



Все о Емкостных (ЕН) антеннах



От автора:

Кононов Владимир Васильевич (UA1ACO), почетный радист РФ, в эфире с 1967 года.

(<http://ehant.qrz.ru/>) (<http://ua1aco.ru>) (ua1aco@mail.ru)

В этой небольшой статье будет собрано, по возможности, все что относится к емкостным (ЕН) антеннам. Как их только ни называли ранее: и ЕН, и SFRP, и С, АМЕ, РVА и т.д., но суть одна, в принципе работы таких антенн лежит раскрытая в пространстве емкость (конденсатор). Еще в далеком 1928 году, такие антенны использовались радиолюбителями, но дальше развитие пошло иным путем, путем развития дипольных антенн, основанных на принципе прохождения тока проводимости по полотну антенны и емкостные антенны канули в вечность. Но можно попытаться возродить "давно забытое", как говорится: "новое - давно забытое старое". Попытаемся сделать это силами радиолюбителей, тем более, что емкостные антенны имеют ряд преимуществ, по сравнению с дипольными (и конечно недостатки). К счастью есть энтузиасты, развивающие это направление емкостных антенн: делают конструкции, испытывают их в эфире.

В этой брошюре не будет описано конкретных конструкций, их параметров, для этого есть сайт по емкостным антеннам "Мир ЕН антенн" (<http://ehant.qrz.ru/>) на котором около сотни статей по конструкциям различных емкостных (ЕН) антенн, их параметрам, испытаниям, методикам настройки и т.д.



В этой статье будет очень кратко рассказано о различных конструкциях емкостных антенн, особенностях используемых материалов, методике настройки, ответах на некоторые пришедшие письма, приведен список литературы по емкостным антеннам и т.д. Если необходимо ознакомиться с конкретными конструкциями антенн, всегда можно перейти на сайт.

Эта статья будет состоять из пяти Частей определяемых тематикой каждой Части. Статью попытаюсь оформить в виде файла Word и PDF. Ее всегда можно будет распечатать, ограничений к этому не предъявляю. Важно - была бы польза для радиолюбителей. Статья будет так же опубликована на сайте.

Часть Первая

В этой статье постараюсь обобщить весь тот опыт, который накоплен за эти годы, по емкостным (ЕН) антеннам. Предыстория такова: Тед Харт (W5QJR) предложил малогабаритную антенну, основанную **не** на принципе прохождения тока по проводу (полотну антенны) и дальнейшему излучению в эфир полей, как в обычных дипольных антеннах, а при помощи **тока смещения**, образующегося между обкладками емкостного **излучателя**. Здесь надо сразу заметить, что никаких противоречий, нарушающих физические законы здесь нет, вопреки утверждению некоторых "радиолюбителей". Таким образом, размеры емкостной антенны физически не привязаны к длине волны, как в дипольных антеннах, и могут быть уменьшены в несколько раз.

Забегая вперед, в последнее время, многие радиолюбители успешно повторили такие антенны и общее мнение от полного отрицания, как раньше, все более становится положительным, видимо из-за полученного опыта в изготовлении и эксплуатации этих антенн, см. Рис.1.



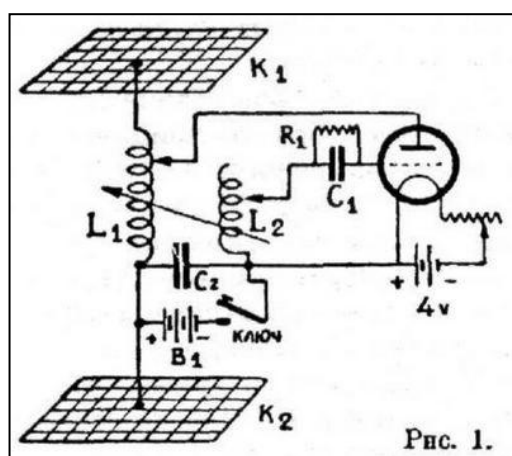
Но вернемся к антеннам. Многие спрашивают: "Почему антенны называются **ЕН** ?". Ответ прост - так их назвал изобретатель антенн Тед Харт. Чем он руководствовался, когда давал такое название? Мое мнение такое - видимо из-за того, что поля "Е" и "Н" в этой антенне синфазны, т.е. в антенне "рождается" радиоволна (напомним, что радиоволной, в учебниках, называют синфазность электрического и магнитного поля в дальней зоне (для дипольных антенн). А отсюда важные выводы по поляризации, диаграмме направленности и т.д. Попутно можно задать вопрос: а какая поляризация и диаграмма направленности у изотропного излучателя? Смешной вопрос, но не для ЕН антенны. Заранее скажу то, что описано в данной статье, многократно проверено и измерено на практике, в чем можно убедиться прочитав статьи сайта о проведенных измерениях и экспериментах. Многие читатели скажут: конкретнее... конкретнее... об антеннах.

Попробуем разбить статью на Главы, чтобы удобнее было пользоваться информацией. Более того, постараюсь в конце статьи записать всю статью в PDF или DOC файл, чтобы каждый мог распечатать статью и иметь ее в "бумажном" виде. Я не тщеславный и вижу в интернете много выдержек, фотографий, рисунков и видео с моего сайта (даже без ссылок на него), а это все проделанная работа за многие годы, но... все это идет на пользу радиолюбителям и это хорошо, хотя и называется плагиатом. И так перейдем к конкретике.

ГЛАВА №1 ТЕОРИЯ

На заре становления ЕН антенн, как только ни предлагали принцип ее работы, начиная от "щелевой" антенны и заканчивая "укороченным диполем", излучением кабеля и даже НЕ антенной (отдаю должное юмору - сам люблю шутить). Все это происходило от непонимания "физики" работы и отсутствия экспериментального материала, и измерений с ЕН антенной. Часто "подтверждали" неэффективность

антенны моделированием в программах моделировщиках обычных антенн, но никто не удосужился смоделировать ЕН антенну в **электродинамическом** моделировщике, тогда результат был бы иной и достоверный. Еще в далеком 1928 году в журнале "**Радио всем**" была опубликована статья о применении емкостной антенны одним из радиолюбителей, В качестве емкостного элемента использовалась медная сетка, см. Рис.2. Уже тогда было понимание, что раскрытый в пространстве конденсатор может излучать! Как, впрочем, и написано в книге по антеннам Айзенберга - противоречий нет! Краткая выдержка из статьи 1928 года ниже! Но, как это часто бывает, прогресс пошел по пути не емкостных антенн, а рамок и диполей, а жаль, была такая возможность не упустить 100 лет! Сколько потеряно... Моя бабушка говорила: "Лучше поздно - чем никогда"! Человек переживший революцию и три войны плохому не научит! Вот мы и вернулись к истокам.



я пришел к выводу, что для целей маневров лучше всего подходит „емкостная“ антенна и коротковолновые рамка.

Рис.2

Ранее мы упоминали, что принцип излучения у Диполя и ЕН антенны разный, за счет токов **проводимости** у Дипольных антенн и токов **смещения** у ЕН антенн. Также уместно напомнить, что из учебников известно: ток проводимости в цепи равен току смещения (т.е. объясняется, как ток "перепрыгивает" через обкладки конденсатора). Ток смещения придумал Максвелл по аналогии с током проводимости. На мой взгляд, ток смещения - это просто ПОЛЕ! т.е. в конденсаторе создается сразу ПОЛЕ, благодаря разности потенциалов на обкладках конденсатора, Рис.3.

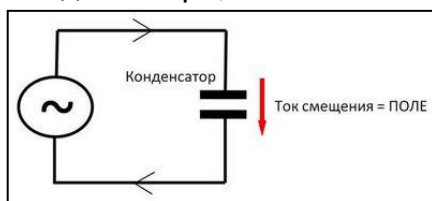


Рис.3

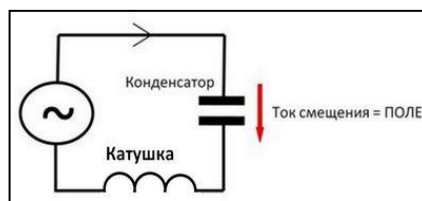


Рис.4

Как выглядит схема ЕН антенны? Всего две детали в конструкции, это конденсатор, развернутый в пространстве, состоящий из пластин или цилиндров (излучающий элемент конструкции) и катушки настройки, в совокупности,

образующие последовательный колебательный контур! Схема представлена на Рис.4.

