

Защитный разрядник на выходе маломощного средневолнового радиовещательного АМ передатчика.

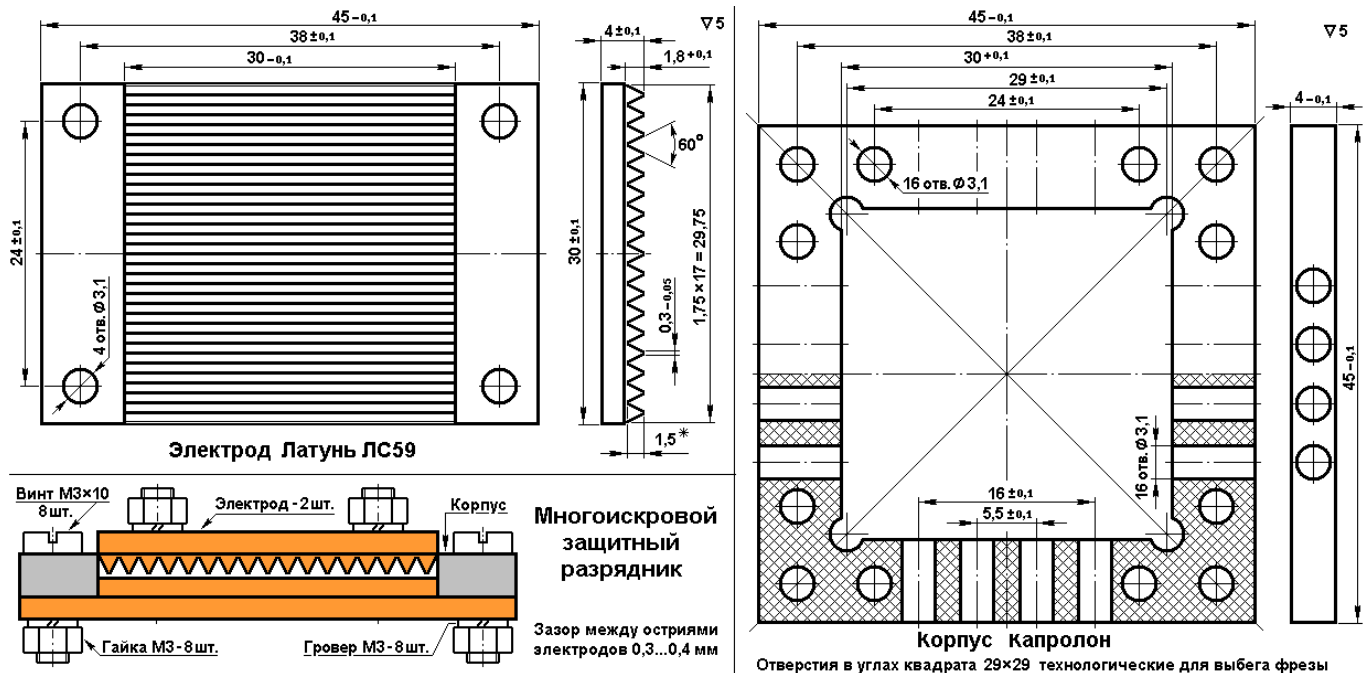
Сергей Комаров.

Радиовещательный передатчик транслирует программу слушателям по заранее объявленному расписанию, весьма продолжительное время и вне зависимости от погоды. То есть, передатчик должен исправно и безопасно работать на антенну и во время грозы, и даже в случае близких ударов молний. При использовании емкостной связи с антенной и схемно-незаземленном протяженном проволочном вибраторе на нем наводится большой электростатический потенциал, который может пробить изоляцию разделительного конденсатора в анодной цепи выходного каскада передатчика. Перед грозой на выводе незаземленной антенны можно наблюдать коронные разряды, опасные не только для аппаратуры, но и для жизни. При близких ударах молнии на протяженных средневолновых антеннах наводятся значительные импульсные напряжения.

Соединение вывода антенны на землю через ВЧ дроссель или резистор предохраняет от статических потенциалов, но не защищает от импульсных перенапряжений при разрядах молний. Обеспечить безопасную работу передатчика на протяженную высокорасположенную антенну в средней полосе России, где грозы довольно часты, может защитный разрядник с большим числом искровых промежутков (рассчитанный на большой ток разряда и длительную работу).

