



Состояние и актуальные технологические проблемы дальнейшего развития производства массовых видов конденсаторов для РЭА

Борис Беленький (a3@giricond.ru),
Ирина Яцута (i.v.admin@exiton-ek.ru)

Проблемы импортозамещения и развития производства в настоящее время стоят особенно остро, в том числе и для конденсаторов различного типа. АО «НИИ „Гириконд“» предлагает новые научно-технологические решения, что позволяет существенно повысить конкурентоспособность отечественных конденсаторов при производстве РЭА двойного назначения.

АО «НИИ „Гириконд“» в течение нескольких десятилетий является одним из ведущих отечественных разработчиков и производителей широкой номенклатуры конденсаторов для радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) двойного назначения. Наиболее массовыми среди ёмкостных элементов в РЭА являются керамические конденсаторы, на долю которых в штучном выражении приходится более 90%. На базе керамических конденсаторов разрабатываются и выпускаются керамические помехоподавляющие фильтры, потребность в которых в последние годы возрастает в связи с актуализацией проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС) узлов и блоков РЭА. В области конденсаторов с оксидным диэлектриком НИИ «Гириконд» специализируется на танталовых (оксидно-электролитических и оксидно-полупроводниковых) конденсаторах, из которых наиболее распространёнными являются танталовые чип-конденсаторы для поверхностного монтажа. Конденсаторы с органическим диэлектриком также являются традиционным направлением научно-технической и производственной деятельности НИИ «Гириконд». Перечисленные выше изделия представляют собой наиболее массовую часть дискретных ёмкостных элементов, технический уровень которых определяет технологическую независимость разработок и производства отечественной РЭА двойного назначения от импорта соответствующих электронных компонентов.

Прежде чем оценить конкурентоспособность сформированной предприятием номенклатуры конденса-

торов и сформулировать задачи и проблемы их дальнейшего развития, коротко остановимся на объективных факторах, определяющих направления развития электронных компонентов в соответствии с тенденциями развития РЭА.

Как известно, в мировой и отечественной практике основным доминирующим фактором, определяющим направления развития всей ЭКБ, было и остаётся требование улучшения массогабаритных характеристик электронных компонентов. Характерное для последних десятилетий интенсивное, опережающее развитие твердотельной электроники определило снижение рабочих напряжений наиболее массовых функциональных блоков РЭА до единиц вольт и меньше, что для некоторых видов конденсаторов открыло возможность дальнейшей миниатюризации за счёт снижения их номинального напряжения. Миниатюризация массовых функциональных блоков РЭА и широкое использование их автоматизированного монтажа привели к необходимости создания и организации серийного производства дискретных конденсаторов в чип-исполнении с размерами порядка десятых долей миллиметра. Расширение диапазона рабочих частот, особенно характерное для преобразовательной части систем и блоков вторичного электропитания РЭА, объективно требует повышения частотной стабильности основных параметров конденсаторов. Применение относительно низковольтных твердотельных активных компонентов в мощных оконечных выходных блоках РЭА приводит к необходимо-

сти повышения допустимых токовых нагрузок соответствующих типов конденсаторов и снижения их внутреннего сопротивления.

Приведённый далеко не полный перечень современных требований к конденсаторам для РЭА определяет направления их дальнейшего развития, а также уровень их конкурентоспособности в зависимости от характерных для конкретных видов конденсаторов областей и условий применения.

В результате проведённых в последние годы работ, как в рамках реализации ФЦП, так и в инициативном порядке, сформирована достаточно широкая отечественная номенклатура полных и функциональных аналогов ёмкостных дискретных компонентов иностранного производства. Тем не менее задача импортозамещения в области рассматриваемых электронных компонентов в полной мере ещё не решена. В первую очередь, проблемным остаётся импортозамещение самых миниатюрных дискретных конденсаторов, которые в мировой практике используются только в гражданской аппаратуре, но, в силу известных обстоятельств, нашли достаточно широкое применение в разработках отечественной РЭА для вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ). Для производства данных изделий необходимы самые современные электронные материалы и, главное, самое современное, практически прецизионное технологическое оборудование, которым отечественная электронная промышленность не оснащена. Проблемой остаётся и отсутствие отечественного производства целого ряда современных электронных материалов.

