



ПРОВЕРЯЕМ ФИДЕРНЫЙ ТРАКТ

А.Калашников (RW3AMC)

Эта публикация открывает серию статей, посвященных различным видам радиочастотных (РЧ) кабелей и происходящим в них процессам. В этой статье речь пойдет о том, как можно оценить качество фидера, как проявляются различные неисправности или дефекты, которые можно определить с помощью измерительной аппаратуры различного класса, что следует измерять в первую очередь, а что не следует измерять вообще.

Рассмотрим дефекты, которые могут возникнуть в РЧ кабеле. Их можно подразделить в основном на производственные, приобретенные во время перевозки и эксплуатационные. К первым относят дефекты, связанные с изготовлением фидера (это могут быть непровары для кабелей со сплошным внешним проводником), западание гофра при его нарезании, периодические неоднородности. К приобретенным во время перевозки дефектам относят перегибы кабеля и локальные деформации внешнего проводника. Эксплуатационные дефекты связаны в первую очередь с попаданием в кабель воды, что является одной из главных причин ухудшения его параметров. Эти дефекты надо найти и устранить до того, как Вы включили приемопередающее оборудование, ибо в противном случае они могут привести к весьма плачевным последствиям, вплоть до выхода из строя его отдельных узлов.

Самый простой и дешевый способ грубо оценить работоспособность кабеля — проверить с помощью омметра на короткое замыкание (в случае замыкания внутреннего и внешнего проводника кабеля, например, из-за перегиба его выше установленных норм), и на обрыв внутреннего и внешнего проводника (например, при изготовлении кабеля). Кроме того, необходимо определить длину кабеля при помощи измерителя емкости, который входит в состав многих мультиметров, с точностью до 1...2 м. Как известно, любой кабель обладает своей постоянной емкостью, нормированной на метр — так называемой погонной емкостью, которая при-

ведена в паспорте на изделие или в многочисленных справочных изданиях. К примеру, погонная емкость кабеля РК-50-17-51 составляет 72 пФ/м, следовательно, емкость кабеля длиной 100 м составит 7200 пФ. Если в кабеле есть обрыв и известна длина кабеля то, измерив погонную емкость, можно приблизительно определить место обрыва. Для повышения точности желательно измерять емкость с обоих концов кабеля и брать среднее значение из полученных результатов. Например, если длина фидера составляет 100 м и по измеренной емкости с одного конца до места обрыва 70 м, а с другого конца — 50 м, то место обрыва скорее всего находится на расстоянии 60 м от первого конца: $(70 \text{ м} + 50 \text{ м}) / 2 = 60 \text{ м}$. Один этот метод не позволяет определить причины неработоспособности кабеля на Вашей частоте, которые могут быть вызваны неоднородностями структуры кабеля, большим затуханием в кабеле и другими дефектами. Поэтому для более точного представления о качестве кабеля следует воспользоваться специализированными приборами. Очень полезным может оказаться измеритель кабельных неоднородностей (приборы серии P5, P5-10, P5-15 и др.). С помощью этого прибора можно оценить качество изготовления кабеля: в идеальном случае на индикаторе прибора должна быть кривая, показанная на рис. 1. При этом на приборе устанавливаются регулятор “чувствительность” в положение, соответствующее максимуму.

Если же в кабеле есть какие-либо неоднородности, то на осциллограмме появится ярко выраженный всплеск,

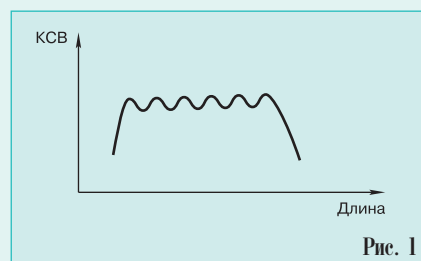


Рис. 1

причем в зависимости от характера неоднородностей он будет направлен вверх или вниз (рис. 2). Однако как бы неоднородность ни проявлялась на экране, она в любом случае ведет к увеличению коэффициента стоячей волны (КСВ). Как видно из диаграммы рис. 2, с помощью прибора можно

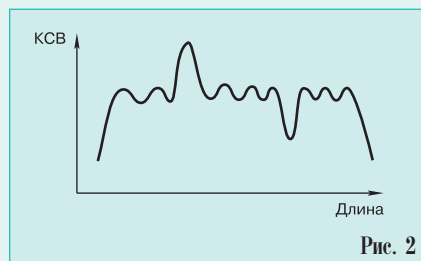


Рис. 2

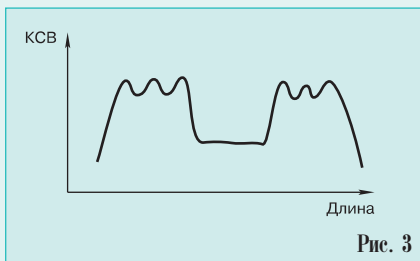
определить не только наличие дефекта в кабеле, но и очень точно место, где находится дефект. Другими словами, если Вы, например, решили измерить КСВ или затухание (об этих измерениях рассказывается чуть ниже), а результаты говорят о том, что в кабеле имеется какой-то дефект, то с помощью измерителя кабельных неоднородностей Вы сможете определить, как минимум, место источника ваших неприятностей.

