

# КСВ - метр, часть-1

(ссылки выделены, синим цветом)

## Самодельный КСВ - метр.

Автор: Ю. Погрёбан, (UA9XEX)

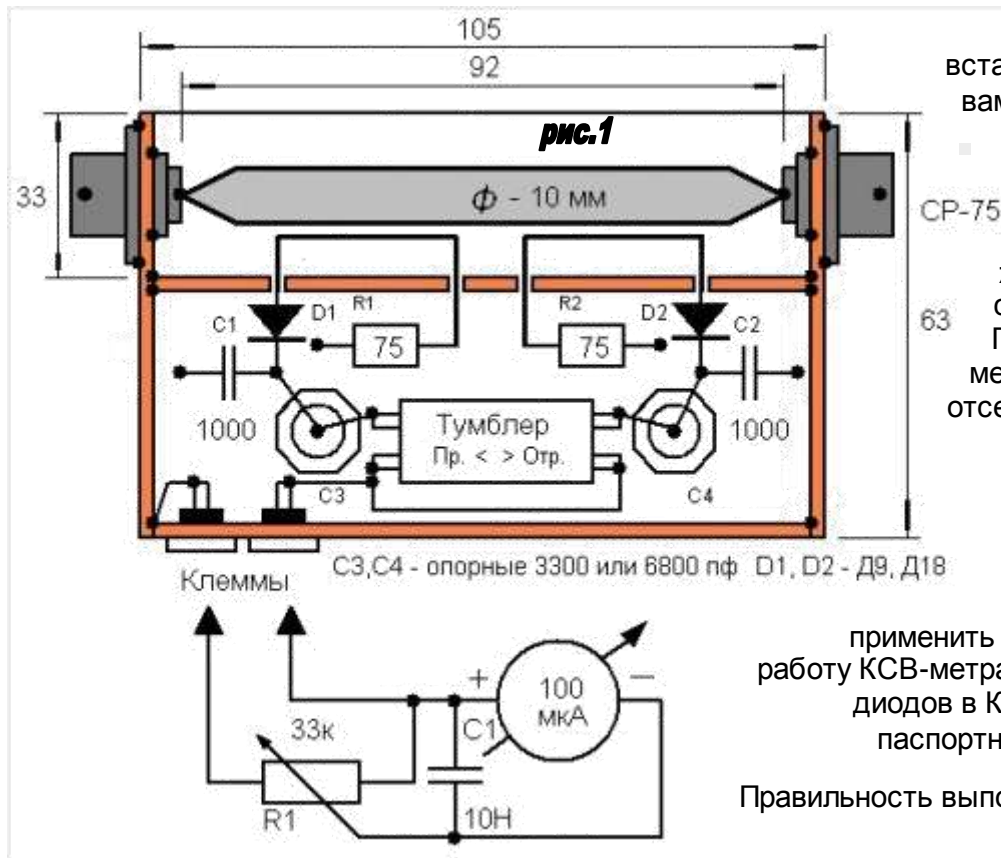
Добавил: R3FG <http://cqr3d.ru/>

После окончания сборки любой антенны или антенной системы необходимо произвести проверку КСВ. Это даст вам уверенность что всё, что Вами сделано - сделано правильно. Данный КСВ-метр предназначен для работы в диапазонах частот 144, 432 и 1296 МГц.

<http://forum.vhfdx.ru/go.php?url=aHR0cDovL3d3dy5xcngubmFyb2QucnUvaGFtcy92aGZibWV0ci5odG0>

Конструкция прибора достаточно проста и понятна. Прибор выполняется из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2,0 мм. На **рис.1** показан монтаж КСВ-метра. Центральный проводник выполнен из латунного прутка диаметром 10 мм. Линия связи выполняется из

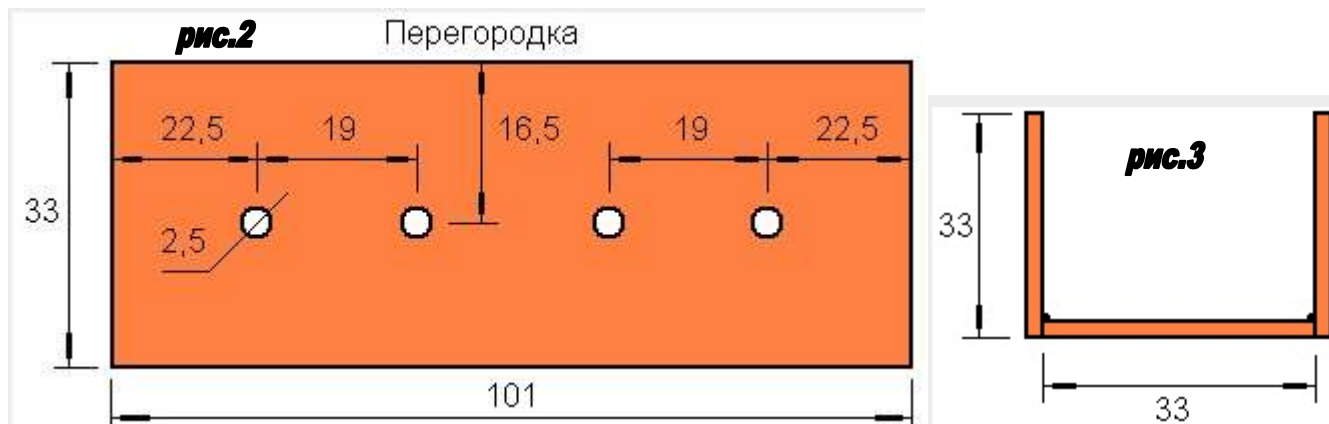
вывода диода D1 и D2, так как ваш диод будет практически вставленным в отверстие сделанное вами в перемычке.



Все соединения корпуса КСВ-метра необходимо тщательно пропаять - это обеспечит жесткость конструкции и стабильность параметров. Перегородка, устанавливаемая между измерительным и приборным отсеками КСВ-метра показана на **рис.2**.

Для развязки измерительных цепей конденсаторы C3 и C4, должны быть опорными, например - марки КДО и иметь емкость 3300 или 6800 пф. В качестве диодов D1 и D2 можно применить и другие диоды, но обеспечивающие работу КСВ-метра на этих частотах. Перед установкой диодов в КСВ-метр вам необходимо проверить паспортные данные устанавливаемого диода.

Правильность выполнения измерительного отсека КСВ-метра в котором располагаются измерительные линии приведена на **рис.3**.



**Измерение** Процесс измерения особенностей не имеет, и многократно был описан в различной радиолюбительской литературе. Для облегчения отсчета составлена таблица 1. Все значения, приведенные в таблице 1 были рассчитаны для прибора на 100 мкА.

Дел.....КСВ

-----  
5.....1,1  
10.....1,22  
15.....1,35  
20.....1,5  
25.....1,66  
30.....1,8  
35.....2,07  
40.....2,33  
45.....2,64  
50.....3,0  
55.....4,0  
60.....5,66  
70.....9,0

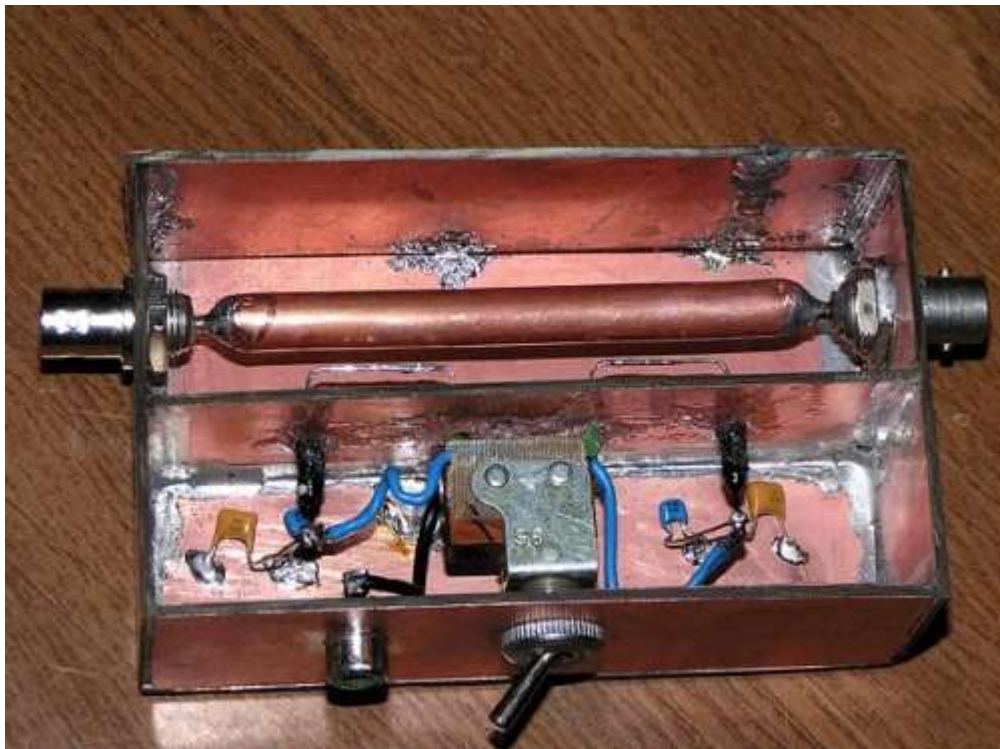
Если у вас есть другой прибор, который отличается от предлагаемого, то вам необходимо произвести перерасчет по формуле:

$КСВ = (U_{\text{прям}} + U_{\text{отр}}) / (U_{\text{прям}} - U_{\text{отр}})$ , где:

U<sub>прям.</sub> - напряжение прямой волны

U<sub>отр.</sub> - напряжение отраженной волны

После этого можно составить таблицу, но уже для вашего прибора.