Ну вот, казалось бы все просто. Берем две банки (развернутый в пространстве конденсатор), мотаем катушку... в руки паяльник, соединяем и идем работать в эфире :-). Оказывается не все так просто, постараюсь объяснить. Дело в том, что если мы спаяем такую схему, в полученный контур внесутся потери генератора, а ведь есть еще и кабель, соединяющий генератор и конструкцию, а там не только активные потери,... надо еще согласовать генератор и полученную конструкцию..., есть еще много паразитных емкостей и т.д. Что надо сделать, чтобы превратить все это в согласованную излучающую антенну? Во первых согласование! Надо согласовать последовательный контур (наша антенна) с кабелем, соединяющим нашу антенну и генератор. Небольшое отступление. Всем советую ознакомиться с классической книгой "50-и омная схмотехника", автор Ред. Как согласовать? Есть два основных способа, используемых в ЕН антеннах: это автотрансформаторная схема (А), ее часто называют "Star" и согласование с помощью катушки вязи (Б). Покажем схематически эти две схемы, см. Рис.5.

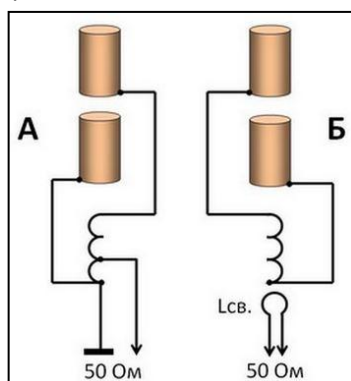


Рис.5 А- автотрансформаторная. Б- с катушкой связи

Эти две схемы принципиально отличаются друг от друга по способу настройки и полученным параметрам антенны, но об этом будет сказано дальше и более подробно, хотя по конструкции они мало чем отличаются.

Еще немного теории. Хочу сказать, что если не понять суть работы ЕН антенны, Вы не сможете ее нормально настроить, а настройка и эксплуатация, принесут Вам только нервотрепку.

Так как же работает классическая двухцилиндровая ЕН антенна? Посмотрим на распределение полей в ЕН антенне, а также имеющиеся паразитные емкости (которые тоже излучают, но "паразитные" поля) Рис.6.

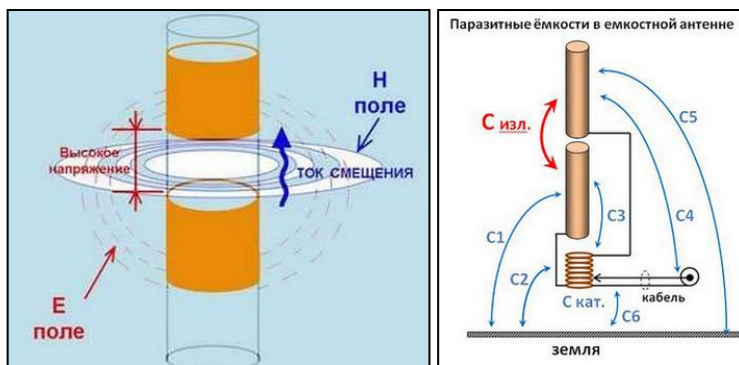


Рис.6

Для рассмотрения нам потребуется ТОЛЬКО основной излучающий элемент т.е. цилиндры. И так, мы имеем последовательный колебательный контур, состоящий из конденсатора (это два цилиндра) и катушки индуктивности (настройки), Рис.3, Рис.5. Этот контур настраивается на рабочую частоту с помощью небольшого изменения величины индуктивности (как это делается, также будет сказано в главе о настройке антенны). Проследим процессы, происходящие в емкости (излучающем элементе), обращу внимание - рассматриваем ТОЛЬКО процессы между цилиндрами:

- 1. В **последовательном** колебательном контуре напряжение на элементах контура равно в **Q** (добротность контура) раз больше, чем подводимое к контуру, см. Рис.3. - это очень важно!
- 2. Значит между цилиндрами напряжение будет превышать подводимое в **Q** раз! т.е мы имеем большое "Е" поле!
- 3. Такое высокое напряжение между цилиндрами вызывает **ток смещения** между цилиндрами, а мы упоминали выше, что это "Н" ПОЛЕ!
- 4. Интересный факт. Так как между цилиндрами нет дополнительной реактивности, то поля "Е" и "Н" будут синфазны (+/- 2-5%). Таким образом, радиоволна рождается в самой ЕН антенне, а не в дальней зоне. Вопрос кажется спорным, но имея современные измерительные приборы этот факт легко проверить, см. статьи на этом сайте.
- 5. Часто можно услышать такое возражение: "А как же во всех учебниках написано, что ток и напряжение в контуре сдвинуты на 90 градусов?". Да, действительно так, но... описывается вся цепь: генератор, конденсатор, индуктивность и даже приводятся графики этого сдвига. Но... мы-то рассматриваем не всю цепь, а только конкретно - Конденсатор, а в нем высокое напряжение, без задержки и синхронно (реактивности нет) - повышение напряжения на обкладках одновременно увеличивает и величину "Н" поля. Это всегда можно измерить и посмотреть, например, с помощью двухлучевого осциллографа с датчиками "Е" и "Н" полей, что с иллюстрациями описано и показано в статьях этого сайта.
- 6. Но и это не все. Посмотрите на рисунок Рис.5. Мы видим, что подводимое напряжение к антенне трансформируется в более высокую величину равную коэффициенту трансформации (автотрансформаторная схема или с катушкой связи) и это не считая увеличения напряжения на цилиндрах из-за увеличения напряжения от добротности **Q** !!!
- 7. И в заключение, сравните ЕН антенну и Магнитную рамку (Magnetic Loop), ясно видно, что они антиподы с различным видом излучения полей: в Магнитной рамке "Н" поле - рамка (катушка), в ЕН антенне "Е" поле - конденсатор. Тем не менее Магнитная рамка широко применяется на практике, Рис.7.

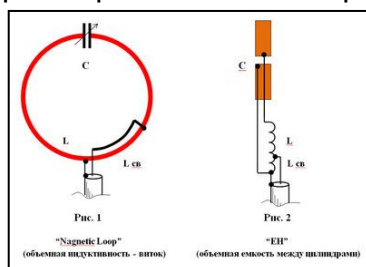


Рис.7

На практике, величина напряжения на цилиндрах, при подводимой мощности 5 ватт может достигать 500 вольт и более !!! что создает огромные поля от антенны, а при подводимой мощности в 100 ватт, - напряжение может достигать несколько тысячи вольт! Что предъявляет определенные требования к материалу, из которого изготовлена антенна и к **безопасности работы с антенной при настройке и эксплуатации**. Антенна имеет малые размеры и появляется соблазн расположить ее в жилом помещении. Убедительная просьба не делать этого, или использовать QRP.

Резюме по теории: Антенна емкостная, и все изменения емкости в антенне, или изменение ее емкости за счет изменения положения предметов вокруг антенны на расстоянии не более 1-2 размеров самой антенны (изменение места установки антенны, расположение различных предметов, не только металлических, около антенны) приводят к ее расстройке. Т.е. антенну надо настраивать и эксплуатировать по месту постоянной установки. Все это надо выделить жирным шрифтом!

ГЛАВА №2 КОНСТРУКЦИЯ

Ну вот, для многих ненавистная теория закончена, но позволю себе напомнить еще раз, что без понимания сути работы емкостной (ЕН) антенны, настроить и эксплуатировать ее будет сложно. Именно не понимание этого приводит к тому, что многим радиолюбителям ее не настроить или работа в эфире кажется неудовлетворительной!

И так, перейдем к конструкциям. Изначально конструкция антенны была только одна - двухцилиндровая. Применялись различные схемы согласования. В итоге остановились на двухцилиндровой антенне с одной катушкой и отводом на кабель в виде автотрансформатора (W5QJR). Дальнейшее развитие пошло в направлении плоских ЕН антенн, использующих вместо цилиндров две плоскости (W5QJR, UA1ACO). Дальнейшее развитие плоских антенн воплотилось в плоско-перпендикулярные (UA1ACO). Появились экзотические конструкции, где вместо цилиндров использовались шары и другие фигуры (SM6DCO). В дальнейшем были разработаны одноцилиндровые ЕН антенны, где большую роль в разработке сыграл Валерий (UA3FH). На этом все не останавливается, и работы продолжаются. Рассмотрим все конструкции по порядку.

Двухцилиндровая емкостная (ЕН) антенна.

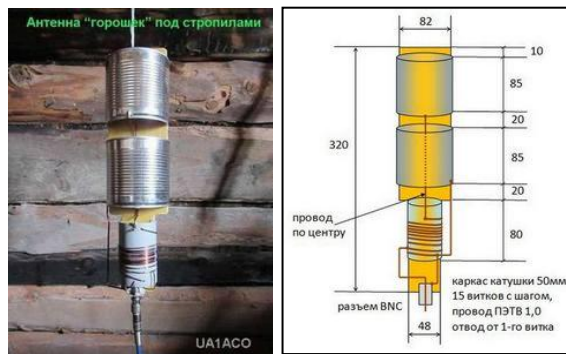


Рис.8

Чтобы не рисовать какие-то чертежи, приведем фотографию такой антенны, на частоту 14 МГц, или просто "горошек", Рис.8.