Еще одна полезная функция измерителя неоднородностей — возможность “увидеть” воду, попавшую в фидер с полувоздушной изоляцией. В этом



случае изображение на экране напоминает предыдущее (см. рис. 2), но протяженность всплеска оказывается более значительной (рис. 3), так как наличие воды проявляется в виде неоднородности на участке кабеля в несколько метров (а то и десятков метров).

К существенному недостатку этого метода можно отнести то, что измерения проводятся в основном на низких частотах. Поэтому прибор может показать неоднородность, но на рабочих частотах (более высоких) она не будет проявляться. Если же на рабочих частотах из-за неоднородностей значение КСВ превысит допустимые нормы, то при помощи прибора можно зафиксировать, где они находятся. Исключение, правда, составляет случай, когда неоднородности настолько малы, что чувствительности прибора не хватает для того, чтобы отобразить их на экране, и они располагаются периодически



(при неперіодическом расположении неоднородностей не происходит столь значительного ухудшения характеристик РЧ кабеля, нежели при периодическом расположении). В этом случае, если половина длины волны, соответствующей рабочей частоте, равна расстоянию между периодическими неоднородностями, происходит лавинообразное возрастание КСВ, и кабель “запирается”. Такая же картина наблюдается при частотах, соответствующих значениям, кратным половине длины волны. Хотя такое явление у кабелей, выполненных по отработанной технологии, встречается редко, определить его можно, измерив КСВ или коэффициент затухания на своей рабочей частоте.

Еще одна проблема, возникающая при тестировании РЧ кабелей, связана с тем, что стоимость отечественного прибора, способного измерять неоднородности, составляет в среднем \$9000 США.

Остановимся более подробно на параметрах, о которых уже упоминалось ранее — КСВ и затухание. Попробуем разобраться, какому параметру следует уделять больше внимания.

Как известно, чем больше КСВ, тем большая часть сигнала отразится, не дойдя до антенны, и, следовательно, тем больше будет значение затухания. Однако хорошее значение КСВ может быть и при высоком затухании в кабеле (например, при плохой изоляции), в то время как при малом затухании не может быть большого значения КСВ. В подтверждение этого рассмотрим два примера.

Первый случай. Вы измерили КСВ кабеля, и он оказался равным 1,1, т.е. весьма хорошим. На радостях вы подсоединяете к передатчику кабель — и ваша система радиосвязи начинает работать! Но через некоторое время оказывается, что при мощности сигнала 100 Вт, подаваемой в антенно-фидерный тракт, на расстоянии 5 км в условиях прямой видимости в абонентской радиостанции стоит треск и шум, как будто мощность сигнала не превышает 1 Вт. А причина — в низком качестве полиэтилена, из которого изготовлена изоляция кабеля. В результате затухание в нем значительно превысило допустимые пределы. История, конечно, надуманная, однако суть проблемы очевидна.

Второй случай. Вы подаете в антенно-фидерный тракт сигнал мощностью 1 кВт. Измерив затухание, получили неважное его значение, т.е. сильно отклоняющееся от того, что указано в паспорте или справочнике. Вы подумали, что опять эти поставщики расхвалили свой кабель, занижив его затухание. На самом же деле затухание оказалось большим потому, что при доставке кабеля грузчик несколько раз прошелся в тяжелых сапогах по Вашей бухте с кабелем. В результате резко возрос коэффициент отражения кабеля и в антенну поступает значительно ослабленный сигнал. К сожалению, такой кабель не подлежит ремонту и придется нести его на помойку.

Какой вывод напрашивается из всей этой истории? Не ленись, бери

25-килограммовый прибор P2-78 для измерения КСВ и мощности и лезь на 60-метровую башню. Хотя можно поступить проще: многие фирмы предлагают более удобные для работы измерители КСВ и мощности стоимостью до \$500 США. Имея такой прибор, можно измерить мощность сигнала на выходе передатчика P1 и на входе антенны P2, после чего подсчитать затухание кабеля: $G = 10 \log P1/P2$ или погонное затухание $G_{\text{пог}} = 10 \log P1/P2 / L$, где L — длина кабеля, м).

Из всего вышесказанного следует, что измерять надо оба параметра кабеля — и КСВ, и затухание. При этом погонное затухание должно быть как можно ближе к приведенному в технических условиях на измеряемый кабель.

Подведем краткие итоги.

Если Вы только прокладываете фидерный тракт или он начал давать сбои, то:

- располагая только мультиметром, определите наличие в кабеле короткого замыкания или обрыва, а также при помощи измерителя емкости оцените длину кабеля и сравните его с фактической.

- имея измеритель КСВ и мощности, обязательно измерьте КСВ и затухание. Если значения этих параметров оказались в норме, то включайте рубильник! Если же какой-либо один из этих параметров или оба Вас не устраивают, то желательно с помощью измерителя кабельных неоднородностей определить дефект кабеля и место его нахождения.

Наконец, маленький практический совет: если Вы обнаружили в кабеле воду, не следует сушить его, продувая феном или пылесосом, так как горячий влажный воздух (а даже в жаркую погоду влажность воздуха высока) моментально выпадает в конденсат и положение усугубится — ведь даже несколько капель воды внутри кабеля существенно ухудшают его характеристики. В таких случаях лучше обратиться к специалистам, которые не один год занимаются кабельной продукцией.

&