

Отбор Электронных Ламп.

(А.Р.А спецвыпуск, источник VTV 1/1995. John Atwood)

Почему статья названа как "отбор ламп" а не "тестирование ламп"? Главным образом потому, что тестирование предполагает замеры параметров с помощью измерителей и дальнейшую браковку тех ламп, которые не прошли хотя бы по одному из них. В статье же затронуты вопросы более широкого характера, чем специфика измерений, здесь описаны наиболее важные дефекты и повреждения, встречаемые в лампах, обнаружив которые можно затем без труда отделить плохие приборы от пригодных к использованию.

Зачем отбирать лампы? Разве не все лампы, купленные в магазине, хороши? Или недостаточно поглядеть на упаковку, когда меняетесь с кем-то лампами? И да и нет. Порой новые лампы имеют дефекты, хотя их даже не доставали из коробочки, а техника, куда их поставят, выдвигает довольно строгие требования. В другой раз работавшая лампа безусловно хороша и долго еще прослужит. Даже старая, послужившая лампочка может оказаться лучше, чем новая с проблемным качеством. В третьем случае может статься, что лампы, не прошедшие жесткую отбраковку, вполне сгодятся для менее ответственных участков.

В статье как раз вскрываются виды дефектов и повреждений, свойственные лампам, и показаны методы отбора по требованиям для данного устройства.

Типы отказов и повреждений

Отказы в ламповой технике можно разделить на две категории: 1) одни проявляются сразу же в новой лампе; 2) присущи только использованным, бывшим в работе лампам. В первом случае — отказ на совести производителя или вследствие плохого обращения, например при транспортировке или установке в панельку. Такие вещи случаются и с работавшими лампами, но кроме того у них есть своя специфика отказов.

Наиболее частые дефекты в новых лампах:

- 1. Короткое замыкание** — чаще всего из-за отрыва какого-либо элемента: кусочка траверзы, пружины, распорки.
- 2. Нарушение геометрии и шага навивки сеток** — следствие небрежности при сборке лампы. Сопровождается затянутой отсечкой анодного тока на Ia-Uc характеристиках, что в звуковых лампах приводит к повышению искажений.
- 3. Шумы и микрофонный эффект** — вызваны недостаточной очисткой элементов или нарушением технологии сборки. "Микрофон" может кроме того являться следствием грубого обращения с лампой.
- 4. Неправильная маркировка** — может быть нанесена умышленно или ошибочно. Часто такая лампа будет работать в схеме, но с большими искажениями. Классическим примером является маркировка 6ES8 (ECC189) как 6DJ8 (ECC88). Лампа по виду та же, но имеет длинную характеристику, приводящую к высоким искажениям.

Работавшие лампы с неизвестным ресурсом (вроде тех, что попадают на развалах) могут иметь следующие дефекты:

- 1. Недостаточная эмиссия/низкая крутизна.** Наиболее частый дефект в новых (моложе 1950г. в.) и особенно в пальчиковых лампах с высокой крутизной. Либо ресурс исчерпан, либо произошло "отравление" катода.
- 2. Обрыв нити накала.** Частый случай в старых (старше 1950 г.в.) и в лампах батарейного питания.

3. **Загазованность.** Характерна для мощных ламп, особенно в тех, что были чрезмерно перегружены по мощности на аноде или высоким анодным напряжением.
4. **Повышенная утечка на участке накал-катод или "коротыш".**
5. **Шум** — часто связан с подсевшей эмиссией.
6. **"Тугой" катод** — сопровождается неспособностью катода отдавать нужный ток на пиках сигнала.

Визуальная оценка ламп

Внешняя оценка поможет избежать проблем и к тому же быстро выснить: на самом ли деле лампочка N.O.S. (New Old Stock — из старых запасов, но не работавшая).

Для начала гляньте на геттер — серебристый налет на стекле внутри баллона. Его назначение — поглощать молекулы газа в герметичной колбе лампы, как правило это зеркало из бария или магния. Если геттер полностью белый, это говорит о сильном натекании воздуха и лампа работать не будет. Если осталось небольшое пятнышко, то лампа до этого тяжело работала и может быть загазована. Может быть лампа и жива, но это маловероятно. Если же геттер "как новый", без потемнений и прозрачных пятен, то похоже, что лампа новая или мало работала. Однако другие проблемы вовсе не исключены, пойдём дальше.

