлению постоянной составляющей, а переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-14}$ , будет иметь плюс в точке *б* и минус в точке *а*.

Если переключатель  $B_{5-1}$  (*Род работы*) установлен в положение *Микрофон*, то напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_{5-14}$ , окажется приложенным к сопротивлению утечки сетки  $R_{5-17}$  лампы  $L_{5-3}$ , на которой собран первый каскад предварительного усилителя ТУ-600. Ток по сопротивлению утечки сетки  $R_{5-17}$  в рассматриваемый полуperiод потечет по цепи:

плюс источника (точка *б* сопротивления  $R_{5-14}$ ) — контакт 14, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$ , замкнутые, когда переключатель установлен в положение *Микрофон* — разделительный конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление утечки сетки  $R_{5-17}$  — корпус — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{5-9}$  — минус источника (точка *а* сопротивления  $R_{5-14}$ ).

В соответствии с направлением тока, протекающего по сопротивлению утечки сетки  $R_{5-17}$ , переменное напряжение, выделяемое на нем, в рассматриваемый полуperiод будет иметь знаки: плюс в точке *а* и минус в точке *б*. Переменное сопротивление утечки сетки  $R_{5-17}$  является одновременно и регулятором громкости первого каскада предварительного усилителя ТУ-600. В зависимости от положения движка сопротивления  $R_{5-17}$  на управляющую сетку лампы  $L_{5-3}$  подается большая или меньшая часть переменного напряжения, выделяемого на сопротивлении  $R_{5-17}$ . Так, при крайнем (верхнем по рис. 4) положении движка сопротивления  $R_{5-17}$  на управляющую сетку лампы  $L_{5-3}$  поступает максимальное входное напряжение. При перемещении движка сопротивления  $R_{5-17}$  по направлению к точке *б* напряжение, подаваемое на управляющую сетку лампы  $L_{5-3}$ , уменьшается и при крайнем (нижнем по рис. 4) положении движка подача входного напряжения на управляющую сетку лампы  $L_{5-3}$  полностью прекращается.

Очевидно, что управляющая сетка лампы  $L_{5-3}$ , соединенная через движок сопротивления  $R_{5-17}$  с одной из промежуточных точек этого сопротивления, получит в рассматриваемый полуperiод плюс, а катод лампы  $L_{5-3}$ , соединенный через блокировочный

конденсатор  $C_{5-12}$  и корпус с точкой  $b$  сопротивления  $R_{5-17}$ , — минус напряжения, выделяемого на участке движок — точка  $b$  сопротивления  $R_{5-17}$ .

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ (РИС. 4)

#### Первый каскад

При подаче звукового напряжения на вход лампы  $L_{5-3}$  в анодной цепи ее появится пульсирующий анодный ток, переменная составляющая которого выделит на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-19}$  переменное напряжение. Поскольку управляющая сетка лампы  $L_{5-3}$  получила в рассматриваемый полупериод входное напряжение со знаком плюс относительно катода, то переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-19}$ , будет иметь плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . Это напряжение окажется приложенным к сопротивлению утечки сетки  $R_{5-22}$  левого (по рис. 4) триода лампы  $L_{5-4}$  (триод  $L_{5-4a}$ ).

Цепь:

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{5-19}$ ) — обмотка дросселя  $L_{5-1}$  — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{5-14}$  — корпус — сопротивление утечки сетки  $R_{5-22}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-15}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{5-19}$ ).

В соответствии с направлением тока, протекающего в этой цепи, падение напряжения, создаваемое им на сопротивлении  $R_{5-22}$ , будет иметь плюс в точке  $b$  и минус в точке  $a$ . Соответственно управляющая сетка триода  $L_{5-4a}$ , соединенная с точкой  $a$  сопротивления  $R_{5-22}$ , получит в рассматриваемый полупериод минус, а его катод, соединенный через блокировочный конденсатор  $C_{5-18}$ , сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$  и корпус с точкой  $b$  сопротивления  $R_{5-22}$ , — плюс входного напряжения.

Прежде чем приступить к рассмотрению токопрохождения в цепях звукового тракта последующих каскадов предварительного усилителя, остановимся на назначении корректирующего дросселя  $L_{5-1}$ , включенного в анодную цепь первого каскада. На средних и в особенности на низших частотах индуктивное сопротивление дросселя мало, и его влиянием на работу каскада можно пренебречь. На высших частотах индуктивное сопротивление дросселя увеличивается, и потому на этих частотах общая величина сопротивления анодной нагрузки первого каскада, которое теперь будет складываться из активного сопротивления  $R_{5-19}$  и индуктивного сопротивления дросселя  $L_{5-1}$ , возрастает. Следовательно, общая величина выходного напряжения каскада увеличится, а значит, увеличится и коэффициент усиления этого каскада на высших частотах.

## Второй каскад

Второй каскад предварительного усилителя ТУ-600 собран по фазоинверсной схеме, которая обеспечивает подачу на последующий двухтактный усилитель входных напряжений, равных по величине и противоположных по фазе.

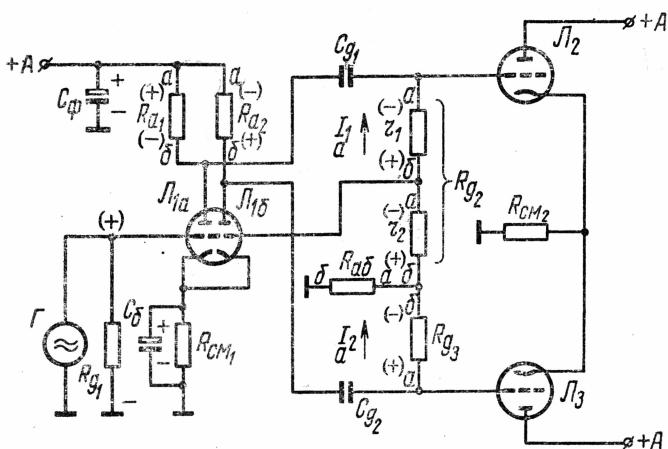


Рис. 8. Схема фазоинверсного усилителя

На рис. 8 показана схема фазоинверсного усилителя, собранного на двойном триоде  $L_1$ . Звуковое напряжение от предыдущего однотактного усилителя, который условно показан как генератор  $\Gamma$ , поступает на управляющую сетку триода  $L_{1a}$ . Напряжение, усиленное триодом  $L_{1a}$ , подается на управляющую сетку лампы  $L_2$  (первое плечо последующего двухтактного усилителя). Кроме того, часть выходного напряжения триода  $L_{1a}$ , выделяемого на сопротивлении  $r_2$ , поступает на управляющую сетку триода  $L_{1b}$ . Напряжение, усиленное триодом  $L_{1b}$ , подается на управляющую сетку лампы  $L_3$  (второе плечо двухтактного усилителя).

Напряжения, подаваемые на вход ламп  $L_2$  и  $L_3$ , по фазе будут сдвинуты на  $180^\circ$ , а по величине равны друг другу. Чтобы убедиться в этом, рассмотрим токопрохождение в цепях звукового тракта триодов  $L_{1a}$  и  $L_{1b}$ .

Если предположить, что в рассматриваемый полупериод на управляющую сетку триода  $L_{1a}$  поступил входной сигнал со знаком плюс относительно катода, то очевидно, что переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{a1}$ , будет иметь плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . Тогда ток звуковой частоты по сопротивлению утечки сетки  $R_{g2}$  лампы  $L_2$  потечет по цепи:

плюс источника (точка *a* сопротивления  $R_{a1}$ ) — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{\Phi}$  — корпус — автобалансное сопротивление  $R_{ab}$  — сопротивления  $r_2$  и  $r_1$ , образующие сопротивление утечки сетки  $R_{g2}$  — разделительный конденсатор  $C_{g1}$  — минус источника (тока *b* сопротивления  $R_{a1}$ ).

В соответствии с направлением тока  $I_{a1}$  переменные напряжения, выделяемые им на сопротивлениях  $r_2$  и  $r_1$ , будут иметь плюс в точках *b* и минус в точках *a*. Суммарное падение напряжения, создаваемое на сопротивлениях  $r_2$  и  $r_1$ , окажется приложенным к участку сетка — катод лампы  $L_2$ , а падение напряжения, создаваемое только на одном сопротивлении  $r_2$ , — к участку сетка — катод триода  $L_{1b}$ .

Управляющая сетка лампы  $L_2$ , соединенная с точкой *a* сопротивления  $r_1$ , получит в рассматриваемый полупериод минус, а ее катод, соединенный через сопротивление  $R_{cm2}$ , корпус и сопротивление  $R_{ab}$  с точкой *b* сопротивления  $r_2$ , — плюс напряжения, выделяемого на сопротивлениях  $r_2$  и  $r_1$ .

В этот же полупериод управляющая сетка триода  $L_{1b}$ , соединенная с точкой *a* сопротивления  $r_2$ , получит минус, а его катод, соединенный через блокировочный конденсатор  $C_b$ , корпус и сопротивление  $R_{ab}$  с точкой *b* сопротивления  $r_2$ , — плюс напряжения, выделяемого на сопротивлении  $r_2$ .

При подаче на управляющую сетку триода  $L_{1b}$  входного напряжения со знаком минус относительно катода переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{a2}$ , будет иметь плюс в точке *b* и минус в точке *a* и соответственно ток по сопротивлению утечки сетки  $R_{g3}$  лампы  $L_3$  (ток  $I_{a2}$ ) потечет по цепи:

плюс источника (точка *b* сопротивления  $R_{a2}$ ) — разделительный конденсатор  $C_{g2}$  — сопротивление утечки сетки  $R_{g3}$  — сопротивление  $R_{ab}$  — корпус — конденсатор  $C_{\Phi}$  — минус источника (точка *a* сопротивления  $R_{a2}$ ).

В соответствии с направлением тока  $I_{a2}$  переменное напряжение, выделяемое в данный полупериод на сопротивлении  $R_{g3}$ , будет иметь плюс в точке *a* и минус в точке *b*. Как следствие управляющая сетка лампы  $L_3$ , соединенная с точкой *a* сопротивления  $R_{g3}$ , получит плюс, а ее катод, соединенный через сопротивление  $R_{cm2}$ , корпус и сопротивление  $R_{ab}$  с точкой *b* сопротивления  $R_{g3}$ , — минус входного напряжения.

Управляющая сетка лампы  $L_2$  получила в этот же полупериод входное напряжение со знаком минус относительно катода. Следовательно, входные напряжения ламп двухтактного усилителя будут сдвинуты по фазе на  $180^\circ$ . По своей абсолютной величине эти напряжения будут равны друг другу. Действительно, соотношения величин сопротивлений  $r_1$  и  $r_2$  выбираются с таким расчетом, чтобы величина напряжения, подаваемого на вход триода  $L_{1b}$  с сопротивлением  $r_2$ , была бы равна входному напряжению триода  $L_{1a}$ . Триоды  $L_{1a}$  и  $L_{1b}$  имеют одинаковые параметры, элементы, включенные в цепь — 502

ченные в их анодные цепи, идентичны, и потому переменные напряжения, выделяемые на сопротивлениях анодных нагрузок  $R_{a1}$  и  $R_{a2}$ , а значит, и входные напряжения ламп  $L_2$  и  $L_3$  будут равны друг другу.

Однако, если в процессе эксплуатации переменные напряжения, выделяемые на сопротивлениях  $R_{a1}$  и  $R_{a2}$ , окажутся почему-либо неравными, то это не приведет к разбалансу схемы. Управляющие сетки ламп  $L_2$  и  $L_3$  по-прежнему будут получать входные напряжения одинаковой величины, за счет включения в схему фазоинверсного усилителя автобалансного сопротивления  $R_{ab}$ . В самом деле (рис. 9), токи  $I_{a1}$  и  $I_{a2}$  протекают по сопротивлению  $R_{ab}$  в

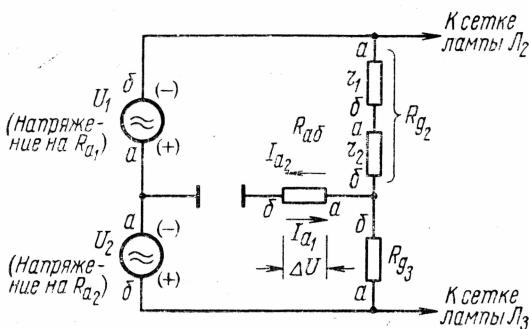


Рис. 9. Эквивалентная схема входных цепей ламп  $L_2$  и  $L_3$

противоположных направлениях. Поэтому, когда напряжения, выделяемые на сопротивлениях  $R_{a1}$  и  $R_{a2}$ , равны между собой и соответственно равны токи  $I_{a1}$  и  $I_{a2}$ , то на участке сопротивления  $R_{ab}$  эти токи взаимно компенсируют друг друга. Допустим, что напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_{a1}$ , стало больше напряжения, выделяемого на сопротивлении  $R_{a2}$ . Как следствие ток  $I_{a1}$  станет больше тока  $I_{a2}$  и по сопротивлению  $R_{ab}$  потечет ток  $I_a = I_{a1} - I_{a2}$ , который создаст на сопротивлении  $R_{ab}$  некоторое падение напряжения  $\Delta U$ , имеющее в данный полупериод знаки: плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . В результате напряжение, подаваемое на управляющую сетку триода  $L_{16}$ , увеличится на величину  $\Delta U$ , поскольку  $R_{ab}$  включено во входную цепь этого триода. А раз увеличится входное напряжение триода  $L_{16}$ , то увеличится и напряжение, выделяемое на сопротивлении его анодной нагрузки  $R_{a2}$ , а значит, увеличится ток  $I_{a2}$ . В результате токи  $I_{a1}$  и  $I_{a2}$  уравняются и схема сбалансируется.

Вернемся к рассмотрению токопрохождения в цепях звукового тракта фазоинверсного каскада ТУ-600 (см. рис. 4). При подаче звукового напряжения на управляющую сетку триода  $L_{4a}$  в его анодной цепи появится пульсирующий ток, который выделит на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-26}$  переменное напряжение. Если

придерживаться принятого ранее условия (см. стр. 29), что управляющая сетка триода  $L_{4a}$  получила входное напряжение со знаком минус относительно катода, то очевидно, что переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-28}$ , будет в данный полупериод иметь плюс в точке  $b$  и минус в точке  $a$ . Это напряжение окажется приложенным к сопротивлению утечки сетки лампы  $L_{5-5}$ , которое состоит из двух последовательно соединенных сопротивлений —  $R_{5-30}$  и  $R_{5-31}$ .

Цепь:

плюс источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{5-28}$ ) — разделятельный конденсатор  $C_{5-19}$  — сопротивления утечки сетки  $R_{5-30}$  и  $R_{5-31}$  — автобалансное сопротивление  $R_{5-27}$  — сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$  — корпус — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{5-21}$  — минус источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{5-28}$ ).

В соответствии с направлением тока, протекающего в этой цепи, падения напряжения, создаваемые им на сопротивлениях  $R_{5-30}$  и  $R_{5-31}$ , будут иметь плюс в точках  $a$  и минус в точках  $b$ . Управляющая сетка лампы  $L_{5-5}$ , соединенная с точкой  $a$  сопротивления  $R_{5-30}$ , получит в рассматриваемый полупериод плюс, а ее катод, соединенный через сопротивление автоматического смещения  $R_{5-33}$ , шунт  $R_{5-34}$ , корпус, сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$  и автобалансное сопротивление  $R_{5-27}$  с точкой  $b$  сопротивления  $R_{5-31}$ , — минус напряжения, создаваемого на сопротивлениях  $R_{5-30}$  и  $R_{5-31}$ .

В этот же полупериод управляющая сетка триода  $L_{5-46}$ , соединенная с точкой  $a$  сопротивления  $R_{5-31}$ , получит плюс, а ее катод, соединенный через блокировочный конденсатор  $C_{5-18}$  и автобалансное сопротивление  $R_{5-27}$  с точкой  $b$  сопротивления  $R_{5-31}$ , — минус напряжения, создаваемого на сопротивлении  $R_{5-31}$ .

При подаче звукового напряжения на управляющую сетку триода  $L_{5-46}$  в анодной цепи его появится пульсирующий ток, который выделит на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{5-28}$  падение напряжения со знаками: плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . Это напряжение окажется приложенным к сопротивлению утечки сетки  $R_{5-32}$  лампы  $L_{5-6}$ .

Цепь:

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{5-28}$ ) — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{5-21}$  — корпус — сопротивление  $R_{5-25}$  — сопротивление  $R_{5-27}$  — сопротивление утечки сетки  $R_{5-32}$  — разделятельный конденсатор  $C_{5-20}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{5-28}$ ).

В соответствии с направлением тока, протекающего по сопротивлению  $R_{5-32}$ , падение напряжения, создаваемое на нем в рассматриваемый полупериод, будет иметь плюс в точке  $b$  и минус в точке  $a$ . Управляющая сетка лампы  $L_{5-6}$ , соединенная с точкой  $a$  сопротивления  $R_{5-32}$ , получит минус, а ее катод, соединенный через сопротивление  $R_{5-33}$ , шунт  $R_{5-34}$ , корпус, сопротивления  $R_{5-25}$

и  $R_{5-27}$  с точкой б сопротивления  $R_{5-32}$  — плюс входного напряжения.

Составив схему второго каскада предварительного усилителя ТУ-600 со схемой фазоинверсного каскада (см. рис. 8), нетрудно убедиться в том, что принципиально они совершенно одинаковы и потому все рассуждения, приведенные выше при рассмотрении схемы фазоинверсного каскада, могут быть полностью отнесены к схеме второго каскада предварительного усилителя ТУ-600.

Единственным отличием схемы этого каскада является то, что в анодную цепь лампы  $L_{5-4}$  на участке между сопротивлением автоматического смещения  $R_{5-24}$  и корпусом включено сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$ , о назначении которого будет сказано ниже, на стр. 44.

### Третий каскад

При подаче звукового напряжения на управляющие сетки ламп  $L_{5-5}$  и  $L_{5-6}$  в их анодных цепях появятся пульсирующие токи, которые выделят на своих анодных нагрузках (обмотки I и II автотрансформатора  $Tp_{5-2}$ ) переменные падения напряжения. Если придерживаться принятого ранее условия, что управляющая сетка лампы  $L_{5-5}$  получила в рассматриваемый полупериод входное напряжение со знаком плюс, а управляющая сетка лампы  $L_{5-6}$  — со знаком минус относительно катода (см. стр. 33), то переменное напряжение, выделяемое на обмотке I автотрансформатора  $Tp_{5-2}$  (выводы 1—2), будет иметь плюс на выводе 2 и минус на выводе 1, а переменное напряжение, выделяемое на обмотке II (выводы 2—3), — плюс на выводе 3 и минус на выводе 2. Таким образом, общее выходное напряжение каскада, получаемое на выводах 1—3 автотрансформатора  $Tp_{5-2}$ , будет равно сумме выходных напряжений ламп  $L_{5-5}$  и  $L_{5-6}$ .

В то время как переменные составляющие анодных токов плеч двухтактного усилителя складываются в нагрузке, на участке сопротивления автоматического смещения  $R_{5-33}$  и источника анодного питания они, наоборот, взаимно компенсируют друг друга. Действительно, на этом участке цепи токи плеч протекают в одном направлении и потому общий ток здесь равен сумме токов каждого из плеч.

При отсутствии сигнала, когда токи плеч равны друг другу, общий ток, протекающий по сопротивлению  $R_{5-33}$  и источнику питания, равен удвоенной величине тока покоя каждого из плеч. Этой же величине остается равным ток и при подаче на вход каскада сигнала любой амплитуды.

В самом деле, как бы ни изменялись анодные токи плеч двухтактного усилителя при подаче звукового напряжения на его вход, сумма этих токов остается неизменной, так как на сетки ламп двухтактного усилителя подаются сигналы, равные по величине

личине, но противоположные по фазе, и потому анодный ток одного плеча увеличивается на ту же величину, на которую в это же самое время уменьшается ток другого плеча.

Это дает право считать, что в двухтактном усилителе переменные составляющие анодных токов плеч по сопротивлению автоматического смещения и источнику анодного питания не протекают. Поэтому надобность в шунтировании сопротивления автоматического смещения  $R_{5-33}$  блокировочным конденсатором отпадает.

Вернемся к рассмотрению цепей звукового тракта третьего каскада. Выше упоминалось, что выходное напряжение ламп предварительного усилителя выделяется на обмотках I и II автотрансформатора  $Tp_{5-2}$ . Но поскольку управляющие сетки ламп предоконечного усилителя ( $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$ ) подключены к выводам 4—8  $Tp_{5-2}$ , то входное напряжение лампы  $L_{4-2}$  будет складываться из напряжения, выделяемого на обмотке I, и напряжения, индуктируемого в обмотке III, а входное напряжение лампы  $L_{4-3}$  — из напряжения, выделяемого на обмотке II, и напряжения, индуктируемого в обмотке IV автотрансформатора  $Tp_{5-2}$ .

Если ключ  $B_{5-3}$  переведен в положение *Возбуждение*, то во входных цепях ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$  потечет ток.

Входная цепь лампы  $L_{4-2}$ :

плюс источника (вывод 2  $Tp_{5-2}$ ) — конденсатор фильтра  $C_{5-26}$  — корпус — участок  $b$ — $a$  сопротивления  $R_{4-2}$  — конденсатор  $C_{4-4}$  — сопротивление утечки сетки  $R_{4-7}$  — контакты 7—8 ключа  $B_{5-3}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Возбуждение* — разделительный конденсатор  $C_{5-23}$  — минус источника (вывод 4  $Tp_{5-2}$ ).

Входная цепь лампы  $L_{4-3}$ :

плюс источника (вывод 8  $Tp_{5-2}$ ) — разделительный конденсатор  $C_{5-24}$  — контакты 3—2 ключа  $B_{5-3}$  — сопротивление утечки сетки  $R_{4-8}$  — конденсатор  $C_{4-4}$  — участок  $a$ — $b$  сопротивления  $R_{4-2}$  — корпус — конденсатор  $C_{5-26}$  — минус источника (вывод 2  $Tp_{5-2}$ ).

Очевидно, что управляющая сетка лампы  $L_{4-2}$ , соединенная с точкой  $a$  сопротивления  $R_{4-7}$ , получит в рассматриваемый полупериод минус, а управляющая сетка лампы  $L_{4-3}$ , соединенная с точкой  $a$  сопротивления  $R_{4-8}$ , — плюс входного напряжения относительно катодов.

При переводе ключа  $B_{5-3}$  в исходное положение подача звукового напряжения на входы ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$  прекращается, и управляющие сетки этих ламп замыкаются между собой контактами 1—2 и 6—7 ключа  $B_{5-3}$ .

Для контроля передачи на выходе предварительного усилителя ТУ-600 служит гнездо  $G_{5-8}$ , подключенное к обмотке V (выводы 5—7) автотрансформатора  $Tp_{5-2}$ .

В заключение остановимся на назначении сопротивлений  $R_{5-33}$  и  $R_{5-37}$ . Известно, что для усилителей, имеющих индуктивную анод-

ную нагрузку, характерен подъем усиления на высших частотах. Это явление связано с возникновением резонанса напряжений в контуре, который образует индуктивность рассеяния трансформатора (в данном случае автотрансформатора  $Tp_{5-2}$ ) и емкость, складывающуюся из собственной емкости трансформатора и входной емкости ламп последующего каскада (в данном случае ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$ ). Для того чтобы ослабить резонанс обмоток  $I$  и  $II$   $Tp_{5-2}$ , последние зашунтированы сопротивлениями  $R_{5-36}$  и  $R_{5-37}$ , благодаря чему в контур вносится затухание и резонанс ослабляется.

### ПРЕДОКОНЕЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Предоконечный усилитель ТУ-600 собран по двухтактной схеме катодного повторителя (см. рис. 5). Принцип действия обычной схемы двухтактного усилителя был рассмотрен выше, поэтому остановимся только на особенностях усилительного каскада, работающего по схеме катодного повторителя.