Известно, что одной из объективных причин сложившейся ситуации является принципиальное различие в путях развития мировой и отечественной ЭКБ. В мировой практике номенклатура ЭКБ военного назначения формируется путём ограниче-

ния применения высокотехнологичной, но не отвечающей требованиям военных стандартов ЭКБ для РЭА промышленного и бытового применения, а самая высокотехнологичная ЭКБ используется в массовом производстве РЭА гражданского назначения. В отечественной же практике достигнутый технологический уровень соответствует требованиям производства высоконадёжной ЭКБ для ВВСТ, которая, естественно, уступает по массогабаритным характеристикам уровню зарубежной ЭКБ гражданского применения. Потребность в отечественной конкурентоспособной пассивной ЭКБ гражданского назначения, развитие которой могло бы способствовать развитию ЭКБ для ВВСТ, практически отсутствует в связи с почти полным отсутствием отечественного производства массовой радиоэлектронной продукции гражданского назначения.

Вполне естественно, что указанные обстоятельства объективно усложняют решение проблемы импортозамещения, поскольку изделия для ВВСТ не могут в полной мере конкурировать по массогабаритным характеристикам с аналогичными изделиями гражданского назначения с существенно более слабыми требованиями к надёжности, долговечности и условиям эксплуатации. Что касается конденсаторов, то разрабатываемые и выпускаемые НИИ «Гириконд» конденсаторы для ВВСТ отнюдь не уступают зарубежным аналогам, соответствующим требованиям МП, а в ряде случаев существенно превосходят их по массогабаритным характеристикам.

Далее следует остановиться на состоянии производства и оценке конкурентоспособности выпускаемых предприятием конденсаторов и рассмотреть возможности и проблемы дальнейшего развития в данной области. При этом необходимо обратить внимание на то, что в целом ряде случаев существующие базовые конструктивно-технологические решения уже не могут обеспечить дальнейшее развитие конденсаторов в соответствии с приведёнными выше требованиями. Дальнейший прогресс в этой отрасли может быть реализован только при использовании новых электронных материалов и технологий, что, по сути, означает качественный переход в развитии рассматриваемых видов электронных компонентов.

Таблица 1. Технические характеристики многослойных керамических чип-конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Тип	Группы ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, мкФ	Размеры, мм
K10-82	H20, H90	50...630	0,001...22,0	4,5×3,2...12×10
K10-83	МПО, H30	16...500	1 пФ...4,7	1,6×0,8...5,7×5

Таблица 2. Технические характеристики низковольтных и высоковольтных многослойных керамических конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Тип	Группы ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, пФ	Допускаемый реактивный ток, А
K10-80	МПО	100...630	0,47...5100	5...9
K15-37	МПО	1600; 2500; 4000	1...1800	9...12

Решение важнейшей задачи по улучшению массогабаритных характеристик самых массовых, низковольтных многослойных керамических конденсаторов, в том числе за счёт снижения номинальных напряжений и толщины диэлектрика, потребовало совершенствования рецептуры и технологии производства используемых керамических материалов. В результате проведения ряда материаловедческих работ разработаны перспективные материалы наиболее востребованных групп температурной стабильности ёмкости (ТСЕ) с практически предельными для каждой группы значениями диэлектрической проницаемости. Введённое в эксплуатацию в 2015 году технологическое оборудование фирмы КЕКО (Словения) позволило не только значительно сократить сроки выполнения производственных заказов, но и открыло дополнительные возможности дальнейшего совершенствования технологии для улучшения массогабаритных характеристик конденсаторов. В результате проведённых в последние годы ОКР разработаны и освоены в производстве новые многослойные керамические чип-конденсаторы, основные параметры которых приведены в таблице 1.

Указанные конденсаторы по сравнению с ранее разработанными и серийно выпускаемыми отечественными конденсаторами K10-47, K10-67, K10-69, K10-79, а также конденсаторами K10-84 АО «ВЗРД „Монолит“» (Беларусь) имеют существенно лучшие массогабаритные характеристики. Это позволяет успешно использовать их в разрабатываемой и модернизируемой РЭА в качестве полных и функциональных аналогов конденсаторов, выпускаемых AVX, Kemet, Vishay (США), Eurofarad (Франция), TDK, Murata (Япония). Кроме того, конденсаторы K10-82 и K10-83 имеют увеличенную до +125°C максимальную

рабочую температуру, в то время как у K10-79 она составляет всего +85°C.