### Модернизация

Для улучшения параметров вашего прибора вам необходимо доработать резисторы R1, R2, а так же конденсаторы C1, C2 при помощи растворителя смыть с них краску.

Вывод идущий на корпус у резистора R1, R2, как и вывод конденсаторов C1, C2 должны быть минимально короткими и иметь пайку с обеих сторон фольгированного стеклотекстолита, то есть выводы должны вставлены в предварительно подготовленное вами отверстие, вывод от радиодеталей должен выходить с обратной стороны фольгированного стеклотекстолита на 1...2 мм и только после этого производится пайка. Резисторы R1 и R2 можно использовать в качестве опорных стоек и впаивать в фольгированный стеклотекстолит вертикально.

Если у вас есть прибор 100 мкА, который рекомендован, то данную конструкцию можно дополнить еще одним отсеком, установив его в КСВ-метр. При правильно собранно вами монтаже и выдержанных размерах, КСВ-метр начинает работать сразу и вам остается только его откалибровать, т.е. составить таблицу с КСВ или нанести эти значения на шкалу вашего прибора.

### Доработки и рекомендации радиолюбителей:

Размеры отсека с разъемом и диаметр латунной трубки рассчитаны на волновое сопротивление 75 Ом, а не на 50. Чтобы было 50 ом надо или миллиметров на 5 увеличивать диаметр латунного стержня, или миллиметров на 11 уменьшать каждую сторону (как бы диаметр) отсека с "трубкой".

Уберите вторые конденсаторы с диодов, лишняя рассогласовка, оставьте по одному на каждом диоде и максимально укоротите их выводы, в первую очередь выводы конденсаторов, которые идут на диоды, но и на землю тоже. Выводы диодов тоже укоротите. Провода до тумблера используйте жесткие, одножильные, по минимальному расстоянию до выводов. С "общего" выхода тумблера припаяйте опять же кратчайшим путем емкость несколько тыс. пф на землю.

Можно так же еще и параллельно разъему тоже емкость припаять на землю. Все элементы постарайтесь разместить как можно более симметрично. В отсеке с разъемами желательно пропаять землю между стенками по всей длине. Смотреть показания надо только с закрытой верхней крышкой.

Резисторы вы надеюсь 50 Ом поставили, безиндукционные? По хорошему, их надо подбирать. И параллельно щупам мультиметра на самом мультиметре тоже поставьте небольшую емкость, а еще лучше все-таки использовать головку, а то эти китайские мультиметры..... И тумблер постарайтесь разместить вертикально (т.е. повернуть его на 90 градусов, для "симметрии" :)

Диоды: ГД501 507 508 Д18 Д28 Д9 Д2 Д310 Д311 Диоды желательно подобрать по одинаковой ВАХ (вольтамперной характеристике) или близким параметрам. Откалибровать прибор по ближайшему ряду резисторов: 50,75, 100,150 ом (включив вместо антенны), соответственно КСВ будет 1;1.5;2.0;3.0. После этого можно прибор проверить на симметричность (поменяв местами вход и выход).

## ПФ, ФНЧ И КСВ-метр

Виктор Беседин (UA9LAQ), г. Тюмень

При работе на УКВ у радиолюбителей часто возникают проблемы электронной совместимости с другими средствами связи: служебной телефонией, радиовещанием (РВ), телевидением (ТВ)... В погоне за достижением максимальной чувствительности, минимального уровня собственных шумов в режиме приема (RX) и максимальной выходной мощности в режиме передачи (TX) при минимальных габаритах и затратах (как технического, так и экономического характера) конструкторы УКВ аппаратуры упрощают входные и выходные цепи приемопередатчика. Особенно это актуально для переносных радиостанций, работающих в стационарных условиях. Как следствие этого, в тракт приема проходят сигналы так называемого зеркального канала (отстоит от основного на два значения ПЧ). Находящиеся поблизости передатчики служебных радиостанций «подавливают» приемник вследствие малого динамического диапазона усилителя РЧ и смесителя, создают массу комбинационных помех (ложных каналов приема) из-за преобразования на входе приемника.

В режиме передачи простые фильтры нижних частот (ФНЧ) не способны подавить полностью даже гармоники основной частоты TX, не говоря уже о всей массе комбинационных частот (гетеродина, преобразователя частоты, умножителей частоты, биений между их колебаниями и гармониками), которые находятся в полосе прозрачности ФНЧ и беспрепятственно проходят в антенну... Последняя надежда -на хорошо настроенную, согласованную антенну. Но, как правило, и это не спасает - относительно комбинационных частот она оказывается расстроенной и рассогласованной: фидер (кабель) вместе с корпусом радиостанции и заземлением начинает излучать, создавая помехи ТВ и РВ (TVI и BCI соответственно). О последствиях можно и не говорить - они известны всем радиолюбителям, работающим на передающей аппаратуре. Выход из положения - применение устройств, пропускающих полезные сигналы и подавляющих нежелательные, побочные, т. е. фильтров: полосовых (ПФ), подавляющих полосы частот выше и ниже рабочей, дополнительных ФНЧ - для увеличения степени подавления высших гармоник основного сигнала и гармоник комбинационных частот. Поскольку степень настройки антенны и ее согласования с фидером также играет немалую роль в технике связи, автор счел необходимым привести в статье, посвященной в основном фильтрам, и конструкцию УКВ рефлектометра.

Сужение полосы пропускаемых частот (RX и TX) актуально в плане все возрастающей «населенности» диапазона УКВ и эквивалентно по действию большим затратам энергии от применения на входе RX, например, мощных транзисторов в линейном режиме по отношению к внеполосным (лежащим за пределами диапазона 144... 146 МГц) сигналам.

В радиолюбительском журнале [1] описан ПФ, принципиальная схема которого приведена на рис. 1.

Как видно, он состоит из двух параллельных колебательных контуров (L1C1 и L3C3) и одного последовательного (L2C2), включенного между ними. Параллельные контуры представляют собой большое сопротивление для частот, на которые они настроены, и малое - для более низких и более высоких частот. Иными словами, они выделяют напряжения резонансных частот и создают режим короткого замыкания для сигналов, частоты которых лежат вне полосы пропускания. Последовательный же контур

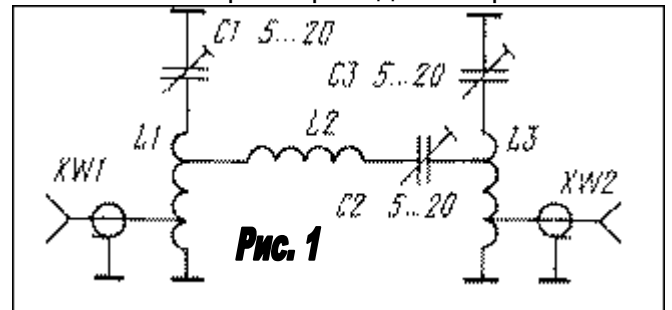
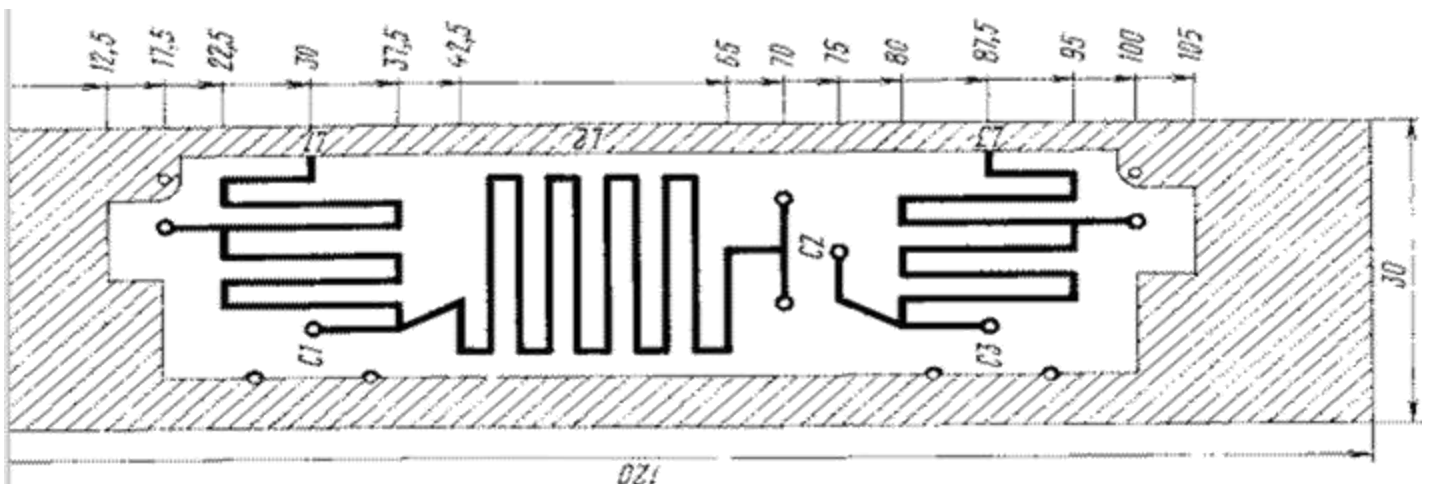


Рис. 1

L2C2, наоборот, пропускает колебания резонансной частоты, а для остальных представляет собой большое сопротивление, т. е. задерживает их. Чтобы обеспечить достаточную крутизну скатов АЧХ, элементы ПФ включены определенным образом, образуя трехполосный фильтр Баттерворта с согласованием контуров как между собой, так и с источником сигнала, и с нагрузкой. ПФ выполнен на небольшой плате из



фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (рис. 2). Расстояния до его характерных точек указаны для облегчения переноса рисунка проводников на заготовку платы. Сначала на нее наносят сетку со



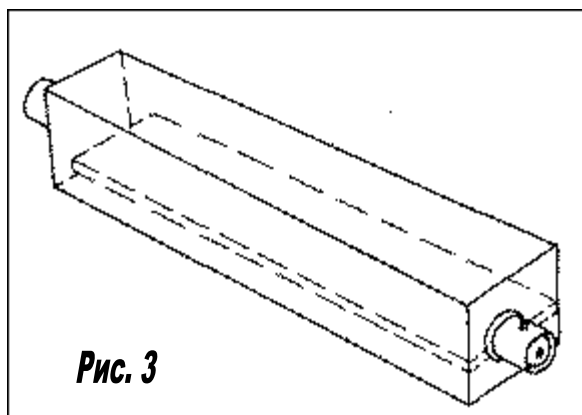
стандартным шагом 2,5 мм, затем отмечают названные точки, после чего переносят рисунок, используя, например, лак для ногтей (слегка разбавленный и подкрашенный).

