

# СОДЕРЖАНИЕ

---

Содержание .....	3
Список сокращений .....	7
От автора .....	8
Предисловие .....	9
<hr/>	
<b>Глава 1. Приемно-усилительные радиолампы .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Принцип действия электронной лампы .....</b>	<b>13</b>
Движение электронов в двухэлектродной и трехэлектродной лампах .....	13
Принцип действия усилительной радиолампы .....	19
Классификация, характеристики и параметры электронных ламп .....	23
Особенности конструкции радиоламп .....	25
<b>1.2. Основные типы приемно-усилительных ламп .....</b>	<b>33</b>
Диод .....	34
Триод .....	39
Тетрод .....	53
Лучевой тетрод .....	63
Пентод .....	70
Комбинированные лампы .....	80
<b>1.3. Системы обозначений ЭВП. Особенности замены     приемно-усилительных ламп .....</b>	<b>83</b>
Системы обозначений отечественных электронных ламп .....	83
Зарубежные системы обозначений ЭВП .....	91
Особенности замены приемно-усилительных ламп .....	99
<hr/>	
<b>Глава 2. Электронная лампа в усилителе низкой частоты .....</b>	<b>103</b>
<b>2.1. Усилительный каскад на электронной лампе .....</b>	<b>104</b>
Принцип действия усилительного каскада на электронной лампе .....	104
Основные способы формирования напряжения смещения .....	109
Основные режимы работы ламповых усилителей НЧ .....	113
Виды и способы включения нагрузки в ламповых усилительных каскадах .....	118

<b>2.2. Искажения в ламповом усилителе НЧ.....</b>	<b>126</b>
Нелинейные искажения.....	127
Частотные искажения.....	130
Фазовые искажения.....	131
<b>2.3. Шумы в ламповом усилительном каскаде .....</b>	<b>132</b>
Классификация и основные причины возникновения шумов в ламповом УНЧ .....	132
Электрические флуктуации в твердых телах .....	135
Внутренние шумы электронных ламп .....	139
Шумы и фон переменного тока промышленной частоты .....	141
Внешние воздействия. Взаимное влияние элементов.....	143
<b>2.4. Обратная связь в ламповых усилителях НЧ .....</b>	<b>144</b>
Виды обратной связи .....	144
Ослабление искажений с помощью отрицательной обратной связи.....	148
Самовозбуждение усилителей с обратной связью.....	151
<b>2.5. Особенности усилительных каскадов на тетраде и пентоде .....</b>	<b>152</b>
Усилительный каскад на пентоде.....	152
Каскад с распределенной нагрузкой.....	155
Ультралинейный каскад .....	159
Ультралинейный усилитель с катодной связью.....	161
<b>2.6. Катодный повторитель в ламповых усилителях НЧ... 163</b>	
Основные свойства катодного повторителя .....	164
Режимы работы катодного повторителя .....	170
Катодный повторитель во входных каскадах .....	178
Катодный повторитель в выходных и предвыходных каскадах .....	180
<b>2.7. Каскодный усилитель в ламповых УНЧ .....</b>	<b>184</b>
Особенности каскодного усилителя.....	184
Выбор ламп для каскодного усилителя.....	188
Основные параметры каскодного усилителя .....	190

---

## **Глава 3. Схемотехнические особенности ламповых усилителей низкой частоты .....**

<b>3.1. Общие принципы построения усилителей низкой частоты.....</b>	<b>194</b>
Назначение и основные параметры усилителей низкой частоты.....	194