Схемы катодных повторителей применяют в предоконечных усилителях для уменьшения нелинейных искажений, возникающих в предоконечном усилителе в случае, если последующий за ним оконечный каскад работает в режиме класса АВ-2.

Режим АВ-2, широко применяемый в схемах оконечных усилителей (в том числе и в усилителе ТУ-600), является режимом экономически выгодным и характеризуется следующими данными:

1. На сетки ламп усилителя подается напряжение отрицательного смещения значительной величины, благодаря чему в отсутствие входного сигнала анодный ток ламп (ток покоя) мал и потому расход энергии, потребляемой каскадом в режиме покоя, незначителен.

2. На вход каскада подается сигнал, амплитуда которого превышает величину напряжения отрицательного смещения ламп этого каскада.

Очевидно, что при подаче на вход усилителя сигнала большой амплитуды используется больший участок характеристики лампы, чем при усилении сигнала меньшей амплитуды, и потому полезная мощность, отдаваемая усилительным каскадом, при таком режиме возрастает. Вместе с тем работа усилителя в режиме класса АВ-2 приводит к появлению дополнительных нелинейных искажений, т. е. к дополнительным искажениям формы кривой усиливаемых сигналов. Происходит это потому, что при поступлении положительных полупериодов входного сигнала сетки ламп усилителя, работающего в режиме АВ-2, некоторый промежуток времени (когда амплитуда сигнала становится больше величины напряжения отрицательного смещения) оказываются заряжены положительно относительно катода. В результате в лампах появляются сеточные токи, которые вызовут нелинейные искажения в усилителе.

Поясним, почему при работе ламп с токами сетки нелинейные искажения в усилителе возрастают и каким образом эти искаже-

ния сводятся к минимуму, если каскад, предшествующий этому усилителю, собран по схеме катодного повторителя.

На рис. 10. показана эквивалентная схема предоконечного усилителя в виде генератора с внутренним сопротивлением  $R_i$  и нагрузкой  $Z_a$ . Для простоты рассуждений рассмотрим работу только одного плеча двухтактной схемы. Ток, протекающий в цепи генератора  $I = \frac{U_{\text{ген}}}{R_i + Z_a}$ , создает падение напряжения на каждом из сопротивлений, последовательно включенных в его цепь. Часть напряжения генератора  $U_{\text{ген}}$  падает на его внутреннем сопротивлении  $R_i$ , а часть — на сопротивлении анодной нагрузки  $Z_a$ , с зажимов которой напряжение подается на сетку лампы оконечного каскада. Полагая, что предоконечный каскад не вносит нелинейных искажений, условимся считать, что ток, протекающий в цепи генератора, а значит, и падение напряжения, создаваемое им на анодной нагрузке  $Z_a$ , изменяются пропорционально изменениям входного сигнала. Такое заключение будет вполне справедливым

лишь для случая отсутствия токов сетки в лампе оконечного каскада, т. е. тогда, когда проводимость участка сетка — катод этого каскада не зависит от величины приложенного к нему напряжения.

Совершенно иная картина наблюдается при работе оконечного каскада усилителя с токами сетки. При подаче на сетку оконечного каскада отрицательного полупериода входного сигнала ток сетки отсутствует и изменение напряжения на сетке оконечного каскада продолжает оставаться пропорциональным изменению напряжения на входе предоконечного каскада. При подаче на сетку оконечного каскада положительного полупериода напряжения, амплитуда которого на некоторый промежуток времени превысит величину напряжений отрицательного смещения на сетке, в цепи последней потечет ток, и эта пропорциональность нарушится. Действительно, сопротивление анодной нагрузки генератора  $Z_a$ , которое имело вполне определенное значение до появления токов сетки, теперь значительно уменьшится, так как  $Z_a$  будет в этом случае шунтироваться получившим проводимость участком сетка — катод лампы оконечного усилителя. Совершенно очевидно, что при уменьшении  $Z_a$  на внутреннем сопротивлении генератора в этот промежуток времени упадет большая часть напряжения, чем это было при отсутствии токов сетки в оконечном каскаде. В результате напряжение на нагрузке  $Z_a$  уменьшится и на сетку оконечного каскада будет подан положительный полупериод входного напряжения с меньшей амплитудой. Поэтому форма колебаний, поданных на вход усилителя, будет искажена.

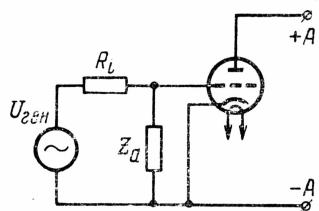


Рис. 10. Эквивалентная схема предоконечного усилителя

Для уменьшения нелинейных искажений в предоконечном усилителе применяются лампы с малым внутренним сопротивлением  $R_t$ . В этом случае ток, протекающий в цепи генератора, создает на его внутреннем сопротивлении незначительное падение напряжения, благодаря чему положительная полуволна входного напряжения оконечного каскада мало отличается от отрицательной полуволны и, следовательно, нелинейные искажения на этом участке схемы сводятся к минимуму.

Схема включения нагрузки в цепь катода предоконечного каскада, примененная в усилителе ТУ-600, имеет то преимущество, что при максимуме сеточного тока в оконечном каскаде внутреннее сопротивление ламп предоконечного каскада становится минимальным. Выше уже упоминалось, что, в отличие от схемы усили-

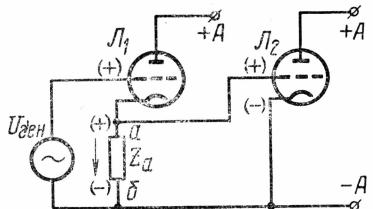


Рис. 11. Условная схема включения нагрузки предоконечного каскада в цепь катода

телей с нагрузкой в цепи анода, в катодных повторителях сдвиг фаз между входным и выходным напряжениями равен нулю. Поэтому при подаче на управляющую сетку лампы  $L_1$  (рис. 11) входного напряжения со знаком плюс относительно катода управляющая сетка лампы  $L_2$  получит усиленное входное напряжение также со знаком плюс по отношению к катоду. Следовательно,

появление тока сетки в лампе  $L_2$  совпадает по времени с нарастанием анодного тока лампы  $L_1$ . Оба эти тока находятся в фазе, и потому максимум сеточного тока лампы  $L_2$  соответствует максимуму анодного тока лампы  $L_1$ .

Рассматривая предоконечный каскад как генератор, обладающий некоторым внутренним сопротивлением  $R_i$ , условно можно считать, что увеличение анодного тока предоконечного усилителя, обусловленное подачей положительного полупериода входного напряжения на его сетку, равносильно уменьшению внутреннего сопротивления этого генератора. Поэтому появление сеточных токов в оконечном каскаде не приведет к значительным нелинейным искажениям усиливаемого сигнала, так как внутреннее сопротивление предоконечного каскада в момент максимума сеточного тока оказывается минимальным, а стало быть, будет минимальным и падение напряжения, создаваемое током генератора на сопротивлении  $R_i$ .

Совершенно очевидно, что при работе оконечного усилителя в режиме класса АВ-2 выгодно применять предоконечные усилители, работающие по схеме катодного повторителя, поскольку в этом случае нелинейные искажения будут невелики.

Вернемся к рассмотрению цепей звукового тракта предоконечного усилителя ТУ-600 (см. рис. 5). При подаче звукового напряжения на управляющие сетки ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$  в анодных цепях

этих ламп появится пульсирующий ток, который выделит на сопротивлениях их анодных нагрузок переменные напряжения. Анодной нагрузкой лампы  $L_{4-2}$  является обмотка I (выводы 1—2), а анодной нагрузкой лампы  $L_{4-3}$  — обмотка II (выводы 2—3) трансформатора  $Tp_{4-2}$ .

Если придерживаться ранее принятого условия, что в рассматриваемый полупериод управляющая сетка лампы  $L_{4-2}$  получила входное напряжение со знаком минус, а управляющая сетка лампы  $L_{4-3}$  — со знаком плюс относительно катодов, то переменное напряжение, выделяемое в этот полупериод на обмотке I трансформатора  $Tp_{4-2}$ , будет иметь плюс на выводе 2 и минус на выводе 1, а переменное напряжение, выделяемое на обмотке II, — плюс на выводе 3 и минус на выводе 2. Переменное напряжение, выделяемое на обмотке I  $Tp_{4-2}$ , является выходным напряжением лампы  $L_{4-2}$  и подается на вход первого плеча оконечного усилителя ТУ-600 (лампы  $L_{8-1}$  и  $L_{8-2}$ ). Управляющие сетки этих ламп, соединенные с выводом 1  $Tp_{4-2}$ , получат в рассматриваемый полупериод минус, а катоды, соединенные через сопротивление  $R_{8-3}$ , шунты  $R_{4-8}$  и  $R_{4-9}$ , корпус, участок  $b-a$  сопротивления  $R_{4-2}$ , конденсатор  $C_{4-4}$ , сопротивление  $R_{4-9}$ , — с выводом 2  $Tp_{4-2}$ , получат плюс входного напряжения.

Переменное напряжение, выделяемое на обмотке II  $Tp_{4-2}$ , является выходным напряжением лампы  $L_{4-3}$  и подается на вход второго плеча оконечного усилителя ТУ-600 (лампы  $L_{8-3}$  и  $L_{8-4}$ ). Управляющие сетки этих ламп, соединенные с выводом 3  $Tp_{4-2}$ , получат в рассматриваемый полупериод плюс, а их катоды, соединенные через сопротивление  $R_{8-6}$ , шунты  $R_{4-7}$  и  $R_{4-9}$ , корпус, участок  $b-a$  сопротивления  $R_{4-2}$ , конденсатор  $C_{4-4}$ , сопротивление  $R_{4-9}$ , — с выводом 2  $Tp_{4-2}$ , получат минус входного напряжения. Помимо входного сигнала на управляющие сетки ламп оконечного усилителя постоянно подается напряжение отрицательного смещения от выпрямителя  $B_2$ . На стр. 15 было сказано, что напряжение отрицательного смещения на управляющие сетки ламп оконечного усилителя подается с сопротивлений  $R_{4-2}$  и  $R_{4-3}$  делителя напряжения, включенного на выходе выпрямителя  $B_2$ . Сопротивления  $R_{4-2}$  и  $R_{4-3}$  вместе с блокирующими конденсатором  $C_{4-4}$  включены на участке между управляющими сетками и катодами ламп оконечного усилителя. Плюс напряжения отрицательного смещения, получаемый на движке сопротивления  $R_{4-2}$  (точка  $b$ ), подается через корпус к катодам, а минус (точка  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$ ) через сопротивление автоматического смещения  $R_{4-9}$  и обмотки I и II  $Tp_{4-2}$  подается на управляющие сетки ламп оконечного усилителя (рис. 12).

Так как падение напряжения, создаваемое анодными токами ламп предоконечного усилителя на сопротивлении его автоматического смещения  $R_{4-9}$  (напряжение  $U_2$ ) включено «навстречу» напряжению смещения оконечного усилителя (напряжение  $U_1$ ), то на управляющие сетки ламп оконечного каскада будет подано напря-

жение смещения, равное разности  $U_1$  и  $U_2$ . Напряжение  $U_1$  намного больше напряжения  $U_2$ , поэтому к управляющим сеткам ламп оконечного усилителя будет приложено напряжение смещения со знаком минус относительно катода.

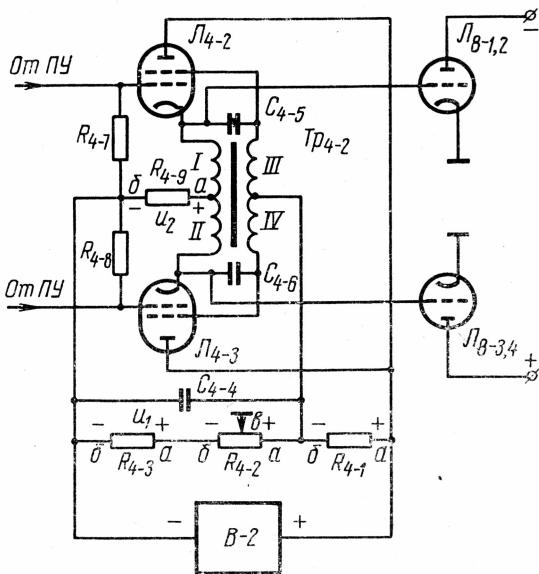


Рис. 12. Упрощенная схема входных цепей оконечного каскада

Следует, однако, помнить, что в связи с таким построением схемы режим оконечного усилителя ТУ-600 тесно связан с режимом работы ламп предоконечного усилителя и что при некоторых повреждениях в предоконечном усилителе величина напряжения отрицательного смещения оконечного каскада может резко уменьшиться, а в отдельных случаях сетки ламп оконечного усилителя могут получить не отрицательное, а положительное напряжение относительно катода. Произойти это может в том случае, если резко возрастет ток одной или обеих ламп предоконечного усилителя. Тогда напряжение  $U_2$  может стать больше напряжения  $U_1$  и управляющие сетки ламп оконечного усилителя получат разность этих напряжений уже со знаком плюс относительно катода. Поэтому включать анодное напряжение на лампы оконечного усилителя в том случае, если прибор *ИП4-1* зарегистрирует повышенный ток в лампах предоконечного усилителя, нельзя до тех пор, пока нормальный режим предоконечного усилителя не будет восстановлен.

Величину напряжения отрицательного смещения, подаваемого на управляющие сетки ламп оконечного усилителя, можно регулировать перемещением движка сопротивления  $R_{4-2}$ . Если движок установлен в крайнее (правое по рис. 12) положение и имеет сое-

динение с точкой  $a$  сопротивления  $R_{4-2}$ , то величина напряжения отрицательного смещения оконечного усилителя будет максимальной. Для того чтобы уменьшить величину этого напряжения, движок перемещают в сторону точки  $b$  сопротивления  $R_{4-2}$ . Когда движок установлен в крайнее (левое по рис. 12) положение, то он имеет соединение с точкой  $b$  сопротивления  $R_{4-2}$ , что соответствует минимальной величине напряжения отрицательного смещения ламп оконечного каскада.

Заканчивая рассмотрение работы схемы предоконечного усилителя ТУ-600, следует остановиться на назначении компенсационных обмоток  $III$  (выводы 4—5) и  $IV$  (выводы 5—6) трансформатора  $T_{4-2}$ , включенных в цепи экранных сеток ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$  (см. рис. 5).

Известно, что для нормальной работы тетродов необходимо, чтобы разность потенциалов между экранной сеткой и катодом этих ламп оставалась неизменной как при отсутствии звукового сигнала, так и при поступлении его на вход усилителя. Но при подаче звукового сигнала на управляющую сетку лампы в цепи ее экранной сетки появится пульсирующий ток, следовательно, разность потенциалов между экранной сеткой и катодом этой лампы будет меняться. Для компенсации переменных составляющих в цепях экранных сеток ламп  $L_{4-2}$  и  $L_{4-3}$  и предназначены обмотки  $III$  и  $IV$  трансформатора  $T_{4-2}$ . Рассмотрим на примере обмотки  $IV$ , включенной в цепь экранной сетки лампы  $L_{4-3}$ , каким образом осуществляется эта компенсация. Если придерживаться принятого ранее условия, что на управляющую сетку лампы  $L_{4-3}$  в рассматриваемый полупериод был подан плюс входного напряжения относительно катода, то очевидно, что направление переменной составляющей тока как в анодной цепи, так и в цепи экранной сетки лампы  $L_{4-3}$  будет совпадать с направлениями их постоянных составляющих. Поэтому падения напряжения, создаваемые переменными составляющими этих токов в данный полупериод, будут иметь знаки: на обмотке  $IV$ , включенной в цепь экранной сетки лампы  $L_{4-3}$ , — плюс на выводе 5 и минус на выводе 6, а на обмотке  $II$  — плюс на выводе 3 и минус на выводе 2. Но в обмотке  $IV$ , помимо основного напряжения, т. е. переменного напряжения, создаваемого за счет наличия переменной составляющей тока в цепи экранной сетки, будет существовать также и напряжение, которое трансформируется в ней из обмотки  $II$ . Оба эти напряжения будут взаимодействовать друг с другом. Выводы обмотки  $IV$  трансформатора  $T_{4-2}$  включаются таким образом, чтобы напряжение, трансформируемое в этой обмотке, имело бы полярность, противоположную полярности основного напряжения. Так, если в рассматриваемый полупериод основное напряжение в обмотке  $IV$  имело плюс на выводе 5 и минус на выводе 6, то напряжение, трансформируемое в этой обмотке, должно иметь плюс на выводе 6 и минус на выводе 5. Тогда в обмотке  $IV$  трансформатора  $T_{4-2}$  будут действовать два переменных напряжения, равные

по величине (поскольку обмотки  $II$  и  $IV$  имеют равное число витков) и противоположные по знаку. Поэтому они взаимно компенсируют друг друга.

Для того чтобы устраниТЬ влияние индуктивности рассеяния при усилении высших частот, между обмотками  $II$  и  $IV$  включается уравнительный конденсатор  $C_{4-6}$ . Аналогично между обмотками  $I$  и  $III$  включен конденсатор  $C_{4-5}$ .

### ОКОНЕЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

При подаче звукового напряжения на вход ламп оконечного усилителя в первичных обмотках  $I$  и  $II$  выходного трансформатора  $T_{p3-1}$  появляются переменные составляющие токов плеч усилителя. Выходное напряжение оконечного каскада, индуцируемое во вторичной обмотке (выводы 8—9) выходного трансформатора  $T_{p3-1}$ , поступает через контакты 1—2 и 3—4 рубильника  $B_{3-1}$ , предохранители  $Pr_{3-1}$  и  $Pr_{3-2}$ , контакты 1—2 блокировок  $Bl_5$  и  $Bl_6$  на щит выходной коммутации, где и распределяется по трансляционным линиям. Выходное напряжение усилителя можно проконтролировать головными телефонами, включив их в гнездо  $\Gamma_{6-1}$ , или с помощью громкоговорителя  $RP_{6-1}$ .

Для коррекции частотной характеристики оконечного усилителя к обмоткам  $I$  и  $II$  выходного трансформатора  $T_{p3-1}$  подключены цепочки, состоящие из последовательно соединенных сопротивления и конденсатора. Так, к обмотке  $I$  подключены сопротивление  $R_{8-1}$  и конденсатор  $C_{8-1}$ , а к обмотке  $II$  — сопротивление  $R_{8-2}$  и конденсатор  $C_{8-2}$ .

При усилении сигналов средних и низших частот сопротивление конденсаторов  $C_{8-1}$  и  $C_{8-2}$  велико, и потому шунтирующее действие корректирующих цепочек сказываться не будет. При усилении высших частот, когда сопротивление конденсаторов уменьшится, общее сопротивление каждой корректирующей цепочки будет определяться лишь активным сопротивлением  $R_{8-1}$  ( $R_{8-2}$ ). Как следствие общая величина сопротивления анодной нагрузки оконечного каскада уменьшится, а значит, уменьшится и коэффициент усиления на высших частотах.

### 2.4. Отрицательная обратная связь

Отрицательная обратная связь в усилителях предназначена для компенсации нелинейных и частотных искажений, возникающих в процессе усиления. Сущность ее состоит в том, что часть выходного напряжения подается на вход усилителя в противофазе по отношению к входному сигналу.

Если усилитель работает с нелинейными искажениями, то по цепи обратной связи вместе с сигналом основной гармоники на вход усилителя поступит и часть напряжения добавочных гармоник, которые возникли в усилителе за счет нелинейности его ха-

рактеристик. Поскольку напряжение добавочных гармоник, поданное с помощью обратной связи на вход усилителя и усиленное им, будет находиться в противофазе по отношению к напряжению добавочных гармоник, возникших в самом усилителе, то очевидно, что они взаимно скомпенсируют друг друга и нелинейные искажения будут сведены к минимуму.

Отрицательная обратная связь снижает также и частотные искажения. Действительно, допустим, что в усилителе появились частотные искажения и высшие частоты он усиливает слабее, чем остальные. В результате напряжение на выходе усилителя при усиении высших частот уменьшится. При этом уменьшится и величина напряжения обратной связи на высших частотах, а значит, увеличится напряжение, подаваемое на вход усилителя, которое равно разности входного сигнала и напряжения обратной связи. Таким образом ослабление напряжения на выходе усилителя, вызванное неравномерным усилением данной полосы частот, будет частично скомпенсировано возрастанием напряжения этих частот на входе усилителя.

К преимуществам отрицательной обратной связи следует отнести также и уменьшение роста напряжения на выходе усилителя при отключении нагрузки, что особенно важно при эксплуатации усилителей, работающих на радиотрансляционную сеть. Действительно, при уменьшении нагрузки (отключении части громкоговорителей от сети) одновременно с увеличением напряжения на выходе усилителя возрастет и напряжение обратной связи, т. е. возрастет величина напряжения, которая вычитается из входного сигнала. Последний соответственно уменьшится, что оградит усилитель от перенапряжения на выходе.

К недостаткам отрицательной обратной связи относится необходимость введения дополнительных каскадов в усилителе, поскольку коэффициент усиления каскадов, охваченных отрицательной обратной связью, уменьшается.

Перейдем теперь непосредственно к рассмотрению токопрохождения в цепях отрицательной обратной связи усилителя ТУ-600 (рис. 13).

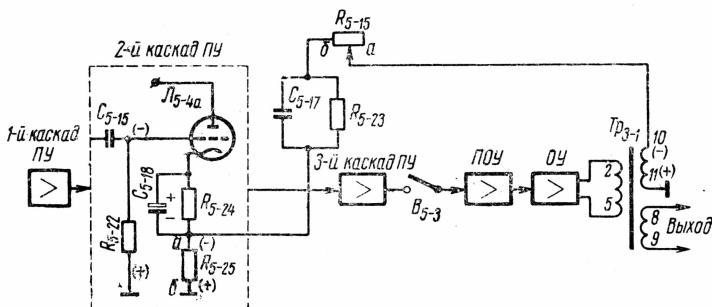


Рис. 13. Цепь обратной связи ТУ-600

Напряжение, индукируемое в обмотке обратной связи (выводы 10–11) выходного трансформатора  $Tp_{3-1}$ , подается в цепь катода триода  $L_{5-4a}$  (второй каскад предварительного усилителя ТУ-600). В результате это напряжение вместе с входным сигналом окажется приложенным к участку сетка — катод триода  $L_{5-4a}$ . Концы обмотки обратной связи трансформатора  $Tp_{3-1}$  включаются таким образом, чтобы напряжение обратной связи было сдвинуто по фазе по отношению к напряжению входного сигнала на  $180^\circ$ . Так, если на управляющую сетку триода  $L_{5-4a}$  в рассматриваемый полуperiод поступает входной сигнал со знаком минус относительно катода, то вывод 10 обмотки обратной связи  $Tp_{3-1}$  должен в этот же полуperiод иметь минус, а вывод 11 — плюс переменного напряжения. Тогда ток обратной связи потечет по цепи:

плюс источника (вывод 11 обмотки  $Tp_{3-1}$ ) — корпус — сопротивление обратной связи  $R_{5-25}$  — корректирующая цепочка, состоящая из параллельно включенных сопротивления  $R_{5-23}$  и конденсатора  $C_{5-17}$  — переменное сопротивление  $R_{5-15}$  — минус источника (вывод 10 обмотки  $Tp_{3-1}$ ).

В соответствии с направлением тока обратной связи падение напряжения, создаваемое им на сопротивлении  $R_{5-25}$ , будет иметь плюс в точке *б* и минус в точке *а*. Плюс этого напряжения будет приложен через корпус и сопротивление утечки  $R_{5-22}$  к управляющей сетке, а минус — через блокировочный конденсатор  $C_{5-18}$  к катоду триода  $L_{5-4a}$ , в то время как входной сигнал был подан на управляющую сетку этого триода со знаком минус относительно катода. Величина напряжения обратной связи может регулироваться с помощью сопротивления  $R_{5-15}$ . Если движок переменного сопротивления  $R_{5-15}$  установлен в крайнее (правое по рис. 13) положение, то напряжение обратной связи будет минимальным. При перемещении движка по направлению к точке *б* сопротивления  $R_{5-15}$  напряжение обратной связи будет увеличиваться и при крайнем (левом по рис. 13) положении движка напряжение обратной связи становится максимальным.