В настоящее время НИИ «Гириконд» является единственным отечественным предприятием, выпускающим низковольтные и высоковольтные многослойные керамические конденсаторы с высоким реактивным током и, соответственно, высокой реактивной мощностью, характеристики которых приведены в таблице 2.

Данные конденсаторы предназначены для использования в мощной радио- и телевизионной аппаратуре двойного назначения. В целях формирования функционально полной номенклатуры подобных изделий для обеспечения замены применяемых до последнего времени конденсаторов АТС (США) ведётся разработка широкой унифицированной серии высоковольтных конденсаторов K15-39 с диапазоном номинальных напряжений 1...10 кВ и допускаемым реактивным током до 20 А. Срок окончания разработки – 2019 год.

Оценивая технический уровень и конкурентоспособность керамических многослойных конденсаторов двойного назначения, следует отметить, что представленные высокочастотные конденсаторы с большими реактивными токами в полной мере обеспечивают решение проблемы импортозамещения. Проблемным, как уже отмечалось выше, остаётся импортозамещение самых миниатюрных низковольтных керамических многослойных конденсаторов. Так, минимальный размер выпускаемых НИИ «Гириконд» керамических чип-конденсаторов составляет 1,6×0,8 мм, в то время как актуальным для разработчиков РЭА является размер 1×0,5 мм. Кроме того, минимальная толщина диэлектрика в представленных низковольтных конденсаторах составляет 10 мкм при номинальном напряжении 10 В, в то время как для реализации требуемо-



Рис. 1. Фильтры серий Б24, Б25, Б26

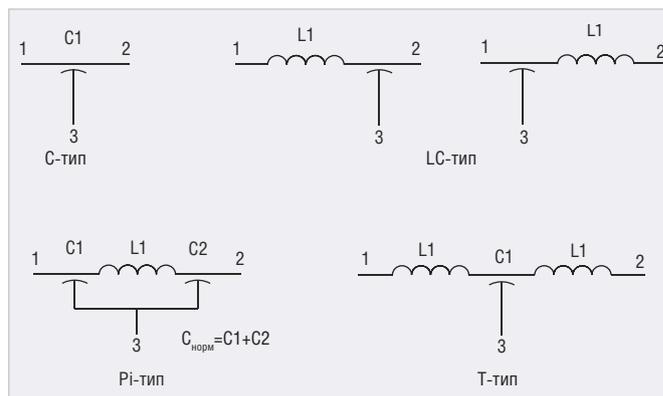


Рис. 2. Схемы реализации фильтров серий Б24, Б25, Б26

Таблица 3. Технические характеристики ёмкостных и индуктивно-ёмкостных фильтров производства НИИ «Гириконд»

Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость	Диапазон частот помехоподавления	Вносимое затухание, дБ	Номинальный проходной ток, А
32...1000	4,7 пФ...22 мкФ	10 кГц...10 ГГц	до 85	до 25



Рис. 3. Чип-фильтры

го уровня массогабаритных характеристик низковольтных конденсаторов требуется снизить толщину диэлектрика до 5–6 мкм при номинальном напряжении 6,3 В. По совокупности материаловедческих и технологических проблем создание таких конденсаторов означает качественный переход в развитии отечественных керамических конденсаторов и потребует дооснащения производства технологическим и контрольно-измерительным оборудованием. Соответствующие материаловедческие и технологические работы проводятся в НИИ «Гириконд» в инициативном порядке с планируемым выходом на серийное производство в 2021 году.

Как показывает мировой опыт, дальнейшее улучшение массогабаритных характеристик низковольтных кера-

мических конденсаторов потребует полного пересмотра используемых в отечественном производстве диэлектрических и электродных материалов и создания новой базовой технологии изготовления этих изделий.