Особенности классификации ламповых усилителей НЧ.....	198
<b>3.2. Предварительные усилители .....</b>	<b>201</b>
Особенности ламповых предварительных усилителей НЧ .....	202
Усилительный каскад с реостатной нагрузкой .....	204
Особенности усилительного каскада на пентоде .....	210
Катодные повторители в предварительном усилителе.....	212
Каскодные схемы в предварительном усилителе .....	216
<b>3.3. Усилители мощности.....</b>	<b>220</b>
Особенности ламповых выходных усилителей НЧ.....	221
Однотактные усилители мощности.....	222
Двухтактные усилители мощности с трансформаторным выходом.....	225
Двухтактные усилители мощности без выходного трансформатора.....	229
Параллельное включение ламп .....	235
Отрицательная обратная связь.....	239
<b>3.4. Фазоинверсные схемы в ламповых усилителях НЧ..</b>	<b>242</b>
Усилительный каскад с симметричным трансформаторным выходом.....	243
Усилительный каскад на сопротивлениях с симметричным выходом.....	245
Двухтактные самобалансирующиеся фазоинверсные каскады .....	248
Самобалансирующий каскодный фазоинверсный каскад.....	252
Фазоинверсные каскады с упрощенной схемой поворота фазы.....	253
<b>3.5. Особенности схемотехники блоков питания ламповых усилителей НЧ.....</b>	<b>256</b>
Источники питания цепей анода и экранных сеток.....	256
Источники питания цепей накала.....	260
Устранение фона переменного тока .....	265
<b>3.6. Регулировки в ламповых усилителях НЧ .....</b>	<b>273</b>
Регуляторы коэффициента усиления .....	274
Регуляторы тембра.....	286

---

## **Глава 4. Практические конструкции ламповых усилителей низкой частоты..... 307**

<b>4.1. Простые ламповые усилители НЧ для начинающих ..</b>	<b>308</b>
Одноламповые усилители низкой частоты.....	308

Усилители НЧ на двух лампах.....	325
<b>4.2. Многокаскадные и многоламповые усилители НЧ ....</b>	<b>332</b>
Простые двухтактные усилители низкой частоты .....	332
Многоламповые усилители НЧ на импортных лампах.....	344
<b>4.3. Ламповые усилители низкой частоты из узлов и блоков промышленной радиоаппаратуры.....</b>	<b>356</b>
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры III и IV классов.....	357
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры II класса.....	364
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры высшего класса .....	368
Ламповые УНЧ зарубежной радиоаппаратуры.....	380
<b>Заключение .....</b>	<b>391</b>

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

---

АРУ	автоматическая регулировка усиления
АС	акустическая система
АЧХ	амплитудно-частотная характеристика
БП	блок питания
ВЧ	высокая частота
ДВ	длинные волны
ЗС	звукосниматель
ЛК	левый канал
НЧ	низкая частота
ООС	отрицательная обратная связь
ОС	обратная связь
ПК	правый канал
ПОС	положительная обратная связь
ПУ	предварительный усилитель
СВ	средние волны
СЧ	средняя частота
УКВ	ультракороткие волны
УМ	усилитель мощности
УН	усилитель напряжения
УНЧ	усилитель низкой частоты
ФВЧ	фильтр высоких частот
ФНЧ	фильтр низких частот
ЭВП	электровакуумный прибор
ЭМИ	электромузыкальный инструмент

# ОТ АВТОРА

---

Уважаемые читатели!

Прежде чем вы начнете читать данную книгу, считаю необходимым ознакомить вас со следующей информацией.

Любые оценки, мнения, рекомендации, высказанные в этой книге, являются личными оценками, мнениями автора и не могут рассматриваться как реклама или антиреклама.

Автор старался предоставлять точную и проверенную информацию, однако не может гарантировать полную достоверность изложенных в книге материалов, схем, рисунков и таблиц. Предлагаемые описания физических процессов и принципов функционирования, определения и разъяснения не претендуют на академическую точность, поскольку данная книга представляет собой не учебник, а популярное издание, предназначенное для широкого круга читателей, часто не обладающих достаточно глубокими знаниями рассматриваемой тематики.

Ссылки, а также иные сведения даются исключительно в информационных целях.

Вся информация, изложенная в данной книге, приводится «как есть» (as is) с возможными ошибками, без гарантий любого вида, прямо выраженных или подразумеваемых. Поэтому ни автор, ни издательство не несут ответственность за возможные последствия, вызванные использованием приведенных в данной книге материалов, рисунков, схем и иной информации, в том числе за любые прямые или косвенные убытки, возникшие в результате практического или теоретического применения сведений, изложенных в этой книге.

Использование рисунков, таблиц и схем, приводимых в этой книге, а также иной изложенной в ней информации осуществляется читателем на собственный страх и риск с возложением на него ответственности за все возможные последствия, в том числе за возникшие у него или у третьих лиц прямые или косвенные убытки.

