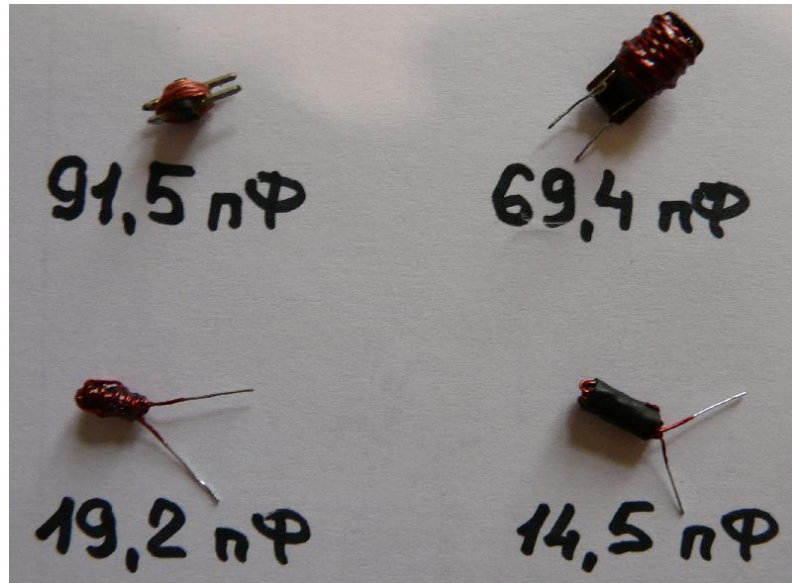
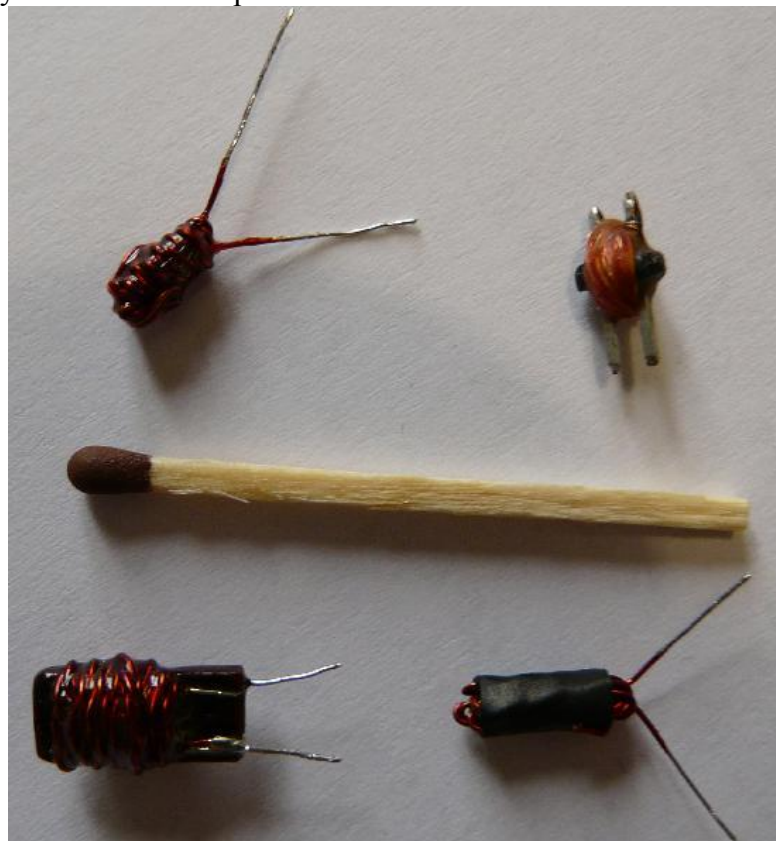


