

Схемотехника ламповых гитарных преампов.

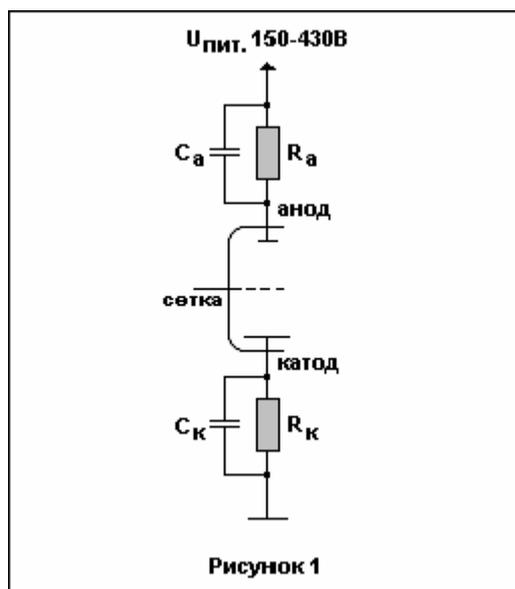
Когда я только начинал заниматься конструированием ламповых предусилителей для электрогитары, у меня возникало множество затруднений. Конечно, кое-какие познания в этой области у меня были, но опыта в изготовлении и налаживании (подбор номиналов схемы, подстройка режимов работы ламп и т.д.) было все-таки маловато. И поэтому, по большей части, до всего приходилось доходить самостоятельно, долго и мучительно.

Теперь я без особого труда разбираюсь в ламповой схемотехнике, знаю назначения и роль каждого элемента схемы, в общем, появилась уверенность в своих силах. Но как-то я подумал, что многим начинающим примочкостроителям довольно трудно, а подчас и невозможно разобраться во всех тонкостях и нюансах ламповой гитарной схемотехники, и поэтому решил написать эту небольшую статью, призванную “вооружить” всех желающих необходимыми знаниями для постройки ламповых гитарных преампов.

Часть 1.

Как правило, самыми важными частями схемы всех без исключения ламповых гитарных преампов являются, собственно каскады усиления или ограничения и междукаскадные RC связи.

Типичный ламповый каскад усиления изображен на рис.1. Рассмотрим подробнее элементы схемы и их роль в формировании звучания инструмента.



Резистор R_a может иметь номинал от 47Ком до 470Ком. Обычное его значение в различных схемах – 100Ком. Большее значение номинала этого резистора дает большее общее усиление каскада, и наоборот. Однако следует иметь в виду, что начиная с некоторого его значения картина изменится – усиление будет снижаться (см. комментарии).

Номинал катодного резистора R_k находится в пределах от 820Ом до 10Ком. В большинстве схем используются резисторы номиналом от 1,5Ком до 3,3Ком. И здесь уменьшение сопротивления ведет к увеличению усиления, но необходимо всегда помнить о влиянии катодного резистора на конденсатор катода C_k , который, в свою очередь, влияет на усиление в определенной частотной области.

Значение катодного конденсатора C_k может находиться в весьма широком диапазоне – от 0,01мкф до 250мкф. Меньшие значения C_k , порядка 0,01мкф – 0,047мкф, повышают усиление только на высоких частотах, тогда как значения до 0,68мкф – 1мкф увеличивают уровень сигнала как на высоких, так и на средних частотах. Номинал катодного конденсатора C_k от 25мкф и выше поднимет усиление уже на всех частотах, но больше всего в низкочастотной части диапазона частот электрогитары.

Поскольку напряжение постоянного тока на катоде лампы обычно небольшое, допустимо использовать конденсаторы на номинальное напряжение 25В – 50В.

Шунтирующий конденсатор анода C_a используется чаще всего в одном или двух каскадах преампа, именно в тех, в которых происходит ограничение сигнала. Применение этого конденсатора позволяет устранить или уменьшить “визжащие” высокие частоты (песок) в гитарном сигнале. Конденсатор C_a совместно с анодным резистором R_a образует фильтр низких частот, обрезая самые высшие гармоники сигнала, обычно возникающие в ламповых каскадах переусиления/ограничения.

Конденсатор C_a применяют только в тех случаях, когда в этом действительно есть необходимость: например, в звучании инструмента присутствует неприятный “визжащий” оттенок, или возникает возбуждение на высоких частотах. Для решения этих проблем можно попробовать поставить конденсатор номиналом от 50пф до 330пф, а в некоторых случаях – 500пф и даже 1000пф.

Ниже приводятся номиналы элементов типовых предварительных каскадов усиления для широко используемых ламп, таких, как 6Н1П, 6Н2П, 6Н8С и 6Н9С. Кстати, по мнению многих конструкторов и просто “самодельщиков”, лампы 6Н8С и особенно 6Н9С являются наиболее подходящими для усиления и обработки гитарного звука, “переплюнув” даже американские 12АХ7.