Прототипом данной конструкции является разрядник [1], успешно защищавший телеграфные аппараты, работавшие на протяженные воздушные линии вдоль железных дорог до середины 60-х годов прошлого века. По сравнению с прототипом данная конструкция сильно упрощена и выполнена симметричной, что позволяет ее использовать также для защиты передатчиков, имеющих симметричные выходы и работающих на открытые двухпроводные фидеры. По причине присутствия в защищаемых цепях ВЧ потенциалов значительной мощности, использование промышленных газонаполненных разрядников невозможно, - они ионизируются и загораются от сигнала своего радиопередатчика.

Разрядник состоит из двух одинаковых латунных электродов и изоляционного корпуса, к которому они крепятся крест-накрест на винтах (Рис. 1).



В качестве материала корпуса может быть использован капролон, стеклотекстолит или эбонит. Отверстия в торце корпуса предназначены для доступа воздуха в искровое пространство. В данной конструкции 289 искровых промежутков, тепло от которых отводится на массивные латунные пластины. Большое число искровых промежутков обеспечивает длительный срок работы разрядника и позволяет защищать передатчик от мощных импульсных перенапряжений, возникающих во время грозы. Зазор между остриями электродов разрядника, с одной стороны,

должен ограничивать напряжение статических и импульсных наводок, с другой, - не должен пробиваться выходным напряжением передатчика на пике модуляции при работе на самую высокоомную штатную нагрузку.

К примеру, при выходной мощности $P_{\text{нec}}$ вещательного средневолнового АМ передатчика до 250 Вт и при работе на активную нагрузку 300Ω амплитуда выходного напряжения на пике модуляции составит:

$$U_{\text{ам}} = \sqrt{(8P_1 R_H)} = \sqrt{(8 \times 250 \times 300)} = 775 \text{ вольт.}$$

С учетом 10% запаса по напряжению пробоя и электрической прочности воздуха 3000 В/мм, зазор в защитном разряднике на выходе передатчика, в миллиметрах, должен быть не менее:

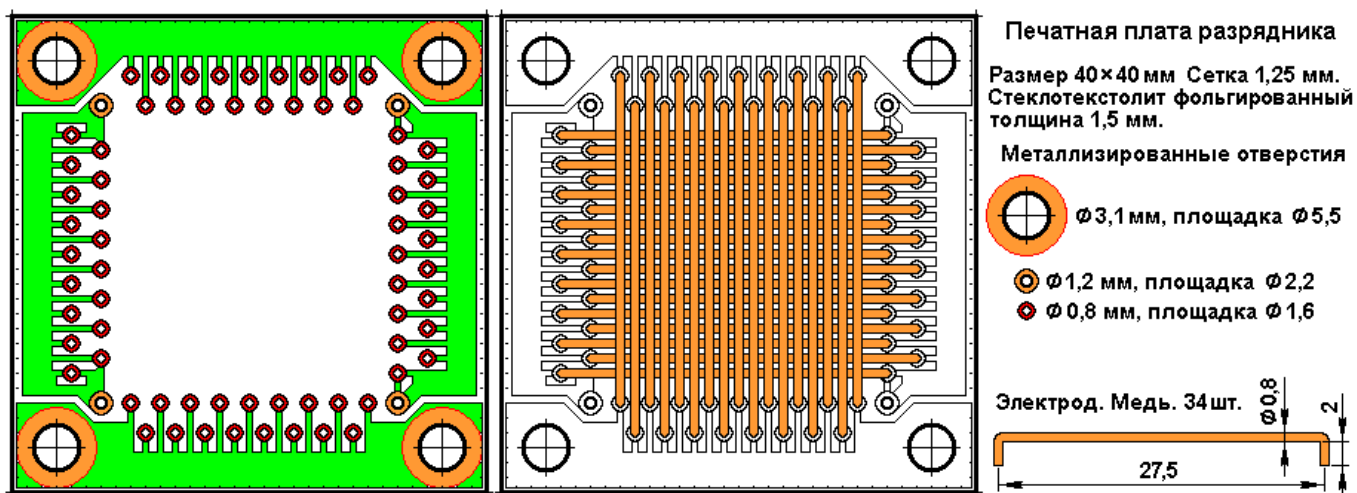
$$s = 0,025 \sqrt{(P_{\text{нec}})} \text{ при нагрузке } 600 \Omega;$$

$$s = 0,018 \sqrt{(P_{\text{нec}})} \text{ при нагрузке } 300 \Omega;$$

Для нашего примера $s = 0,018 \sqrt{(250)} = 0,285$ мм. Принимаем значение 0,3 мм, при этом, разрядник будет пробиваться при напряжении около 900 вольт. Однако, стоит заметить, что электрическая прочность воздуха зависит от температуры, влажности, атмосферного давления, загазованности и поэтому рассчитанное напряжение пробоя разрядника является весьма приблизительным. Емкость разрядника при зазоре между электродами 0,3 мм приблизительно равна 12 ... 15 пФ.