Самодельные конденсаторы небольшой ёмкости

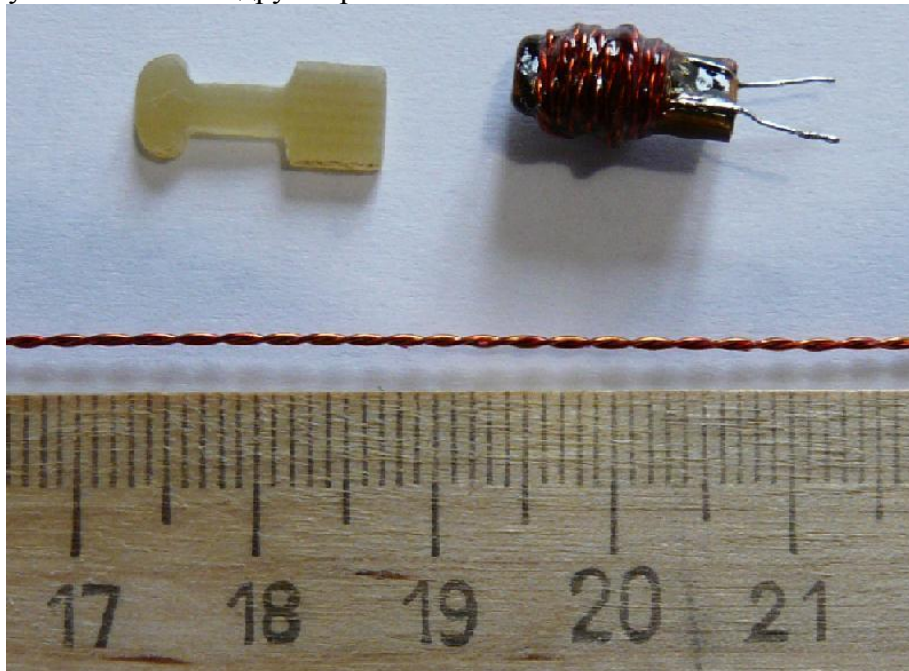
Иногда “под рукой” нет нужного номинала конденсатора небольшой ёмкости. И не всегда хочется терять время для поездки в магазин, если я, например, нахожусь на даче, то мне необходим целый день для поездки. И если, даже я в Москве, то для экспериментальной конструкции, которая, возможно, будет через несколько дней разобрана, поход в магазин тоже не представляет интереса. В таких случаях я делаю конденсаторы из лакированного медного провода и временно использую их в конструкции, а в дальнейшем заменяю промышленными.



Для изготовления конденсаторов использую провод диаметром от 0,15 мм до 0,4 мм. Для такого провода выводы конденсатора имеют достаточную жёсткость и прочность. Для более тонкого провода можно получить большую ёмкость или меньшие габариты, но провод можно легко порвать, и тогда придётся переделывать конденсатор. А более толстый провод увеличивает габариты.



Итак, беру два провода, свиваю их до получения одной скрутки на длине от 1 мм до 2 мм (зависит от диаметра провода). С одной стороны зачищаю концы проводов – это будут выводы конденсатора, откусываю необходимую длину свитых проводов и на этом конце скрутки слегка раздвигаю кончики проводов, чтобы исключить их замыкание. Примерно, 10 мм длины скрутки имеют ёмкость 1,1 пФ. Потом компактно сворачиваю или складываю свитую часть проводов. Для исключения механического перемещения частей проводов друг относительно друга пропитывал их воском или лаком.



Сначала вытаскивал из изоляционного материала каркасы и на них наматывал провода, затем просто скручивал или складывал гармошкой и закреплял лаком. После пропитывания лаком необходима сушка не менее 12 часов, даже для нитроцеллюлозного лака. Пока лак полностью не высох ёмкость конденсатора медленно “плывёт”, уменьшается. Пропитка воском выполняется быстрее, но такой конденсатор требует очень аккуратной пайки.

С появлением термоусадочных трубок технология значительно упростилась, сложил свитые провода гармошкой, надел кусок термоусадочной трубки и нагрел её. После остывания конденсатор можно использовать.

При всех описанных вариантах изготовления конденсаторов, при сворачивании свитых проводов, ёмкость может увеличиваться или уменьшаться, а после пропитки всегда увеличивается.

Теперь немного цифр о полученных результатах.

Для витой пары из проводов диаметром 0,15 мм (не знаю, какие ПЭЛ или ПЭВ) с одной скруткой на 1 мм длины, имеем:

- длина скрутки 500 мм
- ёмкость для вытянутых проводов 55 пФ
- ёмкость для свёрнутых проводов 58 пФ
- ёмкость после пропитки воском 91 пФ

Можно подсчитать, что для вытянутой витой пары проводов получается погонная ёмкость 1,1 пФ на 10 мм длины.

Для витой пары из проводов диаметром 0,38 мм с одной скруткой на 2 мм длины, имеем:

- длина скрутки 100 мм
- ёмкость для вытянутых проводов 10,7 пФ
- ёмкость для свёрнутых проводов (длина 8 мм, диаметр около 4 мм) 8,7 пФ
- ёмкость после пропитки лаком НЦ-218 (сушка 24 часа) 21,5 пФ