Потрясите лампу. Если что-то дребезжит, приглядитесь внутрь ее. Не стоит беспокоиться, если это кусочек стекла, но если этот кусочек металлический, придется лампу выбросить. Порою у октальных ламп отламывается ключ на цоколе, растрескивается сам цоколь — это не так страшно, пока лампа вовсе не лишится цоколя.

Можно отыскать лампу в новой упаковке и выглядит все это вполне новым (N.O.S.). Но так ли это на самом деле? Возможно техник при замене подсевшей лампы просто сунул ее в коробку от новой. Внимательно приглядевшись, можно сказать про нее, работала она или нет. Во-первых, соответствует ли маркировка на стекле той, что на коробочке? Если нет, вряд ли это лампа новая, не работавшая. Насколько чистыми, не затертыми выглядят надписи/штампы на стекле. У большинства ламп значок нанесен столь нестойкой краской, что она легко слетает при установке, или когда смахивают пыль. Есть ли отпечатки пальцев на стекле или ввевшаяся грязь и пыль? Или стекло заметно потемнело? А может, геттер изрядно подношен, тогда он из блестящего непрозрачного становится дымчатым, полупрозрачным. Когда видна легкая дымка на стекле или геттер несколько посветлел по краям, это не страшно, такую лампу можно считать вполне свежей, хот и бывшей в работе. Вот после этого можно приступать к измерениям (как правило, меряют крутизну). И маленький совет: даже при едва заметных признаках того, что лампа не новая, не платите за нее полную цену!

Проверка эмиссии и крутизны лампы

Падение эмиссии является главным признаком выхода лампы из строя. Причиной этому могут быть отравление эмиттирующей поверхности газом, либо истощение материала покрытия катода. Этот факт проявит себя сам через снижение крутизны (возможно и усиления) и неспособность развить большой ток в нагрузке, каким бы ни было смещение на сетке. Обычно этот процесс идет равномерно и медленно по мере наработки, затем быстро ускоряется, что означает полный выход лампы из строя. Лампы с высокой плотностью эмиссии с катода, к примеру небольшие пальчиковые лампы для радиочастотного диапазона, теряют эмиссию быстрее, чем те где плотность тока низка и условия работы их гораздо легче предельно допустимых.

Дешевые ламповые тестеры, обычно именуемые "тестерами эмиссии", продавались раньше едва ли не в аптечных киосках. У них напряжение на катоде (при определенном автосмещении) запросто подавалось на сетку и нужно было смотреть, насколько велик был ток анода. Стрелка могла показать, что эмиссия слабая, но на самом деле такой "контроль" мог вполне повредить лампу из-за броска тока, вызвав осыпание катода или перегрев хрупких сеток лампы. Если тестер не назывался "Измерителем крутизны" и выглядел дешевой, то скорее всего это тестер эмиссии. Не применяйте его.

В "Измерителях крутизны" небольшое переменное напряжение подавалось на сетку и стрелка показывала величину анодного тока. Это уже более реалистичный тест, да и лампа не испытывала стресса, как в случае с "тестерами эмиссии". В большинстве из них напряжение на анод подавалось нефильтрованным, просто выпрямленным, так что значение крутизны нельзя было считать истинным. Конечно, для лабораторных измерений такие тестеры не подходили, зато были достаточно удобны для грубой оценки эмиссионной способности катода лампы. При этом анодные характеристики лампы в расчет не шли, просто подавалось всегда одно и то же анодное. В более сложных измерителях, таких как "лабораторная" модель Nickok 123 Cardomatic анодное точно выставляется и производится довольно точный замер крутизны. И все-таки из-за того, что измерения проводятся на одной точке (обычно указанной в справочнике), а не в широком диапазоне анодных токов, то подсевшая эмиссия в области больших анодных токов почти не выявляется. (Та же картина и с нашими измерителями советского производства. Как правило, рабочая точка выставляется штырями в отверстиях на перфокарте. Так вот, мы для некоторых типов ламп делаем самодельные карты, в которых предусмотрено изменение режимов в широком диапазоне. Судя по описаниям западных Tubester'ов, и сравнивая их с нашим ЛЗ-3, кроме гордости за отечественный прибор, испытываешь чувство патриотизма за наши электронные лампы. -- Ред. А.Р.А.) Таким образом, измерители ламп общего назначения как военный прибор TV-7/U, бытовой Heathkit TT-1, большинство измерителей фирмы Nickok и др. вполне прилично справляются с задачей.

