

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

Сергей Тетюхин (R3PIN) за основу взял конструкцию одной из семейства антенн Александра Грачёва (UA6AGW) и внёс свои конструктивные изменения. Далее, в статье, речь пойдёт об одной из модификаций магнитной рамки с дипольными элементами и катушкой связи, расположенной поперёк излучателя. Внешний вид антенны автора был хорошо представлен как в видеоматериалах, снятых R3PIN, так и на многочисленных фото в Интернете. Решил и я на старости лет попробовать именно этот, приглянувшийся мне вариант антенны, а заодно и проверить некоторые свои выводы относительно малогабаритной антенной техники.

Об антенне UA6AGW/R3PIN

На прилагаемых фото 1-3 представлена репликация вышеупомянутого варианта компактной MAGLOOP на диапазон 144 МГц, с той лишь разницей, что внутри внешней рамки помещено две внутренних. Уменьшил (по отношению к авторской) диаметр рамки, выполнил её из тонкостенной медной трубки с внешним диаметром чуть более 6 мм, диаметр оправки, на которую навивалась трубка, составляет 40 мм – R3PIN сообщил, что не мог дотянуться до двухметрового диапазона при диаметре рамки 50 мм, при наличии материала (трубки) с избытком, лучше намотать на оправку 1,5...2 витка с припусками по концам образовавшейся катушки – это позволит не применять больших усилий и не допустить сминания трубки по концам, затем сделать поперечный рез

шлищережкой, свести концы отпиленного витка вместе (в кольцо) и раздвинуть место пропила до 3...5 мм для прохода проводов внутренней рамки. При изготовлении конструкции антенны я пошёл авторским путём и закрепил полосу стеклотекстолита толщиной 1,5 мм на деревянной палке (черенке от грабеля, извините, но резинового вангуза с деревянной ручкой, как у автора, найти не удалось (Ні!)). На полоске стеклотекстолита оставлены две площадки, полученные путём вытравливания фольги в растворе хлорного железа, эти площадки позволяют, с одной стороны: припаять облуженные концы медной трубки внешней рамки, с другой – припаять, прикрепленные с помощью винтов к полоске стеклотекстолита, концы дипольных элементов, в качестве которых применены две



Фото 2. Вид антенны UA6AGW/R3PIN с наклонным диполем; чтобы показать вход и выход проводников внутренних рамок, подстроечный конденсатор внешней рамки временно убран



Фото 1. Вид антенны UA6AGW/R3PIN с горизонтальным диполем



Фото 3. Вид антенны UA6AGW/R3PIN на монтаж (более подробно)

телескопические антенны переносных радиоприёмников с малой длиной колёныев (не более 100 мм), колёнья имеют возможность изгибаться (шарниры), а будучи изогнутыми, поворачиваться по оси диполя. Внутри медной трубки (внешней рамки) вставлено два провода с фторопластовой изоляцией, концы проводов выведены к подстроечным конденсаторам (каждая внутренняя рамка – к своему конденсатору), в зазор внешней рамки (медной трубки) также впаивают свой подстроечный конденсатор. Ёмкости всех подстроечных конденсаторов могут изменяться в пределах 3...60 пФ. Конденсаторы внутренних рамок (контуров) укреплены механически с помощью своих выводов, вставленных в просверленные в полоске-основании отверстия и загнутые с противоположной стороны. Длина полоски стеклотекстолита (основания антенны) составляет не более 200 мм и крепится к деревянной "мачте" - черенку вместе с питающим кабелем с помощью ПВХ-изолянты. Противоположный конец пластинки (внутри рамки) скруглён, в нём просверлено отверстие под винт М3, с помощью которого с шайбами и гайкой крепится "стрелка" – подвижная часть, также имеющая площадки для припаивания катушки связи (смотрите прилагаемые фото или конструкцию автора). Катушку связи намотал на оправке диаметром 20 мм (2 витка) проводом сечением 4 кв.мм (обрезки, оставшиеся от ремонта сетевой разводки в квартире, не снимая изоляции), можно и поменьше (жестковата), но... что было под рукой, припаял залуженные концы катушки связи к площадкам подвижной части ("стрелке"), по месту просверлил крепёжное отверстие и осторожно одел катушку связи на рамку, слегка раздвинув зазор, затем вернул зазор в прежнее положение (расстояние между торцами трубки 3...5 мм). Пролуженные концы трубки припаял к "печатным" площадкам на основании антенны, привернул винтами к основанию плоские облуженные концы полудиполей и припаял их к рамке, подёрнул в

