

ЧТО ТАКОЕ КСВ?

Михайлов А.А

У специалистов, занимающихся установкой систем передачи тревожных извещений по радиоканалу, часто возникает вопрос о том, что такое коэффициент стоячей волны (КСВ) и какой уровень КСВ должен быть в антенно-фидерном тракте. На данный вопрос отвечает автор статьи о том, что такое КСВ?

Термин "КСВ" очень часто произносится, как только речь заходит о радиосредствах, и от частого произношения иногда забывается физическая сущность и смысл этого определения.

Все знают, что КСВ должен быть как можно меньше, но какой уровень КСВ сильно увеличивает потери, а какой не оказывает такого уж большого влияния - не всегда ясно.

КСВ - это коэффициент стоячей волны по напряжению, измеренный на входе антенны или кабеля, подключенного к приемной или передающей антенны.

Из названия термина вытекает физический смысл процесса.

Эквивалентная схема передатчика, работающего на антенну можно представить в виде генератора, линии связи и нагрузки (см. **рис 1**).

В идеальных случаях вся мощность передатчика излучается в эфир, однако на практике часть энергии отражается от нагрузки и в виде отраженной волны возвращается к генератору. Таким образом, в результате сложения падающей (волна идущая от генератора к нагрузке) и отраженной волны возникает стоячая волна (см. **рис. 2**) со своими максимумом и минимумом напряжения.

При этом

$$U_{\max} = U_{\text{пад}} + U_{\text{отр}},$$

$$\text{а } U_{\min} = U_{\text{пад}} - U_{\text{отр}}$$

Тогда

$$KCB = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{(U_{\text{пад}} + U_{\text{отр}})}{(U_{\text{пад}} - U_{\text{отр}})} \quad (1)$$

Величина обратная **КСВ** называется **КБВ** (коэффициент бегущей волны):

$$KCB = \frac{1}{KCB}$$

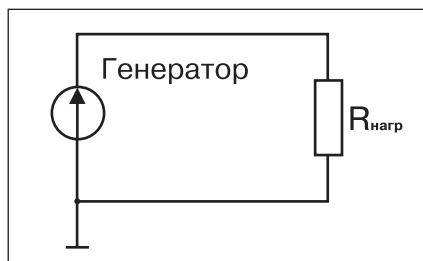


Рис. 1 Эквивалентная схема передатчика, работающего на антенну

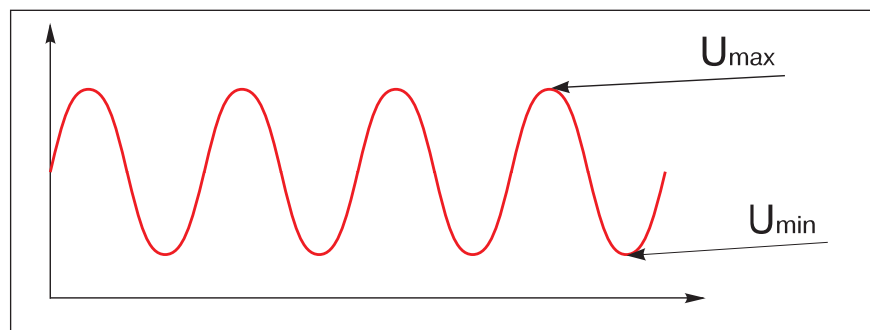


Рис. 2 Стоячая волна

Если $U_{\min} = 0$, то волна чисто "стоячая" (переноса энергии нет), а при $U_{\min} = U_{\max}$ волна чисто "бегущая" (отражений нет). Случай, при котором отражений нет, а значит нет и потерь, является исключительным и в реальной практике не встречается.

Анализ формулы (1), определяющей КСВ, показывает, что если $U_{\text{отр}} = 0$, то $KCB = 1$. Это значение - максимум того, что можно достичь, настраивая антенны, почти как 100% КПД для механических машин. Реально всегда присутствует отражение и КСВ находится в пределах от $[1, 1 + \infty]$. Иногда даже можно в шутку сказать, что если $KCB = 1$, то это неисправен КСВ-метр.

$KCB = 1$ можно получить только на резистивной нагрузке или при коротком замыкании. Иногда значения КСВ, близкие к указанным выше, можно получить на очень длинном коаксиальном кабеле. Дело в том, что длинный кабель имеет достаточно заметные тепловые потери и начинает работать как резистивная нагрузка.

Итак, необходимо стремиться к минимуму КСВ. Всегда стоит вопрос о том, какой КСВ можно считать приемлемым для различных применений.

Численная оценка потерь рассеяния за счет конечного согласования СВЧ-устройств рассчитывается по следующей формуле

$$A_{\text{рас}} = 10 \lg \left[1 - \left(\frac{KCB - 1}{KCB + 1} \right)^2 \right],$$

графическое выражение которой представлено на **рис. 3**. Таким образом, КСВ от 1-2 считается приемлемым для большинства случаев.

Если Вы получили КСВ порядка **1,3-1,5**, то Вам не стоит беспокоиться.

Если КСВ находится в диапазоне **1,6-2**, то обратите внимание на потери в ВЧ-разъемах. Для антенны такой уровень КСВ будет означать, что у нее есть проблемы с согласованием и ее надо попытаться настроить.

КСВ **2,1-5** должен Вас насторожить. Это уже явная неисправность.

КСВ **5 и выше** означает обрыв центральной жилы в кабеле или в антенне.

Иногда при обрыве центральной жилы и даже принимать извещения, жилы в кабеле система может еще работать и даже принимать извещения. Такой случай может быть, если обломанные концы кабеля не разошлись в стороны друг от друга. В

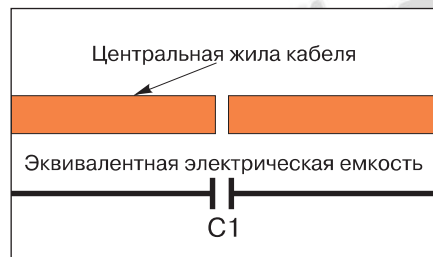


Рис. 4 Эквивалентная схема емкости

этом случае получается эквивалентная схема емкости, где обкладками являются торцы центральной жилы кабеля, а диэлектриком воздушная прослойка (см. **рис 4**). За счет высокой частоты УКВ связи возможно прохождение сигнала через такую емкость, правда с ослаблением в 100 и более раз.