На рисунке Рис.9 показан разрез конструкции антенны вдоль ПП трубы (если она используется).

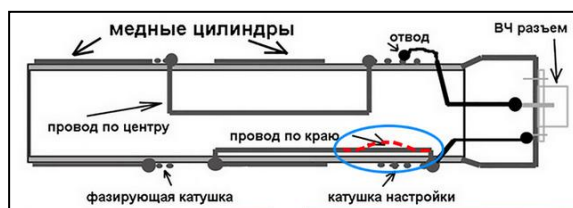


Рис.9

Пояснения к рисунку Рис.9. Показана фазировочная катушка (и в программе расчета она есть), но для тех, кто делают двухцилиндровую ЕН антенну впервые, я советую ее пока исключить (на рисунке Рис.8, ее уже нет), так как это усложнит конструкцию, а прибавка в эффективности антенны будет всего в несколько процентов. Для чего нужна эта фазировочная катушка?

Она просто компенсирует паразитную емкость, которая образуется между центральным проводом и нижним цилиндром (именно поэтому провод от верхнего цилиндра идет по центру трубы). Что еще можно добавить? Провод, который проходит внутри от нижнего цилиндра к нижнему концу катушки настройки, в том месте где он проходит около, особенно, начала катушки настройки, надо отодвинуть его от внутреннего края цилиндра внутрь. Для чего? Чтобы не возник пробой между этим проводом и катушкой через стенку цилиндра (обведено синим эллипсом и показано красным пунктиром), иначе может возникнуть пробой, как показано на рисунке Рис.10 ниже. Правда здесь использовалась мощность 150 ватт и, главное, труба антенны была из полиэтилена с низкой температурой плавления последнего, да еще черного цвета, с наполнителем.



Рис. 10

Статья, где описана эта антенна, конструкция, настройка и параметры этой антенны, расположена на этом сайте. В этой статье все можно подробно прочитать об этой конструкции. Эту конструкцию ("горошек") повторили многие радиолюбители. Почему такое название - "горошек"? Все очень просто, в качестве цилиндров используются банки из под зеленого горошка, проще некуда. Также на сайте есть и другие подобные конструкции на различные диапазоны от 1,8 МГц до 865 МГц. Интересно здесь заметить, хотя об этом будет сказано позже, Александр (УТ4ЕК) в качестве цилиндров применил для ЕН антенны (на 3,5 МГц) оцинкованные бачки для выварки белья! :-).

Что еще интересно? В качестве пластиковой трубы, на которой монтировались цилиндры и катушка, применена плоская стеклотекстолитовая фигурная пластина, на которую одеты банки из-под зеленого горошка и катушка на ПП отрезке трубы. Если такую антенну предполагается устанавливать на улице где есть осадки (снег, дождь, град, пыль и т.д.), на антенну необходимо одеть внешний кожух

большого размера, с расстоянием от края цилиндров до внутренних стенок кожуха не менее 10-15мм. Банки ржавеют от осадков, об этом есть также статья на сайте. Необходимо учитывать, что при одевании кожуха частота настройки антенны уйдет вниз на 1-3% от центральной частоты из-за изменения диэлектрической проницаемости внешней среды.

Еще по конструкции. Катушку настройки необходимо наматывать (в любом направлении, а то часто спрашивают о направлении намотки) с шагом вначале катушки и в конце катушки по 3-5 витков. Для чего это надо? Для облегчения настройки антенны. В дальнейшем сдвигая и раздвигая витки удобно подстраивать частоту и КСВ. В японских емкостных антеннах для подстройки использовался сердечник внутри катушки, перемещаемый с помощью шагового двигателя и червячной передачи или вручную..

Чтобы не пропускать провод от верхнего цилиндра по центру антенны, можно соединить верхний цилиндр с началом катушки снаружи, и провод от нижнего цилиндра также пустить снаружи, как показано на рисунке Рис.11 красными линиями. Правда, при этом, результаты расчета могут быть немного скорректированы. Этот способ удобен при изготовлении макета антенны, если изготавливают антенну в первый раз или хотят посмотреть на ее особенности.

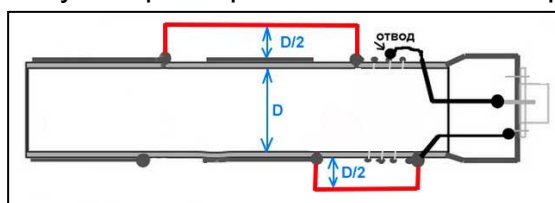


Рис.11

Если используем основу антенны не в виде трубы, а просто пластину, как закрепить банки и катушку? Все показано на рисунке Рис.12. Кстати, можно использовать не только стеклотекстолит, но, для макетирования, и просто толстый электротехнический картон.

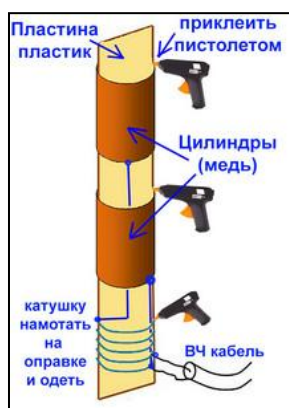


Рис.12

О настройке и других особенностях будет сказано дальше.

Плоская емкостная (ЕН) антенна.

Сложно видимо изготовить двухцилиндровую емкостную (ЕН) антенну. Была предложена конструкция в виде плоской антенны. Здесь роль излучающего элемента выполняют не цилиндры (банки), а просто плоскости, которые легко выполнить различными способами, или в виде фольгированного

стеклотекстолита, с вырезанной от фольги центральной частью, или в виде металлических (медных, алюминиевых, латунных и т.д.) пластин, или просто наклеенной медной или алюминиевой фольги на изоляционное основание (текстолит, картон и т.д.). Кстати, сейчас есть в продаже (сравнительно не дорого) медная и алюминиевая фольга на клеящей основе.

Как же выглядит плоская емкостная (ЕН) антенна? Примеры на рисунке Рис.13.

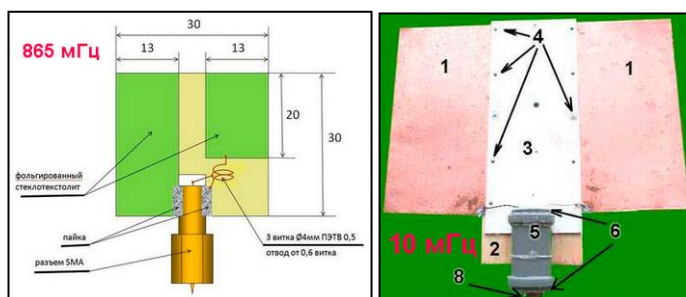


Рис.13

Как мне кажется, здесь нет ничего сложного. Что надо учесть в свете того, что мы говорили о полях от развернутого в пространстве конденсатора, см. Рис.6. Дело в том, что катушка настройки не экранирована и от нее тоже есть поле. Все мы прекрасно знаем что такое интерференция, так и здесь, важно учесть фазы полей от плоскостей и катушки настройки, чтобы они друг друга не уничтожили. Что это значит? А это значит то, что положение катушки относительно пластин очень важно и катушку необходимо располагать подальше от пластин (в разумных пределах, а то начнут излучать сами соединительные провода). Кроме того, не забываем и о паразитных емкостях (см. Рис.6 справа), которые ухудшают работу антенны.

Естественно, катушку располагать между пластинами или цилиндрами нельзя, тем более такие эксперименты проводились с одиннадцатью емкостными антеннами на частоту 7 МГц, описание есть на этом сайте. Специальных экспериментов и измерений на этот счет проведено не было, поэтому такие выводы чисто теоретические. Но общее впечатление, что антенны, показанные на рисунке Рис.13 работают несколько хуже, чем двухцилиндровые. Конечно есть преимущество в простоте изготовления, удобстве настройки, но есть и недостатки, в частности - парусность. При расположении на улице, трудно будет изготовить какой-то защитный кожух. Статья с примером изготовления и настройки такой антенны на частоту 10 МГц (диапазон 30 метров), расположена на этом сайте и показала себя с положительной стороны.

Плоско-перпендикулярная емкостная (ЕН) антенна.

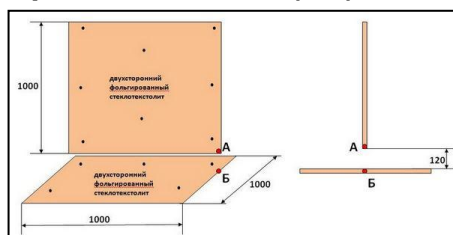


Рис.14

Плоско-перпендикулярная емкостная антенна очень похожа на плоскую антенну, но с той лишь разницей, что вторая пластина расположена под верхней первой,

они также образуют раскрытый конденсатор, см. Рис.14. Катушка располагается под нижней пластиной. Довольно простая конструкция и многократно опробована на различных КВ диапазонах от 1,8 мГц до 28 мГц (на рисунках из статьи размеры для трехдиапазонной антенны).