трубку рамки проводники внутренних рамок и припаял концы каждой к своему подстроечному конденсатору, последним припаял "подстроечник" к внешней рамке (медной трубке). Прикрепил к основанию "стрелку" с катушкой связи и проверил её ход – трубка должна находиться концентрически в катушке связи и по всему ходу "стрелки" не должна касаться трубки (возможно, между "стрелкой" и пластинкой основания придётся проложить одну-две шайбы, изготовленные из того же стеклотекстолита – чем меньше "постороннего" металла в поле антенны, тем лучше). К катушке связи припаивается антенный коаксиальный кабель, на который, поверх внешней изоляции, нужно одеть ферритовые трубки или колечки, как рекомендует автор, – у антенны и у приёмопередатчика, для уменьшения участия оплётки кабеля в формировании диаграммы направленности антенны. Антенна готова и нуждается в настройке. Подключаем её к приёмнику. Необходимо найти в диапазоне 2 метра (или вблизи от него) стабильную несущую, находящуюся на расстоянии (на ближнее поле антенна реагирует, но не так, как бы нам этого хотелось), попеременно вращая роторы подстроечных конденсаторов, настраиваем антенну на максимум сигнала принимаемой несущей, при отсутствии настроенных сигналов (маячков) возможна настройка по максимуму шумов, которые, однако, имеют меньший уровень, чем при использовании дипольных антенн. При настройке следует соблюдать некоторые условности: хотя бы на 1,5...2 длины волны не должно быть металлических предметов, настройку производить только диэлектрической отвёрткой, питающий кабель должен быть небольшой длины или/и развязан ферритовыми кольцами, все металлические браслеты нужно снять с рук... Дальнейшую настройку нужно производить только по приборам, какой бы Вы ни имели опыт, даже две совершенно одинаковые антенны могут быть настроены по-разному... Настройку антенны на передачу

нужно производить только в пределах радилюбительских диапазонов, на свободных частотах, не создавая помех коллегам.

На мой взгляд, антенна представляет собой сонм возбуждаемых с помощью катушки связи колебательных контуров, связанных между собой индуктивно. Внешняя оплётка (трубка, металлический гофр) объединяет катушки (рамки) контуров конструктивно, не даёт им перемещаться в пространстве и обеспечивает заданную конструкцией степень связи между контурами. Есть здесь и нюанс: поскольку РЧ энергия распространяется лишь в поверхностном слое металла, чем выше частота, тем в меньшем по толщине, связь между рамкой (трубкой) и внутренним проводником (проводниками) оказывается ослабленной, что позволяет свести рамки ближе пространственно, т.е., ослабить связь между ними и обеспечить их согласование в пределах резонансной характеристики всей антенны в целом (сводить "горбы" на общей АЧХ). Конденсаторы переменной ёмкости позволяют настроить каждый свой контур в отдельности, катушка связи должна размещаться в том месте катушки, которое обеспечивает оптимальную связь её с резонансной системой (с "горячего" конца осуществляется шунтирование резонансной рамки нагруженной катушкой связи, ухудшается её (рамки) АЧХ, расширяется полоса пропускания, ухудшается КПД). По мере продвижения катушки связи к "холодному" концу контура (рамки) всё происходит наоборот: резонансная АЧХ рамки обостряется, сужается пропускаемая полоса частот, растёт КПД системы (до оптимального положения катушки), растёт уровень принимаемого сигнала – всё как с обычными контурами... Прикрепляемые к рамке дипольные "усы" являются с одной стороны "раскрытым" конструктивным конденсатором, входящим в общую ёмкость, подключаемую к рамке (трубке, металлическому гофру), с другой стороны, это диполь, укороченный согнутой трубкой

