

5.4. ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Назначение конденсаторов в усилителях. Если усилительный каскад на ПТ, схема которого показана на рис. 5.5, б, используется для усиления переменного напряжения, то в него включают еще и конденсаторы C_{p1} , C_{p2} и $C_{н}$ (рис. 5.10, а). Конденсаторы C_{p1} и C_{p2} называются разделительными. Они используются для развязки усилителя по постоянному току от источника входного сигнала (C_{p1}) и от нагрузки $R_{н}$ усилителя (C_{p2}). Емкости этих конденсаторов должны быть такими, чтобы на них выделялась небольшая часть входного и выходного переменного напряжения. Это требование осуществляется при выполнении условий:

$$C_{p1} = \frac{20 \dots 30}{2\pi R_{\text{вх}} f_{\text{н}}}; \quad C_{p2} = \frac{20 \dots 30}{2\pi R_{\text{н}} f_{\text{н}}}, \quad (5.3)$$

где $f_{\text{н}}$ — частота самой низкой гармоники в спектре усиленного сигнала; $R_{\text{н}}$ — сопротивление внешней нагрузки усилителя.

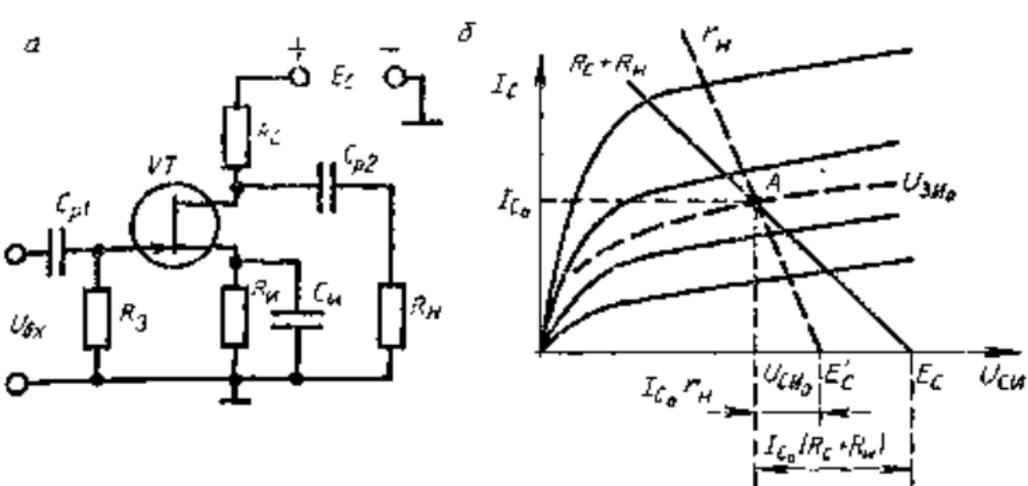


Рис. 5.10. Схема усилителя переменного напряжения на ПТ (а) и графики выходных нагрузочной и динамической характеристик (б)

Емкость конденсатора $C_{н}$ выбирается из условия

$$C_{н} = \frac{20 \dots 30}{2\pi R_{н} f_{н}}. \quad (5.4)$$

При этом сопротивление конденсатора $C_{н}$ для переменного напряжения оказывается в 20—30 раз меньше сопротивления резистора $R_{н}$ и можно считать, что исток ПТ по переменному току соединен с общей шиной усилителя. В результате напряжение ООС, которое создавалось на резисторе $R_{н}$ при отсутствии конденсатора $C_{н}$, оказывается близким к нулю и все входное напряжение прикладывается между затвором и истоком ПТ.

Элементы $R_{н}$ и $C_{н}$ называют цепью автоматического смещения.

Выходная динамическая характеристика. При гармоническом характере усиливаемого переменного напряжения рабочая точка A , характеризующая режим покоя усилителя, выбирается примерно в середине выходной нагрузочной прямой, построенной на семействе статических выходных характеристик ПТ для сопротивления нагрузки по постоянному току, равного $R_{н} = R_{c} + R_{н}$ (рис. 5.10, б). При этом, как было показано в § 5.1 (см. рис. 5.1, б), ток стока и напряжение $u_{сн}$ становятся пульсирующими, т. е. у них появляются переменные составляющие. Для переменной составляющей тока стока сопротивления конденсаторов $C_{н}$ и $C_{п2}$ близки к нулю, вследствие чего сопротивление нагрузки усилителя по переменному току $r_{н}$ равно сопротивлению элементов R_{c} и $R_{н}$, включенных параллельно (внутреннее сопротив-

ление источника питания E_c переменному току можно считать равным нулю):

$$r_n = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n}.$$

Если обозначить переменную составляющую тока стока через Δi_c , то вследствие противофазности переменных составляющих тока i_c и напряжения $u_{си}$ (см. графики 3 и 4 на рис. 5.1, б) уменьшению мгновенного значения тока стока на Δi_c соответствует увеличение мгновенного значения напряжения $u_{си}$ на $\Delta u_{си} = \Delta i_c r_n$, т. е. справедливы уравнения:

$$i_c = I_{с0} - \Delta i_c; \quad u_{си} = U_{си0} + \Delta i_c r_n.$$

Подставляя во второе уравнение значение $\Delta i_c = I_{с0} - i_c$, получим

$$u_{си} = U_{си0} + (I_{с0} - i_c) r_n. \quad (5.5)$$

Уравнение (5.5) связывает мгновенные значения выходного тока i_c и выходного напряжения $u_{си}$ при переменном сигнале на входе усилителя и определяет выходную нагрузочную характеристику по переменному току, или выходную динамическую характеристику. Для ее построения необходимо определить две точки.

1-я точка: полагая $i_c = I_{с0}$, получим $u_{си} = U_{си0}$. Следовательно, выходная динамическая характеристика проходит через точку $(I_{с0}, U_{си0})$, определяющую режим покоя;

2-я точка: полагая $i_c = 0$, получим $u_{си} = U_{си0} + I_{с0} r_n$. Следовательно, выходная динамическая характеристика проходит через точку, лежащую на оси напряжений при $E'_c = U_{си0} + I_{с0} r_n$. Так как $r_n < (R_c + R_n)$, то $E'_c < E_c$ (см. рис. 5.10, б).

Схемы усилительных каскадов на БТ, используемых для усиления переменных напряжений, отличаются от приведенных на рис. 5.8 и 5.9 наличием разделительных конденсаторов на входе $C_{р1}$ и на выходе $C_{р2}$ и конденсатора $C_{ш}$, шунтирующего резистор $R3$ (рис. 5.9, а) с целью устранения последовательной ООС по переменному току. Уравнение выходной динамической характеристики для этих усилителей подобно уравнению (5.5) и имеет вид

$$u_{кэ} = U_{кэ0} + (I_{к0} - i_k) r_n,$$

где

$$r_n = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n}.$$