Что необходимо учесть в этой конструкции? Если катушка находится под нижней пластиной, необходимо провод, идущий от катушки к верхней пластине пропускать через большое отверстие в нижней пластине, иначе может произойти пробой между проводом и нижней пластиной. Несколько лет назад была построена емкостная плоско-перпендикулярная антенна с размерами пластин 1х1 метр каждая, см. Рис.15. Под нижней пластиной располагалась катушка настройки с подвижным медно-ферритовым сердечником, передвигаемым червячной передачей с шаговым двигателем. Перестройка позволяла изменять частоту настройки от 1,7 мГц до 7,5 мГц. В дальнейшем устройство перестройки было заменено (для простоты) на три фиксированных диапазона (с переключением диапазонов). Антенна хорошо себя зарекомендовала на этих радиоловительских диапазонах (1,8 мГц; 3,5 мГц; 7 мГц, особенно 7 мГц). Антенна располагалась в метре от земли, см. Рис.15. Такая антенна описана подробно на этом сайте. Если



Рис.15

использовать один диапазон и катушку на ПП каркасе, можно осуществлять подстройку частоты и КСВ вручную, как показано на рисунках Рис.16. Катушка помещена в защитный тубус от ПП муфты с заглушками.

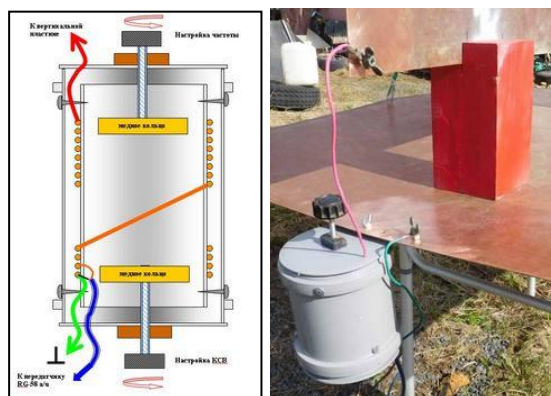


Рис. 16

Плоско-перпендикулярные антенны могут быть различной формы, см. Рис.17, особенно этом преуспел SM6DCO.

КСВ. Катушка связи, как правило, состоит из одного - двух витков (все зависит от расстояния между катушками).

Что важно! Цилиндр необходимо расположить на расстоянии от катушки настройки на величину равную длине цилиндра (первоначально). Также необходимо оставить свободное место над цилиндром, чтобы была возможность передвигать цилиндр по трубе вверх - вниз. Размер (длина) катушки настройки должна быть примерно равна длине цилиндра (это требует предварительного расчета, например в программе "Coil32").

Забегая вперед, можно сказать, что двигая цилиндр вверх - вниз, можно изменять частоту настройки антенны, плюс подстройка катушкой настройки. Но... здесь есть интересная особенность одноцилиндровой антенны. Отодвигая цилиндр от катушки настройки - частота **уменьшается** и наоборот, это необходимо учитывать при настройке.

Очень хорошо себя показала в эфире одноцилиндровая емкостная (ЕН) антенна на диапазон 1,8 МГц, длиной всего 30 см., описанная на этом сайте в статье.

Конструкция многодиапазонной емкостной (ЕН) антенны

Необходимо сказать, что можно сделать и двухдиапазонную емкостную антенну (без переключения диапазонов), но настройка такой антенны потребует много сил и времени для согласования этих "совмещенных" антенн. Для примера можно привести конструкцию емкостной антенны для диапазона 10 МГц и 28 МГц, Рис.22.

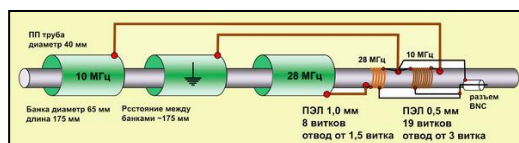


Рис.22

Конструкция совмещает две двухцилиндровых антенны, у которых "холодный" цилиндр общий (в середине). Для каждого диапазона используется своя катушка. Настройка кропотливая и долгая. АЧХ этой конструкции показана на рисунке Рис.23, а рядом приведена АЧХ двухдиапазонной антенны УКВ (от 130 и до 180 МГц), Рис.24.

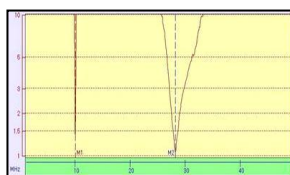


Рис.23

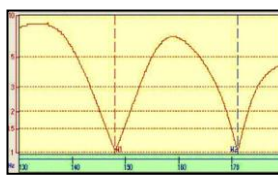


Рис.24

Такие конструкции антенн были изготовлены, сняты все характеристики и опробованы в реальном эфире. Надо заметить, как и любой компромисс (видимо из-за увеличения количества паразитных емкостей), эффективность таких антенн несколько ниже, чем у однодиапазонных.

На этом главу по конструкциям емкостных антенн закончим и перейдем к следующей, короткой Части, об используемых материалах для изготовления емкостных антенн, о которых также спрашивают в письмах.

Часть Третья

Это третья часть статьи о емкостных (ЕН) антеннах, рассказывающая об используемых материалах для изготовления емкостных антенн. Сразу надо сказать, что от используемых материалов многое зависит, как к требованиям механической конструкции антенны, так и к требованиям по электрическим характеристикам. Чтобы антенна не разрушилась и была бы защищена от внешних воздействий, необходимо обдуманно подходить к тем материалам, из которых она сделана.

Основание антенны (двухцилиндровые и одноцилиндровые)

В предыдущих Частях статьи уже можно было видеть из чего антенны изготавливались, но остановимся на этом подробнее. И так - основание антенны. Если изготавливается цилиндрическая антенна, лучше всего (и дешевле) применить сантехнические трубы, разных диаметров. Как правило в продаже есть трубы следующего ряда: 20мм; 32мм; 50мм; 75мм (встречается редко); 110мм; 125мм; 150мм; 200мм и т.д. При выборе трубы необходимо обратить внимание на два параметра - это толщина стенки (чем тоньше, тем лучше, труба будет весить меньше), и цвет трубы. По цвету широко распространены трубы разных цветов (для различных применений): серые, белые, рыжие, синие, зеленые. Более широко распространены серые (с разной толщиной стенок). В любом случае, надо выбирать трубы, у которых в материале трубы меньше примесей, и совсем нехорошо использовать черные трубы с большими потерями. К сожалению для сантехнических труб не обозначается тангенс угла потерь материала. По длине, трубы также есть разных размеров: 0,5м; 1м; 1,5м; 2м; 3м. Отпилить необходимую длину трубы не представляет трудностей - любой ножовкой по металлу или электролобзиком. Материал трубы хорошо обрабатывается и в стенке можно сделать, при необходимости, отверстие или закрепить (проплавить) конец провода. Пример ПП (полипропиленовых) труб показан на рисунке Рис.25. Можно использовать не только сантехнические трубы, но и пластиковые трубы для вентиляции, стоков воды с крыш, трубы для скважин и т.д.



Рис.25

Здесь очень важно отметить, что все эти трубы можно использовать не только для основания емкостной антенны, но и для кожуха антенны, при расположении ее на природе, особенно это касается вентиляционных, легких (тонкостенных) труб для вентиляции (в основном белые - самое то), необходимо только подобрать нужную заглушку сверху трубы. Вот, пожалуй о трубах и все. Всегда помните те рекомендации, о расположении проводников в емкостной антенне, которые были даны ранее.

Если мы используем плоские или плоско-перпендикулярные антенны. Также надо обратить внимание на материал стоек, которые держат или поддерживают плоскости антенны. Нельзя использовать материал, который накапливает влагу, для защиты от непогоды, как ни странно - просто текстолит, не говоря уже о картоне. Естественно, если это не просто макет, а конструкция для улицы.