Правда, за исключением действительно лабораторных приборов, все они проградуированы довольно произвольно. Так что, если лампа не показала удовлетворительных результатов при замерах крутизны, она либо изначально дефектная, либо сполна отработала свой срок. Если место на музейной полке уже занято такой же лампой и вы не собираетесь использовать ее в приборе даже с пустяковыми требованиями, лучшее место для нее — мусорное ведро.

Наблюдение кривых на экране

Характериограф рисует на экране осциллоскопа семейство кривых зависимости анодного тока от смещения на сетке при различных напряжениях на аноде (анодные характеристики). Однако для цели отбора ламп больше подошла бы кривая изменения анодного тока от напряжения сетки при фиксированном анодном напряжении (анодно-сеточная характеристика). Она показывает кривизну передаточной характеристики и то, насколько хорошо лампа закрывается. Если кривизна большая, можно ожидать больших искажений. Если геометрия сетки нарушена при сборке, то анодный ток не будет исчезать при глубоком закрытии лампы (более отрицательном напряжении сетки). Если лампа с удлинённой характеристикой ошибочно отмаркирована как лампа с короткой (к примеру 6BA6 имеет значок 6AU6, или 6ES8 имеет значок 6DJ8), то при измерениях это сразу выяснится.

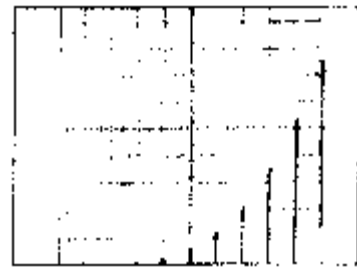


Рис. 1. Нормальная 12АТ7

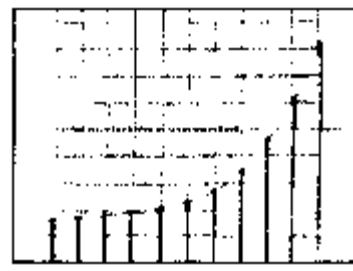


Рис. 2. 12АТ7 с плоской отсечкой

На Рис.1 показана анодно-сеточная характеристика лампы 12АТ7 (в данном случае Raytheon JRP-12АТ7, выпущенная в 60-е). Она выглядит, как нормальный образец, хотя и с кривизной, присущей 12АТ7. На Рис.2 изображена характеристика другой половинки той же лампы, где отсечка тока не происходит даже при глубоком закрытии. Это пример, конечно, избыточен по своей показательности, но интересно, как лампа с таким дефектом оказалась в военном приборе. К счастью, такие пороки у ламп весьма редки.

Отбор ламп на характериографе представляет собой операцию скорее качественную, нежели количественную. Прогон ламп через этот прибор помогает быстро выявить дефекты производства или причину высоких искажений, но он не укажет на севшую эмиссию до тех пор, пока лампа еще хоть как-то дышит. Так что наблюдение характеристик на характериографе является, по сути, дополнением к измерениям крутизны.

Единственным характериографом, производившимся серийно, был Tektronix 570. Он выпускался с 1955 г. до начала 60-х. Но сделано их было немного, и найти его сейчас крайне сложно. На протяжении ряда лет в различной периодике публиковались статьи о том, как сделать характериограф. Сейчас при наличии дешевых АЦП и ЦАП на борту компьютера, не составляет никаких проблем построить характериограф управляемый машиной. Единственное, за чем дело стало — недорогой характериограф для измерения ламп.