Величина напряжения обратной связи зависит от частоты усиливаемого сигнала. В самом деле, в цепь обратной связи включена корректирующая цепочка, состоящая из сопротивления  $R_{5-23}$  и параллельно присоединенного к нему конденсатора  $C_{5-17}$ . При усилении средних и в особенности низких частот сопротивление конденсатора  $C_{5-17}$  велико, и потому общее сопротивление корректирующей цепочки определяется, главным образом, величиной сопротивления  $R_{5-23}$ . С ростом частоты сопротивление конденсатора  $C_{5-17}$  уменьшается, а значит, уменьшается и общая величина сопротивления корректирующей цепочки. Как следствие уменьшается падение напряжения, создаваемое током обратной связи на элементах корректирующей цепочки. Соответственно возрастает при этом величина напряжения обратной связи, вводимого на вход второго каскада предварительного усилителя, что приведет к уменьшению коэффициента усиления на высших частотах.

## Г л а в а 3

### ЦЕПИ КОММУТАЦИИ, КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

#### 3.1. Входная коммутация

Включение напряжения звуковой частоты на вход предварительного усилителя ТУ-600 осуществляется переключателем  $B_{5-1}$ . (*Род работы*), который имеет девять положений (рис. 14, см. вклейку в конце книги).

Рассмотрим токопрохождение в цепях входной коммутации при каждом из девяти положений.

##### ПОЛОЖЕНИЕ 1

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 1 переменное сопротивление  $R_{5-17}$  (регулятор громкости предварительного усилителя ТУ-600) подключается к входной линии 1.

Цепь:

вывод *а* линии 1 — предохранитель  $Pr_1$  — контакт 11, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление регулятора громкости  $R_{5-17}$  — корпус — нож 30, контакт 21 переключателя  $B_{5-1}$  — предохранитель  $Pr_2$  — вывод *б* линии 1.

Параллельно линии 1 включено гнездо  $\Gamma_{5-5}$ , с помощью которого можно контролировать передачу, подаваемую по этой линии.

##### ПОЛОЖЕНИЕ 2

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 2 сопротивление  $R_{5-17}$  подключается к вторичной обмотке (выводы 5—6) линейного трансформатора  $Tp_{5-1}$ , первичная обмотка которого (выводы 1—4) присоединена через разделительное гнездо  $\Gamma_{5-6}$  к линии 1.

Цепь первичной обмотки трансформатора  $Tp_{5-1}$ :

вывод *а* линии 1 — предохранитель  $Pr_1$  — контакты 1—2 гнезда  $\Gamma_{5-6}$ , замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — первичная обмотка трансформатора  $Tp_{5-1}$  — контакты 3—4 гнезда  $\Gamma_{5-6}$  — предохранитель  $Pr_2$  — вывод *б* линии 1.

Цепь вторичной обмотки трансформатора  $Tp_{5-1}$ :

вывод 5 вторичной обмотки трансформатора  $Tp_{5-1}$  — контакт 12, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление  $R_{5-17}$  — корпус — нож 30, контакт 22 переключателя  $B_{5-1}$  — вывод 6 вторичной обмотки трансформатора  $Tp_{5-1}$ .

Параллельно вторичной обмотке трансформатора  $Tp_{5-1}$  включено гнездо  $\Gamma_{5-4}$ , с помощью которого можно контролировать передачу на выходе этого трансформатора.

### ПОЛОЖЕНИЕ 3

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 3 сопротивление  $R_{5-17}$  подключается к линии 2.

Цель:

вывод  $a$  линии 2 — предохранитель  $Pr_3$  — контакт 13, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление  $R_{5-17}$  — корпус — нож 30, контакт 23 переключателя  $B_{5-1}$  — предохранитель  $Pr_4$  — вывод  $b$  линии 2.

Параллельно линии 2 включено гнездо  $\Gamma_{5-3}$ , с помощью которого можно контролировать передачу, подаваемую по этой линии.

### ПОЛОЖЕНИЕ 4

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 4 сопротивление  $R_{5-17}$  подключается к выходу микрофонного усилителя  $MU$ .

Цель:

выход микрофонного усилителя (точка  $b$  сопротивления  $R_{5-14}$ ) — контакт 14, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление  $R_{5-17}$  — корпус — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{5-9}$  — выход микрофонного усилителя (точка  $a$  сопротивления  $R_{5-14}$ ).

Одновременно при переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 4 включается питание накала на лампы микрофонного усилителя (см. стр. 12) и подготавливается цепь для передачи в студию сигнала о готовности вещательного тракта к работе (см. стр. 49).

### ПОЛОЖЕНИЕ 5

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 5 сопротивление  $R_{5-17}$  подключается к контактам 1—2 гнезда  $\Gamma_{5-7}$  (*Вход*).

Цель:

контакт 1 гнезда  $\Gamma_{5-7}$  — контакт 15, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление  $R_{5-17}$  — корпус — контакт 2 гнезда  $\Gamma_{5-7}$ .

С помощью гнезда  $\Gamma_{5-7}$  можно подавать на вход усилителя ТУ-600 звуковое напряжение от любого внешнего источника программы.

### ПОЛОЖЕНИЕ 6

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 6 сопротивление  $R_{5-17}$  подключается к сопротивлению  $R_{5-4}$  делителя напряжения, включенного на выходе приемника 1.

Цепь делителя:

вывод *а* приемника 1 — сопротивления  $R_{5-3}$  и  $R_{5-4}$  — корпус — вывод *б* приемника 1.

Падение напряжения, выделяемое на сопротивлении  $R_{5-4}$ , подается на сопротивление  $R_{5-17}$ .

Цепь:

вывод *а* сопротивления  $R_{5-4}$  — контакт 16, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — разделительный конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление  $R_{5-17}$  — корпус — вывод *б* сопротивления  $R_{5-4}$ .

Для контроля передачи при работе от приемника 1 служит гнездо  $\Gamma_{5-2}$ , включенное параллельно выходу приемника.

## ПОЛОЖЕНИЕ 7

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 7 сопротивление  $R_{5-17}$  подключается параллельно к сопротивлению  $R_{5-2}$  делителя напряжения, включенного на выходе приемника 2.

Цепь делителя:

вывод *а* приемника 2 — сопротивления  $R_{5-1}$  и  $R_{5-2}$  — корпус — вывод *б* приемника 2.

Падение напряжения, выделяемое на сопротивлении  $R_{5-2}$ , подается на сопротивление  $R_{5-17}$ .

Цепь:

вывод *а* сопротивления  $R_{5-2}$  — контакт 17, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление  $R_{5-17}$  — корпус — вывод *б* сопротивления  $R_{5-2}$ .

Для контроля передачи при работе от приемника 2 служит гнездо  $\Gamma_{5-1}$ , включенное параллельно выходу приемника.

## ПОЛОЖЕНИЕ 8

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 8 сопротивление  $R_{5-17}$  подключается к звукоснимателю аппаратной  $3c_2$ .

Цепь:

вывод *а*  $3c_2$  — контакт 18, нож 20 переключателя  $B_{5-1}$  — конденсатор  $C_{5-11}$  — сопротивление  $R_{5-17}$  — корпус — вывод *б*  $3c_2$ .

## ПОЛОЖЕНИЕ 9

При переводе переключателя  $B_{5-1}$  в положение 9 сопротивление регулятора громкости  $R_{5-17}$  оказывается подключенным параллельно к сопротивлению регулятора громкости  $R_{5-17}$  усилителя ТУ-600 № 2 при условии, что тумблер  $B_{5-2}$  этого усилителя включен в рабочее положение.

Цепь:

вывод *а* сопротивления  $R_{5-17}$  ТУ-600 № 1 — конденсатор  $C_{5-11}$  — нож 20, контакт 19 переключателя  $B_{5-1}$  — контакты 4—6 тумблера  $B_{5-2}$  ТУ-600 № 2, замкнутые, если тумблер

включен в рабочее положение,—сопротивление  $R_{5-17}$  ТУ-600 № 2 — корпус — вывод  $b$  сопротивления  $R_{5-17}$  ТУ-600 № 1.

Поскольку входы регуляторов громкости  $R_{5-17}$  ТУ-600 № 1 и ТУ-600 № 2 оказываются включенными параллельно, то очевидно, что ко входу предварительного усилителя ТУ-600 № 1 подключится тот источник программы, который был скоммутирован переключателем  $B_{5-1}$  ТУ-600 № 2 на вход его предварительного усилителя.

### 3.2. Студийная коммутация и цепи сигнализации

Коммутация напряжения звуковой частоты на вход микрофонного усилителя ТУ-600 осуществляется ключом  $B_{10-1}$ , смонтированным на лицевой стороне пульта студии. Если ключ находится в среднем положении (положение *Выключено*), то вход микрофонного усилителя (сопротивление утечки сетки  $R_{5-6}$  лампы  $L_{5-1}$ ) оказывается замкнутым накоротко (см. рис. 14).

Цель:

вывод  $a$  сопротивления  $R_{5-6}$  — контакты 11—10, 8—9, 3—2 и 4—5 ключа  $B_{10-1}$ , замкнутые, когда ключ находится в среднем положении — корпус — вывод  $b$  сопротивления  $R_{5-6}$ .

При переводе ключа  $B_{10-1}$  в положение *Микрофон* к входу микрофонного усилителя подключается микрофон студии.

Цель:

вывод  $a$  микрофона студии — контакты 7—8 и 10—11 ключа  $B_{10-1}$ , замкнутые, если ключ установлен в положение *Микрофон* — сопротивление  $R_{5-6}$  — корпус — контакты 5—4 и 6—1 ключа  $B_{10-1}$  — вывод  $b$  микрофона студии.

При переводе ключа  $B_{10-1}$  в положение *Звукосниматель* вход микрофонного усилителя подключается к звукоснимателю студии.

Цель:

вывод  $a$  звукоснимателя студии — контакты 12—11 ключа  $B_{10-1}$ , замкнутые, когда ключ установлен в положение *Звукосниматель* — сопротивление  $R_{5-6}$  — корпус — контакты 5—6 ключа  $B_{10-1}$  — конденсатор  $C_{10-1}$  — сопротивление  $R_{10-1}$  — вывод  $b$  звукоснимателя студии.

Напряжение, получаемое от звукоснимателя, больше, чем напряжение, получаемое от микрофона. Поэтому в цепь звукоснимателя студии включено сопротивление  $R_{10-1}$ , на котором падает часть выходного напряжения звукоснимателя. Конденсатор  $C_{10-1}$ , также включенный в цепь звукоснимателя, предназначен для выравнивания частотной характеристики усилительного тракта. При усиении высших частот, когда сопротивление конденсатора мало, падение напряжения, создаваемое на конденсаторе незначительно и им можно пренебречь. С понижением частоты сопротивление конденсатора  $C_{10-1}$  возрастает, падение напряжения на нем увеличивается и соответственно напряжение, подаваемое на вход микрофонного усилителя, уменьшается.

Ключ  $B_{10-1}$  объединен общей рукояткой с ключом  $B_{10-2}$ , с по-

мощью которого коммутируются цепи сигнализации в студии. На пульте студии установлены три сигнальные лампочки: *Все готово*, *Микрофон* и *Звукосниматель*. Если питание на усилитель ТУ-600 включено, переключатель  $B_{5-1}$  (*Род работы*) установлен в положение *Микрофон*, а ключ  $B_{5-3}$  — в положение *Возбуждение*, то при условии, что ключи  $B_{10-1}$  и  $B_{10-2}$  на пульте студии находятся в среднем положении, создается цепь питания лампочки  $L_{H10-2}$  (*Все готово*).

Цепь:

вывод 10 вторичной обмотки  $II$  трансформатора  $T_{P7-3}$  — предохранитель  $Pr_{5-1}$  — контакты 10—9 ключа  $B_{5-3}$ , замкнутые, когда ключ установлен в положение *Возбуждение* — нож 10, контакт 4 переключателя  $B_{5-1}$ , замкнутые, когда переключатель установлен в положение *Микрофон* — контакты 5—4 и 2—3 ключа  $B_{10-2}$ , замкнутые, когда ключ находится в среднем положении — лампочка  $L_{H10-2}$  — корпус — вывод 11 обмотки  $II$  трансформатора  $T_{P7-3}$ .

Одновременно получит питание и лампочка  $L_{H4-2}$ , освещая надпись *Все готово* на транспаранте, который установлен на панели предоконечного усилителя ТУ-600.

Цепь:

вывод 10 обмотки  $T_{P7-3}$  — предохранитель  $Pr_{5-1}$  — контакты 10—9 ключа  $B_{5-3}$  — нож 10, контакт 4 переключателя  $B_{5-1}$  — контакты 13—12 и 10—11 ключа  $B_{10-2}$  — лампочка  $L_{H4-2}$  — корпус — вывод 11 обмотки  $II$  трансформатора  $T_{P7-3}$ .

При включении микрофона студии (ключи  $B_{10-1}$  и  $B_{10-2}$  переведены в положение *Микрофон*) загораются лампочка  $L_{H10-3}$  (*Микрофон*), лампа, освещая надпись *Тише! Микрофон включен* на транспаранте, расположенном над входом в студию, и лампочка  $L_{H4-1}$ , освещая надпись *Микрофон включен* на транспаранте, который смонтирован на панели предоконечного усилителя.

Цепь питания лампочки  $L_{H10-3}$ :

вывод 10  $T_{P7-3}$  — предохранитель  $Pr_{5-1}$  — контакты 10—9 ключа  $B_{5-3}$  — нож 10, контакт 4 переключателя  $B_{5-1}$  — контакты 5—4 и 2—1 ключа  $B_{10-2}$ , замкнутые, когда ключ установлен в положение *Микрофон* — лампочка  $L_{H10-3}$  — корпус — вывод 11  $T_{P7-3}$ .

Цепь питания лампы транспаранта студии:

клетка  $a \sim 220$  в — лампа *Тише! Микрофон включен* — контакты 7—8 ключа  $B_{10-2}$ , замкнутые, когда ключ переведен в положение *Микрофон* — предохранитель  $Pr_{10-1}$  — клетка  $b \sim 220$  в.

Цепь питания лампочки  $L_{H4-1}$ :

вывод 10  $T_{P7-3}$  — предохранитель  $Pr_{5-1}$  — контакты 10—9 ключа  $B_{5-3}$  — нож 10, контакт 4 переключателя  $B_{5-1}$  — контакты 13—12 и 10—9 ключа  $B_{10-2}$  — лампочка  $L_{H4-1}$  — корпус — вывод 11  $T_{P7-3}$ .

Очевидно, что при переводе ключа  $B_{10-2}$  в положение *Микрофон*

лампочки *Все готово* ( $Ли_{10-2}$  на пульте студии и  $Ли_{4-2}$ , на панели предоконечного усилителя) погаснут, так как контакты 2—3 и 10—11 этого ключа разомкнутся.

При работе от звукоснимателя (ключи  $B_{10-1}$  и  $B_{10-2}$  переведены в положение *Звукосниматель*) загораются лампочка  $Ли_{10-1}$  (*Звукосниматель*), установленная на пульте студии, и лампочка  $Ли_{4-1}$  (*Микрофон включен*) на панели предоконечного усилителя.

Цепь питания лампочки  $Ли_{10-1}$ :

вывод 10  $Tr_{7-3}$  — предохранитель  $Pr_{5-1}$  — контакты 10—9 ключа  $B_{5-3}$  — нож 10, контакт 4 переключателя  $B_{5-1}$  — контакты 5—6 ключа  $B_{10-2}$  замкнутые, когда ключ переведен в положение *Звукосниматель* — лампочка  $Ли_{10-1}$  — корпус — вывод 11  $Tr_{7-3}$ .

Цепь питания лампочки  $Ли_{4-1}$  при работе от звукоснимателя та-  
кая же, как и при работе от микрофона, с той лишь разницей, что в этом случае цепь замыкается не через контакты 9—10 и 12—13, а через контакты 13—14 ключа  $B_{10-2}$ .

Очевидно, что при переводе ключа  $B_{10-2}$  в положение *Звукосни-  
матель* лампочки *Все готово* ( $Ли_{10-2}$  на пульте студии и  $Ли_{4-2}$  на панели предоконечного усилителя) погаснут, так как контакты 4—5 и 12—13 этого ключа разомкнутся.

### 3.3. Выходная коммутация

Щит выходной коммутации усилителя ТУ-600 (см. рис. 14) рас-  
считан на подключение восьми трансляционных линий. Каждая ли-  
ния заводится на индивидуальный переключатель, который может  
быть поставлен в одно из следующих положений: положение 1 (*0*),  
положение 2 (*Земля*), положение 3 (*Включено*), положение 4 (*Рез.  
усилитель*), положение 5 (*Измерение*).

Рассмотрим на примере линии 4 токопрохождение в цепях ком-  
мутации линий 4, 5, 6, 7 и 8<sup>1)</sup>.

#### ПОЛОЖЕНИЕ 1

При переводе переключателя  $B_{9-4}$  в положение 1 провода ли-  
нии 4 подключаются к свободным контактам 1 и 7 переключате-  
ля  $B_{9-4}$  и потому будут отключены от схемы выходного щита.

#### ПОЛОЖЕНИЕ 2

При переводе переключателя  $B_{9-4}$  в положение 2 провода ли-  
нии 4 подключаются к контактам 2 и 8 переключателя  $B_{9-4}$ . По-  
скольку эти контакты соединены через корпус с общей шиной за-  
земления станции, то и провода линии 4 окажутся заземленными.

<sup>1)</sup> Цепи коммутации линий 1, 2 и 3 будут рассмотрены на стр. 51—54.

### ПОЛОЖЕНИЕ 3

При переводе переключателя  $B_{9-4}$  в положение 3 провода линии 4 подключаются к выходу основного усилителя ТУ-600 (ТУ-600 № 1).

Цепь:

вывод *a* линии 4 — предохранитель  $Pr_{9-7}$  — нож 6, контакт 3 переключателя  $B_{9-4}$  — выход усилителя ТУ-600 № 1 — контакт 9, нож 12 переключателя  $B_{9-4}$  — предохранитель  $Pr_{9-8}$  — вывод *b* линии 4.

### ПОЛОЖЕНИЕ 4

При переводе переключателя  $B_{9-4}$  в положение 4 провода линии 4 подключаются к выходу резервного усилителя ТУ-600 (ТУ-600 № 2).

Цепь:

вывод *a* линии 4 — предохранитель  $Pr_{9-7}$  — нож 6, контакт 4 переключателя  $B_{9-4}$  — выход усилителя ТУ-600 № 2 — контакт 10, нож 12 переключателя  $B_{9-4}$  — предохранитель  $Pr_{9-8}$  — вывод *b* линии 4.

### ПОЛОЖЕНИЕ 5

При переводе переключателя  $B_{9-4}$  в положение 5 провода линии 4 подключаются к измерительной панели.

Цепь:

вывод *a* линии 4 — предохранитель  $Pr_{9-7}$  — нож 6, контакт 5 переключателя  $B_{9-4}$  — контакты 2—1 гнезда  $\Gamma_{2-3}$ , замкнутые, если штекер не включен в гнездо — схема панели измерения — контакты 4—3 гнезда  $\Gamma_{2-3}$  — контакт 11, нож 12 переключателя  $B_{9-4}$  — предохранитель  $Pr_{9-8}$  — вывод *b* линии 4.

Рассмотрим цепи коммутации первых трех линий выходного щита ТУ-600. Положения 1, 2 и 5 переключателей этих линий аналогичны положениям 1, 2 и 5 переключателей линий 4—8, положение 4 не задействовано, а положение 3 (*Включено*) отличается по схеме включения от положения 3 переключателей линий 4—8. Рассмотрим на примере линии 1 варианты подачи звукового напряжения на линии 1, 2 и 3, когда их переключатели установлены в положение 3 (*Включено*).

Вариант 1. Подача в линию 1 напряжения  $\sim 120$  в с выхода усилителя ТУ-600 № 1 или ТУ-600 № 2 (рис. 15). Для этого на гребенке  $Y$  устанавливаются перемычки между контактами 1—5 и 2—6, а тумблер  $B_{9-9}$  переводится в положение *Основной усилитель* или *Резервный усилитель*.

Если тумблер  $B_{9-9}$  установлен в положение *Основной усилитель*, то создается цепь:

вывод *a* линии 1 — предохранитель  $Pr_{9-1}$  — нож 6, контакт 3 переключателя  $B_{9-1}$  — контакты 5—1 гребенки *У* — контакты 3—5 тумблера  $B_{9-9}$  — выход усилителя ТУ-600 № 1 — контакты 6—4 тумблера  $B_{9-9}$  — контакты 2—6 гребенки *У* — контакт 9, нож 12 переключателя  $B_{9-1}$  — предохранитель  $Pr_{9-2}$  — вывод *b* линии 1.

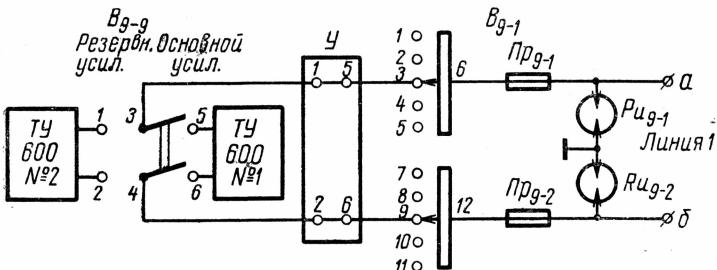


Рис. 15. Вариант подачи в линию 1 напряжения  $\sim 120$  в

Если тумблер  $B_{9-9}$  установлен в положение *Резервный усилитель*, то создается цепь:

вывод *a* линии 1 — предохранитель  $Pr_{9-1}$  — нож 6, контакт 3 переключателя  $B_{9-1}$  — контакты 5—1 гребенки *У* — контакты 3—1 тумблера  $B_{9-9}$  — выход усилителя ТУ-600 № 2 — контакты 2—4 тумблера  $B_{9-9}$  — контакты 2—6 гребенки *У* — контакт 9, нож 12 переключателя  $B_{9-1}$  — предохранитель  $Pr_{9-2}$  — вывод *b* линии 1.

Вариант 2. Подача в линию 1 переменных напряжений 30, 60, 90, 180, 240 или 360 в с помощью фидерного трансформатора  $Tr_{9-1}$  (рис. 16).

Для этого контакты 1—2 гребенки *T*, к которым подключена первичная обмотка (выводы 1—3) фидерного трансформатора  $Tr_{9-1}$ , соединяются перемычками с контактами 1—2 гребенки *У*, благодаря чему на эту обмотку будет подано звуковое напряжение  $\sim 120$  в с выхода усилителя ТУ-600 № 1 или ТУ-600 № 2.

Если в линию 1 нужно подать напряжение  $\sim 30$  в, то соединяют перемычками: контакты 3 и 5, 4 и 6 гребенки *T*, контакт 5 гребенки *У* с контактом 3 (или 5) гребенки *T* и контакт 6 гребенки *У* с контактом 4 (или 6) гребенки *T*. В результате провода линии 1 окажутся подключенными к параллельно соединенным обмоткам *II* и *IIIa* трансформатора  $Tr_{9-1}$  (рис. 16а).