и являющийся частью этого сплошного неразорванного физически (гальванически) диполя, а имеющего на РЧ (на резонансной частоте) нулевую точку на трубке рамки (при симметрировании – точно посередине рамки) – отсюда требование антенны к её симметрии. Поля диполя и рамки взаимно влияют друг на друга и обеспечивают модификацию диаграммы направленности (самый близкий для меня как "лисятника" пример: диаграмма направленности "кардиоида" подключенных вместе антенн линейной и рамочной у приёмника, предназначенного для радиопеленгации). Последовательно настраивая контуры (рамку и внутренний проводник (проводники)) с помощью конденсаторов переменной ёмкости, мы настраиваем весь комплекс антенны, одновременно согласовывая все её элементы между собой на резонансной частоте, и получаем результат: определённую полосу пропускания, обусловленную добротностью элементов, входящих в антенну, и степенью их взаимной нагрузки. Расширения полосы пропускания можно добиться без существенного ухудшения усиления антенны, настраивая дополнительные контуры, катушки которых пропущены внутрь трубки и настраиваются каждая отдельным КПЕ, горбы АЧХ контуров следует равномерно распределить по требуемой полосе пропускания антенны. Ослабить связь между "внутренними" катушками контуров (проводниками внутренних рамок) можно, применив внешнюю трубку рамки "бойлерного" типа, т.е., с несколькими отверстиями, в каждое из которых заложен (продёрнут) свой провод – катушка (внутренняя рамка) отдельного контура. Также уменьшению связи рамок между собой способствует минимальная длина выходящих из медной трубки проводов внутренних рамок и их идентичность (желательно размещать подстроечные конденсаторы как можно ближе к внешней рамке, но не внутри её, хотя, если хочется...). Поскольку антенна представляет собой несколько

резонансных цепей, объединённых в одну, то она и имеет сочетание ряда свойств, им присущих: малый уровень собственных шумов – от магнитных антенн, повышенная фильтрация – антенна является полосовым параллельным многоконтурным фильтром, совместное пространственное расположение элементов, определяемое конструкцией, обеспечивает комплексную диаграмму направленности по магнитной и электрической составляющим электромагнитного поля... Среда (электромагнитное поле) возбуждается по электрической компоненте (ёмкостно) через "усы" диполя и по магнитной составляющей (индуктивно) – через рамочную часть антенны. Максимальную "раскачку" среды можно обеспечить, воздействуя на обе компоненты (электрическую и магнитную) одновременно и в фазных соотношениях, которые способствуют максимальной "раскачке" электромагнитного поля. За счёт явления резонанса в антенной системе, возбуждение поля возрастает, соответственно, и поле передаёт эту большую мощность от передающей к приёмной стороне. Соответственно, среда нагружает возбуждающую её систему и требует согласования во всех "контрольных" точках: передатчик-фидер, фидер-антенна, антенна-среда распространения (поле), только в этом случае происходит максимальная передача энергии в канал связи. Изменяя характер возбуждения поля по азимуту и углу места (диаграмму направленности антенны), можно модифицировать канал связи – увеличивать или уменьшать его мощностные характеристики (увеличивать или уменьшать возбуждение поля в нужном направлении). Применение параллельных контуров в фильтре (публикации по теме специально для сравнения приведены в [1-7]), как и аналогичное применение параллельных рамок в антенне способствует увеличению общей энергии за счёт сложения энергий возбуждённых (нескольких) колебательных контуров, которую можно направить как на

увеличения амплитуды колебаний при сужении полосы пропускаемых частот и увеличения подавления внеполосных колебаний, так и на расширение полосы колебательной системы, при малых потерях.