Шум и "микрофон"

Шумы и микрофонный эффект являются, по сути, разными дефектами в лампе. Шум в виде шипения или треска может быть вызван: дробовым шумом (из-за неравномерности во времени выхода электронов с поверхности катода, количество таких электронов в каждый момент времени различно, и тогда ток эмиссии не является строго постоянной величиной), явлением фликер-эффекта (благодаря неравномерному изменению эмиссионной способности отдельных участков катода, активный слой катода все время пребывает в нестабильном состоянии, площадки с максимальной эмиссией как бы мигрируют по поверхности), и тепловым движением электродов относительно друг друга и проявляется при избыточных вибрациях или ударах по лампе. Рокот (не фон!) также есть разновидность шума, но в хорошо спроектированных и собранных лампах он может проявиться лишь при появлении утечки катод-накал. Большинство современных ламп с высоким усилением запитываются, как правило, постоянным током, исключая таким образом проблему рокота.

Наилучшим тестом для проверки лампы на шум можно считать ее работу в очень чувствительном усилителе, скажем в коректоре RIAA, остается только измерить шум на выходе. Щелчок по лампе или по шасси усилителя проявит наличие микрофонного эффекта. Альтернативой может служить специальный тест в усилителе с высоким усилением, где лампа включена с общей сеткой. Вообще-то померить шумы лампы и ее "микрофон" — задача не из легких, так что лучшим способом можно считать, когда переберешь массу ламп и выберешь самую "молчаливую". Однако, порой вам надо отобрать самые шумящие лампы

(явно шумящие выше среднего). Это явится показателем того, что у иного производителя есть проблемы с качеством, и таких ламп надо держаться подальше.

Следует заметить, что и шум, и микрофонный эффект при том методе, который был описан выше, проявляются на низкой частоте (в аудио и видео диапазоне). Значение шумового напряжения на радиочастотах определено главным образом крутизной. "Микрофон" в радиодиапазоне практически не ощутим. Вот почему большинство высокочастотных ламп грешат жутким микрофонным эффектом. Исключением может оказаться генератор в FM тюнере. Здесь шумы и "микрофон" могут вызвать модуляционный шум, который наложится на FM сигнал.

Загазованность (эмиссия сетки)

Присутствие газа во внутреннем объеме баллона может быть довольно точно определено путем измерения сеточной эмиссии. Управляющая сетка способна излучать электроны, когда хоть сколько-нибудь молекул или атомов газа находятся внутри лампы или материал катода осел на сетке и она стоит под высокой температурой. Частым эффектом такого нежелательного поведения сетки окажется смещение рабочей точки в сторону более высоких анодных токов. Это может стать проблемой для мощных ламп или в схемах с большими сеточными резисторами. Если в усилителе мощности с фиксированным смещением есть возможность сеточной эмиссии в выходном каскаде, то увеличенный анодный ток вызовет увеличение сеточного, тот в свою очередь еще сдвинет рабочую точку в сторону большего анодного тока и так далее. Налицо эффект саморазогрева лампы вплоть до выгорания одного из элементов. Но когда саморазогрев остановится, лампа уже мертва. Усилители с автосмещением и со схемой слежения по постоянному току (DC servo) менее чувствительны к загазованности лампы, так как изменение сеточного смещения компенсируется изменением тока в цепи автосмещения и соответственно напряжением катода относительно сетки.

Сеточный ток обычно замеряется при нормированном (справочном) токе анода путем измерения падения напряжения на сеточном резисторе утечки. Большинство ламповых измерителей способны измерять токи сетки. Очень часто сеточная эмиссия никак не проявляет себя, пока лампа работает как обычно. Поэтому нужно довести лампу до предельного анодного тока, прогреть ее как следует на этой мощности, а уж затем измерять сеточный ток.

Короткие замыкания и утечки

Непрогнозируемые, случайные замыкания вызваны отрывом или прогибом элементов лампы. Утечка может образоваться из-за оседания атомов металла на стекле или слюде, расположенных между электродами. Наконец, эта утечка может произойти вследствие загрязнений между ножками лампы на цоколе. Многие ламповые тестеры имеют контроль короткого замыкания. Частенько "коротыши" блокируют проведение остальных измерений. Утечки становятся проблемой в очень чувствительных схемах, так что лучше для выяснения таких случаев тестировать лампы по месту, когда измеритель не способен ничего определить.

Выводы

В наше время, когда число производителей ламп неуклонно падает, а число пользователей неуклонно растет, очень не вредно уметь выбирать лампы. Это не только помогает выде-

лить лучшую из лучших, но среди огромного вала еще оставшихся работавших или N.O.S. ламп отобрать нужные для замены или для производства новой ламповой техники.