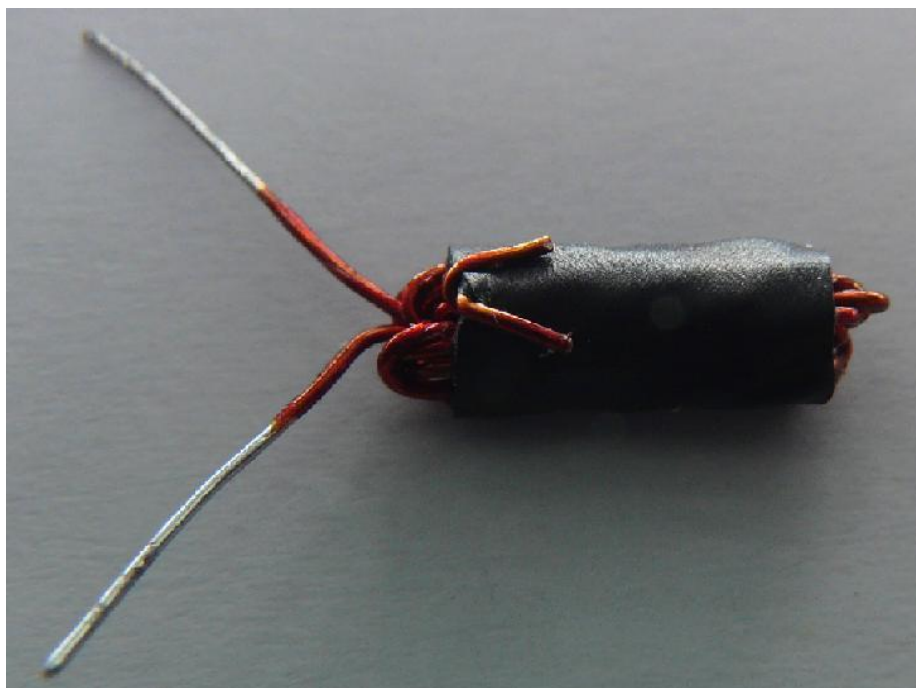
Второй вариант для тех же проводов:

- длина скрутки 320 мм
- ёмкость для вытянутых проводов 34,5 пФ
- ёмкость для навитых на каркас проводов 83,3 пФ
- ёмкость после пропитки лаком НЦ-218 88,1 пФ

И теперь вариант с термоусадочной трубкой. Для витой пары из проводов диаметром 0,38 мм с одной скруткой на 2 мм длины, имеем:

- длина скрутки 120 мм
- ёмкость для вытянутых проводов 14,5 пФ
- ёмкость для сложенных гармошкой проводов и надетой трубкой 14,1 пФ
- ёмкость после нагрева термоусадочной трубки 13,8 пФ
- ёмкость через час (видимо, прошёл процесс релаксации) 14,5 пФ

Далее, через 2 часа, через 3 часа и на следующий день ёмкость не менялась и была 14,5 пФ.



Конденсаторы имеют положительный температурный коэффициент ёмкости (ТКЕ) и тангенс угла диэлектрических потерь (D) на частоте 1 кГц от 0,0060 до 0,0120 для конденсаторов без пропитки с термоусадочной трубкой или с пропиткой воском. Для конденсаторов пропитанных лаком НЦ-218 $D = 0,060 \dots 0,080$.

Для примера приведу величины тангенса угла диэлектрических потерь некоторых промышленных конденсаторов:

КМ-5	$D = 0,0012$
К10-17	$D = 0,0015$
КД (NPO)	$D = 0,0010$
К73-17	$D = 0,0080$
К73-44	$D = 0,0080$

Так что не так уж и плохи самодельные конденсаторы без пропитки лаком, а с использованием термоусадочной трубки для фиксации проводов.

ТКЕ измерялся на конденсаторе сделанным из проводов диаметром 0,28 мм с одной скруткой на 2 мм длины, имеющим ёмкость 11,2 пФ при длине свитой части 152 мм.

После сворачивания проводов и пропитки лаком НЦ-218 ёмкость конденсатора составила 21,8 пФ при 24°C. При увеличении температуры конденсатора на 10°C его ёмкость увеличивается на 2 пФ, что составляет около 10% от значения при 24°C.

Конденсатор пропитанный воском (был описан выше) при температуре 25°C имел ёмкость 88,4 пФ, а при температуре 35°C имел ёмкость 98,6 пФ. Соответственно увеличение

ёмкости составляет 10,2 пФ при увеличении температуры на 10°C, или опять же около 10%.

Таким образом, ТКЕ таких конденсаторов имеет значение около + 0,01 1/°C.

По поводу рабочего напряжения конденсаторов.

При испытании на пробивное напряжение эмалированных проводов марок ПЭВ и ПЭЛ используют свитую пару проводов, к которой прикладывают переменное напряжение частотой 50 Гц. Для проводов диаметром от 0,08 до 0,20 мм пробивное напряжение не менее 500 В, а для проводов диаметром от 0,21 до 0,27 мм – не менее 600 В. Для проводов больших диаметров пробивное напряжение ещё выше.

Следовательно, с определённым запасом можно считать, что рабочее напряжение таких конденсаторов будет не менее 250...300 В.

Я использовал такие конденсаторы, как временные при постоянной температуре, в качестве разделительных, в фильтрах совместно с промышленными при параллельном их соединении, как контурные конденсаторы, а также как блокировочные и корректирующие. Однозначно, их не следует использовать в цепях генераторов, если вы только не создаёте преобразователь температуры в частоту.

Измерения проводились (правда, в разное время) приборами: мостовым измерителем RCL, Е7-22, МУ6013А и термопарой с цифровым мультиметром.

Михаил Никитин (RV3AIJ)