*С уважением и наилучшими пожеланиями,*

М. В. Адаменко

# ПРЕДИСЛОВИЕ

---

В настоящее время интерес к радиолампам со стороны многих представителей современного поколения радиолюбителей и профессионалов вновь возрастает. Данный факт объясняется не только тем, что всегда существовали, существуют и будут существовать самоотверженные любители старины, которые находят и восстанавливают ламповые радиоприемники и телевизоры. Основная причина повышенного интереса наших современников к радиолампам более прозаична. Дело в том, что и по сей день существует область радиотехники, где победа полупроводниковых приборов над радиолампами в обозримом будущем представляется довольно сомнительной. Конечно, в подавляющем большинстве видов современной радиоэлектронной аппаратуры возврат к ламповым конструкциям, по меньшей мере, необоснован. Однако в области разработки, создания и эксплуатации профессиональной и любительской высококачественной звуковоспроизводящей аппаратуры большой мощности число приверженцев схемотехнических решений с использованием радиоламп постоянно растет.

По мнению многих специалистов, как радиолюбителей и профессионалов, так и музыкантов, растущая популярность ламповых усилителей низкой частоты объясняется более верным воспроизведением звуковых оттенков по сравнению с транзисторными усилителями, имеющими аналогичные параметры. Именно поэтому многие мировые производители звуковоспроизводящей аппаратуры в последнее время разрабатывают и выпускают ламповые усилители низкой частоты как для домашних аудиоккомплексов, так и для профессиональных музыкантов. При этом по своим параметрам предлагаемая аппаратура составляет достойную конкуренцию транзисторным аналогам. Среди фирм, занимающихся производством ламповой аудиоаппаратуры, необходимо отметить такие, как MARSHALL, DYNACO, VOX, FENDER, HEATHKIT, MARANTZ и многие другие.

В то же время в современной специализированной литературе найти какие-либо сведения о радиолампах практически невозможно, хотя иногда публикуются схемотехнические решения, используемые при создании усилителей низкой частоты. Однако этой информации недостаточно для того, чтобы иметь представление о принципах

функционирования радиоламп, а также об особенностях построения отдельных узлов и каскадов высококачественных ламповых УНЧ. Именно приведенные выше причины оказали решающее влияние на принятие решения о создании предлагаемой книги.

Возможно, у некоторых читателей эта книга вызовет удивление, недоумение и даже насмешки. Без сомнения, значительное число читателей предастся ностальгическим воспоминаниям. Но также вполне вероятно, что для кого-то из заинтересованных читателей данная книга послужит отправной точкой при создании высококачественной мощной звуковоспроизводящей аппаратуры по приведенным в ней схемам, а также поможет при конструировании собственных ламповых усилителей низкой частоты.



# 1 ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫЕ РАДИОЛАМПЫ

<b>2</b>	Электронная лампа в усилителе низкой частоты	103
<b>3</b>	Схемотехнические особенности ламповых усилителей низкой частоты	193
<b>4</b>	Практические конструкции ламповых усилителей низкой частоты	307

В начале XX века специалисты многих стран начали интенсивные работы по созданию новых радиоламп для систем радиосвязи. При этом довольно четко обозначились два основополагающих направления проводимых исследований. С одной стороны, усилия разработчиков были направлены на конструирование так называемых генераторных радиоламп, на основе которых можно было бы строить мощные передающие устройства. В то же время не меньшее внимание уделялось созданию радиоламп, которые на приемной стороне должны были обеспечить усиление как высокочастотного сигнала, так и уже продетектированного низкочастотного сигнала. Впоследствии такие лампы стали называть приемно-усилительными или просто усилительными.

В настоящее время интерес к приемно-усилительным радиолампам со стороны многих представителей современного поколения радиолюбителей и профессионалов вновь возрастает. Причина данного явления заключается в том, что в области разработки, создания и эксплуатации профессиональной и любительской высококачественной звуковоспроизводящей аппаратуры большой мощности число приверженцев схемотехнических решений с использованием радиоламп постоянно растет.