Перед переносом рисунка проводников необходимо уточнить расположение отверстий под выводы имеющихся в наличии подстроенных конденсаторов. Ширина печатных проводников должна быть равна 1,5...2 мм. Для рисования удобно использовать медицинский шприц с укороченной иглой и «линейку», состоящую из подставки, гитарного колка и стальной струны. Следует помнить, что от четкости линий рисунка зависит добротность катушек и в конечном счете эффективность работы ПФ. В крайнем случае его можно изготовить методом имитации печатного монтажа, применив вместо фольги приклеенный к плате из стеклотекстолита посеребренный провод диаметром 1,5...2 мм, а еще лучше - шину прямоугольного сечения (например, сечением 0,8x2,8 мм). Если нет посеребренного провода, можно использовать обмоточный, например, марки ПЭВ-2 или ПЭВП (прямоугольного сечения).

При использовании круглого провода или шины прямоугольного сечения возрастает межвитковая емкость L1-L3 и ухудшаются параметры ПФ (расширяется полоса пропускания, уменьшается крутизна скатов АЧХ), но увеличивается его электрическая прочность. Дальнейшего увеличения последней можно добиться применением конденсаторов, которые могут рассеивать большую реактивную мощность. На это способны конденсаторы постоянной емкости и подстроечные с воздушным диэлектриком (КПВ). ПФ с первыми из них придется настраивать подбором индуктивности. При использовании КПВ возрастает (из-за их большого объема) паразитная емкость между входом и выходом ПФ, для устранения которой придется вводить в конструкцию экраны. Вырезать проводники катушек с помощью острого ножа не рекомендуется: в этом случае края фольги проводников поднимаются, из-за чего увеличивается «межвитковая» емкость, снижающая добротность катушек. После травления поверхность фольги желательно посеребрить (не лудить!), в крайнем случае - отполировать до зеркального блеска и покрыть электроизоляционным лаком (за исключением мест, подлежащих пайке, которые необходимо облудить). Проводимость лака проверяют с помощью омметра (подобно тому, как это делают при проверке дистиллированной воды). При касании его щупами поверхности лака стрелка прибора на самом высокоомном пределе не должна отклоняться от последней отметки шкалы (бесконечное сопротивление). Если есть возможность, изоляционные свойства лака желательно проверить специальным прибором - мегомметром. Измеренное им сопротивление должно быть не менее нескольких десятков мегаом.

Подстроечные конденсаторы С1-С3 можно смонтировать как со стороны печатных проводников, так и с противоположной (в последнем случае необходимо по месту просверлить в плате отверстия под их выводы, как показано на рис. 2). В авторском варианте ПФ применены подстроечные конденсаторы зарубежного производства. Из отечественных можно использовать (при соответствующей коррекции размеров посадочных мест) КТ4-21, КТ4-23, КТ4-24, КПК-МП. В последнем случае, возможно, придется изменить ориентацию конденсаторов, чтобы вписаться в отведенные места, или даже увеличить габариты платы, например, отодвинув L3 от L2.

Готовую плату ПФ оплавляют по периметру полосками тонкой (0,3...0,5 мм) листовой меди шириной 30 мм (можно использовать латунь, белую жечь, фольгированный стеклотекстолит). Получившуюся обечайку с обеих сторон закрывают крышками из того же материала (рис. 3), а на ее торцевых стенках устанавливают коаксиальные розетки ХW1, ХW2 (например, СР-50-73Ф).



В крышке, расположенной над конденсаторами С1-С3, сверлят три отверстия диаметром 4...5 мм для прохода отвертки при настройке. ПФ может работать как в 50-, так и в 75-омных цепях (небольшую разницу можно учесть при настройке и скорректировать).

Настраивают ПФ изменением емкости подстроечных конденсаторов С1-С3 с помощью электрической отвертки по максимальному уровню сигналов корреспондентов или маячков в режиме RX. Окончательно контуры подстраивают, добиваясь максимальной выходной мощности в режиме TX на средней частоте диапазона (145 МГц) или в наиболее важном его участке (например, СВ - 144050, ЧМ -145500 кГц и т. д.). Естественно, лучшие результаты можно получить при визуальном контроле за ходом настройки с помощью измерителя частотных характеристик (ИЧХ), например, Х1-48. Завершив настройку, отверстия в крышке заклеивают или запаивают.

Описанный ПФ отличается небольшими размерами, легко настраивается, имеет малое затухание в полосе пропускания (менее 1 дБ в диапазоне 140... 150 МГц), относительно крутые скаты АЧХ

Большая добротность катушек L1-L3 (и фильтра в целом) на частотах УКВ диапазона достигнута в основном за счет уменьшения их «межвитковой» емкости и расположения фильтра в одной «тонкой» плоскости, что значительно уменьшает проникновение внеполосных сигналов с входа на выход через паразитные емкости

монтажа. Для соединения входа и выхода ПФ с коаксиальными разъемами кратчайшим путем фольга общего провода общего провода «продлена» до краев платы. Максимальная электрическая прочность описанного ПФ - 7...10 Вт.

При встраивании ПФ в аппаратуру и непосредственном (без разъемов) подсоединении коаксиальных кабелей к его входу и выходу длину платы можно уменьшить до 100 мм.

Встраиваемый ПФ помещают в отдельный отсек с крышкой, в которой предварительно просверлены отверстия для прохода отвертки. После настройки эти отверстия заклеивают или запаивают. Для уменьшения влияния экрана на параметры ПФ расстояние от крышек (шасси) до плоскости фольги в любом случае должно быть не менее 15 мм. Если ПФ используется в резко меняющихся климатических условиях, его рекомендуется герметизировать покрытием влагостойким лаком, эпоксидной смолой с отвердителем или специальным герметиком.

Возможно увеличение числа «витков» катушек с соответствующим уменьшением емкости конденсаторов, однако параметры ПФ в этом случае будут менее стабильными, особенно в тракте передачи. Если описываемый ПФ допускает пропускание РЧ мощности до 5 Вт без заметного влияния на АЧХ, то ПФ с более узкой полосой в тех же условиях пропустит менее 0,25 Вт (в основном из-за температурного влияния сигнала на емкость конденсаторов). Ширина печатных проводников катушек (1,5...2 мм) выбрана компромиссной: чем она меньше, тем выше (до определенного предела за счет уменьшения «межвитковой» емкости) добротность катушек, но меньше и допустимая пропускаемая мощность.

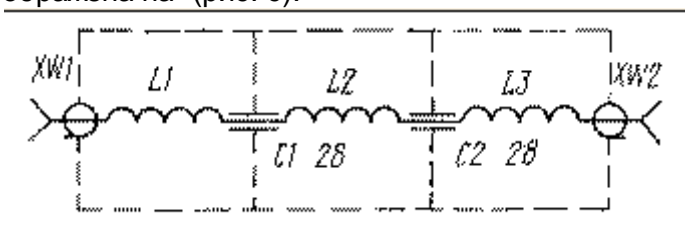
Если необходим ПФ на более узкий участок диапазона, например, 144...146 МГц, следует включить два описанных фильтра, расстроив их относительно средней частоты для получения нужной полосы пропускания. Потери в таком фильтре, конечно же, будут несколько больше, но из двух зол, как говорится, следует выбрать меньшее - будет устранено, например, блокирование приемника двухметрового диапазона мощным сигналом передатчика профессиональной связи, работающего на частотах 140...144 или 146...150 МГц (при одном ПФ этой возможности нет).

Возможен вариант последовательного включения двух ПФ и без расстройки. Его используют в том случае, если при неизменной (по сравнению с одиночным фильтром) полосе пропускания необходимо увеличить крутизну скатов АЧХ.

ПФ можно использовать как в предварительных каскадах (непосредственно после смесителя, после последнего умножителя частоты, в каскадах предварительного усиления мощности), так и в антенной цепи (на входе RX, на выходе TX при выходной мощности до 5 Вт), между трансивером и РА. Естественно, на эффективность ПФ в тракте TX можно рассчитывать только в том случае, если приняты меры по исключению паразитных излучений: монтаж трансивера выполнен грамотно, отсутствуют самовозбуждение TX и прямое излучение гетеродина, передатчик хорошо экранирован, цепи питания развязаны, применены хорошее отдельное заземление, настроенная согласованная антенна, контакты в антенных реле и разъемных соединителях достаточно надежны. Желательно на кабель, идущий к входу ПФ, надеть вторую экранирующую оплетку. С общим проводом следует соединить оба ее конца (например, в трансивере и ПФ).