Данные предварительных каскадов усиления ламп 6Н1П, 6Н2П, 6Н8С, 6Н9С.

| 6Н1П | | | | |
|------------|---------|---------|--------------|---------|
| U анода, В | Ra, кОм | Rк, кОм | I* анода, мА | K*, раз |
| 130-150 | 47 | 1 | 2 | 11-13 |
| | 100 | 2.2 | 1 | 11-13 |
| | 220 | 6.2 | 0.5 | 12-14 |
| 180-200 | 47 | 1.3 | 2.2 | 11-13 |
| | 100 | 2.7 | 1.2 | 12-14 |
| | 220 | 6.2 | 0.6 | 13-15 |
| 230-250 | 47 | 1 | 3 | 16-18 |
| | 100 | 2.4 | 1.3 | 17-20 |
| | 220 | 6.8 | 0.6 | 19-22 |
| 280-300 | 47 | 0.68 | 4 | 19-22 |
| | 100 | 1.5 | 2 | 22-24 |
| | 220 | 3.3 | 1 | 24-28 |

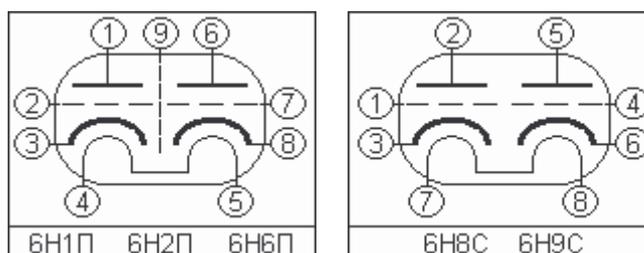
| 6Н2П | | | | |
|------------|---------|---------|--------------|---------|
| U анода, В | Ra, кОм | Rк, кОм | I* анода, мА | K*, раз |
| 180-200 | 100 | 1.2 | 0.8 | 30-35 |
| | 220 | 2.2 | 0.5 | 40-45 |
| 230-250 | 100 | 1 | 1 | 40-45 |
| | 220 | 1.5 | 0.6 | 45-50 |
| 280-300 | 100 | 1.5 | 1.1 | 45-50 |
| | 220 | 2.7 | 0.6 | 50-55 |

| 6Н8С | | | | |
|------------|---------|---------|--------------|---------|
| U анода, В | Ra, кОм | Rк, кОм | I* анода, мА | K*, раз |
| 130-150 | 47 | 1 | 1.9 | 10-12 |
| | 100 | 2.2 | 1 | 10-12 |
| | 220 | 5.6 | 0.5 | 11-13 |
| 180-200 | 47 | 2 | 2 | 10-12 |
| | 100 | 3.6 | 1.1 | 11-13 |
| | 220 | 8.2 | 0.5 | 12-14 |
| 230-250 | 47 | 1.5 | 2.8 | 11-13 |
| | 100 | 2.7 | 1.5 | 12-14 |
| | 220 | 6.2 | 0.8 | 13-15 |
| 280-300 | 47 | 1.1 | 3.8 | 11-13 |
| | 100 | 2.7 | 1.8 | 12-14 |
| | 220 | 6.8 | 0.8 | 13-15 |

| 6Н9С | | | | |
|------------|---------|---------|--------------|---------|
| U анода, В | Ra, кОм | Rк, кОм | I* анода, мА | K*, раз |
| 180-200 | 100 | 2.2 | 0.7 | 25-30 |
| | 220 | 3.9 | 0.4 | 30-35 |
| 230-250 | 100 | 1.5 | 1 | 30-40 |
| | 220 | 2.7 | 0.6 | 40-45 |
| 280-300 | 100 | 1.2 | 1.3 | 30-35 |
| | 220 | 2.2 | 0.7 | 35-45 |