Однако в современной специализированной литературе довольно сложно найти какие-либо сведения о теоретических основах функционирования электронно-вакуумных приборов. К тому же публикуемой информации недостаточно для того, чтобы иметь полное представление об основополагающих принципах функционирования приемно-усилительных ламп. Поэтому, прежде чем приступить к рассмотрению схемотехнических решений, принципиальных схем и конструкций ламповых усилителей низкой частоты, автор считает необходимым хотя бы кратко напомнить о физических явлениях, лежащих в основе функционирования электровакуумных приборов вообще и электронных ламп в частности.

В данной главе кратко описываются физические процессы, происходящие при функционировании электронных ламп, а также возникающие при этом побочные эффекты, влияющие на их работу. Помимо этого в соответствующих разделах рассмотрены основные типы электронных ламп, применяемых в усилительной аппаратуре, их характеристики, параметры и конструктивные особенности. Отдельный раздел посвящен истории возникновения и развития отечественных и зарубежных систем обозначения электровакуумных приборов, а также особенностям ныне действующих российской и

зарубежных систем маркировки приемно-усилительных радиоламп. Особое внимание уделено информации о возможных взаимных заменах отечественных и зарубежных ЭВП.

## **1.1. Принцип действия электронной лампы**

Несколько десятилетий назад найти в научно-популярной литературе описание принципа действия электровакуумных приборов не представляло особого труда. В настоящее время, к сожалению, необходимые материалы по этой теме заинтересованный читатель может найти только в специализированных изданиях, которые не всегда доступны. Поэтому в данном разделе кратко излагаются некоторые сведения о физических процессах, лежащих в основе функционирования радиоламп.

Следует признать, что приводимая информация, с учетом ограниченного объема данной книги, не претендует на академическую точность. В то же время излагаемые сведения призваны помочь в первую очередь радиолюбителям молодого поколения понять базовые принципы функционирования наиболее распространенных типов приемно-усилительных электровакуумных приборов.

### ***Движение электронов в двухэлектродной и трехэлектродной лампах***

Основопологающим физическим явлением, на котором базируется работа электронных ламп, является движение электронов в вакууме. При этом движение частиц между электродами происходит под действием электрического поля. Таким образом, электрон, открытый Дж. Дж. Томсоном в 1897 году, является той самой элементарной частицей, которая обеспечивает функционирование практически всех ламп, которые часто называют радиоэлектронными.

В природе все вещества состоят из атомов, которые, в свою очередь, представляют собой положительно заряженное ядро с вращающимися вокруг него по определенным орбитам отрицательно заряженными электронами. При этом положительный заряд ядра равен отрицательному заряду электронов. При определенных условиях скорость движения электронов вокруг ядра увеличится до такой степени, что часть ядер будет не в состоянии удержать свои

электроны на орбитах. Такие электроны, совершающие хаотические движения, называются свободными.

В металле, как и в любом другом твердом веществе, имеется большое количество слабо связанных с атомами электронов, которые находятся в постоянном хаотическом движении. При обычных внешних условиях скорость электронов недостаточна для того, чтобы преодолеть силы, препятствующие их вылету из металла в окружающее пространство. Однако при определенных изменениях внешних условий, вызванных соответствующими физическими процессами, электрон получает дополнительную энергию, и скорость его хаотического движения увеличивается. Более того, при некоторых воздействиях скорость электрона может оказаться достаточной для преодоления силы притяжения положительно заряженного ядра, в результате чего электрон может покинуть поверхность металла.

Процесс испускания электронов металлом или иным веществом в окружающее пространство называется электронной эмиссией.

В зависимости от природы внешнего воздействия, в результате которого освобождаемые из вещества электроны получают дополнительную энергию, различают несколько видов электронной эмиссии. Среди них необходимо отметить термоэлектронную, вторичную электронную и фотоэлектронную эмиссии.

Термоэлектронной эмиссией обычно называется процесс излучения электронов в окружающее пространство металлом, нагретым до высокой температуры, вполне определенной для каждого металла, поскольку с повышением температуры скорость электронов в атомах возрастает. Конечно же, не все электроны имеют одинаковые скорости, поэтому при определенной температуре только некоторая часть электронов разгоняется до скорости, достаточной для вылета. В то же время, чем выше температура металла, тем большее количество электронов способно покинуть его поверхность. При этом поверхность металла может быть покрыта тонким слоем другого металла, например, тория, бария, цезия или окислов щелочноземельных металлов. В этом случае атомы этих металлов легко отдают свои электроны основному металлу, в результате чего на его поверхности образуется положительно заряженный слой. Этот слой, притягивая электроны из основного металла, обеспечивает повышение их скорости и, соответственно, эмиссию. На этом принципе основана работа катодов большинства приемно-усилительных ламп.