Цепь:

вывод *a* линии 1 — предохранитель  $Pr_{9-1}$  — нож 6, контакт 3 переключателя  $B_{9-1}$  — контакт 5 гребенки *У*, контакт 3 (5) гребенки *T* — обмотки *II* и *IIIa*  $Tr_{9-1}$ , соединенные параллельно — контакт 4 (6) гребенки *T* — контакт 6 гребенки *У* —

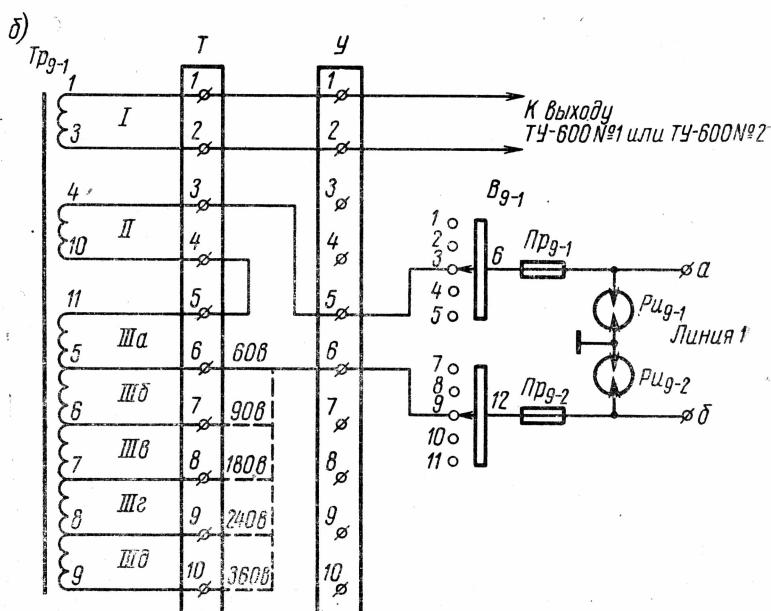
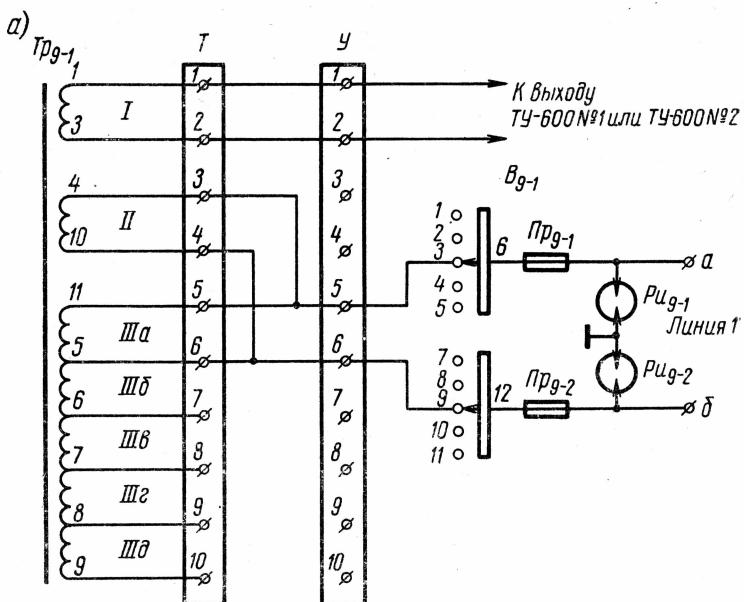


Рис. 16. Вариант подачи в линию 1 напряжения  $\sim 30, 60, 90, 180, 240$  или  $360$  в

контакт 9, нож 12 переключателя  $B_{9-1}$  — предохранитель  $Pr_{9-2}$  — вывод 6 линии 1.

Если в линии 1 нужно подать напряжение  $\sim 60$  в и выше, то соединяют перемычками: контакты 4 и 5 гребенки  $T$ , контакт 5 гребенки  $Y$  с контактом 3 гребенки  $T$ , а контакт 6 гребенки  $Y$  с одним из контактов гребенки  $T$ . Так, при подаче в линию напряжения 60 в контакт 6 гребенки  $Y$  соединяется с контактом 6, при подаче напряжения 90 в с контактом 7, при подаче напряжения 180 в с контактом 8, при подаче напряжения 240 в с контактом 9 и при подаче напряжения 360 в с контактом 10 гребенки  $T$  (рис. 16б).

Очевидно, что при данном варианте включения вторичные обмотки II (выводы 4—10) и III (выводы 11—9) трансформатора  $Tr_{9-1}$  оказываются соединенными последовательно, а напряжение, подаваемое в линию, снимается с вывода 4 и соответственно с вывода 5, 6, 7, 8 или 9 трансформатора  $Tr_{9-1}$ . Схема включения линий 2 и 3 аналогична схеме включения линии 1.

Если на выходном щите ТУ-600 задействованы все три первые линии и они должны получать одно и то же напряжение, то между контактами 5, 7, 9 и 6, 8, 10 гребенки  $Y$  устанавливаются перемычки. Одна из пар этих контактов (5—6, 7—8 или 9—10) соединяется либо с контактами 1—2 гребенки  $Y$  (вариант подачи в линию напряжения  $\sim 120$  в, показанный на рис. 14), либо с соответствующими контактами гребенки  $T$  (варианты подачи в линию напряжений 30, 60, 90, 180, 240 и 360 в, показанные на рис. 16).

Если при эксплуатации возникает необходимость подавать в линии 1, 2 и 3 неодинаковые напряжения, например в линию 1 — напряжение  $\sim 120$  в, а в линии 2 и 3 — одно из напряжений, получаемых на фидерном трансформаторе  $Tr_{9-1}$ , то поступают так: соединяют перемычками контакты 1—5, 2—6, 7—9 и 8—10 гребенки  $Y$ , контакты 1 и 2 гребенки  $Y$  с контактами 1 и 2 гребенки  $T$ , а одну из пар контактов (7—8 или 9—10), — с соответствующими контактами гребенки  $T$ .

Выходное напряжение усилителей ТУ-600 № 1 и ТУ-600 № 2, подающееся на выходной щит, можно проконтролировать с помощью гнезд  $G_{9-1}$  и  $G_{9-2}$  (см. рис. 14).

В каждый провод трансляционных линий включен предохранитель на 2 а, а между проводом и корпусом — газовый разрядник  $P-350$ . Линейные предохранители снабжены устройством аварийной сигнализации: при сгорании любого из предохранителей на выходном щите загорается лампочка  $Л_{9-1}$  (*Авария*) и звонит звонок  $Зв_{9-1}$ .

Схема аварийной сигнализации работает следующим образом. В колодке, куда вставляется предохранитель, установлены два сигнальных лепестка — 1 и 2. Если предохранитель цел и соответственно штырек, удерживаемый преволокой предохранителя, не касается сигнальных лепестков, то цепь аварийной сигнализации обесточена. При перегорании предохранителя штырек возвращает-

ся в исходное положение и замыкает лепестки 1—2. При этом образуется следующая цепь:

вывод 7 сигнальной обмотки автотрансформатора  $Tp_{3-2}$ , установленного на силовой панели ТУ-600 — корпус — лампочка *Авария*  $L_{h9-1}$  — сигнальные лепестки 2—1 сгоревшего предохранителя — вывод 12  $Tp_{3-2}$ .

Звонок  $Zv_{9-1}$ , который включен параллельно лампочке  $L_{h9-1}$ , может быть выключен тумблером  $B_{9-10}$ . После того как сгоревший предохранитель снимут, сигнальные лепестки разомкнутся и подача питания на лампочку  $L_{h9-1}$  и звонок  $Zv_{9-1}$  прекратится.

## Г л а в а 4

### ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТУ-600

#### 4.1. Общие данные

Измерительное устройство ТУ-600 позволяет измерять:

1. Входное сопротивление трансляционных линий, а также полное сопротивление любых внешних цепей переменному току на частоте 400  $гц$  в пределах  $30 \div 3000$   $ом$ .

2. Сопротивление изоляции проводов трансляционных линий по отношению к земле, а также активное сопротивление любых внешних цепей в пределах  $250 \div 250\,000$   $ом$ .

3. Уровень напряжения звуковой частоты на выходе оконечного усилителя ТУ-600, а также напряжение звуковой частоты внешних источников в пределах  $10 \div 150$   $в$ .

Для этих измерений используется один многошкальный прибор  $ИП_{2-1}$  (рис. 17).

Включение трансляционных линий на измерение осуществляется на выходном щите ТУ-600 при установке соответствующего линейного переключателя в положение *Измерение*.

#### 4.2. Измерение входного сопротивления трансляционных линий

##### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для правильной эксплуатации радиотрансляционных линий необходимо систематически измерять входное сопротивление их переменному току, которое характеризует величину нагрузки данной линии и отражает наличие посторонних включений в линии, замыканий проводов линии и т. д.

Понижение входного сопротивления линии приводит к ухудшению или к прекращению работы радиоточек. В ряде случаев ли-

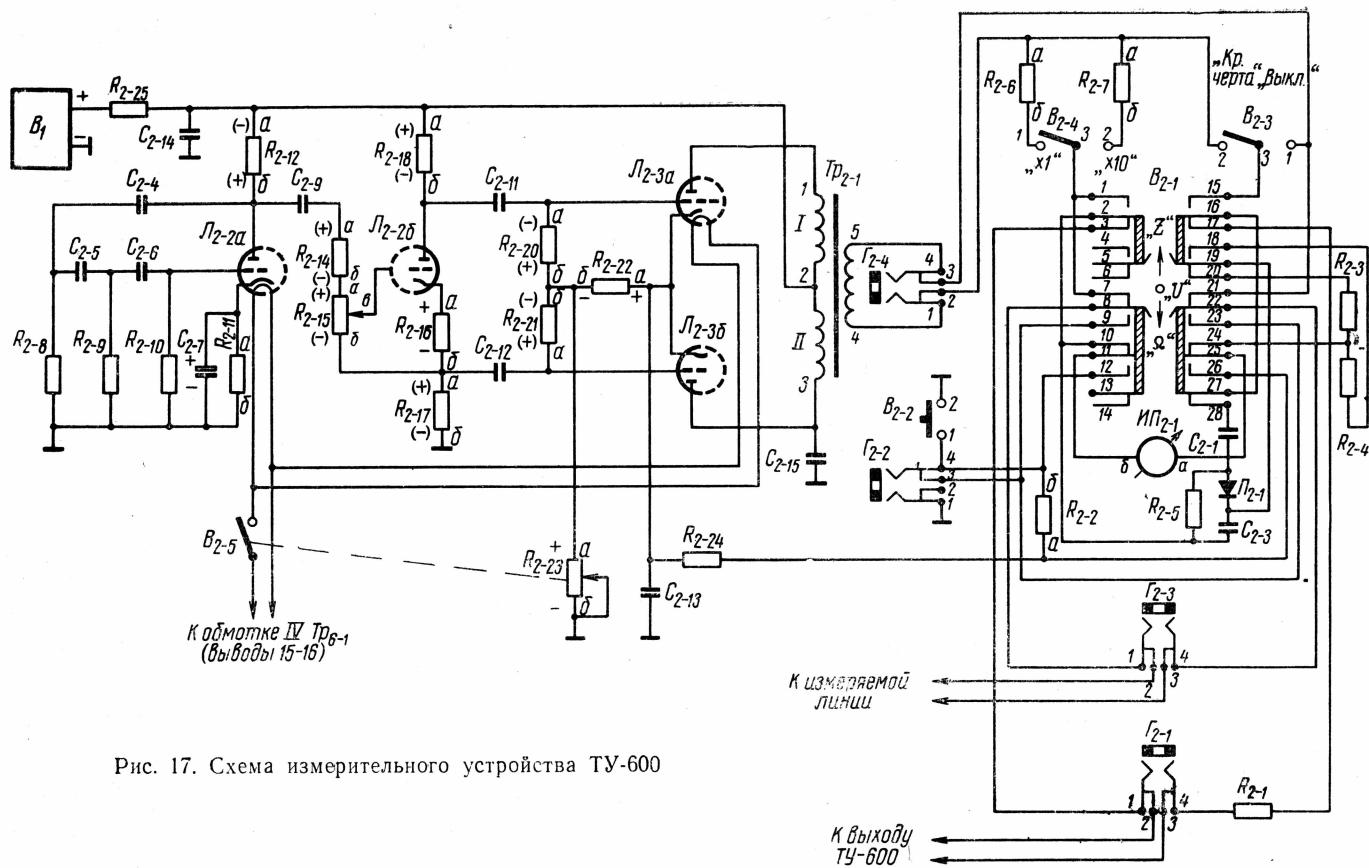


Рис. 17. Схема измерительного устройства ТУ-600

ния с резко пониженным входным сопротивлением может обладать достаточно высоким сопротивлением изоляции проводов по отношению к земле, поэтому для такой линии измерение только одного сопротивления изоляции не позволит обнаружить повреждения, связанного с понижением входного сопротивления.

Согласно правилам технической эксплуатации измерение входного сопротивления линий переменному току производится на радиотрансляционных узлах не реже одного раза в сутки.

Результаты каждого измерения входного сопротивления линий заносятся в соответствующую графу журнала измерения рядом с записью нормы входного сопротивления этой линии.

Если трансляционная линия имеет входное сопротивление, равное половине своей нормы и ниже, то такая линия может быть подключена к выходу усилителя только через последовательно включенное ограничительное сопротивление, величина которого должна быть не меньше нормального входного сопротивления данной линии. Повреждение, связанное с понижением входного сопротивления линии, срочно устраняется.

Норма входного сопротивления трансляционных линий определяется по специальным формулам. Для абонентских воздушных линий норма входного сопротивления

$$Z_{\text{вх а}} = \frac{Z_a}{N}, \text{ ом.}$$

В этой формуле  $Z_a$  — входное сопротивление одного абонентского устройства, измеренное на частоте 400 гц<sup>1)</sup>, а  $N$  — число абонентских устройств, включенных в данную линию.

Норма входного сопротивления для воздушных распределительных фидерных линий:

$$Z_{\text{вх рф}} = \frac{Z_a n^2}{N}, \text{ ом,}$$

где  $n$  — коэффициент трансформации абонентских трансформаторов, включенных в данную линию. Сравнивая формулы для подсчета  $Z_{\text{вх а}}$  и  $Z_{\text{вх рф}}$ , нетрудно убедиться в том, что при одинаковом количестве громкоговорителей, включенных в линию, норма входного сопротивления для распределительных фидерных линий в  $n^2$  раз больше, чем норма входного сопротивления для абонентских линий. Это объясняется тем, что при двухзвенном построении сети громкоговорители включаются в линию через понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации  $n$ . При таком включении каждый громкоговоритель представляет для усилителя станции нагрузку, сопротивление которой в  $n^2$  раз больше его входного.

Нормы входного сопротивления для каждой линии должны быть записаны в журнал измерения линий и уточняться не реже одного раза в год.

<sup>1)</sup> Величина  $Z_a$  принимается равной 5000 ом.

Для измерения входного сопротивления линий переменному току служит прибор, называемый зетметром, упрощенная схема которого показана на рис. 18а. Неизвестное сопротивление измеряемой линии  $Z$  включается последовательно с известным сопротивлением  $R_{\text{эт}}$  в цепь генератора звуковой частоты  $\Gamma$ , настроенного на фиксированную частоту 400 гц. В цепи генератора, нагруженного на два последовательно включенных сопротивления  $R_{\text{эт}}$  и  $Z$ , течет ток звуковой частоты:  $I = U_{\text{ген}} / (R_{\text{эт}} + Z)$ .

Ток  $I$ , протекая по сопротивлениям  $R_{\text{эт}}$  и  $Z$ , создает на сопротивлении  $R_{\text{эт}}$  падение напряжения  $U_{\text{эт}} = IR_{\text{эт}}$  и на сопротивлении  $Z$  падение напряжения  $U_Z = IZ$ .

Чтобы определить неизвестное сопротивление  $Z$ , нужно знать величины  $U_Z$  и  $I$ . Величину  $U_Z$  для каждого данного измерения можно определять путем подключения вольтметра  $V$  к клеммам измеряемой линии. Производить же замер тока  $I$  при каждом измерении входного сопротивления линии нецелесообразно, поэтому величина тока  $I$  выбирается заранее и эта величина должна оставаться одинаковой при измерении любого сопротивления  $Z$ . Но при включении в цепь зетметра линий с различным входным сопротивлением величина тока  $I$  будет меняться, даже если допустить, что  $U_{\text{ген}}$  будет постоянным. Действительно, ведь  $I = U_{\text{ген}} / (R_{\text{эт}} + Z)$ , следовательно, при изменении  $Z$  будет меняться и величина  $I$ .

Очевидно, для того, чтобы ток в цепи зетметра оставался равным заданной величине, необходимо изменение значения  $Z$  линии скомпенсировать соответствующим изменением величины напряжения  $U_{\text{ген}}$ . Установка заданной величины тока  $I$  (калибровка  $Z$  прибора) осуществляется следующим образом. Перед каждым новым измерением после того, как измеряемая линия будет включена в цепь зетметра, вольтметр  $V$  с помощью тумблера  $T_1$  подключают параллельно сопротивлению  $R_{\text{эт}}$  и замеряют величину  $U_{\text{эт}}$ . Затем потенциометром  $\bar{P}$  подбирают такое напряжение на выходе генератора, а значит, и такой ток в цепи зетметра, чтобы стрелка вольтметра отклонилась до значения, отмеченного красной чертой. Такое значение  $U_{\text{эт}}$  при постоянной величине  $R_{\text{эт}}$  будет соответствовать заданной величине тока  $I$ . Установив заданный ток, вольтметр  $V$  с помощью тумблера  $T_1$  подключают параллельно сопротивлению  $Z$  и замеряют величину  $Z$ .

Для удобства отсчета шкала вольтметра проградуирована непосредственно в омах, так как при постоянном значении тока  $I$  падение напряжения на  $Z$  будет прямо пропорциональным величине самого  $Z$ . Следовательно, вольтметр покажет значение измеряемого сопротивления  $Z$ .

Обычно зетметр имеет две шкалы: одной шкалой пользуются при измерениях малых величин, а второй — при измерении больших. Схема зетметра в обоих случаях остается одинаковой: меняется лишь величина сопротивления  $R_{\text{эт}}$ , включаемого в цепь генератора последовательно с измеряемым  $Z$ . Переключение эталонных

сопротивлений в цепи зетметра осуществляется тумблером  $T_2$  (рис. 18б).

Прежде чем рассматривать цепи коммутации зетметра ТУ-600, остановимся несколько подробнее на работе его звукового генератора (см. рис. 17).

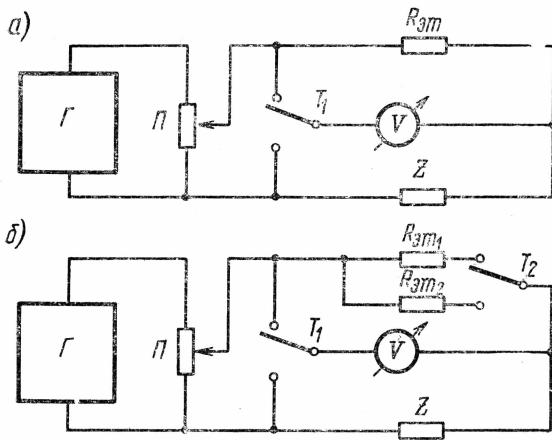


Рис. 18. Упрощенная схема зетметра

Звуковой генератор измерительного устройства ТУ-600 состоит из задающего генератора, собранного на первой половине двойного триода 6Н2П (триод  $L_{2-2a}$ ), усилителя напряжения, собранного по фазоинверсной схеме с разделенной нагрузкой на второй половине триода 6Н2П (триод  $L_{2-2b}$ ), и двухтактного усилителя мощности, собранного на двойном триоде 6Н1П ( $L_{2-3a}$  и  $L_{2-3b}$ ).

Питание накала лампы генератора получают от обмотки IV (выводы 15—16 силового трансформатора  $T_{p6-1}$  выпрямителя  $B_1$ ). Включение накала ламп генератора осуществляется тумблером  $B_{2-5}$ . Анодное напряжение на лампы генератора поступает от выпрямителя  $B_1$ .

### ЗАДАЮЩИЙ ГЕНЕРАТОР

Цепь анодного тока триода  $L_{2-2a}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{2-25}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{2-12}$  — анод, катод триода  $L_{2-2a}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{2-11}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Анодный ток триода  $L_{2-2a}$ , протекая по сопротивлению  $R_{2-11}$ , создает на нем падение напряжения: плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . Катод триода  $L_{2-2a}$ , соединенный с точкой  $a$  сопротивления  $R_{2-11}$ , получает плюс, а управляющая сетка, соединенная через сопротивление  $R_{2-10}$  и корпус с точкой  $b$  сопротивления  $R_{2-11}$ , — ми-

нус этого напряжения. Сопротивление  $R_{2-11}$  зашунтировано блокировочным конденсатором  $C_{2-7}$ .

Самовозбуждение задающего генератора осуществляется с помощью фазирующего четырехполюсника, который состоит из сопротивлений  $R_{2-8}$ ,  $R_{2-9}$ ,  $R_{2-10}$  и конденсаторов  $C_{2-4}$ ,  $C_{2-5}$ ,  $C_{2-6}$ .

Четырехполюсник, включенный в цепь управляющей сетки триода  $L_{2-2a}$ , является элементом обратной связи между анодной и се-точной цепями этого триода. Элементы четырехполюсника выбраны с расчетом получения на выходе задающего генератора звукового напряжения частотой 400 гц.

Выходное напряжение задающего генератора, получаемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{2-12}$ , подается на делитель напряжения, состоящий из сопротивлений  $R_{2-14}$ ,  $R_{2-15}$  и  $R_{2-17}$ .

Если предположить, что в рассматриваемый полупериод звуковое напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_{2-12}$ , имеет плюс в точке *б* и минус в точке *а*, то ток в цепи делителя потечет по направлению:

плюс источника (точка *б* сопротивления  $R_{2-12}$ ) — разделятельный конденсатор  $C_{2-9}$  — сопротивления  $R_{2-14}$ ,  $R_{2-15}$  и  $R_{2-17}$  — корпус — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{2-14}$  — минус источника (точка *а* сопротивления  $R_{2-12}$ ).

Ток звуковой частоты, протекающий в цепи делителя, создает на его сопротивлениях падения напряжения, которые в рассматриваемый полупериод будут иметь плюс в точках *а* и минус в точках *б*. Падение напряжения, выделяемое на сопротивлении  $R_{2-15}$ , подается на вход триода  $L_{2-2b}$ . Сопротивление  $R_{2-15}$  — переменное, и с его помощью можно регулировать величину входного напряжения триода  $L_{2-2b}$ . Максимальная величина этого напряжения получится в случае, если движок сопротивления  $R_{2-15}$  будет установлен в крайнее (верхнее по рис. 17) положение и соответственно движок будет соединен с точкой *а* сопротивления  $R_{2-15}$ .

На рис. 17 движок сопротивления  $R_{2-15}$ , установленный в одно из промежуточных положений, соединен с точкой *в* этого сопротивления и соответственно на вход триода  $L_{2-2b}$  подается напряжение, выделяемое на участке *в*—*б* сопротивления  $R_{2-15}$ .

Очевидно, что управляющая сетка триода  $L_{2-2b}$ , соединенная через движок с точкой *в* сопротивления  $R_{2-15}$ , получит в рассматриваемый полупериод плюс, а его катод, соединенный через сопротивление  $R_{2-16}$  с точкой *б* сопротивления  $R_{2-15}$ , — минус входного напряжения.

## УСИЛИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ

Цепь анодного тока триода  $L_{2-2b}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{2-25}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{2-18}$  — анод, катод триода  $L_{2-2b}$  — сопротивление автоматического

смещения  $R_{2-16}$  — сопротивление анодной нагрузки  $R_{2-17}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Анодный ток триода  $L_{2-26}$ , протекая по сопротивлению  $R_{2-16}$ , создает на нем падение напряжения: плюс в точке  $a$  и минус в точке  $b$ . Катод триода  $L_{2-26}$ , соединенный с точкой  $a$  сопротивления  $R_{2-16}$ , получает плюс, а его управляющая сетка, соединенная через сопротивление  $R_{2-15}$  с точкой  $b$  сопротивления  $R_{2-16}$  — минус этого напряжения.