В результате проведения целого ряда НИОКР за последние годы существенно расширена номенклатура выпускаемых НИИ «Гириконд» помехоподавляющих фильтров нижних частот, основным функциональным элементом которых является керамический конденсатор. Ёмкостные и индуктивно-ёмкостные фильтры с различными вариантами схем элементов представлены в уже известных и применяемых потребителями сериях Б24, Б25, Б26. Внешний вид фильтров и реализуемые схемы показаны на рисунках 1 и 2 соответственно. Основные технические параметры фильтров приведены в таблице 3. Указанные изделия в значительной степени решают проблему импортозамещения, поскольку успешно конкурируют с аналогичными фильтрами производства Eurofarad, CTS (Tusonix), Syfer, API Tech (Spectrum Control), AVX.

Кроме того, на предприятии освоено производство помехоподавляющего шайбового конденсатора К10-81, используемого в качестве ёмкостно-

го элемента фильтров Б25 и Б26 или как самостоятельное изделие. Однако приведённая номенклатура помехоподавляющих изделий в свете современных требований к импортозамещению ЭКБ уже не обладает функциональной полнотой в части малогабаритных и миниатюрных фильтров. В порядке подготовки к формированию функционально полной номенклатуры помехоподавляющих фильтров категории качества ВП НИИ «Гириконд» разработаны и освоены в производстве с приёмкой ОТК фильтры Б27 и Б30 (см. рис. 3), а также опорные помехоподавляющие керамические конденсаторы К10-85 (см. табл. 4).

Тем не менее в полной мере импортозамещение в области помехоподавляющих фильтров немыслимо без создания миниатюрных проходных фильтров в чип-исполнении, необходимых для обеспечения электромагнитной совместимости малогабаритных функциональных блоков РЭА при повышении плотности их монтажа. Создание таких фильтров означает качественный переход в развитии рассматриваемых изделий на основе новых конструктивно-технологических решений. НИИ «Гириконд» в инициативном порядке разработаны и освоены в производстве фильтры Б33 категории качества ОТК, основные характеристики которых приведены в таблице 5.

Отечественная номенклатура серийно выпускаемых танталовых конден-

Таблица 4. Технические характеристики фильтров Б27 и Б30 и конденсаторов К10-85 производства НИИ «Гириконд»

Тип	Группа ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость	Диапазон частот помехоподавления, МГц	Вносимое затухание, дБ	Номинальный проходной ток, А	Интервал рабочих температур, °С
Б27	МПО, Н20, Н50	50; 100; 160; 250	100 пФ... 0,15 мкФ	0,01...10 000	до 70	10	-60...+125
Б30			100 пФ... 0,33 мкФ		до 80		
К10-85		250; 500; 750; 1000	4,7 пФ...0,33 мкФ		до 60	-	

саторов, в том числе производимых до последнего времени НИИ «Гириконд» (см. рис. 4 и табл. 6), базируется на едином базовом конструктивно-технологическом решении, основой которого является объёмно-пористое тело анода, формируемое прессованием из специальных танталовых порошков с различной дисперсностью и, соответственно, с различным удельным зарядом. При этом в последние десятилетия улучшение массогабаритных характеристик танталовых конденсаторов реализовывалось путём использования танталовых порошков с всё более высоким удельным зарядом. Достижимое при этом повышение удельного заряда конденсаторов, оцениваемого по ёмкости, измеряемой на частоте 50 Гц, давало всё меньший реальный эффект при использовании конденсаторов в условиях возрастающих частот переменной составляющей напряжения. Дело в том, что в соответствии с физическими свойствами конденсаторной структуры на объёмно-пористом теле при переходе от частот порядка десятков-сотен герц к частотам в сотни килогерц и больше эффективная ёмкость таких конденсаторов снижается до нескольких раз. Указанное обстоятельство практически сводит на нет конечный эффект от применения «высокозарядных» порошков, тем более что степень снижения ёмкости при повышении частоты увеличивается по мере возрастания удельного заряда мелкодисперсных порошков. Другим потребительским недостатком подобных конденсаторов является заметное повышение и без того достаточно высокого эквивалентного последовательного сопротивления в области отрицательных температур, что особенно ярко проявляется в оксидно-электролитических конденсаторах из-за снижения проводимости электролита. Таким образом, возможности для реализации указанных выше требований по повышению частотной стабильности ёмкости у существующих базовых конструктивно-технологических решений как оксидно-полупроводниковых, так и оксидно-электролитических конденсаторов практически исчерпаны.