Вторичной электронной эмиссией называется процесс освобождения электронов из металла в результате их выбивания другими

электронами, падающими на его поверхность. При этом электроны, падающие на поверхность металла, называются первичными, а электроны, выбиваемые из металла, – вторичными. Необходимо отметить, что при достаточно большой скорости первичного электрона он может выбить не один, а несколько вторичных электронов. В результате интенсивность потока электронов возрастает. На этом принципе основана работа, например, фотоэлектронных усилителей.

Явление фотоэлектронной эмиссии представляет собой процесс поглощения атомами вещества лучистой энергии, вследствие чего до необходимого значения возрастает и скорость электронов. При этом источником лучистой энергии является световой поток, а эмиссия электронов с поверхности металла начинается лишь с определенной частоты световых волн, являющейся порогом фотоэффекта. В то же время порог фотоэффекта зависит от вещества освещаемого тела. В видимой части спектра этот порог имеют щелочные металлы, например, натрий, калий, цезий или рубидий. Поэтому светочувствительные элементы фотоэлементов изготавливают из таких металлов.

Основным принципом, лежащим в основе работы электронных ламп, является взаимодействие электронов с электрическими полями. Такие электрические поля в электронной лампе при определенных условиях формируются между двумя электродами, а именно между катодом и анодом. При этом напряженность электрического поля и его форма могут изменяться не только при изменении потенциалов, формы или взаимного положения указанных электродов, но и под воздействием других электродов, называемых сетками.

В идеальном случае электрон может находиться в равномерном электрическом поле, которое можно сформировать, если на две размещенные параллельно металлические пластины подать разные потенциалы, то есть приложить разность потенциалов. В таком равномерном электрическом поле свободный электрон совершает равноускоренное движение вдоль направления силовых линий этого поля. Похожая ситуация возникает и в электронной лампе, если на анод подать положительный потенциал по отношению к потенциалу катода. Движение электронов под воздействием электрического поля, формируемого в двухэлектродной лампе, показано на рис. 1.1.

Чем больше будет напряжение анодной батареи, тем больший положительный потенциал будет на аноде лампы по отношению к катоду. При этом возрастет напряженность электрического тока между этими электродами, и, как следствие, увеличится скорость

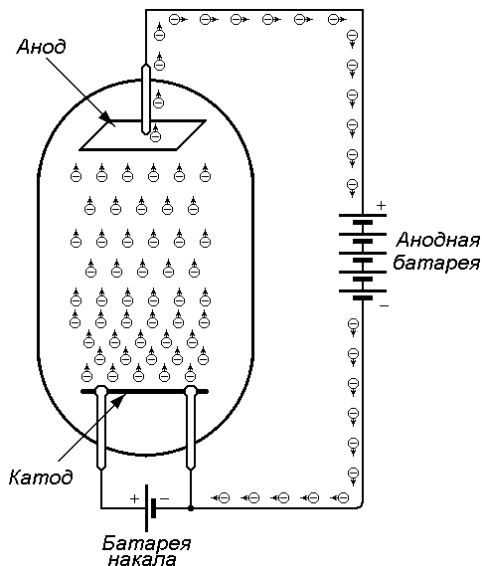


Рис. 1.1. Движение электронов в двухэлектродной лампе

потока электронов в этом поле, что приведет к соответствующему увеличению тока в анодной цепи.

Двухэлектродная лампа, принцип действия которой был рассмотрен в этом разделе, называется диодом. Она обладает свойством пропускать электрический ток только в одном направлении, поскольку назад от анода к катоду электроны лететь не могут. Это самая простая электронная лампа, однако сфера ее практического применения еще до недавнего времени была весьма обширной. Ламповые диоды использовались в радиотехнике для выпрямления переменного тока, то есть для его преобразования в ток, который течет в одном направлении.