Как это видно из схемы, в анодную цепь триода  $L_{2-26}$  включено два сопротивления анодной нагрузки: сопротивление  $R_{2-18}$  и сопротивление  $R_{2-17}$ . Эти сопротивления имеют одинаковые величины, но включены в различные участки анодной цепи триода  $L_{2-26}$ : сопротивление  $R_{2-18}$  включено между анодом триода и плюсом источника анодного напряжения, а сопротивление  $R_{2-17}$  — между катодом триода и минусом источника анодного напряжения. Такое включение сопротивлений анодных нагрузок позволяет подавать на управляющие сетки лампы последующего двухтактного усилителя входные напряжения, сдвинутые по фазе на  $180^\circ$ .

В самом деле, если придерживаться принятого выше условия, что управляющая сетка триода  $L_{2-26}$  получила в рассматриваемый полупериод входное напряжение со знаком плюс относительно катода (см. стр. 60), то, очевидно, что переменная составляющая анодного тока триода  $L_{2-26}$  будет иметь в этот полупериод то же направление, что и его постоянная составляющая, и соответственно переменные напряжения, выделяемые на сопротивлениях  $R_{2-18}$  и  $R_{2-17}$ , будут иметь плюс в точках  $a$  и минус в точках  $b$ .

Переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки  $R_{2-18}$ , окажется приложенным к сопротивлению утечки сетки  $R_{2-20}$  триода  $L_{2-3a}$ , а переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_{2-17}$ , — к сопротивлению утечки сетки  $R_{2-21}$  триода  $L_{2-3b}$ .

Ток в цепи сопротивления утечки сетки  $R_{2-20}$  потечет в рассматриваемый полупериод по направлению:

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{2-18}$ ) — конденсатор развязывающего фильтра  $C_{2-14}$  — корпус — переменное сопротивление  $R_{2-23}$  — сопротивление  $R_{2-20}$  — разделительный конденсатор  $C_{2-11}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{2-18}$ ).

В этот же полупериод ток в цепи сопротивления утечки сетки  $R_{2-21}$  потечет по направлению:

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{2-17}$ ) — разделительный конденсатор  $C_{2-12}$  — сопротивление  $R_{2-21}$  — сопротивление  $R_{2-23}$  — корпус — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{2-17}$ ).

В соответствии с направлением тока звуковой частоты, протекающего по сопротивлениям  $R_{2-20}$  и  $R_{2-21}$ , падение напряжения, создаваемое в рассматриваемый полупериод на сопротивлении  $R_{2-20}$ ,

будет иметь знаки: плюс в точке *б* и минус в точке *а*, а на сопротивлении  $R_{2-21}$  — плюс в точке *а* и минус в точке *б*.

Соответственно управляющая сетка триода  $L_{2-3a}$ , соединенная с точкой *а* сопротивления  $R_{2-20}$ , получит минус, а его катод, соединенный через сопротивление автоматического смещения  $R_{2-22}$  с точкой *б* сопротивления  $R_{2-20}$ , — плюс входного напряжения.

В этот же полупериод управляющая сетка триода  $L_{2-3b}$ , соединенная с точкой *а* сопротивления  $R_{2-21}$ , получит плюс, а его катод, соединенный через сопротивление  $R_{2-22}$  с точкой *б* сопротивления  $R_{2-21}$ , — минус входного напряжения.

Таким образом, переменные напряжения, подаваемые на сетки лампы двухтактного усилителя, будут сдвинуты по фазе на  $180^\circ$ . По своей абсолютной величине эти напряжения будут равны друг другу, поскольку по сопротивлениям  $R_{2-18}$  и  $R_{2-17}$  протекает один и тот же ток, а сами сопротивления  $R_{2-18}$  и  $R_{2-17}$  равны по величине.

### ОКОНЕЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Цепь анодного тока триода  $L_{2-3a}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление развязывающего фильтра  $R_{2-25}$  — I половина (выводы 2—1) первичной обмотки выходного трансформатора  $Tp_{2-1}$  — анод, катод триода  $L_{2-3a}$  — сопротивление автоматического смещения  $R_{2-22}$  — переменное сопротивление  $R_{2-23}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Цепь анодного тока триода  $L_{2-3b}$ :

плюс выпрямителя  $B_1$  — сопротивление  $R_{2-25}$  — II половина (выводы 2—3) первичной обмотки выходного трансформатора  $Tp_{2-1}$  — анод, катод триода  $L_{2-3b}$  — сопротивление  $R_{2-22}$  — переменное сопротивление  $R_{2-23}$  — корпус — минус выпрямителя  $B_1$ .

Анодные токи триодов  $L_{2-3a}$  и  $L_{2-3b}$ , протекая по сопротивлениям  $R_{2-22}$  и  $R_{2-23}$ , создают на них падения напряжения: плюс в точках *а* и минус в точках *б*.

Напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_{2-22}$ , является напряжением отрицательного смещения для обоих триодов лампы  $L_{2-3}$ . Катоды этих триодов, соединенные с точкой *а* сопротивления  $R_{2-22}$ , получают плюс, а их управляющие сетки, — минус напряжения, выделяемого на сопротивлении  $R_{2-22}$ , поскольку управляющая сетка триода  $L_{2-3a}$  соединена с точкой *б* сопротивления  $R_{2-22}$  через сопротивление утечки  $R_{2-20}$ , а управляющая сетка триода  $L_{2-3b}$  соединена с точкой *б* сопротивления  $R_{2-22}$  через сопротивление утечки  $R_{2-21}$ .

Суммарное падение напряжения, создаваемое токами триодов  $L_{2-3a}$  и  $L_{2-3b}$  на сопротивлениях  $R_{2-22}$  и  $R_{2-23}$ , является источником питания омметра. Плюс этого напряжения (точка *а* сопротивления  $R_{2-22}$ ) подается через сопротивление  $R_{2-24}$  в схему омметра (см. на стр. 67), а минус (точка *б* сопротивления  $R_{2-23}$ ) — соединен

нен с корпусом. Переменным сопротивлением  $R_{2-23}$  можно регулировать величину напряжения, питающего цепи омметра.

Выходное напряжение звукового генератора со вторичной обмотки трансформатора  $T_{p2-1}$  (выводы 4—5) поступает через контакты 1—2 и 3—4 гнезда  $\Gamma_{2-4}$  (3в. генератор) в цепь зетметра.

### ЦЕПИ ЗЕТМЕТРА

При измерении входного сопротивления линии переменному току ключ  $B_{2-1}$  устанавливается в положение  $Z$ . При этом:

- 1) контакт 2 ключа  $B_{2-1}$  замкнется с контактом 1; 5 с 4; 16 с 15; 19 с 18;
- 2) контакт 7 останется замкнутым с контактом 8; 10 с 11; 13 с 14; 21 с 22; 24 с 25; 27 с 28;
- 3) контакты 3, 6, 9, 12, 17, 20, 23 и 26 останутся в изоляции.

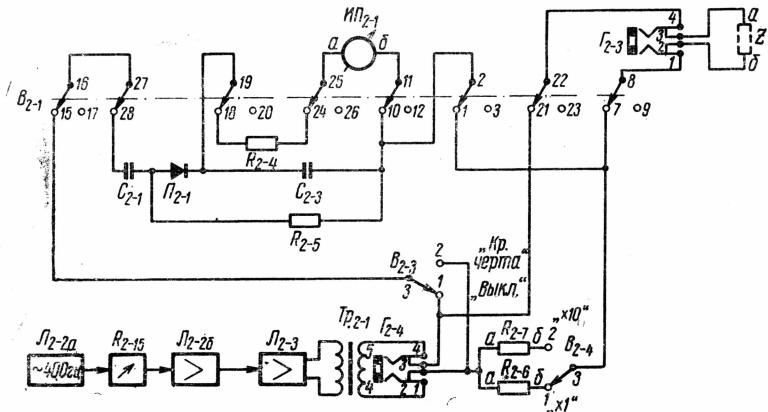


Рис. 19. Цепи зетметра ТУ-600

В результате измеряемая линия (рис. 19) окажется подключенной последовательно с одним из эталонных сопротивлений  $R_{2-6}$  или  $R_{2-7}$  к выходу генератора.

Цель:

выход звукового генератора (вывод 4 вторичной обмотки трансформатора  $T_{p2-1}$ ) — контакты 1—2 гнезда  $\Gamma_{2-4}$ , замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — эталонное сопротивление  $R_{2-6}^1$  (или  $R_{2-7}^2$ ) — контакты 1—3<sup>1</sup> (или 2—3<sup>2</sup>) тумблера  $B_{2-4}$  — контакты 7—8 ключа  $B_{2-1}$  — контакты 1—2 гнезда  $\Gamma_{2-3}$ , замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — измеряемое сопротивление  $Z$  — контакты 3—4 гнезда  $\Gamma_{2-3}$ , замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — контакты

<sup>1)</sup> Тумблер  $B_{2-4}$  находится в положении «Х1».

<sup>2)</sup> Тумблер  $B_{2-4}$  находится в положении «Х10».

22—21 ключа  $B_{2-1}$  — контакты 3—4 гнезда  $\Gamma_{2-4}$ , замкнутые если штепсель не включен в гнездо — выход звукового генератора (вывод 5 вторичной обмотки трансформатора  $T_{p2-1}$ ).

Ток звуковой частоты, протекающий в этой цепи, создает на эталонном сопротивлении  $R_{2-6}$  (или  $R_{2-7}$ ) и измеряемом сопротивлении  $Z$  падение напряжения, замерить которые можно с помощью прибора  $ИП_{2-1}$ . Прибор  $ИП_{2-1}$  является прибором постоянного тока, поэтому в схему зетметра он включается через выпрямитель — диод  $P_{2-1}$ . Подключение прибора  $ИП_{2-1}$  к эталонному сопротивлению или к измеряемому  $Z$  осуществляется тумблером  $B_{2-3}$ . Если тумблер  $B_{2-3}$  установлен в положение *Красная черта* и соответственно замкнуты его контакты 2—3, то прибор  $ИП_{2-1}$  оказывается подключенным к эталонному сопротивлению  $R_{2-6}$  или  $R_{2-7}$  и измеряет падение напряжения, создаваемое током звукового генератора на одном из этих сопротивлений.

Если предположить, что в рассматриваемый полупериод переменное напряжение, выделяемое на сопротивлении  $R_{2-6}$  (или  $R_{2-7}$ ), имеет плюс в точке *а* и минус в точке *б*, то получаем следующую цепь:

плюс источника (точка *а* сопротивления  $R_{2-6}$  или  $R_{2-7}$ ) — контакты 2—3 тумблера  $B_{2-3}$ , замкнутые, когда тумблер установлен в положение *Красная черта* — контакты 15—16 и 27—28 ключа  $B_{2-1}$  — конденсатор  $C_{2-1}$  — диод  $P_{2-1}$  — контакты 19—18 ключа  $B_{2-1}$  — сопротивление  $R_{2-4}$  — контакты 24—25 ключа  $B_{2-1}$  — прибор  $ИП_{2-1}$  — контакты 11—10 и 2—1 ключа  $B_{2-1}$  — контакты 3—1 (или 3—2) тумблера  $B_{2-4}$  — минус источника (точка *б* сопротивления  $R_{2-6}$  или  $R_{2-7}$ ).

При переводе тумблера  $B_{2-3}$  в положение *Красная черта* производится калибровка шкалы зетметра, т. е. устанавливается заданная величина тока в цепи зетметра.

Движком переменного сопротивления  $R_{2-15}$  подбирают такую величину напряжения, подаваемого на вход триода  $\mathcal{L}_{2-26}$ , а значит, и такую величину выходного напряжения генератора, чтобы стрелка прибора  $ИП_{2-1}$  установилась на деление, отмеченное красной чертой. Такое показание прибора  $ИП_{2-1}$  и будет соответствовать заданной величине тока зетметра.

После того как калибровка шкалы зетметра будет закончена, тумблер  $B_{2-3}$  переводят в положение *Выключено*. При этом прибор  $ИП_{2-1}$  подключается к измеряемому сопротивлению  $Z$  и покажет его значение.

Если предположить, что в рассматриваемый полупериод переменное напряжение, выделяемое током звуковой частоты генератора на измеряемом сопротивлении  $Z$ , имеет плюс в точке *а* и минус в точке *б*, то получаем следующую цепь:

плюс источника (точка *а* сопротивления  $Z$ ) — контакты 3—4 гнезда  $\Gamma_{2-3}$ , замкнутые, когда штепсель не включен в гнездо — контакты 22—21 ключа  $B_{2-1}$  — контакты 1—3 тумблера  $B_{2-3}$ , замкнутые, когда тумблер находится в положении

**Выключено** — контакты 15—16 и 27—28 ключа  $B_{2-1}$  — конденсатор  $C_{2-1}$  — диод  $P_{2-1}$  — контакты 19—18 ключа  $B_{2-1}$  — сопротивление  $R_{2-4}$  — контакты 24—25 ключа  $B_{2-1}$  — прибор  $ИП_{2-1}$  — контакты 11—10, 2—1 и 7—8 ключа  $B_{2-1}$  — контакты 1—2 гнезда  $\Gamma_{2-3}$ , замкнутые, если штекель не включен в гнездо — минус источника (точка б сопротивления  $Z$ ).

Для сглаживания пульсаций выпрямляемого напряжения параллельно прибору  $ИП_{2-1}$  подключен конденсатор  $C_{2-3}$ .

**Цепь:**

вывод *а* прибора  $ИП_{2-1}$  — контакты 25—24 ключа  $B_{2-1}$  — сопротивление  $R_{2-4}$  — контакты 18—19 ключа  $B_{2-1}$  — конденсатор  $C_{2-3}$  — контакты 10—11 ключа  $B_{2-1}$  — вывод *б* прибора  $ИП_{2-1}$ .

При измерениях  $Z$  любых внешних цепей порядок измерений остается таким же, как и при измерении  $Z$  трансляционных линий, с той лишь разницей, что в этом случае измеряемая цепь включается с помощью шнуровой пары, заканчивающейся штекелем в гнезде  $\Gamma_{2-3}$ .

При включении штекеля в гнездо  $\Gamma_{2-3}$  трансляционная линия за счет размыкания контактов 1—2 и 3—4 отключается от зетметра, а к его входу подключается измеряемая внешняя цепь.

Отсчет показаний при измерениях входного сопротивления линий или полного сопротивления внешних цепей осуществляется по шкале « $Z$ » прибора  $ИП_{2-1}$ : шкала « $300\Omega$ » — при положении « $X1$ » или « $3000\Omega$ » — при положении « $X10$ » тумблера  $B_{2-4}$ .

### 4.3. Измерение изоляции проводов трансляционных линий по отношению к земле

#### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

Согласно правилам технической эксплуатации измерение изоляции проводов трансляционных линий по отношению к земле производится так же, как и измерение входного сопротивления линий, не реже одного раза в сутки.

Результаты каждого измерения сопротивления изоляции проводов линии заносятся в соответствующую графу журнала измерений рядом с записью нормы сопротивления изоляции проводов этой линии.

Норма сопротивления изоляции любого из проводов по отношению к земле для абонентской линии  $R_{из}=500\,000/(N+l_a)$ , где  $N$  — число включенных в данную линию абонентских устройств;  $l_a$  — длина абонентской линии, км. В числителе формулы число 500 000 является средней, практически установленной величиной сопротивления изоляции одного абонентского устройства по отношению к земле. Так как громкоговорители включены в линию параллельно, то очевидно, что общая величина сопротивления изоляции проводов линии по отношению к земле будет тем меньше,

чем большее количество громкоговорителей включено в линию.

Величина сопротивления изоляции проводов по отношению к земле зависит также и от протяженности линии. Чем длиннее линия, тем больше путей для утечки в землю имеет ток, протекающий по ее проводам, и соответственно тем меньше будет общая величина сопротивления изоляции проводов данной линии по отношению к земле. Поэтому при исчислении норм изоляции проводов для абонентских линий число 500 000 делится на сумму чисел  $N + l_a$ .

Для воздушной фидерной линии формула нормального сопротивления изоляции несколько изменяется:  $R_{из} = 1\ 000\ 000/(kM + l)$ , где  $M$  — число включенных в линию линейных трансформаторов;  $l$  — суммарная длина линии и отводов, подключенных к ней непосредственно;  $k$  — коэффициент, равный 1 для линий с напряжением до 360 в и 0,2 для линий с напряжением выше 360 в.

В числителе приведенной формулы число 1 000 000 является нормой изоляции для одного линейного трансформатора при напряжении на его повышающей обмотке 100 в. При подсчете нормы изоляции для фидерной линии, в отличие от абонентской, учитывается не количество громкоговорителей, а число трансформаторов, включенных в данную линию, так как к ее проводам непосредственно подключаются не громкоговорители, а первичные обмотки линейных трансформаторов. Чем больше трансформаторов включено в данную сеть и чем больше протяженность фидерной линии, тем меньше по сравнению с числом 1 000 000 будет общее сопротивление изоляции ее проводов по отношению к земле.

Норма изоляции фидерной линии зависит также и от величины напряжения звуковой частоты, подаваемого в линию с выхода усилителя станции. Чем выше напряжение, подаваемое в линию, тем больше будет ток утечки, следовательно, тем большее сопротивление изоляции по отношению к земле должна иметь такая линия.

Поэтому в знаменатель формулы сопротивления изоляции проводов фидерной линии вводится коэффициент  $k$ . С увеличением напряжения, подаваемого в линию, коэффициент  $k$  уменьшается и, следовательно, уменьшается величина всего знаменателя дроби, а норма сопротивления изоляции линии соответственно увеличивается.

Нормы сопротивления изоляции проводов трансляционных линий, так же, как и нормы их входного сопротивления, должны уточняться не реже одного раза в год.

#### ЦЕПИ ОММЕТРА ТУ-600

Для измерения сопротивления изоляции проводов трансляционных линий по отношению к земле пользуются прибором, который называется омметром.

Источником питания омметра измерительного устройства ТУ-600 служит падение напряжения, выделяемое токами лампы двухтактного усилителя звукового генератора на сопротивлениях  $R_{2-22}$  и

$R_{2-23}$  (см. стр. 62). Плюс этого напряжения (точка  $a$  сопротивления  $R_{2-22}$ ) поступает через сопротивление  $R_{2-24}$  в схему омметра, а минус (точка  $b$  сопротивления  $R_{2-23}$ ) соединен с корпусом (рис. 17).

Для того чтобы измерительное устройство ТУ-600 работало как омметр, необходимо ключ  $B_{2-1}$  перевести в положение « $\Omega$ ». При этом:

- 1) контакт 8 ключа  $B_{2-1}$  замкнется с контактом 9, 11 с 12; 22 с 23; 25 с 26;
- 2) контакт 2 останется замкнутым с контактом 3; 5 с 6; 16 с 17; 19 с 20;
- 3) контакт 13 отключится от контакта 14; 27 от 28;
- 4) контакты 1, 4, 7, 10, 13, 14, 15, 18, 21, 24, 27, 28 останутся в изоляции.

В результате провода измеряемой линии через контакты 8—9 и 22—23 ключа  $B_{2-1}$  подключаются в цепь омметра.

Если сопротивление изоляции проводов измеряемой линии мало и соответственно имеется утечка тока на землю, то создается цепь (рис. 20):

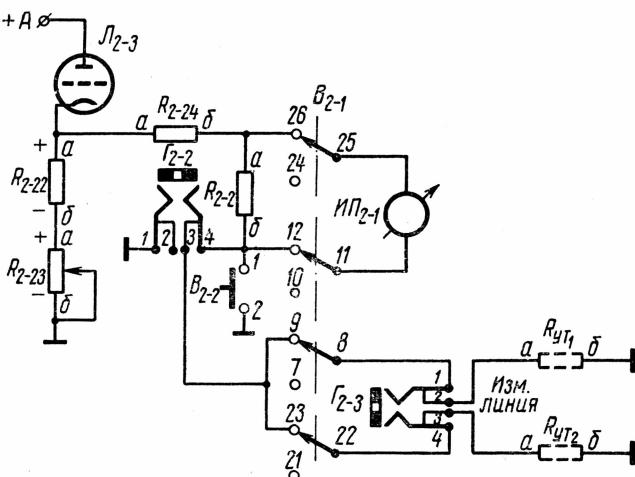


Рис. 20. Цепи омметра ТУ-600

плюс источника питания омметра (точка  $a$  сопротивления  $R_{2-22}$ ) — гасящее сопротивление  $R_{2-24}$  — эталонное сопротивление  $R_{2-2}$  — контакты 4—3 гнезда  $\Gamma_{2-2}$  (Омметр), замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — контакты 9—8 и 23—22 ключа  $B_{2-1}$  — контакты 1—2 и 4—3 гнезда  $\Gamma_{2-3}$  (Зетметр), замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — провода измеряемой линии — сопротивление утечки проводов линии  $R_{yt}$  — земля — корпус — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{2-23}$ ).

Очевидно, что источник питания омметра оказывается в этом

случае нагруженным на делитель напряжения, состоящий из двух последовательно соединенных сопротивлений: эталонного сопротивления  $R_{2-2}$  и сопротивления изоляции проводов линии  $R_{\text{ут}}$  (омическим сопротивлением проводов линии  $R$  ввиду его малости можно пренебречь). Ток, проходящий в цепи этого делителя, создает на каждом сопротивлении, включенном в его цепь, падения напряжения: плюс в точках  $a$  и минус в точках  $b$ .

Падение напряжения выделяемое на эталонном сопротивлении  $R_{2-2}$ , окажется приложенным к зажимам прибора  $ИП_{2-1}$  по цепи: плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{2-2}$ ) — контакты 26—25 ключа  $B_{2-1}$  — прибор  $ИП_{2-1}$  — контакты 11—12 ключа  $B_{2-1}$  — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{2-2}$ ).

Стрелка прибора  $ИП_{2-1}$ , через рамку которого при этом потечет ток, отклонится на некоторый угол. Измеряя падение напряжения на эталонном сопротивлении  $R_{2-2}$ , прибор  $ИП_{2-1}$  фактически будет показывать значение  $R_{\text{ут}}$  проводов линии, поскольку величина падения напряжения на сопротивлении  $R_{2-2}$  находится в прямой зависимости от величины  $R_{\text{ут}}$ .

Действительно, напряжение источника питания омметра приложено через сопротивление  $R_{2-24}$  к делителю, состоящему из сопротивлений  $R_{2-2}$  и  $R_{\text{ут}}$ . Следовательно, это напряжение распределяется между сопротивлениями  $R_{2-24}$ ,  $R_{2-2}$  и  $R_{\text{ут}}$  пропорционально величинам этих сопротивлений.

Очевидно, что падение напряжения на сопротивлении  $R_{2-2}$  будет равно разности между полным напряжением источника питания омметра и падением напряжения на сопротивлениях  $R_{2-24}$  и  $R_{\text{ут}}$ . Полагая величины напряжения источника питания омметра, эталонного сопротивления  $R_{2-2}$  и гасящего сопротивления  $R_{2-24}$  неизменными, можно считать, что падение напряжения на  $R_{2-2}$  зависит только от величины  $R_{\text{ут}}$ . Чем большую утечку на землю будут иметь провода измеряемой линии и, следовательно, чем меньше будет значение  $R_{\text{ут}}$  и величина падения напряжения на нем, тем больше будет величина падения напряжения на эталонном сопротивлении  $R_{2-2}$  и тем на больший угол отклонится стрелка прибора  $ИП_{2-1}$ , измеряющего это напряжение.

При  $R_{\text{ут}}=0$  величина падения напряжения на  $R_{2-2}$  становится наибольшей. Стрелка прибора  $ИП_{2-1}$  отклоняется на максимальный угол, что будет соответствовать нулевому значению измеряемого сопротивления.