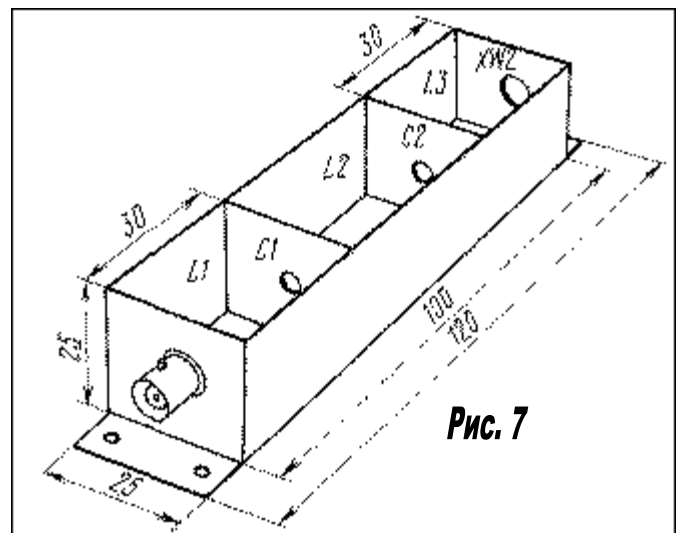
ПФ можно использовать и как средство улучшения развязки между приемным и передающим трактами при связи через ИСЗ (28/ 145, 145/432 МГц). Возможно и комбинированное включение нескольких ПФ.

ФНЧ используют в фидерных (антенных) трактах приемопередатчиков, где они позволяют как при приеме, так и при передаче подавить сигналы частотой выше частоты среза. Принципиальная схема ФНЧ [1] изображена на (рис. 6).



Поскольку при повышенной мощности передатчика полосковые линии и керамические подстроечные конденсаторы могут отказаться, в ФНЧ применены обычные (из провода) катушки и проходные конденсаторы, выводы которых имеют минимальную индуктивность. Три звена ФНЧ монтируют в корпусе коробчатой формы с двумя экранирующими перегородками (рис. 7).

Его можно изготовить из листовой меди, латуни,



**Рис. 7**

белой жести или фольгированного стеклотекстолита. В центрах перегородок сверлят отверстия под проходные конденсаторы C1, C2, а в торцевых стенках - под коаксиальные розетки XW1, XW2 (если ФНЧ изготавливается как самостоятельный узел). При использовании двустороннего фольгированного стеклотекстолита фольгу обеих сторон необходимо «прошить» проволочными перемычками, просверлив под них отверстия в узлах сетки с шагом примерно 10 мм (особенно это важно сделать вокруг розеток XW1, XW2 и проходных конденсаторов).

Катушки L1 и L3 - одинаковые и содержат по четыре витка посеребренного (или обмоточного марки ПЭВ-2) провода диаметром 1,5 мм. Наматывают их на оправке диаметром 7 мм, длина намотки - 8 мм. Катушка L2 должна содержать пять витков (в [1] их число указано неверно) такого же провода, длина намотки (также на оправке диаметром 7 мм) - 16 мм. Проходные конденсаторы емкостью 28 пФ подбирают из конденсаторов КТП с номиналом 27 пФ + 10% или составляют из проходных (КТП) емкостью 18 пФ и припаянных параллельно им дисковых (КД) или трубчатых конденсаторов (КТ, КТК) емкостью 10 пФ с укороченными выводами.

При встраивании ФНЧ в аппаратуру целесообразно на торцевых стенках вместо коаксиальных розеток установить небольшие проходные изоляторы, к которым с одной стороны (изнутри) припаивают выводы катушек L1 и L3, а с другой - соединительные кабели. Можно поступить и иначе - припаять кабели непосредственно к выводам катушек. В этом случае их вводят через отверстия внутрь корпуса, экранирующие оплетки расправляют в виде звездочек и припаивают к внутренней поверхности стенок, а центральные жилы - к выводам катушек.

АЧХ описываемого ФНЧ изображена на рис.4 (рисунок не вставил, смотрите КВ журнал, 5-97) штриховой линией. Как видно, при частоте среза около 150 МГц (в авторском варианте - 148 МГц) этот ФНЧ способен сгладить выброс на АЧХ ПФ (при совместном использовании) в зоне частоты 265 МГц. Затухание в полосе пропускания не превышает 0,5 дБ (при неравномерности передачи в интервале 144...146 МГц не более 0,1 дБ!), за ее пределами на частоте 200 МГц - 22 дБ, в полосе частот от 300 до 1000 МГц - более 36 дБ.

ФНЧ, изготовленный точно по описанию, имеет вполне удовлетворительные параметры, однако если есть возможность, желательно проконтролировать его АЧХ с помощью уже упоминавшегося прибора X1-48 и, если необходимо, скорректировать ее подстройкой индуктивности катушек (изменением расстояния между витками диэлектрической отверткой). Необходимо стремиться к тому, чтобы частота среза оказалась равной примерно 148 МГц, в этом случае обеспечивается максимальная крутизна ската АЧХ. Электрическая прочность описанного ФНЧ - 40...70 Вт.

Для увеличения крутизны ската возможно, как и в случае с ПФ, последовательное включение двух и более ФНЧ. Естественно, при этом возрастет и затухание в полосе прозрачности. Возможно также комбинированное включение ФНЧ (сразу после ТХ) и ПФ в антенном тракте, настраивать которые желательно в конкретных условиях на месте применения с использованием ИЧХ.

Как показывает практика, сколь-нибудь эффективную связь между удаленными корреспондентами невозможно установить без хорошей настройки антенны на рабочие частоты и ее согласования с фидером, а фидера - с приемопередатчиком. Описываемый ниже несложный прибор [2] позволяет решить проблему измерения степени согласования - так называемого коэффициента стоячей волны (КСВ) - в антенно-фидерных трактах, а также различных устройств между собой, например, трансивера с блоком усиления мощности, трансвертерами (144/430, 144/1296 МГц), передатчиков с фильтрами и т. д.

Принципиальная схема КСВ-метра приведена на рис. 8. Он предназначен для измерения напряжений падающей (прямой) и отраженной волн. КСВ рассчитывают по известной формуле:

$$КСВ = (U_{пад} + U_{отр}) / (U_{пад} - U_{отр}),$$

где U<sub>пад</sub> и U<sub>отр</sub> - напряжения соответственно падающей и отраженной волн. Конструктивно прибор представляет собой полосковую линию и смонтированный рядом с ней также полосковый двунаправленный от-ветвитель, расположенные над поверхностью «земляной» фольги (рис. 9).

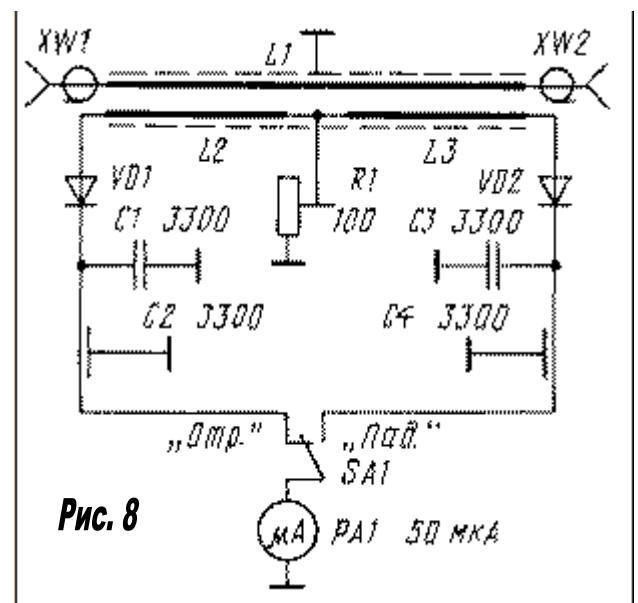
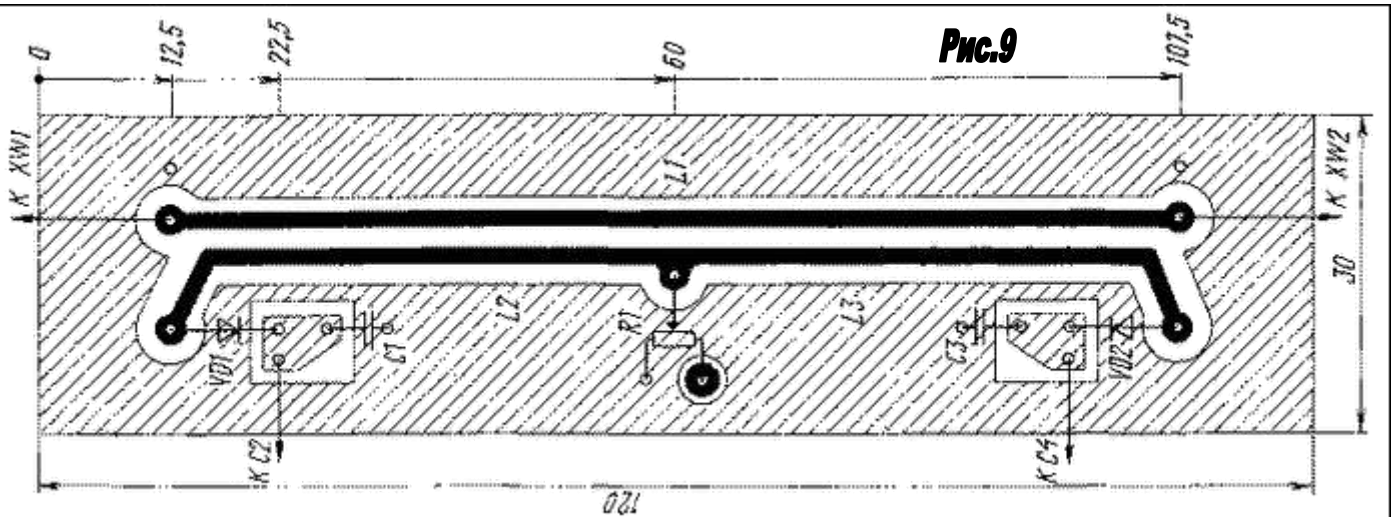


Рис. 8



Для трактов с волновым сопротивлением 50 Ом линию с ответвителем изготавливают из двустороннего стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, для трактов с волновым сопротивлением 75 Ом используют односторонний фольгированный материал такой же толщины (две заготовки с размерами, указанными на чертеже, склеивают эпоксидной смолой с отвердителем с таким расчетом, чтобы получился фольгированный с обеих сторон материал удвоенной толщины). В обоих случаях фольгу одной из сторон оставляют нетронутой, а на другой вытравливают в растворе хлорного железа в соответствии с рис. 9 (ширина печатных проводников, образующих линии L1-L3 должна быть равна 2 мм, расстояние между их средними линиями - 3,5 мм).