Увеличения тока в анодной цепи можно достичь не только за счет большего напряжения на аноде. Между катодом и анодом можно установить дополнительный электрод, который из-за своей формы был назван сеткой. Если сетку с нулевым потенциалом расположить между катодом и анодом, то ни форма электрического поля в лампе, ни его параметры не изменятся. Электроны по-прежнему будут двигаться вдоль силовых линий поля, пролетая через отверстия в сетке. Движение электронов в трехэлектродной лампе при нулевом потенциале сетки показано на рис. 1.2.

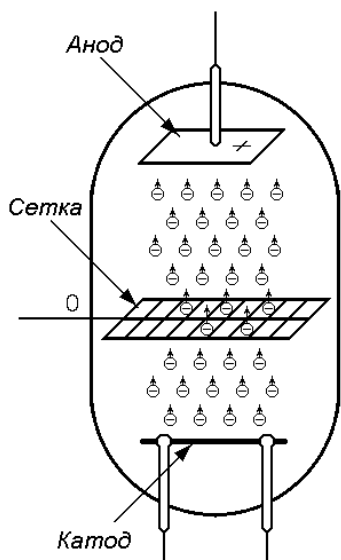


Рис. 1.2. Движение электронов в трехэлектродной лампе при нулевом потенциале сетки

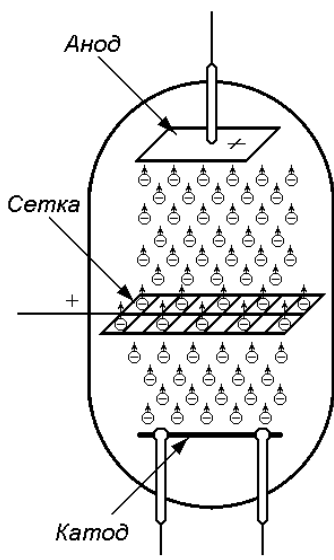


Рис. 1.3. Движение электронов в трехэлектродной лампе при положительном потенциале сетки

Если же на сетку подать даже незначительный положительный потенциал, то напряженность электрического поля в лампе на участке «катод – сетка» значительно изменится. В результате электроны, вылетающие из катода, получат дополнительное ускорение. При этом большинство электронов, испытывая притяжение анода, который имеет несравненно больший положительный заряд, чем сетка, проскочит сквозь сетку и устремится к аноду. Таким образом, количество электронов, достигающих анода в единицу времени, резко возрастет, обеспечивая и увеличение анодного тока. Движение электронов в трехэлектродной лампе при положительном потенциале сетки показано на рис. 1.3.

При подаче на сетку отрицательного потенциала относительно катода параметры электрического поля в лампе изменятся. При этом напряженность поля на участке «катод – сетка» значительно уменьшится. В результате электроны, вылетающие с поверхности катода, попадут в электрическое поле, которое не только не будет способствовать их ускоренному движению, а будет замедлять их скорость. Лишь незначительная часть электронов, благодаря высо-

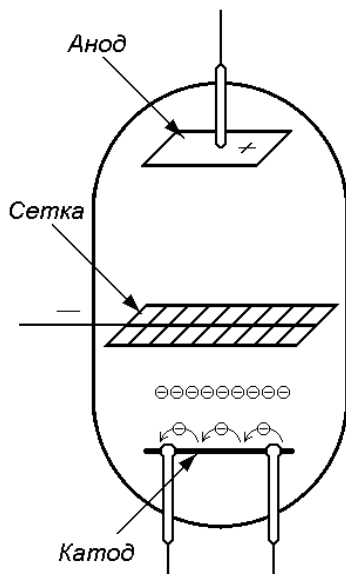


Рис. 1.4. Движение электронов в трехэлектродной лампе при отрицательном потенциале сетки

кой начальной скорости, сможет пройти через сетку и достичь анода. Остальные же электроны будут тормозиться и отталкиваться сеткой. Таким образом, поток электронов на участке «сетка – анод» значительно уменьшится, что приведет и к уменьшению анодного тока. Более того, при подаче на сетку сравнительно большого отрицательного потенциала лампу можно вообще «запереть», то есть не дать возможности электронам достигать анода. Движение электронов в трехэлектродной лампе при отрицательном потенциале сетки показано на рис. 1.4.