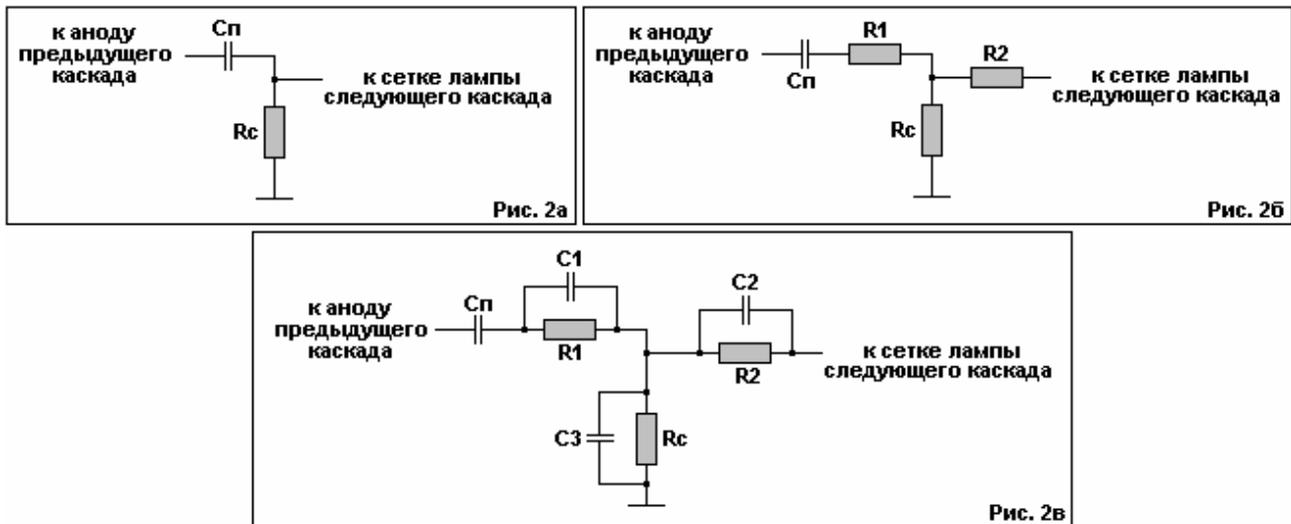
* - приблизительный ток потребления и коэффициент усиления даны для одного триода.

Цоколевка



Междукаскадные элементы схем ламповых гитарных преампов.

На рис. 2 представлены типовые междукаскадные элементы схем ламповых преампов. Это самые обычные переходные части схемы гитарных предусилителей, которые используются в том или ином виде практически в любом ламповом гитарном преампе.



В общем случае междукаскадная схема состоит из переходного конденсатора C_p после анода, первого междукаскадного аттенюатора на резисторе R_1 , резистора делителя R_c (или сеточного резистора, если используется схема на рис. 2а) и второго междукаскадного аттенюатора на резисторе R_2 , перед сеткой лампы следующего каскада усиления. Как же эти элементы влияют на уровень и АЧХ гитарных преампов?

Переходный конденсатор C_p соединяет выход одного каскада усиления со входом следующего. Он блокирует высокое анодное напряжение постоянного тока, не пропуская его на сетку лампы последующего каскада. В качестве переходного конденсатора следует использовать качественные и заведомо исправные конденсаторы на номинальное рабочее напряжение не ниже 400В. Очень часто причиной плохой работы (или звучания) всего предусилителя являются именно плохие (или неисправные) переходные конденсаторы. Иногда плохое качество такого конденсатора может привести к выходу из строя лампы.

Другая, очень важная функция переходного конденсатора C_p – междукаскадная частотная коррекция. Значение C_p определяет, какие именно частоты он пропускает. Самое распространенное значение – 0,022мкф, хотя 0,0022мкф (которое пропускает меньше низких частот) тоже используется довольно часто.

В усилителях **Fender** и **Mesa-Boogie** часто применяются переходные конденсаторы со значительно большими номиналами – 0,047мкф и 0,1мкф, которые пропускают большее количество низких частот. Именно поэтому перегруз, произведенный усилителями **Mesa-Boogie**, звучит более плотно и “толсто”, чем перегруз усилителей **Marshall**. Впрочем, некоторые считают, что усилители **Mesa-Boogie** играют более “грязно”, нежели маршалловские. В усилителях для баса часто используются конденсаторы со значениями 0,1мкф и 0,22мкф. С другой стороны, встречаются и весьма маленькие значения, порядка 500пф (например, в секции **Top Boost** усилителя **Vox AC30**). Естественно, такое малое значение C_p очень сильно подчеркивает высокие частоты, поскольку почти все низкие и большинство средних частот в этом случае не пропускаются. Таким образом, диапазон используемых значений конденсатора C_p может лежать в пределах от 500пф до 0,1мкф.

Резистор R_1 часто называют “междукаскадным аттенюатором”, так как он уменьшает уровень сигнала. В некоторых схемах встречаются значения этого резистора до 4,7Мом, а в некоторых он может и вовсе отсутствовать. В общем случае типичные значения резистора R_1 могут быть следующими: 1Мом, 750Ком, 680Ком, 500Ком, 470Ком, 330Ком, 250Ком и 100Ком. И так, чем выше номинал этого резистора, тем большее падение уровня сигнала на нем, и тем меньше усиление.