Кожух для защиты от непогоды

Конечно всегда хочется установить такую маленькую антенну в помещении. Я уже говорил, что поле от антенны Очень большое и может вредно сказаться на здоровье человека при использовании мощности более 10-20 ватт. Кроме того помехи. Уровень помех в современном жилом помещении Очень большой, не смотря на то, что шумы, при использовании емкостной (ЕН) антенны меньше, чем от дипольной. Один радиолюбитель из Самары, говорил мне, что когда он установил емкостную (ЕН) антенну, при работе в лесу - он думал, что трансивер просто выключен! шумов нет. Но это в лесу. А я проводил такие эксперименты по замеру шумов в помещении с включенными электроприборами в помещении и с выключенными, причем сравнивал с диполем в помещении. Так вот, уровень шумов в помещении примерно на 20-25 dB больше чем вне помещения! Вывод один: антенну необходимо ставить подальше от всех этих телевизоров, телефонов, зарядников, ШИМ устройств и "сберегающих" ламп и т.д. А раз ставить на улице... значит надо использовать какой-то кожух для антенны. Есть несколько путей: использовать ту же ПП трубу большего диаметра, кстати здесь подходят легкие трубы от вентиляции... или просто полиэтиленовый пакет. Например я использовал емкостную (ЕН) антенну на диапазон 1,8 МГц длиной 2 метра, в полиэтиленовом пакете (большом) в течении почти года с отличным результатом! Надо отметить, опять забегая вперед, что например банки от различных консервов (горошек и т.д.) очень сильно ржавеют без защитных кожухов. На сайте есть об этом статья.

В то же время плоская антенна на диапазон 10 МГц (о ней мы говорили раньше) стояла у меня на улице, на земле, на палке от швабры, несколько месяцев, а потом с одетым полиэтиленовым пакетом, еще год! и прекрасно работала.

Материал цилиндров или пластин

Вопрос волнующий всех... сотни писем по этому вопросу. Какой материал можно использовать? А можно ли алюминий? А если я возьму оцинкованную жесть? и т.д. Да, можно всё! только не фанеру :-). Один француз (можно посмотреть на этом сайте) использовал печные трубы в двухцилиндровой емкостной антенне! Как я уже упоминал ранее, Александр (UT4EK) использовал оцинкованные бачки для выварки белья (диапазон 3,5 МГц). Конечно и естественно лучше использовать материал с лучшей проводимостью (медь, латунь, алюминий и т.д.). Дорого... да, в наше время все не дешево, но можно найти выход. Например для цилиндров можно использовать банки от консервов (горошек, фасоль и т.д.) с последующей защитой.

Можно использовать банки из-под пива, энергетиков и т.д. (правда паять сложно) и... пофантазируйте! Для плоских антенн помимо листовых материалов (и даже лучше) можно использовать фольгированный стеклотекстолит. Для плоских

антенн, для макетирования, можно применить пищевую фольгу (желательно толстую... есть выбор), наклеенную на любое основание... или вообще с клеящей основой. Многое можно купить в магазинах моделист-конструктор, на Avito.... Если использовать алюминиевую фольгу (дешево и сердито) паять ее очень легко с помощью флюса "ФТ-64", а если использовать припой для алюминия - вообще шикарно. Но... есть небольшое но... после пайки Очень желательно **промывать** пайку, иначе в дальнейшем будет коррозия! Если нет материала для цилиндров необходимой ширины, можно намотать цилиндры лентой, спаяв края ленты, как показано на рисунке Рис.26.



Рис.26

Провод для катушки настройки, катушка

Тоже большой вопрос, волнующий многих. Самый лучший вариант - обмоточный провод, который используют для намотки катушек трансформаторов: ПЭЛ; ПЭВ; ПЭТВ и т.д. Этот провод создает самую маленькую собственную емкость катушки настройки (можно смотать со старого трансформатора). Часто можно видеть, что используют провод в полиэтиленовой изоляции.

Я как-то видел в Иркутске такую конструкцию. Не желательно использовать такой провод, так как собственная емкость катушки увеличивается (между витками не воздух, а полиэтилен с бОльшей диэлектрической проницаемостью, чем у воздуха), а эффективность антенны из-за этого падает, хотя и не на много, Рис.27.



Рис.27

Толщина (сечение) провода зависит от подводимой мощности. При использовании небольших мощностей (QRP) сечение провода не имеет значения, но с увеличением подводимой мощности, желательно и провод выбирать потолще (меньше активных потерь и нагрев катушки). Для одноцилиндровых антенн, необходим предварительный расчет катушки и использования диаметра провода, об этом было сказано ранее. Я еще не пробовал, но видимо можно использовать вместо круглого сечения провода - плоский, или вообще сделать катушку настройки из клеящей медной ленты, как это делал M0RZF, см. Рис.28.



Рис.28

Если используется двухцилиндровая емкостная антенна - центральный провод внутри цилиндров можно использовать из биметалла, даже без распорок.

Так как частоту настройки мы меняем изменением индуктивности катушки, есть соблазн установить вместо катушки вариометр, например Рис.29.



Рис.29

На самом деле идея не проходит, так как собственная емкость вариометра намного больше, чем у одиночной катушки. Все давно измерено и опробовано и эффективность емкостной антенны резко падает. Была опробована идея уменьшения собственной емкости катушки, путем скручивания нескольких проводов меньшего сечения, но... ничего путного не получилось...

На этом Часть по материалам, используемым в конструкции емкостных антенн, закончена. В следующей Части поговорим о настройке. Настройка важна и более сложна, чем изготовление антенны, но об этом дальше...

Часть Четвертая

НАСТРОЙКА

Четвертая часть статьи о емкостных (ЕН) антеннах, расскажет о настройке емкостной (ЕН) антенны, особенностях настройки (видимо и здесь без теории не обойтись), методах настройки, и о приборах для настройки.

Настройка с помощью VNA

Начнем с приборов для настройки.

Естественно любую антенну перед эксплуатацией необходимо настроить (по сути - это резонансная система). Что это значит? Видимо нам потребуется прибор регистрирующий резонанс в антенне (контуре). В настоящее время в продаже есть огромное количество приборов для настройки антенн, называются они векторными анализаторами антенн (VNA). Есть более или менее популярные, в разной ценовой категории, работающие автономно или совместно с компьютером (ноутбуком, и даже планшетом, смартфоном), использующие различные диапазоны частот. Опытные радиолюбители, естественно, могут сделать VNA и сами. На этом сайте уже были перечислены некоторые из таких приборов при определении эффективности емкостных антенн. Ниже, на фотографии Рис.30 показаны некоторые из них.



Рис.30

Сразу надо сказать, что настроить емкостную (EH) антенну без приборов практически очень сложно, если и вообще возможно. Естественно о высокоточных промышленных VNA я не упоминаю, предпочитаю использовать "miniVNA", "miniVNA PRO BT", "miniVNA Tiny" - эти приборы используются мной на протяжении многих лет, как для настройки ДВ, КВ, так и для УКВ, ДМВ и т.д. антенн. Они могут подключаться к компьютеру, и работать автономно и даже по Блютуз. Особенно меня радует "miniVNA", купленный в Италии 20 лет назад и побывавший со мной в различных областях России, в полях, в воздухе, на воде, на земле и... даже под землей! :-) Он позволяет посмотреть **СПРАЗУ СЕМЬ** параметров антенны (**SWR, Z, Loss, Phase, Rs, Xs, BW**) в динамике. Настроены многие и многие сотни, если ни тысячи различных антенн! Но это вольное отступление, перейдем к антеннам.

На этом сайте есть очень много описаний по настройке различных емкостных антенн, но... "повторение - мать учения"! И так... каков порядок настройки, перечислим - это самый простой метод настройки.

- Антенну подвешиваем к потолку на диэлектрическом шнурке (веревке).
- Рядом с антенной, в радиусе, по крайней мере, размера самой антенны не должно быть посторонних предметов.
- Подключаем непосредственно, или через кабель 50 Ом длиной 50 - 100 см., прибор VNA (предварительно откалибровать VNA).
- Прибор желательно заземлить (хотя бы к корпусу трансивера, любым проводом).
- На приборе установить (с запасом) необходимый диапазон частот.
- Посмотреть характеристику КСВ (остальные параметры сейчас не интересуют).
- Раздвиганием и сдвиганием витков у **нижнего** конца катушки добиваемся минимума КСВ (не обращая внимания на частоту).
- Раздвиганием и сдвиганием витков у **верхнего** конца катушки добиваемся необходимой центральной частоты с минимумом КСВ.
- Если центральная частота меньше нужной - можно раздвинуть центральные витки сверху катушки.
- Если центральная частота выше - надо добавить несколько витков к катушке, сверху.

Конечно, если частота больше чем надо, необходимо добавлять витки, поэтому всегда и советую, намотать катушку с некоторым запасом (2-4 витка), потом откусить проще, чем добавлять.

Катушка у нас одна, поэтому параметры центральной частоты и КСВ взаимосвязаны: подстроим частоту - уйдет немного КСВ и наоборот. Вот так и "мучаемся" :-)

- Если установили необходимую частоту и КСВ на минимуме, но не равно "1" - "1,5", надо подбирать отвод от катушки настройки и потом опять по пунктам выше.
- Для антенны с катушкой связи - проще, надо передвигать катушку связи, относительно основной катушки, добиваясь минимума КСВ.

Катушка связи должна быть расположена у нижнего конца катушки настройки.