Поскольку напряжение источника питания омметра может изменяться, то перед измерением следует проверить режим питания омметра. Для этого на короткое время нажимают кнопку  $B_{2-2}$ , благодаря чему вывод  $b$  эталонного сопротивления  $R_{2-2}$  через контакты 1—2 кнопки  $B_{2-2}$  соединится с корпусом, что будет равнозначно включению в цепь омметра линии, сопротивление изоляции проводов которой равно нулю.

Цепь:

плюс источника (точка  $a$  сопротивления  $R_{2-22}$ ) — сопротив-

ление  $R_{2-24}$  — эталонное сопротивление  $R_{2-2}$  — контакты 1—2 кнопки  $B_{2-2}$  — корпус — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{2-23}$ ).

Затем, не отжимая кнопки  $B_{2-2}$ , подбирают с помощью движка переменного сопротивления  $R_{2-23}$  такую величину напряжения, питающего омметр, чтобы стрелка прибора отклонилась на максимальный угол, соответствующий делению «0» по шкале « $\kappa\Omega$ ». После этого кнопку  $B_{2-2}$  отжимают и производят отсчет показаний прибора  $ИП_{2-1}$  по шкале « $\kappa\Omega$ ». Поскольку при нажатии кнопки  $B_{2-2}$  (что было равносильно включению в цепь омметра сопротивления  $R_{ут}=0$ ) стрелка прибора  $ИП_{2-1}$  отклонилась на максимальный угол, то очевидно, что с увеличением значения  $R_{ут}$  стрелка прибора будет отклоняться на угол, тем меньший, чем большей будет величина  $R_{ут}$ .

Омметром измерительного устройства ТУ-600 можно измерять и омическое сопротивление любых внешних цепей при условии, что измеряемое сопротивление изолировано от земли. Для этого измеряемое внешнее сопротивление включают через шнуровую пару, заканчивающуюся штепселем, в гнездо  $\Gamma_{2-2}$ . При этом контакты 1—2 и 3—4 гнезда  $\Gamma_{2-2}$  размыкаются и трансляционная линия (если она была скоммутирована на измерение) отключается от омметра, а на его вход через контакты 1 и 4 гнезда  $\Gamma_{2-2}$  подключается измеряемое сопротивление  $R$ .

Цепь:

плюс источника питания омметра (точка  $a$  сопротивления  $R_{2-22}$ ) — сопротивление  $R_{2-24}$  — эталонное сопротивление  $R_{2-2}$  — контакт 4 гнезда  $\Gamma_{2-2}$  — измеряемое сопротивление  $R$  — контакт 1 гнезда  $\Gamma_{2-2}$  — корпус — минус источника (точка  $b$  сопротивления  $R_{2-23}$ ).

Если в процессе эксплуатации появится необходимость измерить омическое сопротивление внешней цепи, один из выводов которой соединен с корпусом, то поступают так: шнуровую пару подключают к измеряемому сопротивлению с таким расчетом, чтобы при включении штепселя в гнездо  $\Gamma_{2-2}$  заземленный вывод внешней цепи оказался скоммутирован с контактом 1, а незаземленный — с контактом 4 гнезда  $\Gamma_{2-2}$ , после чего приступают к измерениям в обычном порядке.

Отсчет показаний прибора  $ИП_{2-1}$  как при измерении сопротивления изоляции проводов трансляционных линий по отношению к земле, так и при измерении омического сопротивления внешних цепей, производится по шкале « $\kappa\Omega$ » прибора  $ИП_{2-1}$ .

#### 4.4. Измерение уровня выходного напряжения усилителя ТУ-600

Прибором  $ИП_{2-1}$  можно измерять выходное напряжение оконечного усилителя ТУ-600, а также напряжение звуковой частоты любых внешних источников до 150 в. Поскольку в этом случае из-

меряются переменные напряжения, то прибор  $ИП_{2-1}$  так же, как и при измерении входного сопротивления линий, подключается к измеряемому напряжению через выпрямитель — диод  $П_{2-1}$ .

При измерениях уровня выходного напряжения ТУ-600, а равно и напряжения внешних источников, ключ  $B_{2-1}$  устанавливается в среднее положение (положение « $V$ »).

При этом (см. рис. 17) контакт 2 ключа  $B_{2-1}$  замкнут с контактом 3; 5 с 6; 7 с 8; 10 с 11; 13 с 14; 16 с 17; 19 с 20; 21 с 22; 24 с 25 и 27 с 28. Остальные контакты ключа  $B_{2-1}$  остаются в изоляции.

Если предположить, что переменное напряжение, выделяемое на вторичной обмотке выходного трансформатора  $Tr_{3-1}$ , имеет в рассматриваемый полупериод плюс на выводе 9 и минус на выводе 8, то получим цепь (рис. 21):

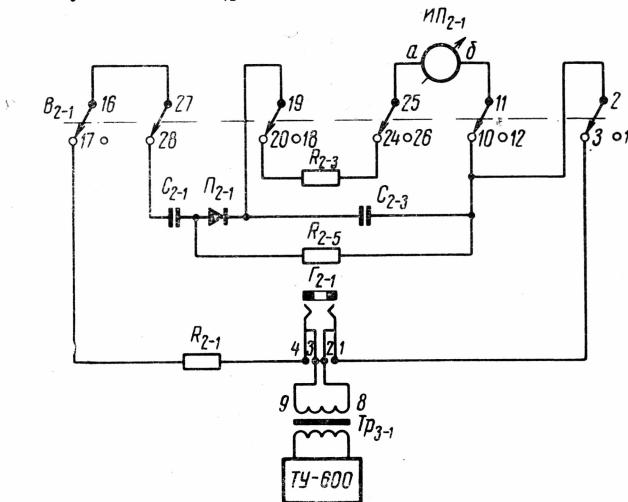


Рис. 21. Цепи импульсметра ТУ-600

плюс источника (вывод 9 вторичной обмотки трансформатора  $Tr_{3-1}$ ) — контакты 3—4 гнезда  $Г_{2-1}$ , замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — сопротивление  $R_{2-1}$  — контакты 17—16 и 27—28 ключа  $B_{2-1}$  — конденсатор  $C_{2-1}$  — диод  $П_{2-1}$  — контакты 19—20 ключа  $B_{2-1}$  — сопротивление  $R_{2-3}$  — контакты 24—25 ключа  $B_{2-1}$  — прибор  $ИП_{2-1}$  — контакты 11—10 и 2—3 ключа  $B_{2-1}$  — контакты 1—2 гнезда  $Г_{2-1}$ , замкнутые, если штепсель не включен в гнездо — минус источника (вывод 8 вторичной обмотки трансформатора  $Tr_{3-1}$ ).

Для сглаживания пульсаций выпрямляемого напряжения к прибору  $ИП_{2-1}$  подключен конденсатор  $C_{2-3}$ .

Цепь:

вывод  $a$  прибора  $ИП_{2-1}$  — контакты 25—24 ключа  $B_{2-1}$  — сопротивление  $R_{2-3}$  — контакты 20—19 ключа  $B_{2-1}$  — кон-

денсатор  $C_{2-3}$  — контакты 10—11 ключа  $B_{2-1}$  — вывод б прибора  $ИП_{2-1}$ .

При измерении уровня внешних источников измеряемое напряжение через шнуровую пару, заканчивающуюся штепслем, подается в гнездо  $\Gamma_{2-1}$ . При этом контакты 1—2 и 3—4 гнезда  $\Gamma_{2-1}$  размыкаются и отключают от схемы импульсметра вторичную обмотку выходного трансформатора  $Tp_{3-1}$ . Одновременно к прибору  $ИП_{2-1}$  через контакты 1 и 4 гнезда  $\Gamma_{2-1}$  подключается внешний источник, напряжение которого требуется измерить.

Отсчет показаний прибора как при измерениях выходного уровня усилителя ТУ-600, так и при измерениях напряжения внешних источников производится по шкале « $V$ » прибора  $ИП_{2-1}$ .

## Г л а в а 5

### ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ ТУ-600

#### 5.1. Общие данные

Усилитель ТУ-600 питается от сети однофазного переменного тока напряжением 220 в. К усилителю может быть подключено напряжение сети от основного или резервного силового ввода. Для этого на силовой панели шкафа, в которой размещен усилитель ТУ-600, смонтировано два рубильника сети: рубильник  $B_{3-5}$  (*Сеть*), к которому подключен основной силовой ввод, и рубильник  $B_{3-4}$  (*Рез. сеть*), к которому подключен резервный силовой ввод (рис. 22).

Рубильники  $B_{3-4}$  и  $B_{3-5}$  снабжены механической блокировкой, которая исключает возможность одновременного включения их в рабочее положение, что предохраняет электросети от короткого замыкания при включении обоих рубильников.

Напряжение питающей сети подключается к рубильникам  $B_{3-4}$  и  $B_{3-5}$  через контакты блокировок: к рубильнику  $B_{3-4}$  — через контакты 1—2 блокировок  $Бл_3$  и  $Бл_4$ , а к рубильнику  $B_{3-5}$  — через контакты 1—2 блокировок  $Бл_1$  и  $Бл_2$ . Включение блокировок в силовые цепи обеспечивает отключение основной и резервной сети от усилителя при открывании дверцы шкафа ТУ-600<sup>1</sup>).

При включении в рабочее положение одного из рубильников сети ( $B_{3-4}$  или  $B_{3-5}$ ) напряжение питающей сети поступает через предохранители  $Пр_{3-8}$  и  $Пр_{3-9}$  на вход автотрансформатора  $Tp_{3-2}$ .

<sup>1</sup>) Одновременно при открывании дверцы шкафа происходит разряд конденсатора  $C_{7-1}$  выпрямителя  $B_3$  и отключение нагрузки от выходного трансформатора  $Tp_{3-1}$ .

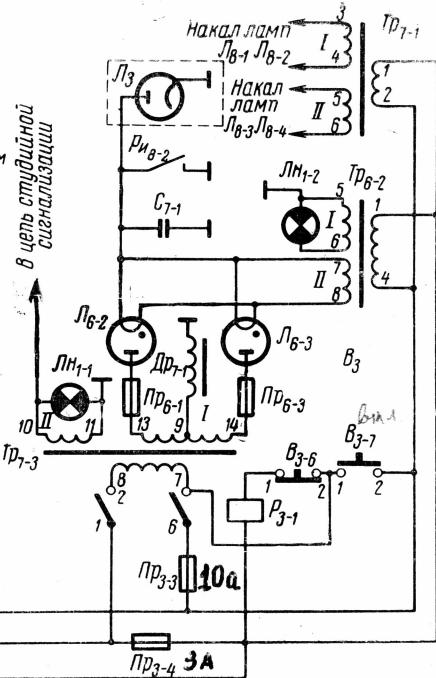
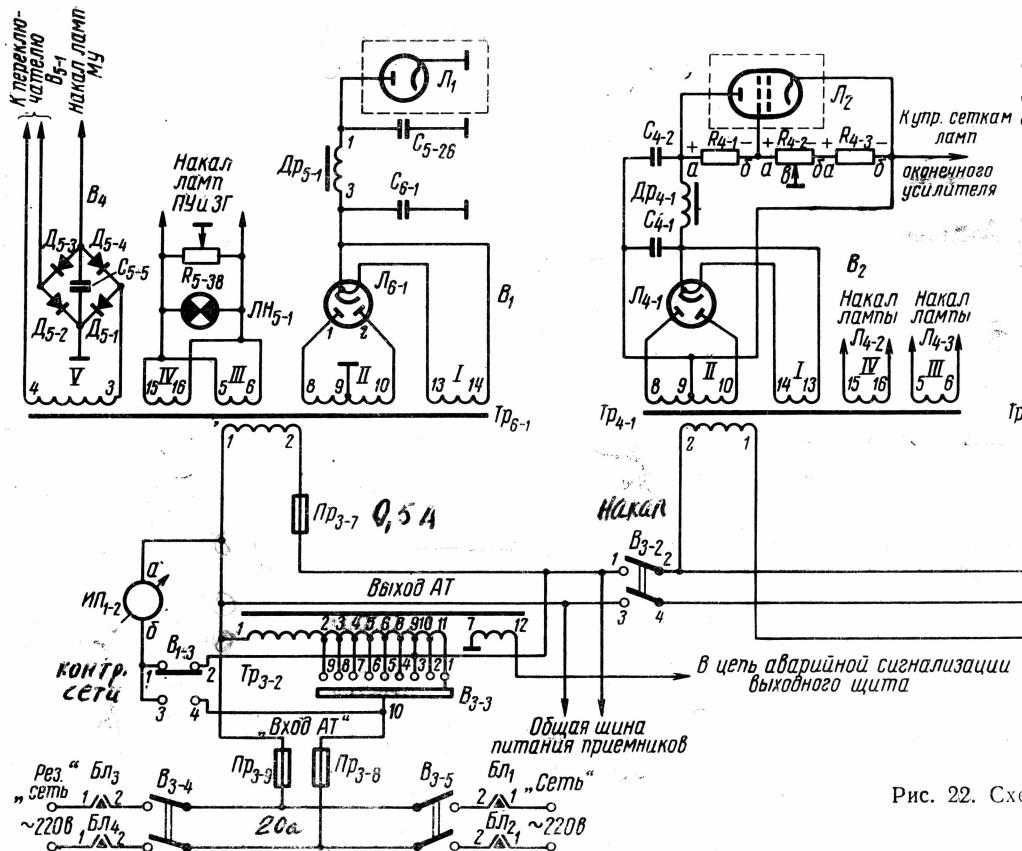


Рис. 22. Схема электропитания ТУ-600

## 5.2. Схема включения автотрансформатора

Для компенсации колебаний напряжения сети в усилителе ТУ-600 применен автотрансформатор  $Tp_{3-2}$ , позволяющий поддерживать номинальное напряжение на его выходе при колебаниях сети в пределах от 160 до 240 в<sup>1)</sup>. Регулировка напряжения сети автотрансформатором  $Tp_{3-2}$  осуществляется с помощью переключателя  $B_{3-3}$  по показанию вольтметра  $ИП_{1-2}$ . Напряжение сети подается на вход автотрансформатора (нож 10 переключателя  $B_{3-3}$  и вывод 1  $Tp_{3-2}$ ), а снимается в нагрузку с его выхода (выводы 1—9  $Tp_{3-2}$ ). Если переключатель  $B_{3-3}$  установлен в положение 3 (положение, при котором нож 10  $B_{3-3}$  соединяется через контакт 3 с выводом 9  $Tp_{3-2}$ ), то напряжение на выходе автотрансформатора будет равно напряжению, поданному на его вход. Для того чтобы повысить напряжение на выходе автотрансформатора, переключатель  $B_{3-3}$  устанавливают в положения 4, 5, 6, 7, 8 или 9, а для того, чтобы понизить, — в положения 2 или 1. Максимальное напряжение на выходе автотрансформатора получается при переводе переключателя  $B_{3-3}$  в положение 9, а минимальное — при переводе в положение 1.

Контроль напряжения сети до и после регулировки осуществляется по прибору  $ИП_{1-2}$ . С помощью кнопки  $B_{1-3}$  прибор  $ИП_{1-2}$  можно подключить к входу или к выходу автотрансформатора  $Tp_{3-2}$ . Если кнопка  $B_{1-3}$  находится в исходном положении и соответственно замкнуты ее контакты 1—2, то прибор  $ИП_{1-2}$  подключен к выводам 1—9 автотрансформатора  $Tp_{3-2}$  (выход  $AT$ ) и изменяет напряжение на его выходе.

Цепь:

выход  $AT$  (вывод 1  $Tp_{3-2}$ ) — прибор  $ИП_{1-2}$  — контакты 1—2  
кнопки  $B_{1-3}$  — выход  $AT$  (вывод 9  $Tp_{3-2}$ ).

Если кнопка  $B_{1-3}$  нажата и соответственно замкнуты ее контакты 3—4, то вывод 6 прибора  $ИП_{1-2}$  подключается к ножу 10 переключателя  $B_{3-3}$  и прибор  $ИП_{1-2}$  будет измерять напряжение, подаваемое на вход автотрансформатора  $Tp_{3-2}$  (вход  $AT$ ).

Цепь:

вход  $AT$  (вывод 1  $Tp_{3-2}$ ) — прибор  $ИП_{1-2}$  — контакты 3—4  
кнопки  $B_{1-3}$  — вход  $AT$  (нож 10 переключателя  $B_{3-3}$ ).

Напряжение, получаемое на выходе автотрансформатора  $Tp_{3-2}$ , поступает через предохранитель  $Pr_{3-7}$  на первичную обмотку (выводы 1—2) силового трансформатора  $Tp_{6-1}$  выпрямителя  $B_1$  и на общую шину питания приемников.

Кроме того, при условии, что рубильник  $B_{3-2}$  (*Накал*) включен в рабочее положение, напряжение с выхода  $AT$  через предохранитель  $Pr_{3-4}$  поступает на:

<sup>1)</sup> Для питания усилителя от сети переменного тока напряжением 110/127 в заводом предусмотрен отдельный автотрансформатор, который поставляется по требованию заказчика.

- 1) первичную обмотку (выводы 1—2) силового трансформатора  $Tp_{4-1}$  выпрямителя  $B_2$ ;
- 2) первичную обмотку (выводы 1—2) трансформатора  $Tp_{7-1}$ , питающего цепи накала ламп оконечного усилителя;
- 3) первичную обмотку (выводы 1—4) трансформатора  $Tp_{6-2}$ , питающего цепь накала газотронов выпрямителя  $B_3$ ;
- 4) контакты 1—6 реле  $P_{3-1}$ , которое включает при своем срабатывании напряжение сети с выхода  $AT$  на первичную обмотку (выводы 7—8) силового трансформатора  $Tp_{7-3}$  выпрямителя  $B_3$ .

Включение реле  $P_{3-1}$  осуществляется кратковременным нажатием кнопки  $B_{3-7}$  (Выкл.). При этом образуется следующая цепь:

выход  $AT$  (вывод 1  $Tp_{3-2}$ ) — контакты 3—4 рубильника  $B_{3-2}$ , замкнутые, когда он переведен в рабочее положение — предохранитель  $Pr_{3-4}$  — обмотка реле  $P_{3-1}$  — контакты 1—2 кнопки  $B_{3-6}$  (Выкл.), замкнутые, пока кнопка не нажата — контакты 1—2 кнопки  $B_{3-7}$ , замкнувшись при ее нажатии — контакты 2—1 рубильника  $B_{3-2}$  — выход  $AT$  (вывод 9 трансформатора  $Tp_{3-2}$ ).

Реле  $P_{3-1}$ , через обмотку которого потечет ток, сработает и замкнет контакты 1—2 и 6—7. При этом, во-первых, как было сказано выше, напряжение сети с выхода  $AT$  поступит через предохранитель  $Pr_{3-3}$  на первичную обмотку силового трансформатора  $Tp_{7-3}$  выпрямителя  $B_3$  и, во-вторых, реле  $P_{3-1}$  самоблокируется через собственные контакты 6—7, благодаря чему кнопка  $B_{3-7}$  может быть отжата. Цепь питания обмотки реле  $P_{3-1}$  после самоблокировки:

выход  $AT$  (вывод 1  $Tp_{3-2}$ ) — контакты 3—4 рубильника  $B_{3-2}$  — предохранитель  $Pr_{3-4}$  — обмотка реле  $P_{3-1}$  — контакты 1—2 кнопки  $B_{3-6}$  — контакты 7—6 реле  $P_{3-1}$ , замкнувшись при его срабатывании — предохранитель  $Pr_{3-3}$  — контакты 2—1 рубильника  $B_{3-2}$  — выход  $AT$  (вывод 9  $Tp_{3-2}$ ).

Выключение реле  $P_{3-1}$  осуществляется кратковременным нажатием кнопки  $B_{3-6}$  (Выкл.). При этом контакты 1—2 кнопки  $B_{3-6}$  размыкаются и размыкают цепь питания обмотки реле  $P_{3-1}$ . Реле  $P_{3-1}$  отпускает свои контакты и выключает питание трансформатора  $Tp_{7-3}$ . Очевидно, что реле  $P_{3-1}$  отпустит свои контакты и при выключении рубильника накала  $B_{3-2}$ , рубильника сети  $B_{3-4}$  или  $B_{3-5}$ , при перегорании предохранителей  $Pr_{3-3}$ ,  $Pr_{3-4}$ ,  $Pr_{3-8}$  и  $Pr_{3-9}$ , а также при общем выключении электроэнергии со стороны питающей сети.

### 5.3. Схемы выпрямителей ТУ-600

#### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

В усилителе ТУ-600 смонтировано четыре выпрямителя:

—  $B_1$ , питающий анодные и экранные цепи ламп микрофонного и предварительного усилителей, а также ламп звукового генератора измерительного устройства;

—  $B_2$ , питающий анодные и экранные цепи ламп предоконечного усилителя, а также подающий напряжение отрицательного смещения на управляющие сетки ламп оконечного усилителя;

—  $B_3$ , питающий анодные цепи ламп оконечного усилителя;

—  $B_4$ , питающий цепь накала ламп микрофонного усилителя.

Работа схемы выпрямителя  $B_4$  была рассмотрена выше, на стр. 12, поэтому в настоящем разделе остановимся на работе выпрямителей  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$ . Эти выпрямители работают по двухполупериодной схеме выпрямления, принцип действия которой будет показан на примере выпрямителя  $B_1$ .

### ВЫПРЯМИТЕЛЬ $B_1$ (РИС. 22)

Выпрямитель  $B_1$  собран на кенотроне 5Ц4С ( $L_{6-1}$ ). Питание накала этого кенотрона осуществляется от обмотки I (выводы 13—14) трансформатора  $Tr_{6-1}$ , а напряжение на аноды кенотрона подается от обмотки II (выводы 8—10)  $Tr_{6-1}$ .

Обмотка II трансформатора  $Tr_{6-1}$  выполнена из двух симметричных половин с выведенной средней точкой (вывод 9). Если предположить, что при подаче напряжения сети на первичную обмотку  $Tr_{6-1}$  вывод 8 обмотки II получит в рассматриваемый полупериод плюс, а вывод 10 — минус переменного напряжения, то средняя точка обмотки II (вывод 9) будет иметь отрицательный потенциал относительно вывода 8 и положительный относительно вывода 10. Как следствие в цепи I половины обмотки II (выводы 8—9) потечет ток по цепи:

плюс источника (вывод 8 обмотки II  $Tr_{6-1}$ ) — анод 1, катод кенотрона  $L_{6-1}$  — обмотка дросселя  $Dp_{5-1}$  — нагрузка (анодные цепи ламп МУ, ПУ и ЗГ, условно показанные на рис. 22 в виде одной лампы с заземленным катодом) — корпус — минус источника (вывод 9 обмотки II  $Tr_{6-1}$ ).

В следующий полупериод, когда полярность напряжения на концах обмотки II поменяется, ток потечет по цепи:

плюс источника (вывод 10 обмотки II  $Tr_{6-1}$ ) — анод 2, катод кенотрона  $L_{6-1}$  — обмотка дросселя  $Dp_{5-1}$  — нагрузка — корпус — минус источника (вывод 9 обмотки II  $Tr_{6-1}$ ).

Таким образом, в один полупериод работает I половина обмотки II  $Tr_{6-1}$  (выводы 8—9) и анод 1, катод кенотрона  $L_{6-1}$ , а в другой полупериод — II половина обмотки II  $Tr_{6-1}$  (выводы 10—9) и анод 2, катод кенотрона  $Tr_{6-1}$ .

Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения на выходе выпрямителя  $B_1$  включен П-образный фильтр, состоящий из дросселя  $Dp_{5-1}$  и конденсаторов  $C_{6-1}$  и  $C_{5-26}$ .

Конденсатор  $C_{6-1}$  включен до дросселя (между выводом 3 дросселя  $Dp_{5-1}$  и корпусом), а конденсатор  $C_{5-26}$  — после дросселя (между выводом 1  $Dp_{5-1}$  и корпусом).