Резистор R_2 , подобно резистору R_1 , также является “междукаскадным аттенюатором”, и тоже призван уменьшать уровень сигнала. В паре с резистором R_c он создает напряжение смещения на сетке лампы следующего каскада (см. ниже). Типичное значение R_2 – от нуля до 680Ком, очень часто встречаются значения от 68Ком до 500Ком. По желанию можно использовать резисторы большего номинала. Для большего усиления уменьшают значение этого резистора, а для меньшего – увеличивают, точно так же, как и в случае с резистором R_1 .

Резистор R_c буржуи обозвали (буквально) “резистор утечки сетки”. Это резистор выполняет важную функцию – он помогает создавать смещение на сетке лампы следующего каскада. Сетка лампы любого каскада усиления нуждается в подаче напряжения постоянного тока через резистор, включенный на общий провод (без шунтирующего конденсатора, блокирующего постоянный ток). Так, что если параллельно с резистором R_c включен блокирующий конденсатор, необходимо добавление нового резистора от общего проводника к сетке лампы, иначе следующий каскад усиления работать НЕ БУДЕТ.

Другая, не менее важная функция этого резистора – возможность управлять уровнем сигнала, поступающего на следующий каскад, так как сигнал через резистор R_c “стекает” на “землю”. Более высокие значения этого резистора блокируют эту утечку, позволяя поддерживать больший уровень сигнала для последующего усиления

в следующей части схемы, а более низкие значения делают эту утечку больше и уровень сигнала понижается. Таким образом, для увеличения усиления увеличивают номинал R_c , а для меньшего – уменьшают.

Резистор R_c очень помогает в “приручении” усиления в многокаскадной схеме. Как известно, лампу довольно легко можно “перегрузить” слишком большим входным сигналом и она начнет “запираться”. Один из способов избавиться от этого неприятного явления – включение резистора на общий провод. Чтобы ослабить входной сигнал.

Номиналы резистора R_c , встречающиеся в схемах гитарных преампов, могут быть от 10Ком до 2,2Мом. Часто используются следующие значения: 1Мом, 750Ком, 500Ком, 330Ком, 220Ком, 100Ком, 68Ком и 47Ком.

Конденсатор C_1 шунтирует резистор R_1 и позволяет проходить некоторому диапазону частот через R_1 , как если бы его не было вовсе. Небольшие значения этого конденсатора – от 50пф до 500пф, позволяют проходить главным образом высоким частотам, срезая большинство средних и все низкие частоты, прошедшие через S_1 и R_1 . Если низкие частоты ослаблены, тембр звучания инструмента становится более ярким, что похоже на повышение усиления на высоких частотах.

В том случае, когда требуется добавить больше средних частот, используются большие значения конденсатора C_1 , порядка 0,001мкф – 0,01мкф. Обратите внимание, что большее содержание средних и высоких частот повышают общее усиление.

Конденсатор C_2 в значительной степени является тем же самым, что и конденсатор C_1 , только C_2 шунтирует резистор R_2 . Точные частоты, которые затрагивают эти элементы, зависят от целого ряда переменных, включая сопротивление в междукаскадной цепи. Считается, что в данном случае наилучшие результаты дает подбор номинала конденсатора C_2 на слух. Если необходимо вычислить точные значения затрагиваемых частот, обращаемся к учебникам. (Данная статья предназначена в первую очередь для “чайников”, поэтому я постарался избежать пространных объяснений и физических формул).

Конденсатор C_3 работает отлично от конденсаторов C_1 и C_2 , точно так же, как работа резистора R_c отличается от работы резисторов R_1 и R_2 . Если конденсаторы C_1 и C_2 увеличивают уровень высоких частот, то C_3 их уменьшает. Здесь конденсатор C_3 работает подобно низкочастотному фильтру. Небольшое значение этого конденсатора, около 500пф, позволяет срезать только высокочастотные максимумы, а более низкие частоты беспрепятственно проходят к следующей части схемы – на сетку лампы последующего каскада усиления. Таким образом, образуется низкочастотный фильтр.

В различных схемах встречаются значения конденсатора C_3 – от 20пф до 0,001мкф. Очень редко можно увидеть значение 0,1мкф. В то же время существует известная уловка конструкторов: включение резистора не параллельно, а последовательно с конденсатором C_3 , чтобы частично уменьшить потерю высоких частот. Как правило, используются резисторы номиналом 50Ком, 100Ком, 250Ком и 470Ком.

Резисторы R_1 , R_2 и R_c являются, по сути, обычным делителем напряжения и одновременно контролем чувствительности. В некоторых случаях этот делитель напряжения может быть заменен потенциометром управления громкостью (или чувствительностью).

В следующей части мы попытаемся разобраться с применением в ламповых гитарных преампах полупроводниковых диодов (о. ужас!) и познакомимся со структурными схемами предусилителей различных типов, а также узнаем кое-что о темброблоках, применяемых в гитарных преампах различных производителей.

Антон Немчинов.
2005г.