- Таким образом, после нескольких интерраций устанавливаем необходимую частоту и КСВ.

Важно! Надо всегда помнить, что при переносе антенны на другое место, на стол, на окно, подключаем к другому кабелю и т.д, частота настройки и КСВ изменятся и потребуется подстройка по месту установки.

Что еще, и о чем говорилось ранее. Смена кабеля (его длины, положения), больше влияет в антеннах с автотрансформаторной связью (но зато полоса пропускания в такой схеме включения намного шире). У антенн с индуктивной связью, влияние кабеля сказывается гораздо меньше (0,02-0,05% от центральной частоты), но зато полоса пропускания антенны сужается и становится около 0,04% - 0,06% от центральной частоты (для FT-8 самое то).

SM6DCO предложил оригинальный способ определения, как изменять параметры катушки настройки при отладке антенны. Он использовал диэлектрический стержень с закрепленными на концах стержня феррита и отрезка меди с другой стороны. Если при вводе такого стержня в катушку с ферритом частота передвигается к необходимой - значит надо увеличивать витки катушки. И наоборот, если вводим медный стержень и частота передвигается к расчетной - надо уменьшать количество витков. Так же и с подстройкой КСВ.

С установкой необходимой частоты все понятно. А вот для того, чтобы добиться минимума КСВ есть и еще один способ: достаточно последовательно с центральным проводом кабеля и отводом катушки, включить дополнительно небольшую катушечку (в программе не рассчитать), которая компенсирует входную емкостную реактивность антенны и подбирая эту дополнительную индуктивность, добиваемся минимума КСВ. Такой способ использовался в первых конструкциях емкостных (ЕН) антенн. Часто такой способ применяет Валерий (UA3FH).

Что еще очень важно, но еще до изготовления антенны, чтобы потом все было проще? При расчете антенны в любой программе расчета (а они есть на сайте), после расчета и, зная параметры катушки настройки, вводим эти параметры (диаметр каркаса, провод, витки и т.д.) в программу "Coil32" и проверяем собственный резонанс катушки настройки.

Если этот резонанс находится вблизи рабочей частоты, изменяем диаметр катушки настройки в меньшую сторону и снова все пересчитываем. Почему это так важно?

Для того, чтобы при настройке антенны, случайно не настроиться на параллельный резонанс, при котором антенна практически работать не будет (у некоторых радиолюбителей это так и происходит и именно поэтому они не удовлетворены работой антенны).

После настройки антенны, на графике, в приборе VNA, должен быть только **один резонанс** в радиолюбительском диапазоне, как показано на рисунке Рис.31. Антенна на гармониках не работает, являясь, в то же время, дополнительным фильтром по входу, на приеме.

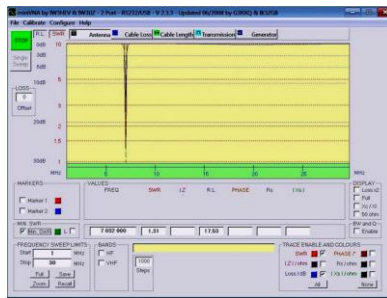


Рис.31

Настройка с помощью двухлучевого осциллографа и датчиков

Настройка емкостной антенны (ЕН) не сводится только к настройке, с помощью Векторного Анализатора VNA. Есть и другой способ. Если вспомнить теорию, которая была озвучена в первой Части статьи, там говорилось о полях Е и Н, о фазах этих полей, что они синфазны в антенне. А как это посмотреть, проверить, да и так ли оно? С современными приборами (не VNA) это легко сделать и проверить, достаточно лишь иметь двухлучевой осциллограф (который есть сейчас у каждого второго - третьего радиолюбителя) и два датчика: электрического поля (**Е**) и магнитного (**Н**) и по фазовому сдвигу сигналов от этих датчиков, на экране, можно посмотреть сдвиг фаз! и настраивая антенну, добиться синфазности этих полей на необходимой частоте (что многократно проверено радиолюбителями).

Как же это сделать? Подобная статья, в которой описан данный способ настройки, есть на этом сайте. Опять таки повторим описание этого метода. Соберем простую конструкцию, Рис.32

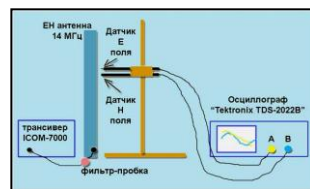


Рис. 32

В данной конструкции использовались следующие элементы: Трансивер "IC-7000"; "осциллограф "Tektronix TDS-2022B"; датчик магнитного (**Н**) поля фирмы "NEC" (размер самого датчика 2мм, диапазон до 3 ГГц, (фото будет показано дальше); датчик электрического (**Е**) поля самодельный (отрезок провода 10мм); ЕН антенна длиной 45см. Естественно, что уровень сигналов от Е и Н датчиков разный, поэтому выравняется аттенуаторами осциллографа. Результат на экране осциллографа, при полностью настроенной антенне, см. Рис.33.

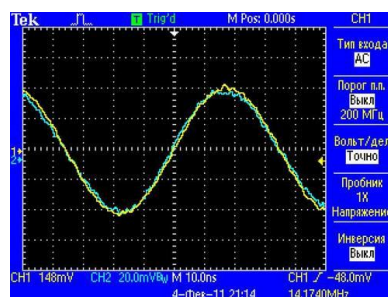


Рис.33

На скриншоте с экрана четко видно совпадение фаз (желтый и синий лучи)! Можно также воспользоваться возможностью осциллографа и посмотреть фигуру Лиссажу. Подробно описывать не будем, все есть в статье на сайте. Трудно представить, что так можно настроить дипольную антенну.

Вот... датчик фирмы "NEC"..., многие скажут. НО... "кто ищет, тот всегда найдет!" Сделайте датчик поля **H** сами, как это сделал я, когда у меня не было фирменного, см. рисунок Рис.34. (А и Б). Кстати, там же на рисунке "В" показан и японский датчик магнитного поля фирмы "NEC" (сам кристалл 2мм в торце, видимо датчик Холла).

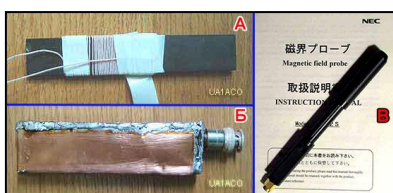


Рис.24

Подобную настройку емкостных антенн практикуют также RX6KR, M0DFI и т.д. Как вспомогательное средство можно использовать простой Индикатор Поля (ИП), желательно с хорошей чувствительностью, чтобы не подводить, при настройке, большую мощность от передатчика. Очень хорошо себя зарекомендовал ИП конструкции UA3WIA, на микросхеме AD8307, с частотным диапазоном до 500 МГц и динамическим диапазоном в 92 dB!

Кстати, раз уж речь зашла о микросхемах, вместо двухлучевого осциллографа можно использовать микросхему фазового детектора, которую с успехом использует тот же M0DFI. Вот что он пишет в форуме на Yahoo:

"...Измерьте E и H поля с помощью датчиков подключенных к осциллографу на низких частотах. Я использую XY способ по фигурам Лиссажу, поскольку это наглядно. На более высоких частотах, я использую AD8302 для измерения разности фаз до 2,5 ГГц. (Я успел построить EH антенну на длину волны 23см максимально). Зачем делать EH на 23см?, у стандартных антенн и так не большие размеры для этого диапазона? Ответ на этот вопрос - эффективность ! Cheers Всем. Dan, M0DFI" (перевод UA1ACO)

Других, альтернативных способов я не знаю, если только... использовать "раскрытый" трансивер и только индикатор поля. Но... может быть на "заре" становления антенн и можно было позволить себе помучиться с настройкой неделю, другую, как я это делал много лет назад и первые две EH антенны выбросил на помойку, так и не смог настроить, хотя был большой опыт настройки стандартных различных антенн. Кстати, такой метод также описан в какой-то статье этого сайта, смотрите даты написания статей.

Еще раз напомню, и не перестану напоминать.... антенна "капризная" при изменении места установки. Не надо удивляться, что при изменении положения антенны, места установки, кабеля, антенна расстраивается. При правильном согласовании передатчик - кабель - антенна, кабель не излучает, проверено многими и много раз. В этом случае можно ставить "защелки", можно не ставить,

но если ставить, надо учитывать очень сильные поля от антенны, и их надо ставить не ближе, чем в двух-трех размеров самой антенны, от антенны (не путать с длиной волны).

Часть Пятая

ТО ЧТО НЕ ПОПАЛО В ПРЕДЫДУЩИЕ ЧАСТИ

Пятая часть статьи о емкостных (ЕН) антеннах собрала все, что не было упомянуто в предыдущих, но может быть полезным.

Вопросы из писем радиолюбителей (орфография сохранена)

- А почему расстояние между цилиндрами равно диаметру трубы?