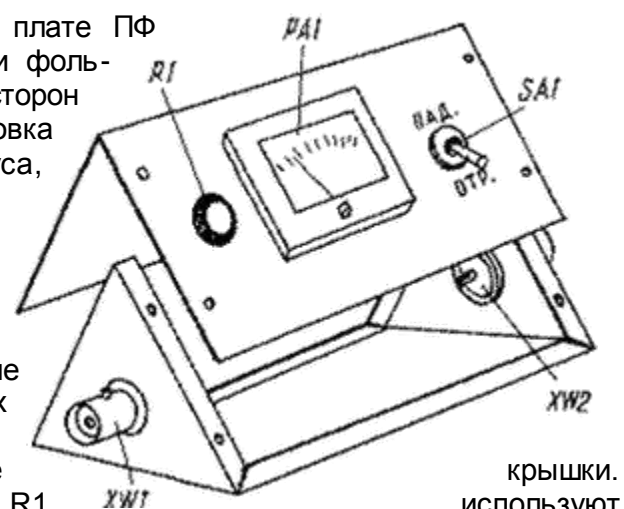
Диоды VD1, VD2, конденсаторы C1-C4 и подстроечный резистор R1 можно установить как со стороны линий L1-L3, так и с противоположной стороны (в последнем случае под выводы деталей необходимо просверлить отверстия, а чтобы не произошло замыканий, фольгу с их кромок удалить зенкованием сверлом примерно вдвое большего диаметра, заточенным под угол 90°).

В КСВ-метре можно использовать только германиевые диоды (в порядке ухудшения результатов): ГД508 (с буквенными индексами А и Б), ГД507А, Д18, Д20, Д2Е. Конденсаторы C1-C4 могут быть и обычные керамические с выводами минимальной длины (на частотах двухметрового диапазона их еще допустимо использовать в качестве развязывающих), но лучшие результаты получаются с опорными и проходными конденсаторами КДО, КТП. Их емкость может быть в пределах 1000...4700 пФ. При использовании опорных конденсаторов в плате по месту сверлят отверстия под их резьбовые выводы, а вокруг них несколько отверстий меньшего диаметра под проволочные перемычки, соединяющие фольгу обеих сторон.

Микроамперметр РА 1 - с током полного отклонения стрелки 50 мкА. Применять приборы с меньшей чувствительностью нежелательно, так как это потребует большей мощности передатчика для настройки антенн, а следовательно, будут создаваться и большие помехи.

Готовую плату с полосковыми линиями опаивают подобно плате ПФ (см.рис. 3) полосками тонкой меди, латуни, белой жести или фольгированного стеклотекстолита и закрывают с обеих сторон металлическими крышками. Допустима установка незранированной платы внутри металлического корпуса, например, подобного показанному на рис. 10.

Рис. 10



Такая конструкция, пожалуй, наиболее удобна для считывания показаний при измерениях. Основание и крышку корпуса сгибают из листовой латуни или стали, размеры определяются габаритами примененного микроамперметра, поэтому не приводятся. Плату крепят к дну основания, а на его боковых стенках устанавливают коаксиальные розетки, например, СР-50-73Ф. Остальные детали закрепляют на передней стенке. В такой конструкции вместо подстроечного резистора R1 используют переменный, снабдив его валик ручкой управления для оперативной установки стрелки измерительной головки РА1 на последнюю отметку шкалы при измерении напряжения падающей волны. Для работы в

крышки.  
используют

стационарных условиях полезно предусмотреть гнезда для подключения внешнего микроамперметра с большей шкалой (например от авометра) с одновременным отключением внутреннего.

Детали корпуса соединяют восемью винтами, ввинчиваемыми в резьбовые отверстия в бортиках основания (лучше, конечно, развальцевать в отверстиях специальные втулки с резьбой - так называемые буксы; в этом случае корпус можно изготовить и из менее прочного материала, например, из листового алюминиевого сплава).

При установке КСВ-метра в трансивер (его включают между ФНЧ и антенным реле) плату опаяют, как указано выше, полосками меди или латуни. Для соединения с переключателем SA1 рекомендуется использовать проходные конденсаторы, а с входом и выходом - коаксиальные кабели, разделив их, как указано в описании ПФ.

Хотя схема прибора и симметрична, из-за погрешностей изготовления линий и разброса характеристик диодов результаты измерений при замене входа на выход получаются неодинаковыми, поэтому рекомендуется использовать его всегда в одном направлении.

Проверяют прибор следующим образом. Устанавливают переключатель SA1 в положение «Пад.» и подключают к входной розетке XW1 выход передатчика, а к XW2 - эквивалент антенны - безындукционный резистор (или набор подобных резисторов, соединенных последовательно или параллельно) сопротивлением 50 Ом с рассеиваемой мощностью не менее отдаваемой передатчиком. Затем переменным резистором R1 добиваются отклонения стрелки микроамперметра PA1 на последнюю отметку шкалы, после чего переключатель SA1 переводят в положение «Отр.» Стрелка прибора должна установиться на нулевую отметку. Если же она отклонится от нее (не совсем точно изготовлены линии или эквивалент нагрузки - не чисто активное сопротивление), нужно будет учитывать это отклонение в дальнейшем, вычитая его из отсчитанного по шкале значения напряжения отраженной волны. Можно поступить и иначе: ввести в цепь измерения этого напряжения дополнительный резистор, скомпенсировав тем самым отклонение (это следует делать в том случае, если «виновата» линия, а не эквивалент). Можно попробовать «перевернуть» линию (т. е. поменять вход и выход местами) и попытаться настроить ее в другом направлении - не исключено, что в этом случае погрешность окажется меньше или будет отсутствовать вовсе.

Пользуются прибором, как обычно. Его вход подключают к выходу передатчика (после «внутреннего» ФНЧ) или ГСС (с выходным напряжением 1 В), а выход - к кабелю, питающему антенну. Варьируя параметрами устройства, согласующего антенну с фидером, и измеряя напряжение падающей и отраженной волн, добиваются их максимального отношения (в идеальном случае, т. е. при КСВ=1 - отклонения стрелки на всю шкалу для падающей волны и нулевых показаний для отраженной). Желательно антенну предварительно настроить на рабочие частоты с помощью, например, гетеродинного индикатора резонанса. Возможен и вариант подгонки размеров антенн (простых, без согласующего устройства) по минимальному КСВ.

Описанный КСВ-метр можно использовать при выходной мощности передатчика до 70...100 Вт.

Следует учесть, что введение КСВ-метра, например, в антенно-фидерный тракт (так же, как и исключение из него), нарушает согласование трансивера с фидером (если, конечно, они до этого были согласованы). Выход из положения - либо после согласования оставить КСВ-метр в тракте навсегда и контролировать состояние антенны, либо, удалив его, скорректировать настройку выходного П-контура передатчика.

Справочные материалы по расчету и самостоятельному изготовлению других, более эффективных ПФ, ФНЧ, ФВЧ, режекторных и комбинированных фильтров конструктор найдет в справочнике [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Henschel S. Nebenwellenfilter für das 144-MHz-Band. - Funkamateur, 1981, № 8, s. 404.
2. Henschel S. 28 MHz/144 MHz Sende/ Empfangs Umsetzer. - Funkamateur, 1985, № 3, s. 134.
3. Ротхаммель К. Антенны. - М.: Энергия, 1979.
4. Зааль Р. Справочник по расчету фильтров. - М.: Радио и связь, 1983. КВ журнал, 5-97.

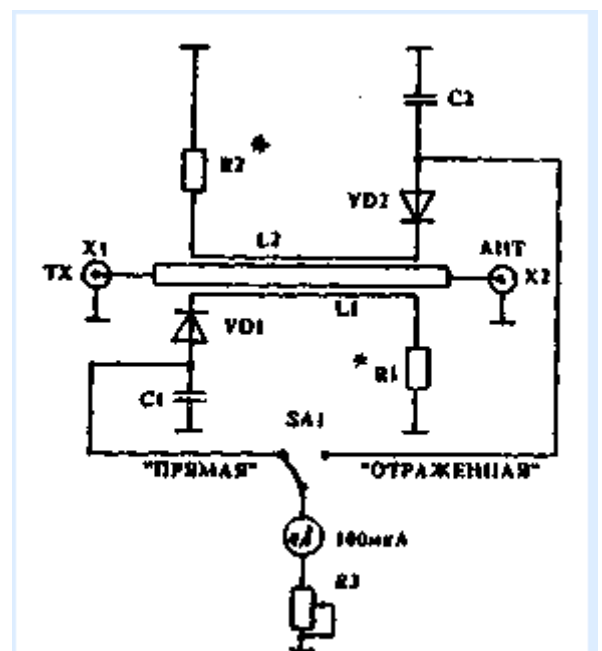


Рис. 1 - Принципиальная схема КСВ-метра.



## Простой КСВ-Метр

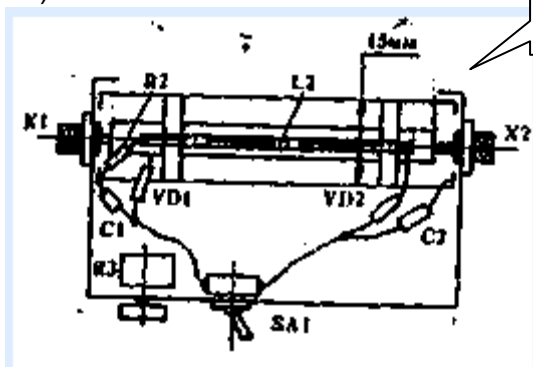
<http://www.radiolamp.ru/about.php> Источник: РЛ 3-92 Автор: Г. РАДИОН (UC2AR), 220033, Минск, а/я 39.