Из конструктивных соображений, при малых мощностях передатчика, зазор в разряднике не технологично делать менее 0,1 или даже 0,2 мм (толщина одного или двух листов писчей бумаги, плотностью 80 г/м^2). При этом ограничение напряжения наводок будет на уровне 300 или 600 вольт. Допуски на размеры на чертеже рассчитаны так, чтобы максимальный зазор в разряднике получался бы 0,4 мм, а минимальный – 0,1 мм. С большей точностью изготавливать детали слишком сложно, да и не нужно. Если у Вас зазор получился менее 0,3 мм, то положите мелкую наждачную бумагу на ровный стол, положите на нее электрод ребрами вниз и круговыми движениями, равномерно по всей поверхности, сошлифуйте излишнюю высоту ребер.

Описанный вариант разрядника имеет жесткую надежную конструкцию, однако, весьма сложен в изготовлении, а при заказе его на заводе, довольно дорог. Поэтому был разработан и бюджетный вариант. Функционально – все то же самое. Размер 40 x 40 мм. Причем настройка искровых промежутков даже проще. Однако его электродная система менее стабильна.



Печатную плату желательно заказать с металлизированными отверстиями – сейчас это стало доступно, в том числе и по затратам. Много фирм предлагают услуги по изготовлению печатных плат. В этой конструкции искровые промежутки выполняются между двумя решетками из голой медной проволоки диаметром 0,75 ... 0,8 мм. Чертеж скобы (электрода) приведен на рисунке. Все скобы одинаковые и их 34 штуки. Нижний ряд из 17-и скоб плотно укладывается непосредственно на плату, сильно придавливается и запаивается в металлизированные отверстия. После этого, надо положить плату скобами вниз на ровную металлическую плиту и легкими постукиваниями молотка с обратной стороны платы выровнять поверхность всех скоб в одну плоскость. Затем на скобы надо положить пластинку из любого жесткого листового материала толщиной 0,3 мм (можно положить три листа писчей бумаги) и поверх пластинки (она обеспечивает зазор между электродами) плотно вставить второй ряд скоб, как показано на рисунке. При запайке второго ряда

скобы надо плотно прижимать к пластинке по всей плоскости. После запайки всех скоб, не вынимая пластинки, необходимо повторить рихтовку как и для нижнего ряда. После этого пластинку можно вынуть. Разрядник готов.

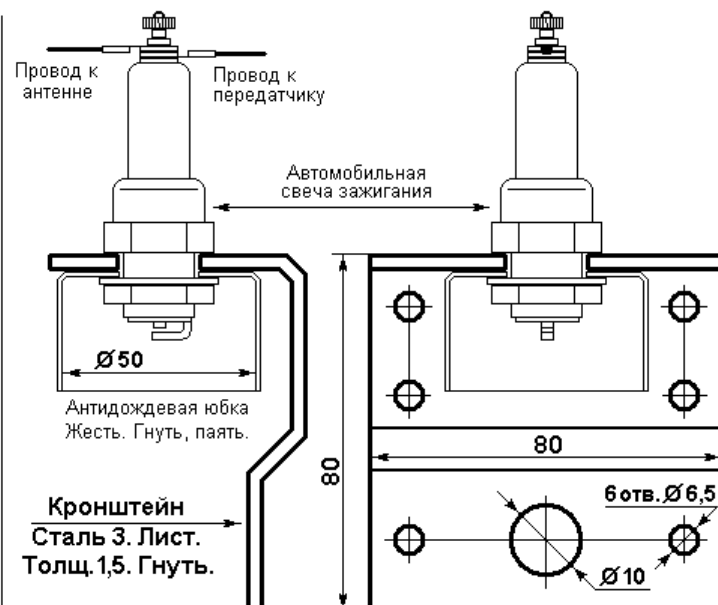
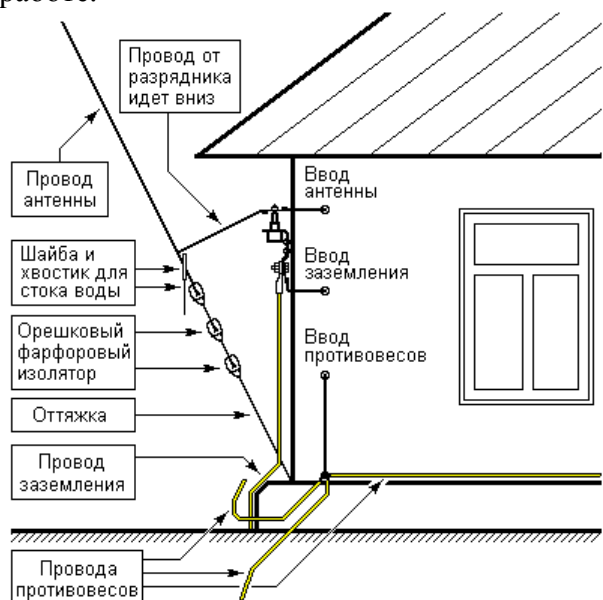
В уже имеющейся конструкции передатчика разрядник можно закрепить снаружи, на задней панели, вблизи антенного ввода. При этом один из электродов будет всей плоскостью контактировать с корпусом, а второй, полоской листовой латуни толщиной 0,3 ... 0,5 мм и шириной 5 ... 10 мм следует соединить с антенной клеммой. Чтобы головки винтов, обращенные к задней панели, в такой конструкции не замыкали разрядник, их следует утопить, раззенковав 4 крепежных отверстия в корпусе разрядника на глубину 0,5 ... 1 мм, и применить винты с головкой впотай. Бюджетный разрядник крепится четырьмя винтами М3 к задней панели передатчика через латунные стойки (толстые шайбы) высотой 2,5 ... 3 мм так, чтобы электродная система оказалась бы внутри между платой разрядника и задней панелью передатчика.