Таким образом, электрон, вылетевший в результате термоэлектронной эмиссии с поверхности катода электронной лампы, оказывается в электрическом поле, под действием которого он равноускоренно движется к аноду. Подачей определенного потенциала на сетку параметры электрического поля в лампе могут изменяться. При этом при подаче положительного потенциала электрон окажется в ускоряющем поле, что приведет к увеличению его скорости и возрастанию анодного тока. В результате подачи отрицательного потенциала на сетку лампы электрон окажется в тормозящем поле, его скорость уменьшится, и, как следствие, уменьшится анодный ток.



### Принцип действия усилительной радиолампы

Трехэлектродная лампа, принцип действия которой был рассмотрен в этом разделе, называется триодом. Главной ее особенностью является возможность усиления подаваемого на сетку переменного напряжения. Как уже отмечалось ранее, последовательно изменяя знак потенциала, подаваемого на сетку трехэлектродной лампы, а также даже в небольших пределах его величину, можно добиться значительных изменений анодного тока. Так, например, если между сеткой и катодом подключить источник переменного напряжения, то потенциал сетки будет изменяться в соответствии с изменением подаваемого напряжения.

При отсутствии потенциала на сетке лампы количество электронов, достигающих анода, будет иметь определенную постоянную величину, которую можно принять за промежуточную или среднюю (рис. 1.5а). Анодный ток, соответственно, также будет постоянным, что иллюстрируется графиком на рис. 1.5б.

Во время подачи на сетку положительного полупериода переменного напряжения на сетке появится положительный заряд. Величи-

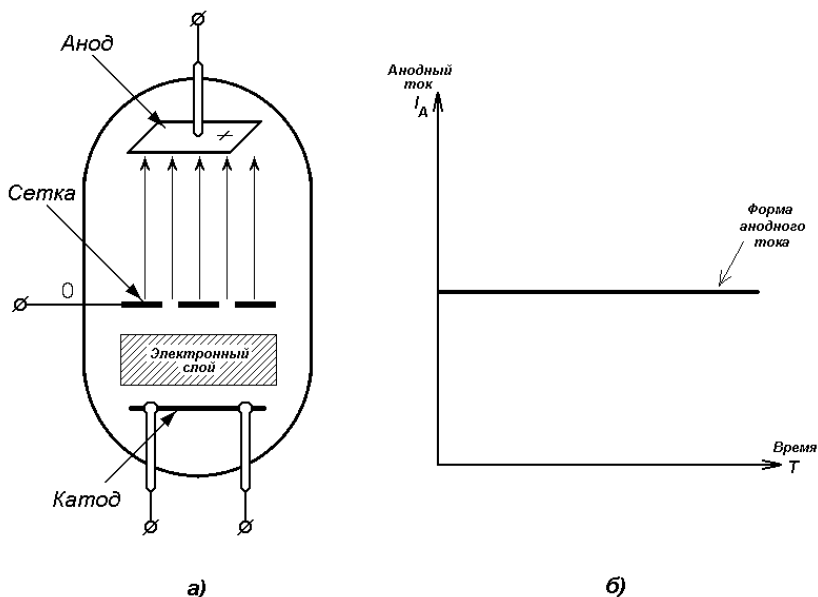


Рис. 1.5. Анодный ток при нулевом заряде на сетке триода

на этого заряда в первую половину полупериода будет возрастать от нуля до максимального значения. В результате этого процесса количество электронов, достигающих анода, также будет возрастать от среднего значения до максимума, что приведет к возрастанию анодного тока. Во вторую половину положительного полупериода величина заряда сетки будет уменьшаться от максимума до нуля, при этом количество электронов, достигающих анода, будет уменьшаться от максимума до среднего значения (рис. 1.6а). Это приведет к уменьшению анодного тока от максимального до среднего значения, как показано на рис. 1.6б.