Описываемый ниже КСВ-метр, имеющий две измерительные линии и возможность полного симметрирования в процессе настройки, разработан и построен на основании конструкции, приведенной К.Сломчиньским (SP5HS) в книге "АВС коротковолновика". Издание WKL 1988 г., Варшава. Рис.1 .

При перепечатке материалов ссылка на первоисточник обязательна

Рис.1 - Принципиальная схема КСВ-метра.

КСВ-метр размещается в коробке, изготовленной из фольгированного текстолита толщиной 1,5...2,0 мм (рис.2).



Смотреть  
Источник: РЛ 3-92

Рис.2 - Корпус КСВ-метра.

Главной составной частью КСВ-метра является измерительная линия, расположенная между входным разъемом и выходным разъемом X2. С измерительной линией сопряжены два стержня: L1, в котором индуцируется напряжение, пропорциональное амплитуде прямой волны и L2, в котором индуцируется напряжение, пропорциональное амплитуде отраженной волны. Эти напряжения выпрямляются VD1 и VD2 и через

переключатель и потенциометр передаются на измерительную головку с полным отклонением 100 мкА (типа М24).

Можно применить и менее чувствительную измерительную головку, но тогда потребуется применить усилитель постоянного тока, выполненный по любой известной схеме.

Измерительная линия изготовлена из медной трубки диаметром 6 мм и длиной, равной расстоянию между выступающими штырями ВЧ разъемов X1 и X2 ( 110 мм). Экраном для измерительной линии служат три полоски фольгированного гетинакса, длиной равной внутреннему расстоянию между боковыми стенками коробки. По обе стороны центральной трубки размещены на двух изоляционных прокладках два стержня L1 и L2, изготовленные из медной проволоки диаметром 1,5...2,0 мм и длиной около 75 мм. Стержни находятся, примерно, на расстоянии 2 - 3 мм от центральной трубки.

Разрез измерительной линии показан на рис.3, а заделка концов трубки

- на рис.4. На передней стенке коробки размещается микроамперметр. При монтаже схемы следует стараться сделать возможно короткими все соединительные проводники. Градуировку прибора производим следующим образом. Подключаем передатчик к разъему X1, а к разъему X2 эквивалент (75 Ом) антенны.

Переключатель

S1

устанавливаем "к антенне" - "прямая", включаем передатчик и потенциометром устанавливаем стрелку прибора в конец шкалы, т.е. в точку 00. После этого переключатель S1 переводят в положение "отраженная" и отмечают точку "1", она будет немного выше, чем "0" на шкале измерительной головки. После этого, не трогая ручку потенциометра, меняем местами подключение передатчика и эквивалента антенны к КСВ метру. Ставим S1 в положение "отраженная" и включаем передатчик. Стрелка прибора должна оказаться в точке 00. Если есть отклонение от этой точки, то подгибкой стержня L2 добиваемся того, чтобы стрелка оказалась в точке 00.

В зависимости от мощности передатчика, возможно, потребуется подбор резисторов R1 и R2. При большей мощности величину резисторов R1 и R2 нужно уменьшить. Номиналы этих резисторов должны быть одинаковыми. КСВ-метр с указанными на схеме (рис.1) номиналами работает с РА на одной лампе ГУ29.

## Измеритель проходящей мощности - КСВ-метр

Для настройки и согласования антенн, а также для оперативного контроля за их параметрами применяют измерители коэффициента стоячей волны КСВ-метры.

Прибор состоит из измерительной линии и элементов детектирования ВЧ сигнала, которая конструктивно может быть выполнена отдельно (выделено пунктиром). Остальная часть прибора содержит регулировочные и коммутирующие элементы, и измерительный прибор РА1.



Рис.3 - Разрез измерительной линии.

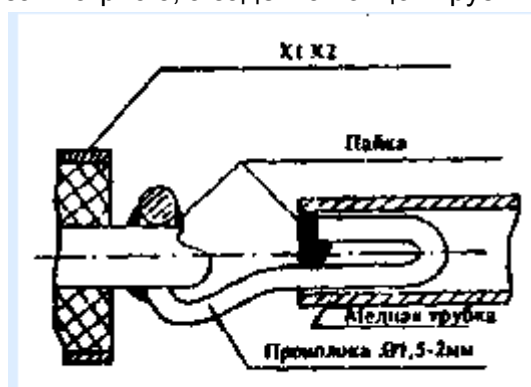


Рис.4 - Способ заделки концов трубки.

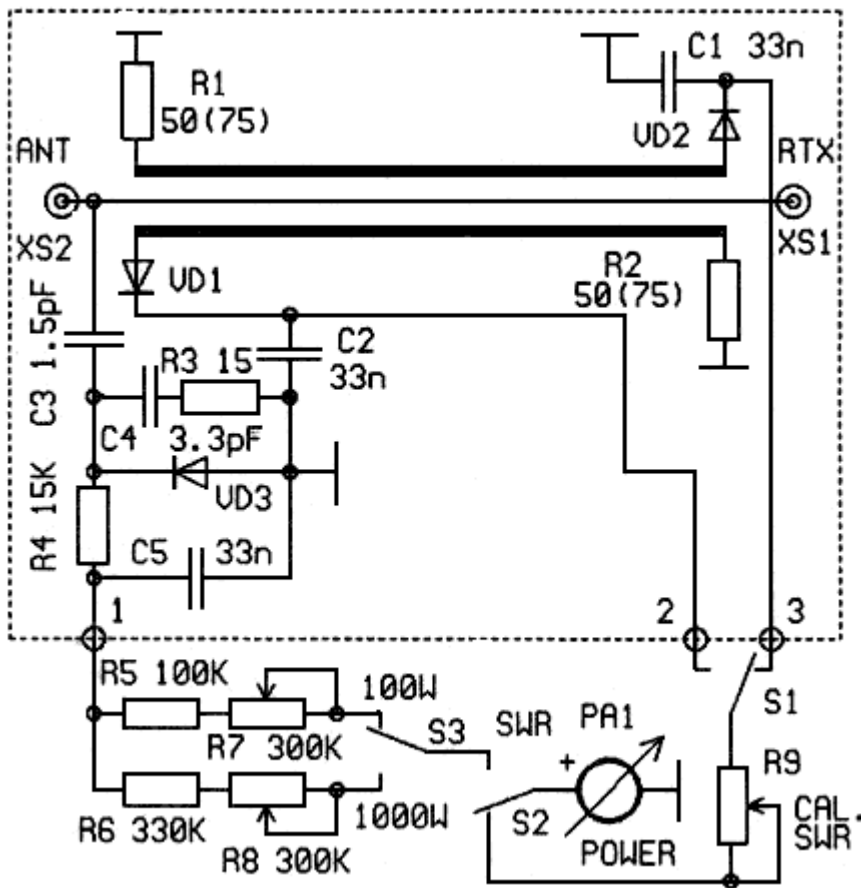


Рис. 1. Принципиальная схема КСВ—метра и индикатора мощности приведена на рис. 1.

Для измерения КСВ к разъему XS1 подключают передатчик, а к XS2— антенну.

В положении переключателя S1 "прямая волна" потенциометром R9 "калибр. КСВ" стрелка прибора устанавливается на последнее деление шкалы. Затем переключатель переводится в положение "обратная волна" и измеряется напряжение обратной волны. Величина КСВ определяется по формуле:

$$КСВ = (U_{пр} + U_{обр}) / (U_{пр} - U_{обр})$$

Измерительный прибор может быть отградуирован в единицах КСВ. При этом используется широко известная формула

$$P = U^2 / R_{эа}$$

где R<sub>эа</sub>—сопротивление эквивалента антенны. Для градуировки шкалы рекомендуется пользоваться таблицами, приведенными в [1]. Для прибора с полным отклонением 100 мкА шкала может быть отградуирована в соответствии с таблицей:

|                |   |      |     |     |     |    |    |      |    |    |     |
|----------------|---|------|-----|-----|-----|----|----|------|----|----|-----|
| Показ, прибора | 0 | 10   | 20  | 30  | 40  | 50 | 60 | 70   | 80 | 90 | 100 |
| КСВ            | 1 | 1.22 | 1.5 | 1.9 | 2.3 | 3  | 4  | 5.66 | 9  | 19 | ∞   |

Можно выделить сектор, где работа с КСВ >3 не рекомендуется.

Измеряя мощность передатчика необходимо учитывать, что градуировка измерительного прибора производится при эталонной активной нагрузке. При работе с различными антеннами, имеющими КСВ значительно отличающимся от 1, будет возникать погрешность измерений, причем тем хуже, чем больше отличие. Поэтому прибор можно считать просто индикатором ВЧ сигнала.

Исполнение измерителя КСВ имеет различные конструктивные возможности. Простой вариант состоит из отрезка коаксиального кабеля, под оплеткой которого располагаются два проводника. Хорошие результаты достигаются при использовании ВЧ трансформатора на ферритовом кольце [1].

В данной конструкции выполнен на пластине из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5—2 мм. С одной стороны расположена полоса фольги шириной 5 мм, соединяющая разъемы ANT—TX, а с другой стороны, непосредственно под полосой, симметрично относительно средней линии, с расстоянием 2 мм между собой располагаются две 3-х мм полосы фольги для прямой и отраженной волны. На этой же пластине можно расположить остальные детали датчика, отмеченного пунктиром. Длина измерительной линии принципиального значения не имеет и определяется, в основном, чувствительностью используемого прибора и мощностью имеющегося передатчика.

Для мощностей порядка 1000 Вт длина линии составляет примерно 100 мм, для значительно меньших мощностей длину измерительной линии следует увеличить.