Для постоянной составляющей выпрямленного тока сопротивление дросселя  $Dp_{5-1}$  обусловливается лишь активным сопротивле-

нием обмотки дросселя, которое имеет небольшую величину, и потому падение напряжения, создаваемое этой составляющей на обмотке дросселя, будет незначительным.

Для переменной составляющей выпрямленного тока дроссель  $D_{p5-1}$  представляет большое индуктивное сопротивление и потому почти не пропускает эту составляющую в нагрузку. Конденсатор  $C_{6-1}$ , представляющий небольшое сопротивление для переменной составляющей выпрямленного тока, отводит ее на корпус. Для дополнительного сглаживания пульсаций тока выпрямителя после дросселя  $D_{p5-1}$  включен второй конденсатор  $C_{5-26}$ .

Следует отметить, что конденсатор  $C_{6-1}$  не только сглаживает пульсации, но и повышает величину постоянной составляющей выпрямленного напряжения. Действительно, импульс выпрямленного тока, протекая через кенотрон  $L_{6-1}$ , заряжает конденсатор  $C_{6-1}$  до амплитудного значения напряжения на половине обмотки  $II\ T_{p6-1}$ . По окончании импульса заряженный конденсатор разряжается через дроссель  $D_{p5-1}$  на сопротивление нагрузки. Через кенотрон конденсатор не может разрядиться, так как ток в кенотроне от катода к аноду не протекает. Разряд конденсатора  $C_{6-1}$  происходит значительно медленнее, чем его заряд, поскольку в цепь разряда включены дроссель фильтра и сопротивление нагрузки.

Таким образом, конденсатор в течение полупериода не успевает разрядиться полностью. В каждый следующий полупериод процесс заряда повторяется и, следовательно, конденсатор получает от выпрямителя все новые и новые порции заряда. В результате при наличии первого конденсатора фильтра напряжение на выходе выпрямителя может достигнуть величины, близкой к амплитудному значению переменного напряжения, подаваемого на аноды кенотрона.

### ВЫПРЯМИТЕЛЬ $B_2$

Выпрямитель  $B_2$  собран на кенотроне 5Ц4С ( $L_{4-1}$ ). Питание накала кенотрона  $L_{4-1}$  осуществляется от обмотки  $I$  (выводы 13—14) трансформатора  $T_{p4-1}$ , а напряжение на аноды кенотрона подается от обмотки  $II$  (выводы 8—10)  $T_{p4-1}$ .

На выходе выпрямителя  $B_2$ , помимо П-образного фильтра, состоящего из дросселя  $D_{p4-1}$  и конденсаторов  $C_{4-1}$ ,  $C_{4-2}$ , включен делитель напряжения, собранный на трех последовательно соединенных сопротивлениях  $R_{4-1}$ ,  $R_{4-2}$  и  $R_{4-3}$ .

Полное напряжение выпрямителя  $B_2$ , получаемое между выводом  $a$  сопротивления  $R_{4-1}$  (плюс) и выводом  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$  (минус), используется для питания анодных цепей, а напряжение, получаемое между выводом  $a$  сопротивления  $R_{4-2}$  (плюс) и выводом  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$  (минус), — для питания экранных цепей ламп предоконечного усилителя, упрощенно показанных на рис. 22 в виде одной лампы. И, наконец, напряжение, получаемое между

движком переменного сопротивления  $R_{4-2}$ , соединенного с корпусом (плюс) и выводом  $b$  сопротивления  $R_{4-3}$  (минус), является напряжением отрицательного смещения ламп оконечного каскада.

### ВЫПРЯМИТЕЛЬ $B_3$

Выпрямитель  $B_3$  собран по двухполупериодной схеме на двух газотронах  $VG-236$  ( $L_{6-2}$  и  $L_{6-3}$ ). Питание накала газотронов  $L_{6-2}$  и  $L_{6-3}$  осуществляется от вторичной обмотки  $II$  (выводы 7—8) трансформатора  $T_{p6-2}$ . Аноды газотронов  $L_{6-2}$  и  $L_{6-3}$  получают напряжение от вторичной обмотки  $I$  (выводы 13—14) трансформатора  $T_{p7-3}$ . Выпрямитель  $B_3$  питает анодные цепи ламп оконечного усилителя, которые показаны на рис. 22 в виде одной лампы с заземленным катодом.

На выходе выпрямителя включен фильтр, состоящий из дросселя  $D_{p7-1}$  и конденсатора  $C_{7-1}$ , включенного после дросселя. Дроссель фильтра  $D_{p7-1}$ , в отличие от дросселей фильтров выпрямителей  $B_1$  и  $B_2$ , включен в минусовую цепь выпрямителя  $B_3$ .

При такой схеме включения отпадает необходимость повышенной изоляции обмотки дросселя по отношению к корпусу, так как разность потенциалов между средней точкой высоковольтного трансформатора выпрямителя и корпусом обусловлена лишь величиной падения напряжения, создаваемого током выпрямителя на обмотке дросселя  $D_{p7-1}$ . Поэтому при включении дросселя фильтра в минусовую цепь выпрямителя конструкция его значительно упрощается.

Выпрямитель  $B_3$  оборудован разрядником  $PI_{8-2}$ , который обеспечивает при открывании дверцы шкафа усилителя разряд конденсатора  $C_{7-1}$ .

## Г л а в а 6

### ПРОВЕРКА И ВКЛЮЧЕНИЕ УСИЛИТЕЛЯ ТУ-600

#### 6.1. Общие сведения

Стойка усилителя ТУ-600 устанавливается в аппаратной радиоузла и должна быть закреплена болтами. Расстояние между задней стенкой стойки и стеной должно быть не менее 0,8 м. Все провода, подводимые к стойке, укладываются в подпольном закрытом желобе. Рекомендуется провода от студии, приемников, звукоснимателя аппаратной и входных линий подводить с одной стороны, а цепи питания и выходные цепи усилителя с другой стороны стойки. Микрофонная цепь, приходящая от пульта студии,

выполняется экранированным проводом, который вводится в стойку в стальной трубе, изолированной от экрана провода.

Схема внешних соединений усилителя ТУ-600 показана на рис. 2.

## 6.2. Подготовка к включению усилителя

После того как все провода присоединены к стойке усилителя, который впервые вводится в эксплуатацию, необходимо:

1) установить в стойке ТУ-600, на выходном щите и на пульте студии лампы и сигнальные лампочки согласно схеме;

2) вставить в стойке ТУ-600 все предохранители согласно номиналу:

- a) общие сетевые предохранители  $Pr_{3-8}$  и  $Pr_{3-9}$  на 20a,
- b) предохранитель выпрямителя  $B_1$   $Pr_{3-7}$  на 0,5a,
- v) предохранитель  $Pr_{3-4}$  на 3a в цепи выпрямителя  $B_2$ , накала ламп оконечного усилителя и накала газотронов ВГ-236.
- g) предохранитель выпрямителя  $B_3$   $Pr_{3-3}$  на 10a,
- d) предохранитель в цепи анодов газотронов  $Pr_{6-1}$  и  $Pr_{6-3}$  на 0,5a,
- e) предохранитель в цепи студийной сигнализации  $Pr_{5-1}$  на 0,5 a,
- ж) предохранители в цепи выхода усилителя ТУ-600  $Pr_{3-1}$  и  $Pr_{3-2}$  на 10a;
- 3) вставить на выходном щите линейные предохранители на 2a и газовые разрядники Р-350;
- 4) вставить на пульте студии предохранитель  $Pr_{10-1}$  на 0,5a, включенный в цепь питания ламп транспаранта студии;
- 5) проверить состояние монтажа стойки, надежность паяк, контактов и т. д. При обнаружении каких-либо дефектов устранить их.

## 6.3. Включение усилителя (рис. 1)

Перед тем как включить усилитель, необходимо:

1) установить на силовой панели в положение *Выкл* рубильники сети  $B_{3-4}$  и  $B_{3-5}$ , рубильник накала  $B_{3-2}$  и рубильник выхода  $B_{3-1}$ , а переключатель  $B_{3-3}$  автотрансформатора  $Tr_{3-2}$  в крайнее левое положение;

2) ключ  $B_{2-1}$  на панели измерения установить в положение *«V»*, а ручку переменного сопротивления  $R_{2-23}$  (*Установка нуля омметра*) — в крайнее левое положение;

3) регулятор усиления на панели предварительного усилителя  $R_{5-17}$  установить в крайнее левое положение, а регулятор громкости  $R_{6-3}$  контрольного громкоговорителя на панели газотронов в крайнее правое положение;

4) ключ  $B_{10-1}$  на пульте студии установить в среднее положение;

5) линейные переключатели на выходном щите  $B_{9-1}$ — $B_{9-8}$  установить в положение 0 (см. рис. 2);

6) подключить параллельно контактам 1—2 гребенки С на выходном щите, эквивалентное сопротивление нагрузки, равное 24 ом, мощностью 600 вт.

После того как все перечисленные мероприятия будут сделаны, необходимо (см. рис. 1):

1) рубильником  $B_{3-5}$  (*Сеть*) подать питание  $\sim 220$  в на усилитель или рубильником  $B_{3-4}$  (*Рез. сеть*);

2) с помощью переключателя  $B_{3-3}$  установить по прибору  $ИП_{1-2}$  номинальное напряжение питающей сети (стрелка прибора должна находиться в пределах закрашенного участка шкалы);

3) рубильником  $B_{3-2}$  (*Накал*) включить питание на лампы предоконечного усилителя и питание накала на лампы оконечного усилителя и газотроны; при этом должна загореться лампочка *Лн<sub>1-2</sub>* (*Накал*) на панели измерения;

4) проверить по прибору  $ИП_{4-1}$ :

а) общую величину токов ламп третьего каскада предварительного усилителя, для чего ключ  $B_{4-1}$  на панели предоконечного усилителя установить в положение *5-й каскад*. Прибор  $ИП_{4-1}$  должен показать значение тока  $40 \div 60$  ма;

б) величину тока каждого из плеч, а также общую величину тока обоих плеч предоконечного усилителя, для чего ключ  $B_{4-1}$  установить в положение *6-й каскад*, а ключ  $B_{4-2}$  поочередно переводить в положения *1-е плечо*, *2-е плечо* и *Общий ток*. Прибор  $ИП_{4-1}$  должен показать: при измерении токов каждого из плеч  $20 \div 30$  ма, а при измерении общего тока  $40 \div 60$  ма;

5) проверить по прибору  $ИП_{1-1}$  наличие напряжения смещения на сетках ламп оконечного каскада, для чего ключ  $B_{1-1}$  на панели измерения установить в положение *Смещение*. Напряжение смещения должно быть равно  $205 \div 225$  в. Отсчет показаний ведется по шкале « $\kappa$ V» прибора  $ИП_{1-1}$ , а полученное значение уменьшается в 10 раз;

6) после того как газотроны будут прогреты<sup>1)</sup>, включить анодное напряжение на лампы оконечного усилителя, для чего на короткое время нажать кнопку  $B_{3-7}$  (*Анод включ*) на силовой панели. При этом загорится сигнальная лампочка *Лн<sub>1-1</sub>* (*Анод*) на измерительной панели;

7) проверить по прибору  $ИП_{1-1}$  величину анодного напряжения, подаваемого на лампы оконечного усилителя, для чего ключ  $B_{1-1}$  перевести в положение « $\kappa$ V». Анодное напряжение должно быть не более  $1600 \div 1650$  в;

8) проверить прибором  $ИП_{1-1}$  токи каждого из плеч и общий ток обоих плеч оконечного усилителя, для чего ключ  $B_{1-1}$  установить в среднее положение *A*, а ключ  $B_{1-2}$  поочередно переводить

<sup>1)</sup> Новые газотроны должны прогреваться не менее одного часа, а газотроны, уже работавшие, — не менее трех минут.

в положение *1-е плечо, Общий ток, 2-е плечо*. Прибор должен показать: при измерении токов каждого из плеч не более 150 *ма*, а при измерении общего тока не более 300 *ма*;

9) проверить по прибору *ИП<sub>1-2</sub>*, не изменилось ли напряжение питающей сети после того, как был включен усилитель, и при необходимости с помощью переключателя *B<sub>3-3</sub>* автотрансформатора *Tr<sub>3-2</sub>* установить номинальное значение  $\sim 220$  *в*;

10) перевести ключ *B<sub>5-3</sub>* в положение *Возбуждение*, включить рубильник выхода *B<sub>3-1</sub>*, скоммутировать вход предварительного усилителя с нужным источником программы и произвести проверку звукового тракта.

Рекомендуемый порядок проведения проверки звукового тракта при работе от различных источников программы.

## 1. СТУДИЙНАЯ ПЕРЕДАЧА

При проведении пробной передачи из студии необходимо:

а) установить переключатель *B<sub>5-1</sub>* (*Род работы*) в положение *Микрофон*. При этом, если анодное напряжение на лампы оконечного усилителя подано, то загорятся сигнальные лампочки: *Лн<sub>10-2</sub>* (*Готово*) — на пульте студии и *Лн<sub>4-2</sub>* (*Все готово*) — на транспаранте усилителя;

б) ключи на пульте студии *B<sub>10-1</sub>* и *B<sub>10-2</sub>*, объединенные общей рукояткой, перевести в положение *Микрофон*, при этом загорятся сигнальные лампы: *Лн<sub>10-3</sub>* (*Микрофон*) на пульте студии, *Тише!* *Микрофон включен* лампа на транспаранте студии и *Лн<sub>4-1</sub>* (*Микрофон включен*) на транспаранте усилителя;

в) ввести регулятор громкости *R<sub>5-17</sub>*, для чего поворачивать его ручку по часовой стрелке до положения, соответствующего появлению на выходе усилителя номинального напряжения (при максимальном входном сигнале напряжение на выходе усилителя не должно превышать значения 120 *в* по шкале «*V*» прибора *ИП<sub>2-1</sub>*<sup>1)</sup>;

г) прослушать качество звучания на контрольный громкоговоритель *РП<sub>6-1</sub>*.

Проверка звукового тракта при работе от звукоснимателя студии проводится в таком же порядке, как при работе от микрофона, с той лишь разницей, что в этом случае ключи *B<sub>10-1</sub>* и *B<sub>10-2</sub>* на пульте студии устанавливаются в положение *Звукосниматель*. При работе от звукоснимателя загорается лампочка *Лн<sub>10-1</sub>* на пульте студии и лампочка *Лн<sub>4-1</sub>* на транспаранте усилителя. Лампа на транспаранте студии *Тише! Микрофон включен* гаснет.

После окончания проверки студийного тракта ключи *B<sub>10-1</sub>* и *B<sub>10-2</sub>* возвращают в исходное положение (*Выключено*), а ручку регулятора громкости *R<sub>5-17</sub>* — в крайнее левое положение.

<sup>1)</sup> При данном и последующих измерениях уровней на выходе усилителя ключ *B<sub>2-1</sub>* на панели измерения должен находиться в положении «*V*».

## 2. ПРОВЕРКА ЗВУКОВОГО ТРАКТА ПРИ РАБОТЕ ОТ ПРИЕМНИКОВ

При этом необходимо:

- а) подать питание на приемники;
- б) включить головные телефоны в гнездо  $\Gamma_{5-2}$  (при работе от приемника 1) или в гнездо  $\Gamma_{5-1}$  (при работе от приемника 2), настроить приемник на нужную станцию, проконтролировать качество звучания и установить номинальный уровень на выходе (775 мв);

в) установить переключатель  $B_{5-1}$  (*Род работы*) в положение *Пр-к1* (при работе от приемника 1) или в положение *Пр-к2* (при работе от приемника 2);

г) ввести регулятор громкости  $R_{5-17}$  и установить по прибору  $ИП_{2-1}$  номинальное напряжение на выходе усилителя ( $\sim 120$  в) при максимальном входном сигнале;

д) прослушать качество звучания на контрольный громкоговоритель  $Pn_{6-1}$ .

По окончании проверки выключить питание приемников, а ручку регулятора  $R_{5-17}$  установить в крайнее левое положение.

## 3. ПРОВЕРКА ЗВУКОВОГО ТРАКТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОБНОЙ ПЕРЕДАЧИ ОТ ВХОДНЫХ ЛИНИЙ 1 И 2

Необходимо:

а) прослушать передачу на входе линии, для чего включить головные телефоны в гнездо  $\Gamma_{5-5}$  (при работе от линии 1) или в гнездо  $\Gamma_{5-3}$  (при работе от линии 2);

б) установить переключатель  $B_{5-1}$  в положение *Линия 1* или *Линия 1 с Тр* (при работе от линии 1) или в положение *Линия 2* (при работе от линии 2);

в) ввести регулятор  $R_{5-17}$  и по прибору  $ИП_{2-1}$  установить номинальный выходной уровень ( $\sim 120$  в) при максимальном входном сигнале;

г) прослушать качество звучания на контрольный громкоговоритель  $Pn_{6-1}$ .

По окончании пробной передачи от входных линий ручка регулятора  $R_{5-17}$  устанавливается в крайнее левое положение.

## 4. ПРОВЕРКА ЗВУКОВОГО ТРАКТА ПРИ РАБОТЕ ОТ ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ ПРОГРАММЫ

Необходимо:

- а) включить питание на источник программы;
- б) соединить с помощью шнуровой пары, заканчивающейся штепслем, выход источника программы с гнездом  $\Gamma_{5-7}$  (*Вход*);
- в) установить переключатель  $B_{5-1}$  в положение *Вход*;
- г) ввести регулятор  $R_{5-17}$  и по прибору  $ИП_{2-1}$  установить номи-

нальный уровень напряжения на выходе усилителя ( $\sim 120$  в) при максимальном входном сигнале;

д) прослушать качество звучания на контрольный громкоговоритель  $Pr_{6-4}$ .

По окончании пробной передачи отключить штепсель от гнезда  $G_{5-7}$  и установить ручку регулятора  $R_{5-17}$  в крайнее левое положение.

## 5. ПРОВЕРКА ЗВУКОВОГО ТРАКТА ПРИ РАБОТЕ ОТ ЗВУКОСНИМАТЕЛЯ АППАРАТНОЙ

Необходимо:

а) установить переключатель  $B_{5-1}$  в положение «Звукосниматель»;

б) включить двигатель проигрывателя и установить иглу звукоснимателя на грампластинку;

в) ввести регулятор  $R_{5-17}$  и по прибору  $IP_{2-1}$  установить номинальный уровень напряжения на выходе усилителя ( $\sim 120$  в) при максимальном входном сигнале;

г) проверить качество звучания на контрольный громкоговоритель  $Pr_{6-4}$ .

По окончании пробной передачи снять иглу звукоснимателя с пластинки, выключить питание на двигатель проигрывателя, а ручку переключателя  $R_{5-17}$  установить в крайнее левое положение.

На этом проведение пробных передач можно считать законченным. Питание усилителя выключается, эквивалентное сопротивление нагрузки отключается от контактов 1 и 2 гребенки  $C$  выходного щита, а трансляционные линии подключаются к выходу усилителя, для чего линейные переключатели  $B_{9-1}$ — $B_{9-8}$  на выходном щите устанавливаются в положение *Включено*.

## 6.4. Измерение трансляционных линий (рис. 1)

Чтобы измерить входное сопротивление линий, а также сопротивление изоляции проводов линий по отношению к земле, необходимо:

1) установить переключатель измеряемой линии на выходном щите в положение *Измерение* (см. рис. 2);

2) включить питание на измерительную панель, для чего повернуть ручку *Установка нуля омметра* по часовой стрелке. Если усилитель во время проведения измерений не работает, то предварительно включить рубильник *Сеть* или *Рез. сеть* и переключателем  $B_{3-3}$  отрегулировать по прибору  $IP_{1-1}$  напряжение на выходе автотрансформатора  $Tr_{3-2}$  (см. рис. 1);

3) произвести измерение сопротивления изоляции проводов линий по отношению к земле, для чего:

а) установить ключ  $B_{2-1}$  на панели измерения в положение  $\langle\Omega\rangle$ ,

б) нажать кнопку  $B_{2-2}$  (Установка нуля) и ручкой переменного сопротивления  $R_{2-23}$  (Установка нуля омметра) установить стрелку прибора  $ИП_{2-1}$  на деление 0 по шкале « $\kappa\Omega$ », после чего отпустить кнопку  $B_{2-2}$  (прибор  $ИП_{2-1}$  при этом покажет значение сопротивления изоляции проводов измеряемой линии по отношению к земле);

4) произвести замер входного сопротивления линии переменному току, для чего:

а) установить ключ  $B_{2-1}$  в положение « $Z$ », а тумблер  $B_{2-4}$  в положение « $X1$ » при измерении малых величин  $Z$  или в положение « $X10$ » при измерении больших величин  $Z^1$ ;

б) тумблер  $B_{2-3}$  перевести в положение *Красная черта* и ручкой сопротивления  $R_{2-45}$  (Звуковой генератор) установить стрелку прибора  $ИП_{2-1}$  на деление шкалы, отмеченное красной чертой,

в) перевести тумблер  $B_{2-3}$  в положение *Выкл.*

При этом прибор  $ИП_{2-1}$  покажет значение полного сопротивления измеряемой линии переменному току на частоте 400 гц. Отсчет показаний производится по шкале « $Z$ » прибора  $ИП_{2-1}$ . При положении тумблера  $B_{2-4}$  « $X10$ » показания прибора при измерении « $Z$ » увеличиваются в 10 раз.

з) значение сопротивления  $Z$  неизвестно, положение « $X10$ » тумблера  $B_{2-4}$ .