Антенна, настроенная только на слух, оказалась по эффективности на передачу, примерно, на уровне "резинки" – штатной антенны переносной радиостанции, расположенные в помещении (кирпичное здание) антенны: "бабочка", диполь и вышеупомянутая антенна дали у корреспондента уровни: 59 + 20 dB, 59 + 10 dB и 56, соответственно. Поэтому, ещё раз повторяю, антенная техника действительно требует применения измерительных приборов и следует отдать должное энтузиастам Александру (UA6AGW) и Сергею (R3PIN), которые путём экспериментов, измерений и упорного труда приближают малогабаритные антенны по эффективности к их полноразмерным вариантам. Следует пожелать им успехов на этом нелёгком пути, новых открытий и творческих удач.

Р. С. Эта статья – моя попытка (не более) объяснить принцип действия комбинированной антенны, в которой сведены воедино сразу несколько компонентов антенны магнитного и электрического типа, последняя является ещё и частью ёмкости внешней рамки (С1 плюс ёмкость полудиполей – (рис. 1)). Дополнительная внутренняя рамка показала на разность степеней связи между конструктивными контурными катушками (внешней рамки относительно внутренних и последних – между собой). Изогнутый проводник (внешняя рамка) позволила не только удлинить диполь, но и сместить к центру его части, которые по фазе в линейном диполе должны находиться дальше от центра. Катушка связи позволяет одновременно возбуждать все резонансные проводники комбинированной антенны, внутренние из них могут быть поднесены ближе к внешнему за счёт РЧ токов в его поверхностном слое – эффекта развязки (частичной экранировки),

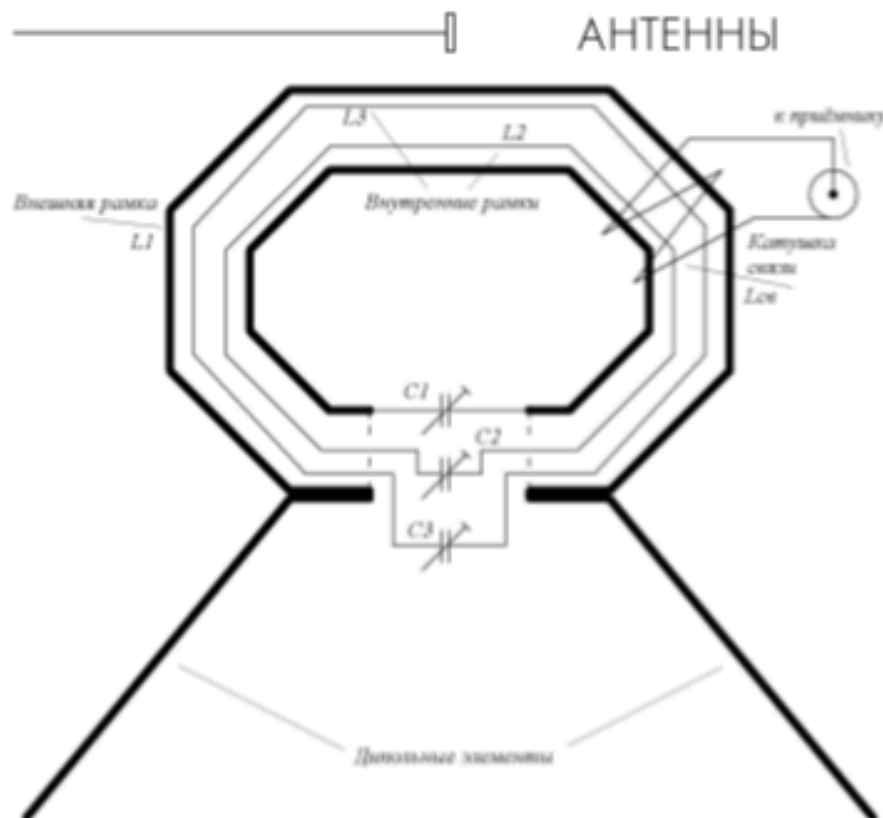


Рис. 1. Антенна UA6AGW – версия R3PIN с двумя внутренними рамками. Схема принципиальная электрическая