- Калибровка** прибора при измерении КСВ производится в следующей последовательности:
- к разъему XS2 подключается активная нагрузка 50 (75) Ом (с учетом мощности передатчика),
  - к разъему XS1 подключается источник ВЧ сигнала (передатчик),
  - потенциометром "калибр. КСВ" стрелка прибора устанавливается на последнее деление шкалы.

Затем соединения следует поменять местами, т.е. к разъему XS1 подключается активная нагрузка, а к разъему XS2 подключается источник сигнала. Не меняя положения потенциометра "калибр. КСВ" определяется показание прибора.

При необходимости резистором R2 требуется добиться установки стрелки прибора на последнем делении шкалы. Резисторы R1 и R2— безиндукционные, например МЛТ и т.п.

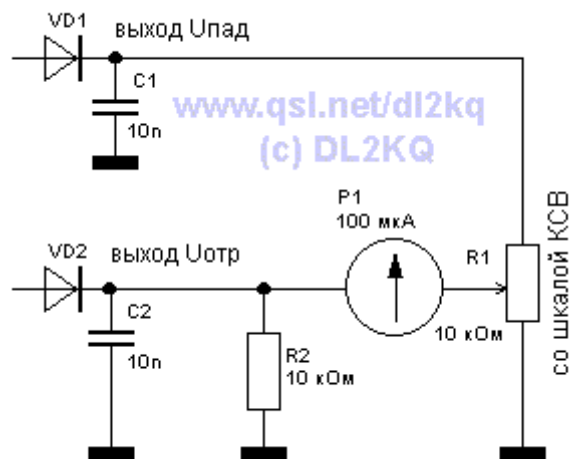
**Настройка** осуществляется путем подбора (параллельного соединения) нескольких резисторов.

А. Жильцов (UW3EG). *Материал подготовил Ю. Погребан (UA9XEX).*  
 Литература: 1. В. А. Скрыпник. Приборы для контроля и налаживания радиоловительской аппаратуры. М. Радио и связь, 1990 г.

### Индикатор КСВ-метра

Одна из самых неизменных вещей в любительском радио – индикатор КСВ-метра. Переключатель, потенциометр и стрелочный прибор – хорошая конструкция проверенная многими десятилетиями. Присмотримся повнимательнее – нельзя ли сделать лучше и проще?

Для измерения КСВ достаточно знать лишь отношение  $U_{отр}/U_{пад}$ , а не абсолютные величины этих напряжений. Так, что у нас напряжения делит? Правильно – резистивный делитель. Вот и включим потенциометр делителем, как показано ниже:



С первого взгляда схема мало изменилась. Исчез переключатель (но и это немало – не придется им щёлкать туда-сюда при каждом измерении). Но посмотрим глубже. Для чего разберемся как пользоваться таким индикатором. Инструкция не отличается чрезмерной сложностью:

1. Вращать потенциометр R1 пока стрелочный прибор не покажет ноль, и в этот момент считать значение КСВ со шкалы резистора.

Осталась лишь одна операция вместо трёх. И удобнее, и проще, и быстрее.

К деталям схемы есть два требования (они же удобства):

- Стрелочный прибор должен быть не измерительным (со шкалой), а индикаторным (с нулём посередине шкалы и единственной отметкой там). То есть не дорогая измерительная головка, а простой дешевый индикатор (например от уровня записи старого магнитофона, только там придется подвернуть

крепления, чтобы сдвинуть стрелку в середину шкалы).

- R1 должен быть со шкалой. Можно с самой простой, например, штрихи, нанесенные несмываемым маркером на панели, на которой закреплена ручка R1 с «клювиком».

Как работает индикатор? Ток через P1 равен нулю в единственном случае – когда на обоих его выводах одинаковые напряжения. То есть  $U_{отр}$ . Почему слева  $U_{отр}$  – понятно. А справа напряжение, равное  $U_{отр}$ , потому что мы установили стрелку прибора на ноль. То есть потенциометром *поделили* Упад так, чтобы получилась величина, равная  $U_{отр}$ . Очевидно, что при этом угол поворота R1 (он группы «А») пропорционален отношению  $U_{отр}/U_{пад}$ , и, в соответствии с формулой (3), шкала резистора может проградуирована непосредственно в КСВ.

В описываемом индикаторе линейность детектирования малых сигналов лучше, чем в обычном. Дело в том, что в традиционной схеме (верхний рисунок), при малой мощности приходится уменьшать сопротивление потенциометра почти до нуля. В результате при малом сигнале сопротивление нагрузки детекторов получается низким, что ухудшает линейность детектирования. В описываемом же индикаторе сопротивление нагрузки детекторов фиксировано и велико.

Также, в отличие от обычной схемы, в данном случае прибор P1 не вносит никаких дополнительных погрешностей, поскольку в момент измерения ток через него равен нулю, и поэтому прибор виртуально отсутствует в схеме (ноль тока это и есть отсутствие влияния на остальную схему- как в изоляторе).

При больших мощностях в кабеле имеет смысл защитить P1 от перегрузки парой встречно-параллельно включенных диодов.

Для разметки шкалы R1 (полагая, что датчики  $U_{отр}$  и  $U_{пад}$  линейные) достаточно простого омметра. Измеряя сопротивления между нижним и средним выводом R1 (предварительно отключив их от схемы), размечают шкалу резистора. Разметить можно двумя способами:

1. Традиционная линейная шкала, как у большинства КСВ-метров. Тогда, при потенциометре в 10 кОм шкала будет иметь вид:

|         |   |      |     |      |      |   |   |      |   |    |    |
|---------|---|------|-----|------|------|---|---|------|---|----|----|
| R (кОм) | 0 | 1    | 2   | 3    | 4    | 5 | 6 | 7    | 8 | 9  | 10 |
| КСВ     | 1 | 1,22 | 1,5 | 1,85 | 2,33 | 3 | 4 | 5,66 | 9 | 19 | ∞  |

2. Нетрадиционная (но более удобная в практике) нелинейная шкала:

|         |   |      |     |      |   |   |      |     |      |     |    |
|---------|---|------|-----|------|---|---|------|-----|------|-----|----|
| R (кОм) | 0 | 1,11 | 2   | 3,33 | 5 | 6 | 6,66 | 7,5 | 8,18 | 9,5 | 10 |
| КСВ     | 1 | 1,25 | 1,5 | 2    | 3 | 4 | 5    | 7   | 10   | 20  | ∞  |

В зависимости от группы потенциометра вид шкалы соответственно меняется. Для линейности при измерении больших КСВ лучше резистор группы «В», а для привычной шкалы – группы «А».

Если у вас потенциометр не 10 ком, то надо соответственно изменить R2 (чтобы детекторы имели равную нагрузку) и перечитать разметку шкалы по формуле:

$$R_{тек} = R1 \cdot (КСВ - 1) / (КСВ + 1) \cdot 4,$$

где:

$R_{тек}$  – текущее значение сопротивления от движка до земли;

R1 – номинал потенциометра;

КСВ – величина КСВ, соответствующая  $R_{тек}$ .

Для измерений малых значений КСВ можно сделать растянутую шкалу, включая последовательно с верхним выводом R1, дополнительный резистор R3 (закорачиваемый при измерениях больших КСВ). Значения КСВ

можно будет получить по формуле (4), подставляя в неё вместо R1 сумму (R1+R3). Так при R3=R1=10 кОм шкала R1 будет от 1 до 3, а растянутая шкала будет иметь вид:

|         |   |     |      |      |     |      |      |      |      |      |    |
|---------|---|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|----|
| R (кОм) | 0 | 1   | 2    | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10 |
| KCB     | 1 | 1,1 | 1,22 | 1,35 | 1,5 | 1,66 | 1,85 | 2,07 | 2,33 | 2,63 | 3  |

Пользоваться таким прибором при настройке антенн намного удобнее, чем традиционным. Причин две:

- проще процесс измерения (одна операция против трёх);
- направление движение стрелки Р1 однозначно указывает направление изменения KCB.

Поясню последнее примером. Пусть KCB-метр включен у антенны и я копаюсь с СУ, установленным тут же, в точке питания. KCB большой (потому и копаюсь) и равен, допустим 3. Стрелка Р1 на нуле (установил я при измерении KCB так, на шкале R1 при этом 3 и будет). Что-то там в СУ я покрутил – стрелка Р1 пошла влево. А это в данном приборе однозначно свидетельствует о снижении KCB (то есть что я кручу СУ в нужную сторону).

Возражат – в обычном индикаторе (первый рисунок) тоже можно ориентироваться на снижение Uотр. Увы, далеко не всегда. Uотр может конечно и снизиться, но что при этом происходит с Упад мы не знаем. А Упад может уменьшится еще резче, чем Uотр (нагрузка для ТХ совсем несогласованная и он не отдает на неё мощность), а это значит что KCB возрос, несмотря на уменьшение Uотр.

Фокус в том, что просто снижение Uотр еще ни о чем не говорит. Надо сравнивать с Упад. В обычном индикаторе это сравнение надо делать вручную – каждый раз щелкая переключателем и заново калибруя индикатор. В описываемой же схеме сравнение Uотр и Упад идёт автоматически. От изменения амплитуд Упад и Uотр меняется лишь величина отклонения стрелки Р1, но не знак.

Поэтому поставив стрелку Р1 в ноль (при KCB>1) можно спокойно (и вообще ничего с KCB-метром не делая) производить настройку антенны или СУ. Все предельно ясно: стрелка уходит влево – KCB снижается, стрелка уходит вправо – KCB повышается.

Непосредственно в TRX или PA такой индикатор удобен не очень. Но в отдельном KCB-метре, предназначенном именно для антенных измерений он намного удобнее традиционного.

## Резистивный KCB-метр

А.Кабаев (UR5ZQV, ex:UQ2GKQ) г.Николаев – 2004 г.