## ДАННЫЕ ДЕТАЛЕЙ УСИЛИТЕЛЯ ТУ-600

(рис. 23, см. вклейку в конце книги)

## Панель измерения

$R_{1-1}$ — сопротивление	BC-2-1 <i>Мом</i>	.	.	.	1 <i>Мом</i> , 2 <i>вт</i>
$R_{1-2}$ »	BC-2-1,5 <i>Мом</i>	.	.	.	1,5 <i>Мом</i> , 2 <i>вт</i>
$R_{1-4}$ »	BC-1-36 <i>ком</i>	.	.	.	36 <i>ком</i> , 1 <i>вт</i>
$R_{1-5}$ »	BC-0,5-240 <i>ком</i>	.	.	.	240 <i>ком</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{1-7}$ »	проводоное	.	.	.	шунт к прибору
$R_{1-8}$ »	»	.	.	.	»
$R_{1-9}$ »	»	.	.	.	»
$R_{2-1}$ — сопротивление	BC-0,5-10 <i>ком</i>	.	.	.	10 <i>ком</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-2}$ »	проводоное	.	.	.	шунт к прибору
$R_{2-3}$ »	BC-0,25-820 <i>ком</i>	.	.	.	820 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-4}$ »	BC-0,5-20 <i>ком</i>	.	.	.	20 <i>ком</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-5}$ »	BC-0,25-30 <i>ком</i>	.	.	.	30 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-6}$ »	проводоное	.	.	.	100 <i>см</i>
$R_{2-7}$ »	проводоное	.	.	.	1 <i>ком</i>
$R_{2-8}$ »	BC-0,25-200 <i>ком</i>	.	.	.	200 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-9}$ »	BC-0,25-100 <i>ком</i>	.	.	.	100 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-10}$ »	BC-0,25-100 <i>ком</i>	.	.	.	100 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-11}$ »	BC-0,25-1 <i>ком</i>	.	.	.	1 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-12}$ »	BC-0,5-300 <i>ком</i>	.	.	.	300 <i>ком</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-14}$ »	BC-0,25-1,5 <i>Мом</i>	.	.	.	1,5 <i>Мом</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-15}$ »	СП-1-0,5В-47 <i>ком</i> ОС-5-20	.	.	.	47 <i>ком</i> , 1 <i>вт</i>
$R_{2-16}$ »	BC-0,5-620 <i>ом</i>	.	.	.	620 <i>ом</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-17}$ »	BC-0,5-51 <i>ком</i>	.	.	.	51 <i>ком</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-18}$ »	BC-0,5-51 <i>ком</i>	.	.	.	51 <i>ком</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-20}$ — сопротивление	BC-0,25-100 <i>ком</i>	.	.	.	100 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-21}$ »	BC-0,25-100 <i>ком</i>	.	.	.	100 <i>ком</i> , 0,25 <i>вт</i>
$R_{2-22}$ »	BC-0,5-680 <i>ом</i>	.	.	.	680 <i>ом</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-23}$ »	TK-2,5 <i>ком-А</i> 0,5-18л	.	.	.	2,5 <i>ком</i> , 0,5 <i>вт</i>
$R_{2-24}$ »	BC-1-15 <i>ком</i>	.	.	.	15 <i>ком</i> , 1 <i>вт</i>
$R_{2-25}$ »	BC-5-7,5 <i>ком</i>	.	.	.	7,5 <i>ком</i> , 5 <i>вт</i>
$L_{1-1}$ лампа МН-14					
$L_{1-2}$ » МН-14					
$B_{1-1}$ — ключ КТРО-1 на 12 контактов					
$B_{1-2}$ — ключ КТРО-1 на 12 контактов					
$B_{1-3}$ — кнопка на пять контактов					
$ИП_{1-1}$ — миллиамперметр М-4200 (шкалы 1 а; 2,5 кв; 250 в)					
$ИП_{1-2}$ — вольтметр Э-421, шкала 250 в					
$C_{2-1}$ — конденсатор	МБГО-2-600-0,5	.	.	.	0,5 <i>мкф</i> , 600 <i>в</i>
$C_{2-3}$ »	МБГП-2-200-1	.	.	.	1 <i>мкф</i> , 200 <i>в</i>
$C_{2-4}$ »	КСО-2-500-Б-1100-1	.	.	.	1100 <i>пф</i> , 500 <i>в</i>
$C_{2-5}$ »	КСО-2-500-Б-1100-1	.	.	.	1100 <i>пф</i> , 500 <i>в</i>
$C_{2-6}$ »	КСО-2-500-Б-1100-1	.	.	.	1100 <i>пф</i> , 500 <i>в</i>
$C_{2-7}$ »	K50-3-50-20	.	.	.	20 <i>мкф</i> , 50 <i>в</i>
$C_{2-9}$ »	КБГ-М2-400-0,1-II	.	.	.	0,1 <i>мкф</i> , 400 <i>в</i>
$C_{2-11}$ »	КБГ-М2-400-0,1-II	.	.	.	0,1 <i>мкф</i> , 400 <i>в</i>
$C_{2-12}$ »	КБГ-М2-400-0,1-II	.	.	.	0,1 <i>мкф</i> , 400 <i>в</i>
$C_{2-13}$ »	K50-3-50-20	.	.	.	20 <i>мкф</i> , 50 <i>в</i>
$C_{2-14}$ »	МБГО-2-600-0,5-III	.	.	.	0,5 <i>мкф</i> , 600 <i>в</i>
$C_{2-15}$ »	КБГ-М1-400-0,1	.	.	.	0,1 <i>мкф</i> , 400 <i>в</i>

$P_{2-1}$  — диод германиевый типа Д7Б  
 $L_{2-2}$  — лампа 6Н2П  
 $L_{2-3}$  — лампа 6Н8С  
 $Tr_{2-1}$  — трансформатор звукового генератора  
 $B_{2-1}$  — ключ КТРО-1 на 28 контактов  
 $B_{2-2}$  — кнопка на пять контактов  
 $B_{2-3}$  — тумблер ТВ-2-1  
 $B_{2-4}$  — тумблер ТВ-2-1  
 $B_{2-5}$  — выключатель от сопротивления  $R_{2-23}$   
 $ИП_{2-1}$  — микроамперметр М-49 на 200 мка  
 $G_{2-1}$  — гнездо ГИТ-2-2  
 $G_{2-2}$  — ГИТ-2-2  
 $G_{2-3}$  — ГИТ-2-2  
 $G_{2-4}$  — ГИТ-2-2

### Силовая панель

$Tr_{3-1}$  — трансформатор выходной  
 $Tr_{3-2}$  — автотрансформатор  
 $B_{3-1}$  — рубильник двухполюсный  
 $B_{3-2}$  —  
 $B_{3-3}$  — переключатель на девять положений  
 $B_{3-4}$  — рубильник двухполюсный  
 $B_{3-5}$  —  
 $B_{3-6}$  — кнопка на пять контактов  
 $B_{3-7}$  —  
 $P_{3-1}$  — реле МКУ-48с  
 $П_{3-1}$  — вставка ПВ-10 на 10a  
 $П_{3-2}$  — вставка ПВ-10 на 10a  
 $П_{3-3}$  — вставка ПВ-10 на 10a  
 $П_{3-4}$  — предохранитель ПМ-3 на 3a  
 $П_{3-7}$  — ПМ-0,5 на 0,5a  
 $П_{3-8}$  — вставка ПВ-20 на 20a  
 $П_{3-9}$  — ПВ-20 на 20 a

### Панель предоконечного усилителя

$R_{4-1}$ — сопротивление	ПЭВ-25-3900 ом	.	.	.	3900 ом, 25 вт
$P_{4-2}$	ПЭВ-50Х-1500 ом	.	.	.	1500 ом, 50 вт
$R_{4-3}$	ПЭВ-25-5100 ом	.	.	.	5100 ом, 25 вт
$R_{4-4}$	проводоное	.	.	.	шунт к прибору
$R_{4-5}$	»	.	.	.	»
$R_{4-6}$	»	.	.	.	»
$R_{4-7}$	ВС-1-100 ком	.	.	.	100 ком, 1 вт
$R_{4-8}$	ВС-1-100 ком	.	.	.	100 ком, 1 вт
$R_{4-9}$	ПЭВ-15-510 ом	.	.	.	510 ом, 15 вт
$C_{4-1}$ — конденсатор	КБГ-МН-600-4-III	.	.	.	4 мкф, 600 в
$C_{4-2}$	КБГ-МН-600-2-III	.	.	.	2 мкф, 600 в
$C_{4-4}$	МБГО-2-600-0,5-III	.	.	.	0,5 мкф, 600 в
$C_{4-5}$	КБГ-М2-400-0,1-III	.	.	.	0,1 мкф, 400 в
$C_{4-6}$	КБГ-М2-400-0,1-III	.	.	.	0,1 мкф, 400 в
$L_{4-1}$ — лампа 5Ц4С					
$L_{4-2}$	6П3С				
$L_{4-3}$	6П3С				
$L_{4-4}$ — лампа МН-14	на 6,3 в; 0,22 а				
$L_{4-2}$	» МН-14 на 6,3 в; 0,22 а				
$Tr_{4-1}$ — трансформатор выпрямителя $B_2$					
$Tr_{4-2}$ — выходной трансформатор предоконечного усилителя					

$D_{P4-1}$  — дроссель фильтра выпрямителя  $B_2$   
 $B_{4-1}$  — ключ КТРО-1 на 12 контактов  
 $B_{4-2}$  » КТРО-1 на 12 контактов  
 $HP_{4-1}$  — миллиамперметр М-52 на 100 ма  
 $G_{4-1}$  — гнездо штекельное

### Панель предварительного усилителя

$R_{5-1}$ — сопротивление	BC-0,25-3,9 ком . . . .	.3,9 ком, 0,25 вт
$R_{5-2}$ »	BC-0,25-1 ком . . . .	.1 ком, 0,25 вт
$R_{5-3}$ »	BC-0,25-3,9 ком . . . .	.3,9 ком, 0,25 вт
$R_{5-4}$ »	BC-0,25-1 ком . . . .	.1 ком, 0,25 вт
$R_{5-5}$ »	BC-0,25-620 ом . . . .	.620 ом, 0,25 вт
$R_{5-6}$ »	BC-0,25-620 ом . . . .	.620 ом, 0,25 вт
$R_{5-7}$ »	BC-0,25-510 ом . . . .	.510 ом, 0,25 вт
$R_{5-8}$ »	BC-0,25-1 Мом . . . .	.1 Мом, 0,25 вт
$R_{5-9}$ »	BC-0,25-200 ком . . . .	.200 ком, 0,25 вт
$R_{5-10}$ »	BC-0,25-150 ком . . . .	.150 ком, 0,25 вт
$R_{5-11}$ »	BC-0,25-100 ком . . . .	.100 ком, 0,25 вт
$R_{5-12}$ »	BC-0,25-300 ком . . . .	.300 ком, 0,25 вт
$R_{5-13}$ »	BC-0,25-1 ком . . . .	.1 ком, 0,25 вт
$R_{5-14}$ »	BC-0,5-51 ком . . . .	.51 ком, 0,5 вт
$R_{5-15}$ »	СП-И-1А-2,2к ОС-3-12 . .	.2,2 ком, 2 вт
$R_{5-16}$ »	С В-0,25-75 ком . . . .	.75 ком, 0,25 вт
$R_{5-17}$ »	СП-И-0,5 В-100к ОС-5-20 . .	.100 ком, 1 вт
$R_{5-18}$ »	BC-0,25-1 ком . . . .	.1 ком, 0,25 вт
$R_{5-19}$ »	BC-0,25-10 ком . . . .	.10 ком, 0,25 вт
$R_{5-20}$ — сопротивление	BC-0,25-100 ком . . . .	.100 ком, 0,5 вт
$R_{5-21}$ »	BC-1-51 ком . . . .	.51 ком, 1 вт
$R_{5-22}$ »	BC-0,25-100 ком . . . .	.100 ком, 0,25 вт
$R_{5-23}$ »	BC-0,25-5,1 ком . . . .	.5,1 ком, 0,25 вт
$R_{5-24}$ »	BC-0,25-2,2 ком . . . .	.2,2 ком, 0,25 вт
$R_{5-25}$ »	BC-0,25-100 ом . . . .	.100 ом, 0,25 вт
$R_{5-26}$ »	BC-0,25-51 ком . . . .	.51 ком, 0,25 вт
$R_{5-27}$ »	BC-0,25-150 ком . . . .	.150 ком, 0,25 вт
$R_{5-28}$ »	BC-0,25-51 ком . . . .	.51 ком, 0,25 вт
$R_{5-29}$ »	BC-0,5-51 ком . . . .	.51 ком, 0,5 вт
$R_{5-30}$ »	BC-0,25-100 ком . . . .	.100 ком, 0,25 вт
$R_{5-31}$ »	BC-0,25-10 ком . . . .	.10 ком, 0,25 вт
$R_{5-32}$ »	BC-0,25-110 ком . . . .	.110 ком, 0,25 вт
$R_{5-33}$ »	ПЭВ-15-510 ом . . . .	.510 ом, 15 вт
$R_{5-34}$ »	проводочное . . . .	шунт к прибору
$R_{5-35}$ »	BC-2-20 ком . . . .	.20 ком, 2 вт
$R_{5-36}$ »	BC-2-36 ком . . . .	.36 ком, 2 вт
$R_{5-37}$ »	BC-2-36 ком . . . .	.36 ком, 2 вт
$R_{5-38}$ »	СП-И-1а-470 ОС-3-12 . .	.470 ом
$C_{5-1}$ — конденсатор	K50-3-50-20 . . . .	.20 мкф, 50 в
$C_{5-2}$ »	КБГ-И-200-0,05-III . . . .	.0,05 мкф, 200 в
$C_{5-3}$ »	КБГ-МН-600-4-III . . . .	.4 мкф, 600 в
$C_{5-4}$ »	КБГ-МН-600-4-III . . . .	.4 мкф, 600 в
$C_{5-5}$ »	K50-3-25-1000 . . . .	.1000 мкф, 25 в
$C_{5-6}$ »	КБГ-М2-400-0,1-II . . . .	.0,1 мкф, 400 в
$C_{5-7}$ »	K50-3-50-20 . . . .	.20 мкф, 50 в
$C_{5-8}$ »	KCO-2-500-В-750-II . . . .	.750 пф, 500 в
$C_{5-9}$ — конденсатор	КБГ-МН-600-2-III . . . .	.2 мкф, 600 в
$C_{5-11}$ »	КБГ-М2-400-0,1-II . . . .	.0,1 мкф, 400 в
$C_{5-12}$ »	K50-3-50-20 . . . .	.20 мкф, 50 в
$C_{5-13}$ »	КБГ-МН-600-4-III . . . .	.4 мкф, 600 в
$C_{5-14}$ »	КБГ-МН-600-2-III . . . .	.2 мкф, 600 в

<i>C<sub>5-15</sub></i>	»	КБГ-М2-400-0,1-III	.	.	.	0,1 мкф, 400 в
<i>C<sub>5-17</sub></i>	»	КСО-2-500-Б-1100-II	.	.	.	1100 пф 500 в
<i>C<sub>5-18</sub></i>	»	К50-3-50-20	.	.	.	20 мкф, 50 в
<i>C<sub>5-19</sub></i>	»	КБГ-М2-400-0,1-II	.	.	.	0,1 мкф, 400 в
<i>C<sub>5-20</sub></i>	»	КБГ-М2-400-0,1-II	.	.	.	0,1 мкф, 400 в
<i>C<sub>5-21</sub></i>	»	МБГО-2-600-0,5-III	.	.	.	0,5 мкф, 600 в
<i>C<sub>5-22</sub></i>	»	МБГО-2-600-0,5-III	.	.	.	0,5 мкф, 600 в
<i>C<sub>5-23</sub></i>	»	КБГ-М2-600-0,1-II	.	.	.	0,1 мкф, 600 в
<i>C<sub>5-24</sub></i>	»	КБГ-М2-600-0,1-II	.	.	.	0,1 мкф, 600 в
<i>C<sub>5-25</sub></i>	»	МБГО-2-600-10-II	.	.	.	10 мкф, 600 в

*L<sub>5-1</sub>* — дроссель низкочастотный

*J<sub>5-1</sub>* — лампа 6Ж8

*J<sub>5-2</sub>* » 6Ж8

*J<sub>5-3</sub>* » 6Ж8

*J<sub>5-4</sub>* » 6Н8С

*J<sub>5-5</sub>* » 6П3С

*J<sub>5-6</sub>* » 6П3С

*J<sub>5-1</sub>* » МН-14

*T<sub>5-1</sub>* — трансформатор линейный

*T<sub>5-2</sub>* — трансформатор 5-го каскада

*Д<sub>5-1</sub>* — дроссель фильтра предварительного усилителя

*B<sub>5-1</sub>* — переключатель на девять положений

*D<sub>5-1, 2, 3, 4</sub>* — диоды германиевые типа Д7Б

*B<sub>5-2</sub>* — тумблер ТП-1-2

*B<sub>5-3</sub>* — ключ КТРО-5 на 10 контактов

*П<sub>5-1</sub>* — предохранитель ПМ-0,5 на 0,5 а

*Г<sub>5-1</sub>* — гнездо штекельное

*Г<sub>5-2</sub>* »

*Г<sub>5-3</sub>* »

*Г<sub>5-4</sub>* »

*Г<sub>5-5</sub>* »

*Г<sub>5-6</sub>* — гнездо ГИТ-2-2

*Г<sub>5-7</sub>* » ГИТ-2-2

*Г<sub>5-8</sub>* — гнездо штекельное

### Панель газотронов

*R<sub>6-1</sub>* — сопротивление ВС-0,5-39 ком . . . . . 39 ком, 0,5 вт

*R<sub>6-3</sub>* » СП-1-IA-100 ком ОС-5-20 . . . . . 100 ком

*C<sub>6-1</sub>* — конденсатор КБГ-МН-600-4 . . . . . 4 мкф, 600 в

*Л<sub>6-1</sub>* — лампа 5Ц4С

*Л<sub>6-2</sub>* — газотрон ВГ-236

*Л<sub>6-3</sub>* » ВГ-236

*T<sub>6-1</sub>* — трансформатор выпрямителя предварительного усилителя

*T<sub>6-2</sub>* — трансформатор накала газотронов ВГ-236

*T<sub>6-3</sub>* — трансформатор контрольного громкоговорителя

*Р<sub>6-1</sub>* — громкоговоритель 1ГД-28 (или 1ГД-18)

*П<sub>6-1</sub>* — предохранитель ПН-50-0,5 на 0,5 а

*П<sub>6-3</sub>* » ПН-50-0,5 на 0,5 а

*Г<sub>6-1</sub>* — гнездо ГИТ-2-2

*C<sub>7-1</sub>* — конденсатор К4-1а-2,5-10 . . . . . 10 мкф, 2,5 кв

### Панель мощного выпрямителя

*T<sub>7-1</sub>* — трансформатор накала мощных ламп

*T<sub>7-3</sub>* — трансформатор мощного выпрямителя

*Д<sub>7-1</sub>* — дроссель фильтра мощного выпрямителя

### Панель мощных ламп

$R_{8-1}$ — сопротивление	ПЭВ-25-5100 <b>ом</b>	. . . .	.5100 <b>ом, 25 вт</b>
$R_{8-2}$ »	ПЭВ-25-5100 <b>ом</b>	. . . .	.5100 <b>ом, 25 вт</b>
$R_{8-3}$ »	ПЭВ-15х-120 <b>ом</b>	. . . .	.120 <b>ом, 15 вт</b>
$R_{8-4}$ »	ПЭВ-15х-120 <b>ом</b>	. . . .	.120 <b>ом, 15 вт</b>
$R_{8-7}$ »	проводочное	. . . .	.30 <b>ом</b>
$R_{8-8}$ »	проводочное	. . . .	.30 <b>ом</b>
$C_{8-1}$ — конденсатор	КВКТ-7-470-II	. . . .	.470 <b>пф</b>
$C_{8-2}$ »	КВКТ-7-470-II	. . . .	.470 <b>пф</b>
$L_{8-1}$ — лампа ГМ-70			
$L_{8-2}$ »	ГМ-70		
$L_{8-3}$ »	ГМ-70		
$L_{8-4}$ »	ГМ-70		
$Pu_{8-1}$ — разрядник			
$Pu_{8-2}$ — разрядник конденсатора			

### Отдельные элементы

$Pu_1$  — грозоразрядник угольный 671  
 $Pu_2$  — грозоразрядник угольный 671

### Данные деталей выходного щита ТУ-600

$R_{9-1}$ — сопротивление	ВС-0,5-39 <b>ком</b>	. . . .	.39 <b>ком, 0,5 вт</b>
$R_{9-2}$ »	ВС-0,5-39 <b>ком</b>	. . . .	.39 <b>ком, 0,5 вт</b>
$L_{9-1}$ — лампа МН-14 на 6,3 <b>в</b> ; 0,22 <b>а</b>			
$Tp_{9-1}$ — трансформатор фидерный на 120/30—60—90—180—240—360 <b>в</b> ; 200 <b>вт</b>			
$B_{9-1}$ — переключатель на пять положений			
$B_{9-2}$ »			
$B_{9-3}$ »			
$B_{9-4}$ »			
$B_{9-5}$ »			
$B_{9-6}$ »			
$B_{9-7}$ »			
$B_{9-8}$ »			
$B_{9-9}$ — тумблер ТП-1-2			
$B_{9-10}$ »	ТВ-2-1		
$Pu_{9-1}$ — $Pu_{9-16}$ — грозоразрядники газовые Р-350			
$Pr_{9-1}$ — $Pr_{9-16}$ — предохранители сигнальные на 2а			
$G_{9-1}$ — гнездо штепельное			
$G_{9-2}$ »			
$Зв_{9-1}$ — звонок электрический на 6 <b>в</b>			

### Данные деталей пульта студии

$R_{10-1}$ — сопротивление	ВС-0,25-100 <b>ком</b>	. . . .	.100 <b>ком, 0,25 вт</b>
$C_{10-1}$ — конденсатор	МБМ-160-0,5	. . . .	.0,5 <b>мкф, 160 в</b>
$L_{10-1}$ — лампа МН-14 на 6,3 <b>в</b> ; 0,22 <b>а</b>			
$L_{10-2}$ — лампа МН-14 на 6,3 <b>в</b> ; 0,22 <b>а</b>			
$L_{10-3}$ »	МН-14 на 6,3в; 0,22 <b>а</b>		
$B_{10-1}$ — ключ КТРО-1 на 12 контактов			
$B_{10-2}$ »	КТРО-1 на 20 контактов		
$Pr_{10-1}$ — предохранитель ПМ-0,5 на 0,5 <b>а</b>			

### Трансформатор выходной предварительного усилителя $Tr_{5-2}$

№№ выводов	Наименование обмотки	Количество витков	Марка провода
1—2	Обмотка I	2000	ПЭЛ-0,12
2—3	Обмотка II	2000	ПЭЛ-0,12
1—4	Обмотка III	650	ПЭЛ-0,1
3—8	Обмотка IV	650	ПЭЛ-0,1
5—7	Обмотка V (контрольная)	65×2	ПЭЛ-0,1

Примечание. Сердечник Ш-26, толщина набора 40 мм.

### Трансформатор накала газотронов $Tr_{6-2}$

№№ выводов	Наименование обмотки	Количество витков	Марка провода
1—4	Сетевая обмотка	665	ПЭЛ-0,51
5—6	Сигнальная обмотка	17	ПЭЛ-0,38
7—8	Накальная обмотка	7	ПБД-4,5

Примечание. Сердечник Ш-40, толщина набора 50 мм.

### Трансформатор контрольного динамика $Tr_{6-3}$

№№ выводов	Наименование обмотки	Количество витков	Марка провода
1—3	Первичная обмотка	2000	ПЭЛ-0,1
4—5	Вторичная обмотка	30	ПЭЛ-0,69

Примечание. Сердечник Ш-16, толщина набора 18 мм.

### Трансформатор накала ламп оконечного усилителя $Tr_{7-1}$

№ выводов	Наименование обмотки	Количество витков	Марка провода
1—2	Сетевая обмотка	318	ПЭЛ-0,8
3—4	Накальная обмотка ламп $L_{8-1}$ и $L_{8-2}$	30	ПБД-1,81
5—6	Накальная обмотка ламп $L_{8-3}$ и $L_{8-4}$	30	ПБД-1,81

Примечание. Сердечник Ш-40, толщина набора 80 мм.

Трансформатор выпрямителя оконечного усилителя  $Tr_{7-3}$

№№ выводов	Наименование обмотки	Количество витков	Марка провода
7—8	Сетевая обмотка	230	ПЭЛ-1,35
7—8	Сетевая обмотка	230	ПЭЛ-1,35
13—9	Анодная обмотка газотронов	507×4	ПЭЛ-0,55
9—14	Анодная обмотка газотронов	507×4	ПЭЛ-0,55
11—12	Сигнальная обмотка	7	ПЭЛ-0,69

П р и м е ч а н и е. Сердечник и каркас специальные, ступенчатое сечение, толщина набора 67 мм.

Фидерный трансформатор  $Tr_{9-1}$

№№ выводов	Наименование обмотки	Количество витков	Марка провода
1—3	Первичная обмотка	150×2	ПЭЛ-0,64
4—10	Вторичная обмотка	79	ПЭЛ-0,93
11—5	Вторичная обмотка	79	ПЭЛ-0,93
5—6	Вторичная обмотка	80	ПЭЛ-0,55
6—7	Вторичная обмотка	237	ПЭЛ-0,41
7—8	Вторичная обмотка	141	ПЭЛ-0,31
8—9	Вторичная обмотка	329	ПЭЛ-0,31

П р и м е ч а н и е. Сердечник Ш-40, толщина набора 50 мм.

Моточные данные дросселей

№№ выводов	Наименование дросселя	Количество витков	Марка провода
1—3	$Dp_{4-1}$	3600	ПЭЛ-0,23
1—3	$Dp_{5-1}$	3600	ПЭЛ-0,23
1—2	$Dp_{7-1}$	3200	ПЭЛ-0,5
1—2	$L_{5-1}$	3800	ПЭ

П р и м е ч а н и я: 1. Сердечники дросселей  $Dp_{4-1}$  и  $Dp_{5-1}$  Ш-26, толщина набора 40 мм.  
2. Сердечник дросселя  $Dp_{7-1}$  Ш-40, толщина набора 60 мм.