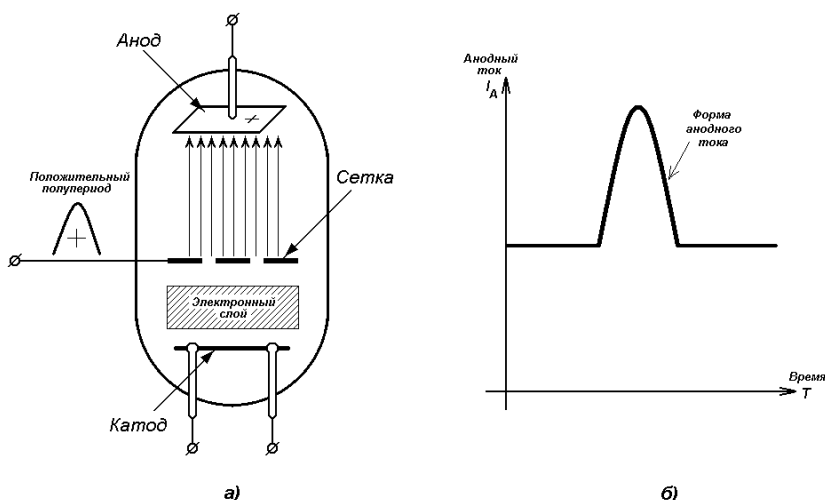


Рис. 1.6. Анодный ток при положительном полупериоде переменного напряжения на сетке триода

Во время подачи на сетку отрицательного полупериода переменного напряжения на сетке появится отрицательный заряд. При этом величина этого заряда в первую половину полупериода будет возрастать от нуля до максимального отрицательного значения. В результате этого процесса количество электронов, достигающих анода, будет уменьшаться от среднего значения до минимума, что приведет к соответствующему уменьшению анодного тока от среднего до минимального значения. Во вторую половину отрицательного полупериода количество электронов, достигающих анода, будет постепенно возрастать от минимума до среднего значения (рис. 1.7а). Это

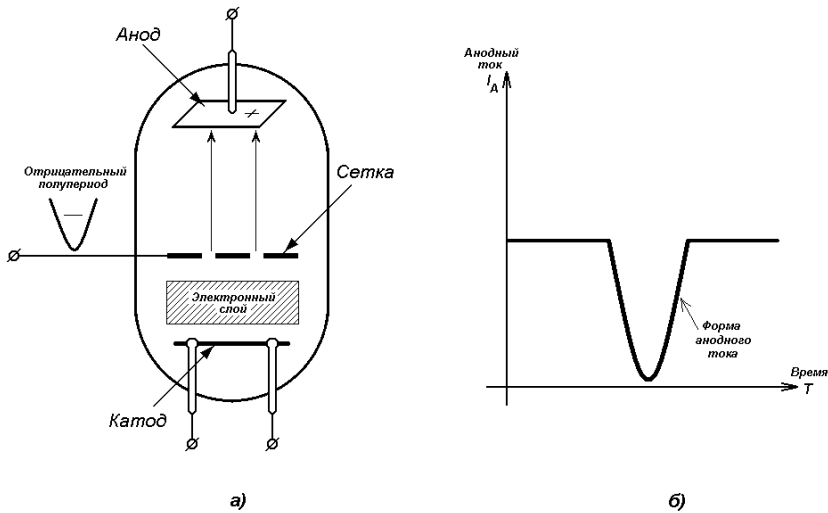


Рис. 1.7. Анодный ток при отрицательном полупериоде переменного напряжения на сетке триода

приведет к увеличению анодного тока от минимального до среднего значения, как показано на рис. 1.7б.

Таким образом, поток электронов в трехэлектродной лампе будет изменяться, уменьшаться или увеличиваться, в соответствии с законом, по которому изменяется переменное напряжение, подаваемое на сетку. В результате, по такому же закону, также последовательно возрастая и убывая, будет изменяться и ток в анодной цепи. Как известно, для того, чтобы вызвать в анодной цепи существенное изменение анодного тока, к сетке достаточно подвести весьма незначительный заряд. Поэтому, если на сетку подать электрические колебания, максимальная величина которых или амплитуда очень мала, то в анодной цепи будут формироваться колебания, амплитуда которых будет значительной. Зависимость колебаний тока в анодной цепи от колебаний напряжения на сетке электронной лампы иллюстрируется рис. 1.8.

В результате рассмотренного процесса происходит усиление колебаний, поскольку сравнительно небольшое переменное напряжение, подаваемое на сетку лампы, управляет движением потока электронов и, следовательно, значительным током, протекающим в анодной цепи. Ведущую роль в этом процессе выполняет сетка, которая в

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)