В большинстве любительских конструкций в качестве датчиков прямой и отраженной волны для KCB-метров применяются токовые трансформаторы или направленные ответвители (полосковые или коаксиальные). Токовые трансформаторы сложны в изготовлении и настройке (дефицитный феррит, емкостные связи с проводами под высоким ВЧ потенциалом, трудность обеспечения постоянства параметров в диапазоне частот). Датчики на ответвителях просты в изготовлении и налаживании, но выходные сигналы их сильно изменяются в диапазоне частот.

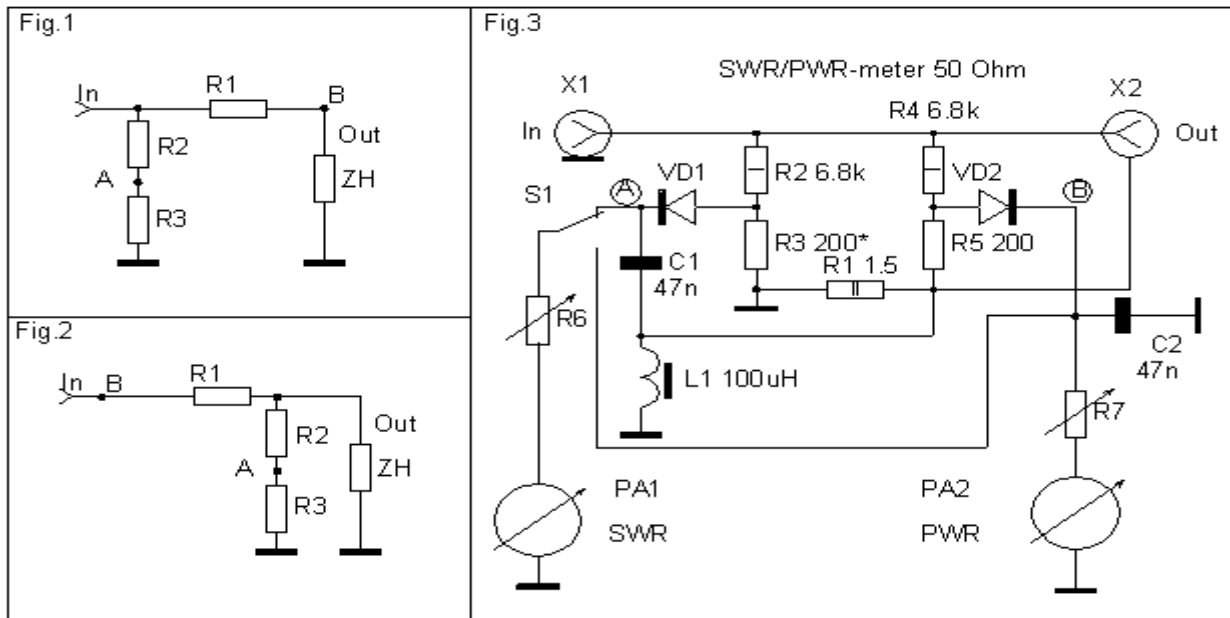
Между тем известны простые резистивные мостовые датчики прямой и отраженной волны [1]. Принцип его действия кратко поясняется на Fig.1.

Резисторы R1...R3 и сопротивление нагрузки ZH образуют сбалансированный мост, при R2/R3=R1/ZH и напряжение между точками А,В равно 0 (KCB=1).

При отклонении ZH от этого соотношения, между точками А,В появляется напряжение, пропорциональное степени рассогласования.

При включении резистивного датчика в обратном направлении (см. Fig.2) он превращается в датчик прямой волны. Напряжение между точками А,В

пропорционально току и напряжению в нагрузке (т.е. мощности).





Для значительного снижения влияния паразитных емкостных связей схему включения можно несколько усовершенствовать, перенеся датчик тока R1 из цепи с высоким ВЧ потенциалом в "заземляющую". Для исключения необходимости переключения режима работы датчика, делителя R2, R3 можно установить на входе и на выходе. КСВ-PWR-метр выполненный по такому принципу представлен на **Fig.3**.

При мощности 10...200 W напряжения на выходах отраженной (А) и прямой (В) волны составляют 1.8...8.4 V. Диоды VD1,2- любые высокочастотные, германиевые (например Д9), миллиамперметры PA1,2 на ток 0.1...1mA, резисторы R6,7 в соответствии с током приборов. Обратите внимание на то, что корпус разъема X1 должен быть изолирован от корпуса прибора. Настройка прибора заключается в подборе резистора R3 при калибровке на номинальное сопротивление нагрузки (при невысоких требованиях к точности, эти резисторы можно вообще не подбирать). Затем калибруется PWR-метр резистором R7 на одном из диапазонов (на остальных показания остаются аналогичными).

Работа с прибором аналогична работе с другими датчиками.

Потери мощности составляют около 5%, что несущественно. Диапазон работы прибора может простирается вплоть до УКВ, при соответствующих требованиях к монтажу.

Изменяя параметры элементов, можно изменить номинальное сопротивление или допустимую мощность датчика (следите лишь, чтобы мощность, рассеиваемая на резисторах, не превышала допустимую).

Данный датчик был выполнен мной при доработке "фирменного" SWR-PWR метра для СВ, типа TOS-2 (фирмы "President"). Взамен полоскового ответвителя был установлен резистивный датчик, что позволило производить измерения во всех любительских КВ диапазонах. Подбор резисторов не производился.

**ЛИТЕРАТУРА:** 1.Л.Грей, Р.Грэхем. Радиопередатчики. (стр.299) "Связь". М. 1965 г.

### **Вопрос-ответ по КСВ-метру**

[Не заметил, что токовый шунт стоит на "земле", но схема всё равно...](#) -- Amw RU9HA

[Для того, чтобы получить КСВ надо знать ток. В схеме Fig 3 ток не...](#) -- Amw RU9HA

[А кто подскажет как откалибровать КСВметр? говорят можно как-то с...](#) -- Anatoliy

[Конструкция имеет право на жизнь. В ней та же идея, что и в мосто...](#) -- Vlad UR 4 III...

[Корпус выходного разъема \(к антенне\) должен быть изолированБ инач...](#) -- UR5ZQV

[Автору. Какой разъем не подключается к корпусу?...](#) -- Anatoli

[Конденсатор С1 изображен правильно. С1 и VD1 образуют однополупер...](#) -- UR5ZQV

[Автору...Правильно ли изображён С1 ?...](#) -- Андрей

1.Погосов А. Автоматический КБВ-метр.—Радио, 1985, №10,с.20-21

4.Нечаев И. КСВ-метр с автоматической калибровкой.—Радио, 2005, №3,с.64-65

7.Гуткин Э.Измеряем КСВ:теория и практика.— Радио, 2003, №5,с.66-68, №6,с.61-63

<http://www.cqham.ru/mal.phtml>

8.Кабаев А. Автоматический индикатор КСВ <http://www.cqham.ru/swrl4.htm>

9.Нечаев И. Автомобильный автоматический КСВ- метр.—Радио, 2005, №6,с.68-69

С.Э.Беленецкий, (US5MSQ) <http://cqham.ru>

## **КСВ – метр RZ3DK**

При измерении КСВ переключатель S2 - в положение "КСВ". Переключателем S1 становитесь в положение "Прямая" и потенциометром P3 ставите стрелку на максимальную отметку шкалы (100). Переключившись в положение "Обратная", производите отсчет КСВ, предварительно отградуировав прибор по формуле  $КСВ = \frac{(Пр.+Отр.)}{(Пр.-Отр.)}$ .

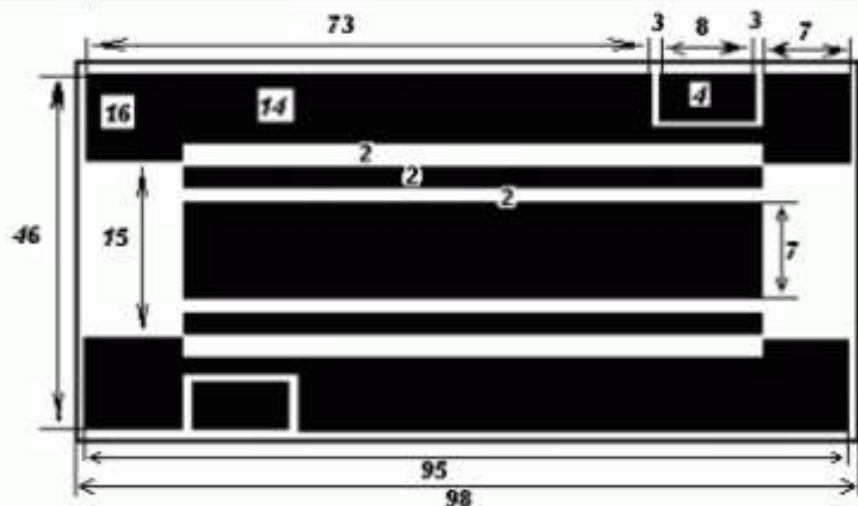
перед замером КСВ, в положении "Прямая" потенциометром ставите стрелку на 100. Это своего рода - калибровка КСВ для **данной КОНКРЕТНОЙ мощности**.

КСВ-метр.zip <http://forum.qrz.ru/attachment.php?attachmentid=29312&d=1264508376>

**Самодельный КСВ-метр** Источник: Радиоаматор №6, 2014

**PSV Metr. OK1UGA** <http://ok1uga.nagano.cz/index.html>

Na našem EME pracovišti jsem potřeboval sledovat parametry buzení PA 1,5KW na 144MHz.



КСВ - метр. \*\*\*RZ3DK\*\*\*

Выполнен из одностороннего стеклотекстолита. Точки А и В служат монтажными для диодов и емкостей. Раз'емы припаять непосредственно на плату. Работает на КВ и УКВ диапазонах с достаточной точностью. Диоды - германиевые (Д104 или Д18).