Для безискрового стекания статических зарядов с антенны в землю можно рекомендовать зашунтировать разрядник резистором большого сопротивления (47...680 кΩ) и мощностью не менее 2 Вт, при котором на нем не теряется сколько-нибудь значительная мощность передатчика. Значение сопротивления можно рассчитать по формуле: $R_{ш} = P_{нec} R_{нmax} / P_{ш}$, где $P_{ш}$ – мощность, рассеиваемая на резисторе $R_{ш}$ (задается около 0,25 Вт), однако в передатчиках мощностью менее 40 Вт устанавливать резистор $R_{ш}$ менее 47 кΩ не следует. В нерабочее время настоятельно рекомендуется замыкать антенный ввод на землю, и иметь на каждой станции Индивидуального радиовещания хорошее заземление [2].

Использовать вместо заземления зануление на «нулевой» провод электрической розетки категорически запрещено. В бытовых электросетях жилых домов иногда бывает, что между «нулем» электросети и выводом настоящего заземления напряжение составляет десятки, а то и сотню вольт, и проводник, соединяющий «ноль» с «землей» сильно греется, и может даже перегореть, вызвав пожар. Для исключения «конфликтов при несвязанных землях», корпус и общую шину передатчика не рекомендуется соединять с нулевым проводом сети.

Наилучшим решением электропитания студио-передаточного комплекса Индивидуального радиовещания можно считать изготовление и установку развязывающего трансформатора (220/220) достаточной мощности и с малым током холостого хода [3] (при использовании ленточных магнитопроводов из стали Э340 с индукцией 1,1...1,2 тесла), через который будет питаться передатчик, эфирный компьютер и вся аппаратура радиовещания. Межобмоточную изоляцию в силовом трансформаторе передатчика, на которую приходится напряжение «несвязанных земель», следует рассчитывать на напряжение не менее 1...1,5 кВ.

Если и бюджетный вариант разрядника не устроит, ну, хотя бы своей сложностью, есть еще и подручный вариант, правда у него лишь один искровой промежуток. Но зато он предназначен для очень длительной работы. Это автомобильная свеча зажигания. Корпус свечи вворачивается в алюминиевый уголок, закрепленной на заземленной задней панели передатчика или, как показано на рисунке, а ее электрод присоединяется к выводу антенны. Зазор в искровом промежутке стоит установить 0,3 мм: между электродами вставляется металлическая пластинка толщиной 0,3 мм и молотком подгибается внешний электрод. После удаления пластинки из зазора разрядник готов к работе.



Литература:

1. **Комаров С.** Передающий комплекс индивидуального радиовещания. - Радио, 2015, № 9, с. 25, рис. 3.
2. **Комаров С.** Устройство заземления для средневолновой передающей антенны индивидуального радиовещания. - URL: <http://www.cqf.su/technics8-1.html>
3. **Комаров С.** Правильный расчёт силового трансформатора. - URL: <http://www.radiostation.ru/home/exrexch1.html>