Ответ: Расстояние между цилиндрами определяется подводимой мощностью от передатчика и может быть изменено в большую или меньшую сторону. Но, при этом надо учитывать, что программа расчета антенны (по умолчанию) использует расстояние между цилиндрами, равным диаметру трубы. Если это расстояние изменить - расчеты надо будет скорректировать.

- Можно ли использовать латунную сетку, как материал для цилиндров?

Ответ: Конечно можно, но...для чего нужны цилиндры? - для того, чтобы получился раскрытый в пространстве конденсатор между этими цилиндрами. Эта емкость в первую очередь зависит от расстояния между цилиндрами и от **площади** поверхности этих цилиндров, а у сетки эта площадь будет меньше, что потребует корректировки результатов расчета.

- Если я использую в качестве основы не ПП трубу, а фторопластовую или стеклотекстолитовую, можно так?

Ответ: Естественно можно. В таких вариантах надо учесть, что диэлектрическая проницаемость материалов основания антенны входит в расчет антенны и если применен иной материал, расчет также придется скорректировать в небольших пределах.

- Мне товарищ сделал ЕН антенну, поставили на стол (он что-то подстроил) - все работало прекрасно. Потом я перенес антенну на подоконник у окна, даже станций стало меньше и никто не отвечает, что не так?

Ответ: Много раз говорилось о том, что ЕН антенна - емкостная и при изменении места установки изменяется окружающая антенну емкость и антенна расстраивается. Антенну надо настраивать (как и Ваш товарищ сделал) по месту установки антенны.

- У Вас в статье указан диаметр провода для катушки настройки 1мм, у меня такого нет. Можно ли использовать два скрученных провода по 0,5мм или иной диаметр?

Ответ: Да, можно и два скрученных провода по 0,5мм, но количество витков несколько изменится. Наматывайте с небольшим запасом, потом можно откусить витки. Можно и вообще использовать 0,5мм, но при этом количество витков надо уменьшить примерно на 20-23%. И смотрите на подводимую мощность, при уменьшении диаметра провода необходимо и уменьшать подводимую мощность.

- Надо ли ставить ферритовые защелки на кабель?

Ответ: При правильном согласовании и использовании индуктивной связи, защелки ставить не обязательно. Также и с автотрансформаторной связью, при правильном согласовании и настройке антенны "по месту" также можно не ставить, Но... если при небольшой расстройке (рассогласовании) антенны и кабеля, кабель (как и с любой антенной) может излучать (из-за несимметрии). Все это хорошо описано в статье Гречихина "Антенный эффект фидера".

- Если у меня нет прибора VNA, как можно настроить ЕН антенну?

Ответ: Без приборов настроить емкостную (ЕН) антенну трудно. Описывать этот процесс долго в письме, посмотрите статью на сайте по настройке ЕН антенны: http://ehant.qrz.ru/exp_eh0.htm написанную еще в 2010 году, там есть несколько методов настройки. Сразу скажу еще раз: настроить емкостную (ЕН) антенну без приборов сложно и займет много времени и потребует терпения.

- Есть ли у Вас видео по конструкциям и настройке ЕН антенн?

Ответ: Да, такие видеоролики есть, их всего около пяти. Видеоролики, без рекламы и бесплатны (зарабатывать на видео в интернете не ставлю своей целью), адрес приведу для **YouTube**: <http://youtu.be/kPKsE4kxIac> - **Часть №1**; <http://youtu.be/nt450llkyBM> - **Часть №2**; <http://youtu.be/9YyOHZJdyis> - **Часть №3**; <http://youtu.be/31ExsSvY1qM> - **Часть №4**; <https://youtu.be/7ZUPrY2JW3s> - **Часть №5**.

RuTube канал: <https://rutube.ru/channel/25832797/>

Здесь надо заметить, что в чатах каналов не появляюсь, общаюсь только по E-mail: ua1aco@mail.ru или spbkv@mail.ru. Мой сайт по ЕН антеннам "Мир ЕН антенн": <http://ehant.qrz.ru/>



Рис.35

- Где еще можно почитать о ЕН антеннах?

Ответ: К сожалению, большого списка литературы привести не могу, (прим. он будет приведен в конце этой статьи) Могу посоветовать книгу Теда Харта (W5QJR) и его соавтора Пола Бирке (VE3PVB) "The Poynting Vector Antenna" 2016 г. Очень интересная и полезная книга, стала библиографической редкостью (даже в США), но на eBaу иногда появляется в продаже. Свою книжку "Тайны емкостных антенн" я не продаю.

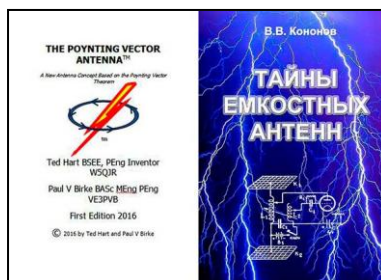


Рис. 37

- Вам не кажется, что есть много общего между ЕН и катушкой Тесла?

Ответ: Да, кажется, не совсем так, но много общего есть. Кстати, когда я работал нач. отдела, мой начальник Узла имел фамилию Тесля В.И., близко :-)

совпадение интересное! В нашем мире много чего интересного, в том числе и совпадения.

- Можно ли для защиты антенны обмотать ее изоляцией или одеть термотрубку?

Ответ: Ответ однозначный - нет! Если одеть на антенну трубку или еще что-то, то антенна безусловно расстроится, кроме того сильно возрастут потери на нагрев изоляции.

- Можно ли сделать направленную ЕН антенну?

Ответ: Не думаю, что это возможно, не устанавливая **полноразмерных** дополнительных элементов (рефлектор, директор...), но тогда теряются все преимущества малогабаритности (кстати, на сайте есть статья об этом). Не ведитесь на первоапрельские шутки "направленная ЕН антенна" или "ЕН антенна из гвоздей" :-)))

- Прочитал статью, что ЕН антенны работают под водой? Как это возможно?

Ответ: Да, антенны могут работать под водой, причем **любые** антенны, а не только ЕН, если речь идет о пресной воде. Еще во времена моей молодости, в 60-е годы прошлого века (СССР) ! в игрушечных магазинах продавали игрушки - радиоуправляемые подводные лодки, работающие на частоте 27 мГц. Но... это все в пресной воде, в соленой воде, конечно, никакая радиосвязь (на ЭМВ) невозможна, разве что связь на сверхдлинных волнах (СДВ) с настоящими подводными лодками. И уж тем более, никаких особенных НЗ волн нет, понятно откуда "ветер" дует :-), критически относитесь к таким статьям и сообщениям.

- А египетские пирамиды и кресты на церквях могут быть ЕН антеннами?

Ответ: Вы меня ставите в неудобное положение. Я таких экспериментов не проводил. Все может быть в нашем мире, но причем здесь емкостные (ЕН) антенны? Не могу ничего Вам ответить на этот вопрос, извините.

Вот такие вопросы задают в письмах... я отвечаю ВСЕМ. Может быть кому-то и будет полезно, чтобы не повторять вопросы.

Из писем радиолюбителей (кратко) (орфография не менялась)

• ...стараясь понять принцип её работы... Крутил витки туда-сюда - молчит как рыба об лёд! День убил на неё. На второй день, каким-то образом поднёс к ней руку в режиме приёма и вдруг услышал шум эфира и множество станций. Начал настраивать её на передачу, используя осциллограф, как измеритель напряжённости поля, а катушкой согласования подгонять КСВ к 1. Позвал первую попавшуюся станцию - ответил, рапорт 5-9, вторую, третью и все давали рапорт 5-9. Сказать честно - я чуть со стула не упал, ведь я живу на первом этаже, на окнах решётки, АНТЕННА НАХОДИЛАСЬ НА ПОЛУ, на палке 70 см. ДА, сделал точно по таким же размерам ещё одну, но настроил её не как ЕН-антенну, а как укороченный диполь - ничего не слышал, хотя настроил в резонанс удлиняющей катушкой. Тишина была мёртвая! Вот и делайте вывод - работает или нет.

• Да антенна ЕН, даже не настроенная, поразила по приёму и по передаче... По приёму, антенна стояла на окне, окно на Восток, мощность 0.5 Ватт. А на

передачу шикарно! Я поражен, что так эта антенна работает! Антенна на подоконнике и так работает - это фантастика !

