

Подача напряжения на лампы накаливания

Анализ работы ламп накаливания показывает (будь то осветительные лампы или электронные с нитью накала), что в момент включения они испытывают стресс: холодная нить накала имеет гораздо меньшее сопротивление, чем разогретая, и, в момент включения, ток через неё будет определяться этим сопротивлением, а, значит, будет иметь аномально большое значение. В этот короткий момент структура металла нити будет быстро расширяться (увеличиваться в размерах), поверхностный слой имеет отток энергии, за счёт излучения в пространство, а также он имеет не идеально гладкую поверхность и большее сопротивление, и оттого прогревается последним,

что приводит к растрескиванию верхних слоёв нити, вплоть до обрыва. Этот эффект часто наблюдается в момент включения ламп накаливания, используемых для освещения. То же самое происходит и с нитями накала электронных ламп: если они не обрываются, то происходит растрескивание поверхностных слоёв нити, впоследствии, увеличившееся из-за этого сопротивление нити, не позволит получить требуемый ток накала, что приведёт к недокалу подогретого катода, который быстро истощается, приводя к изменениям рабочих характеристик лампы, не позволяя получить с неё полную мощность, вводя лампу в режим ограничения, что, в свою очередь,

приводит к обогащению выходного спектра лампы. Отсюда проблема оказывается очень серьёзной и предполагает серьёзную с ней борьбу, хотя бы самыми простыми средствами.

Задача состоит в том, чтобы подавать напряжение накала, увеличивая его с нуля до номинала вольт в течение некоторого времени, достаточного для перехода атомов металла в активное состояние с малой скоростью: металл с ростом температуры становится более тягучим, успевает прогреться и не растрескивается, что позволяет обогатить выше изложенные проблемы.

Самыми простыми являются такие меры, как включение в стартовом режиме последовательно с

нитью (нитью накала) ограничительных резисторов. Чтобы не вводить индивидуальные резисторы на каждую лампу, конструкторы, например, радиостанции “Кама-С” – ламповой судовой радиостанции, работающей в диапазоне частот 300 МГц и имеющей порядка двух десятков радиоламп, ввели в цепь первичной обмотки накального трансформатора проволочный резистор сопротивлением 6,2 Ом мощностью 15...25 Вт безо всякого его переключения – рис. 1. Что же при этом происходит? При включении радиостанции, холодные нити ламп так нагружают накальный трансформатор, что напряжение на его вторичной обмотке подсаживается, а на лампах ещё более, из-за сопротивления соединительных проводов, ситуацию усугубляет тот самый, включенный последовательно “зелёный” резистор R1, на котором также падает напряжение сетевого питания трансформатора, например, в момент включения, до 100 В, в результате чего к нитям накала ламп в этот момент будет приложено примерно около 3 В, вместо номинальных 6,3 В. Постепенно нити накала будут увеличивать свою температуру (прогреваться), их сопротивление будет увеличиваться, а падение напряжения во всех точках уменьшаться, по мере уменьшения тока. На сопротивлении, включенном в первичную обмотку, даже, при токе в 1 А (потребление по сети 220 В - 220 Вт – на практике - меньше) падение напряжения будет всего 6,2 В, практически в зоне нормальной работы (220 - 6,2 = 213,8 В), а лампы будут защищены, даже в случае случайного перерыва в подаче энергии, при её включении всё пройдёт штатно автоматически, напряжение на накал будет подано согласно температуры нитей накала ламп и с растяжкой во времени.

Ещё несколько вариантов подачи (теперь ступенчато) напряжения накала на накал ламп:

1. Напряжение накала (обычно переменное) в начальный момент подаётся через мощный диод (работает только одна половина периода), отсюда, номинальные 6,3 В напряжения накала будут “уполовинены” до 3 вольт (примерно, учитываем ещё и прямое сопротивление диода). Секунд 30...60 – и этот диод можно закорачивать: горячие нити накала теперь выйдут на режим, минуя стресс.

2. Следует предусмотреть один или несколько отводов до номинального напряжения накала на вторичной обмотке силового (накального) трансформатора. Перед включением включают переключателем отвод с минимальным напряжением и через десятки секунд переключают отвод на большее напряжение. Температура нитей накала ламп повышается постепенно, стресс и растрескивания поверхностного слоя нитей накала отсутствуют. Делая отводы в обмотках для накала, следует предусмотреть и повышенное напряжение накала (для 6,3-вольтных ламп, вплоть до 7 В), это положение пригодится при пониженном напряжении в питающей сети и при использовании “видавших виды” старых ламп. Подходить к этому напряжению нужно тоже ступеньками, причём, чем “ступеньки” меньше, тем лучше (больше количество отводов в обмотках накала). Возьмём, например, унифицированный накальный трансформатор ТН-60, пара обмоток на 6,3 В имеет отводы на 5 В, которые можно использовать для предварительного разогрева нитей накала 6,3-вольтных ламп, если этого будет много, то можно включить последовательно с 5-вольтовой секцией ещё и мощный диод, переключая диод с 5-вольтовой секцией, 5-вольтовую секцию

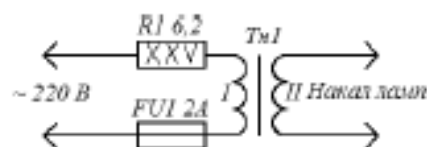


Рис. 1. Подача напряжения накала в радиостанции “КАМА-С”

и обмотку 6,3 В полностью, можно нормально запустить подогрев катодов ламп.

3. Использовать феррорезонансные стабилизаторы по сетевому напряжению с плавным нарастанием их выходного напряжения, также использовать плавное повышение сетевого напряжения с помощью сетевых автотрансформаторов (например, ЛАТРов).

- Эти три способа хороши, но не имеют защиты при случайном отключении энергии в сети и последующей её подаче, спустя некоторое время, когда катоды (нити накала) ламп уже успеют остыть.

4. Переходим на питание накалов ламп постоянным током: стабилизаторы должны иметь цепи задержки выходного напряжения на заданное время, после включения с плавным его увеличением до нормы за это время [1]. Для значительного уменьшения потерь на нагрев, по цепи накала следует применять стабилизаторы на мощных полевых транзисторах, в выпрямителях использовать схему выпрямления со средней точкой и мощные диоды Шоттки [2]. Накал ламп постоянным сглаженным и стабилизированным током делает аппаратуру более прецизионной, со стабильными выходными параметрами, ещё и подобной батарейной, так как отсутствуют специфические шумы и фон переменного тока, практически всегда присутствующий в сетевой ламповой аппаратуре, именно, из-за питания накалов ламп переменным током.



Литература

1. Прецизионный стабилизатор накала. - http://klausmobile.narod.ru/appnotes/an_11_fetreg_r.htm
2. В. Беседин. Защищаемся... - Радиолобитель, 2019, №2, стр. 25...29; №3, стр. 26...29.