что позволяет влиять на форму общей АЧХ антенны (получать большую узкополосность антенны) – “горбы” отдельных резонансных кривых сводятся ближе в общей АЧХ. Дополнительные внутренние рамки позволяют настроить более широкополосную АЧХ за счёт их расстройки относительно центральной частоты полосы пропускания антенны, либо, при настройке общей АЧХ на одну центральную частоту, увеличить “остроту” АЧХ, увеличив эффективность антенны и её фильтрующие свойства (подавление внеполосных излучений – на передачу и увеличение динамического диапазона подключенного к такой антенне приёмного устройства). Напоминаю, что связь внутренних рамок между собой большая (не позволяет сводить “горбы” АЧХ в одну точку), и их (рамки, если их много) нужно помещать каждую в своё продольное отверстие в материале внешней рамки, что позволит одновременно возбуждать их с помощью одной катушки связи, обеспечивать одинаковую степень связи всех внутренних контуров, которые одинаково подкачивают общую нагрузку. На

основе этого принципа можно изготовить полосовой фильтр на высокие частоты, на которых ферриты уже не работают.

Эффекты, полученные автором, при перемещении “стрелки” с катушкой связи подтвердились на практике, но не в такой явной форме, видимо, из-за формы катушки связи, не позволяющей приблизиться к самому диполю (жёсткость проводника, отсюда невозможность выгнуть его как положено плюс толщина изоляции) – при повторении конструкции нужно это тоже учитывать и изготовить катушку связи из обмоточного провода диаметром 0,8...1,0 мм. Форма диаграммы направленности получилась тоже с одним максимумом, как у автора, но достаточно малым, хотя и ощутимым из-за близкого расположения металлических конструкций подокошника и других антенн в малом помещении бывшего общежития-малосемейки, также настройки антенны на слух...

На рис. 1 приведена схема антенны UA6AGW/R3PIN с двумя внутренними рамками и, для сравнения, – параллельный полосовой

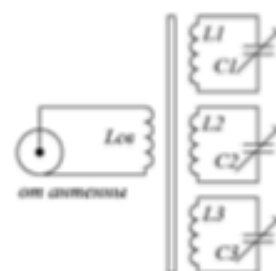


Рис. 2. Параллельный полосовой фильтр [1-7]. Схема принципиальная электрическая. Эта схема может являться и схемой вышеупомянутой антенны, если представить, что контуры L1C1-L3C3 – это резонансная антенна – раскрытые колебательные контуры или рамки, а здесь [1-7] – сосредоточенные контуры, и с помощью Lсв (катушки связи) энергия отводится к приёмному устройству (в [1-7] – наоборот, – одна из катушек резонансных контуров подключается к затвору полевого транзистора УРЧ)

фильтр на рис. 2. Каждый сам увидит поступающий на реверсную систему высокочастотный ток, который резонирует в каждом контуре (раскрытом или закрытом) и своей энергией подкачивает общую нагрузку – на рис. 1 в режиме приёма – входные цепи приёмника (в режиме передачи – электромагнитное поле), на рис. 2 – входные цепи приёмника (см. подробнее [1-7]).

Литература

1. В. Беседин (UA9LAQ). Полосовой фильтр. - http://www.cqham.ru/tx85_81.htm
2. В. Беседин (UA9LAQ). Узкополосный LC-фильтр. - Радиолобитель, 1993, №1, стр. 37.
3. В. Беседин (UA9LAQ). Полосовой фильтр для РЧ. - Радиомир, 2007, №7, стр. 24-25.
4. В. Беседин (UA9LAQ). Полосовой фильтр для РЧ. - Радиомир, 2010, №2, стр. 24.
5. В. Беседин (UA9LAQ). Полосовой фильтр для РЧ. - Радиомир, 2010, 2010, №7, стр. 22.
6. А. Нионов (UA3SEQ). Диапазонные полосовые фильтры. - Радиомир. КВ и УКВ, 2010, №5, стр. 24...26.
7. В. Беседин (UA9LAQ). Полосовой фильтр РЧ. - Радиолобитель, 2019, №8, стр. 31-55.