- (Бельгия) Привет. После изготовления нескольких EH антенн и, наконец, покупки EH антенны, я убежден в эффективности этих антенн. (перевод)
- (Болгария) Пока все хорошо, но на следующий QSO было сделано YB0DJ Джакарте, Индонезия и оценку я получил, было 58, и я услышал корреспондент 55. Я был в шоке. Эта связь на расстоянии около 10000 километров от Болгарии. Я не слышал корреспондент с диполь. Прежде чем сделать EH антенны думая, что мое радио не работает и имеет плохую чувствительность приемника.
- (Латвия) Мой знакомый сделал EH-антенну (описание - с какого-то сайта) из корпуса фломастера, на алинку DJ-180 (145МГц), отстроил её моим MFJ-269. Работает лучше штатной "резинки", индикатор поля это подтверждает, и репитер с гораздо большего расстояния открывает. Если условно вся шкала микроамперметра индикатора поля равна 100, то со штатной - 20 единиц, а с этой - 60 единиц при одинаковом расстоянии между алинкой и индикатором поля.
- (Италия) Hello, I made EH for **160 mt**, long about **1mt**, I'm using in WSPR indoor. At the moment I worked 20 country and about 2500 km QRG with max 50 watt.
- (Великобритания) I'm no scientist or antenna engineer, but around 5 years ago I did just that. I'd read about the EH (as it was called then) and believed it was impossible, but I am prepared to give anything a chance. I built an EH-Star for 20m, following Ted's instructions. I worked from UK into USA and Russia, switching between antennas, and the signal strength on my S-meter and reports from the other end of the path showed no consistent difference between the to (plus or minus half an S-point, but equally plusses and minusses).
- При первой постройке цель была одна: - пусть эта антенна будет даже хуже полноразмерной, но она же намного меньше. Последнее обстоятельство перебороло. Результат превзошел ожидания и заявленные авторами превосходство в 4 db по сравнению с полноразмерной антенной получаются сразу, хотя еще не все вопросы решены как в конструктивном плане так и с оптимизацией данной конструкции.
- (переслано...) EH-антенну от UA1ACO Владимира из Питера, на 40-ке шум упал на 4 балла по S-метру, пошли станции SSB и PSK, на проволку 20м шум 9+5дб я их не видел! Полоса пропускания при КСВ 1.5 около 300 кГц. Пробовал с местным товарищем на проволку при мощности 15вт он меня не слышит у него шум 9бал., а на EH-ку при той же мощности принял на 9+5 вот такие пироги! Аппарат у него FT-2000.
- Доброго времени суток! Имею опыт работы на 80-м 40, 20, 10, 2. Отмечу лучшее соотношение сигнал/шум, в остальном разницы с полуволновым диполем не замнил.
- Сделал две антенны, на диапазоны 80 м и 40 м. Антенны работают прекрасно. КСВ близкий к единице практически во всем диапазоне, т.е. антенны достаточно широкополосные. Сравнивал их с антеннами Magnetic Loop, большой разницы нет, только у Magnetic Loop очень узкая полоса, это неудобно. Трудно настроить только первую антенну. Оказалось, что

калькулятор для расчета ЕН-антенн очень точно считает параметры антенны и всё получается сразу, достаточно настройки КСВ отводом, сдвигом витков в резонанс на центральную частоту и хомутиком на кожухе КСВ.

• Сам я занимаюсь ими (ЕН) почти год и в эффективности их сомнений не испытываю а неверие в эти антенны скорей всего возникают у того, кто их никогда не делал. Я не могу конечно сравнить эту антенну с теми-же квадратами или ягой (не располагаю), но при подводимой мощности 20-30 ватт ЕН обеспечивает уверенную связь со всем шариком. Главное не слушайте скептиков и теоретиков. 73.

Конечно это не все письма с положительными отзывами (общее количество писем перевалило за 20000), есть конечно и отрицательные отзывы, безусловно. Примерно как у меня, когда на "заре" становления емкостных (ЕН) антенн, я выбросил на помойку свои первые две ЕН антенны :-). Но... если у кого-то автомобиль не заводится - это не значит, что конструкция автомобиля не верна и противоречит физике!

Литература по емкостным антеннам, статьи, книги... в том числе и в ВАК журналах

- Маслов О.Н., Рябушкин А.В., Шашенков В.Ф. Малогабаритные резонансные антенны. «Инфокоммуникационные технологии». // Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Том 8, № 2, 2010., – с. 57-67.
- Кононов В.В. «Измерение КПД емкостной антенны калориметрическим методом». «Инфокоммуникационные технологии». // Самара. Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Том 9, № 1, 2011. – с. 94-97.
- Фалеса В.Ю., Божченко Г.Г., Кононов В.В., Морозов.В.П. Патент на изобретение №2470424 «Антенна малогабаритная емкостная с согласующей катушкой индуктивности». Приоритет от 12.10.2011.
- Кононов В.В. Патент на полезную модель №148181 «Антенна плоская емкостная». Приоритет от 11.12.2013.
- Божченко Г.Г., Кононов В.В., Морозов.В.П. Патент на изобретение №2566434 «Емкостная антенна для ДВ и СВ диапазонов частот и способ ее перестройки». Приоритет от 17 апреля 2014.
- Божченко Г.Г., Кононов В.В., Морозов.В.П. Патент на изобретение №2610387 «Антенна емкостная двухрезонансная для для УКВ диапазона частот». Приоритет от 29 октября 2015.
- Маслов О.Н. Сопротивление излучения и добротность конденсаторной "С" антенны. // Материалы X МНТК «Проблемы техники и технологии телекоммуникаций». – Уфа: Изд-во УГАТУ, 2010. – С. 240–242.
- Маслов О.Н., Рябушкин А.В., Шашенков В.Ф. Результаты экспериментального исследования малогабаритных резонансных антенн. // Материалы X МНТК

«Проблемы техники и технологии телекоммуникаций». – Уфа: Изд-во УГА-ТУ, 2010. – С. 244–246.

- Маслов О.Н., Рябушкин А.В. Экспериментальное определение сопротивления излучения конденсаторной антенны. «Инфокоммуникационные технологии». // Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Том 9, № 3, 2011., – с. 90-94.
- Маслов О.Н., Силкин А.А. Частотные характеристики малогабаритной резонансной антенны с корректирующей реактивностью. // Электросвязь. №3, 2011 – с. 37-40.
- Маслов О.Н. Статистические характеристики малогабаритной резонансной антенны. // Изд. Радиотехника - «АНТЕННЫ», выпуск №9 (172), 2011г., с. 62-71, УДК 621.396.677; 621.397.671.
- Каталог АО НПП «АМЭ» 2016, страница 34, параграф №14. Каталог расположен по адресу: <http://www.nppame.ru> в формате PDF.
- Кононов В.В., Морозов.В.П. «Применение емкостных антенн в специальной подвижной радиосвязи». Конференция по специальным средствам связи МВД, 2017г., Москва.
- Кононов В.В., Морозов.В.П. «Емкостные антенны для авиации». «Проблемные вопросы создания, развития и применения систем разведки и контроля воздушного пространства и организации его использования авиацией Вооруженных Сил Российской Федерации и пути их решения». ЦНИИ ВВС РФ. 2017. Санкт-Петербург.
- Кононов В.В., Морозов.В.П. «Физические принципы построения емкостных антенн радиочастотного диапазона». RLNC-2016, Международная научная конференция, апрель 2016, Воронеж, ISBN 978-5-904259-36-5, том 2, секция 19,20, страница 865.
- Л.В. Спиридонов, А.В. Прокофьев, Н.В. Завалин, С.В. Абышев, В.И. Нефедов, С.Н. Акилов, М.Н. Караваев «Малогабаритная ЕН-антенна декаметрового и метрового диапазона». Материалы Международной научно-технической конференции, INTERMATIC 2015, Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А.И. Берга, г. Москва.
- Ted Hart, Paul Birke «INTRODUCTION TO POYNTING VECTOR ANTENNAS», BookBaby Print 2016, ISBN 9781483575766.
- Paul V. Birke and Ted Hart «Poynting Vector Antenna Radiating A Spherical Wavefront», IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, 2017.
- Ted Hart, Paul Birke «The Poynting Vector Antenna», New hamgear and gadgets, DKARS Magazine, editie 30, januari 2017, page 48-49, Kingdom of the Netherlands.
- В.В. Кононов "Тайны емкостных антенн", СПб, 2019г., ISBN 978-5-604 1975-7-8

Что еще? Наверное все, кроме пожелания радиолюбителям, не останавливаться на достигнутом, ведь радиолюбители были всегда в авангарде!!!

Будут вопросы? пишите, ни один вопрос без ответа не оставлю, делитесь своими разработками и конструкциями, пишите статьи на сайт, ваш опыт будет полезен другим радиолюбителям.

В заключение хочется сказать, что емкостные антенны конечно не заменят Вам Yagi и квадраты, но для тех радиолюбителей, у которых нет возможности установить полноразмерную, а тем более направленную антенну, ЕН емкостная антенна будет достойным выходом.



На фото, моя Муся внимательно слушает, как я ей рассказываю об антеннах :-)

Удачи и успехов всем! 73! Владимир UA1ACO