Представляется, что дальнейший прогресс в области танталовых конденсаторов в соответствии с указанными выше тенденциями развития РЭА может быть обеспечен при каче-

Таблица 5. Технические характеристики фильтров БЗЗ производства НИИ «Гириконд»

Диапазон частот помехоподавления, ГГц	Группа ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Номинальная ёмкость
до 0,2	МПО	16...250	0,3...6,0	10...6800 пФ
	H20			470 пФ...1,5 мкФ
	H50			2200 пФ...2,2 мкФ



Рис. 4. Танталовые оксидно-полупроводниковые чип-конденсаторы

ственном переходе в конструкции этих изделий от объёмно-пористого к плоско-пористому аноду, формируемому на основе современных, в том числе и микроэлектронных, технологий. Проводимая НИИ «Гириконд» разработка такой технологии применительно, в первую очередь, к танталовым оксидно-полупроводниковым конденсаторам позволит в ближайшей перспективе предложить потребителям танталовые чип-конденсаторы нового поколения, отвечающие современным требованиям, в том числе миниатюрные конденсаторы для замещения соответствующих аналогов зарубежного производства.

НИИ «Гириконд» является первым отечественным разработчиком и пока единственным отечественным изготовителем нового поколения танталовых оксидно-электролитических конденсаторов К52-23. На рисунке 5 показан внешний вид конденсаторов, а в таблице 7 приведены их основные параметры.

Указанные конденсаторы, обладая повышенной частотной стабильностью ёмкости и низким эквивалентным последовательным сопротивлением (не более 0,2 Ом при -60°C), а также высокой энергоёмкостью, предназначены в первую очередь для использования в качестве эффективных накопителей энергии в импульсных модуляторах приёмо-передающих модулей АФАР. В 2018 году НИИ «Гириконд»

Таблица 7. Технические характеристики конденсаторов К52-23 производства НИИ «Гириконд»

Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, мкФ	Интервал рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	ЗПС на частоте 100 кГц, не более
16...63	3300...22 000	$-60...+125$	при $T=+25^{\circ}\text{C}$ – 0,1 Ом при $T=-60^{\circ}\text{C}$ – 0,2 Ом

Таблица 6. Технические характеристики танталовых оксидно-полупроводниковых чип-конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, мкФ
K53-46; ОСМ K53-46	3,2...50	0,033...100
K53-56; ОСМ K53-56	3,2...50	0,1...100
K53-56A; ОСМ K53-56A	4...50	0,1...330
K53-67	4...50	0,1...680



Рис. 5. Конденсаторы К52-23

планирует завершить работы по существенному расширению шкалы номинальных напряжений ($U_{\text{ном}}=10...125\text{ В}$) и ёмкостей ($C_{\text{ном}}=1000...51\,000\text{ мкФ}$), в том числе за счёт использования дополнительного типоразмера. Это позволит использовать данные изделия и во многих других приложениях. Конденсаторы К52-23 могут использоваться для замены зарубежных конденсаторов ТНQA2 и ТНQ1 производства Evans (США), DSCC10011 производства Vishay (США) и др.

В последние десятилетия в связи с развитием твердотельной электроники и соответствующим снижением рабочих напряжений основной массы функциональных блоков РЭА до десятков-единиц вольт практически исчезла потребность в плёночных конденсаторах на основе органических полимерных плёнок. Особые свойства различных плёнок позволяли с помощью таких конденсато-



Таблица 8. Технические характеристики новых низковольтных конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Разрабатываемые конденсаторы	Тип	Основные параметры и характеристики	Примечание
Полиэтилентерефталатные конденсаторы с однонаправленными выводами с улучшенными массогабаритными характеристиками	K73-84	$U_{\text{ном}}=63,0...630 \text{ В}$, $C_{\text{ном}}=0,01...100,0 \text{ мкФ}$, Интервал рабочих температур $-60...+125^{\circ}\text{C}$	Замена зарубежных аналогов Ercos и Wima (Германия)
Сетевые помехоподавляющие полипропиленовые конденсаторы классов X2 и Y2 с повышенной электрической прочностью	K78-53	$U_{\text{ном}}=300 \text{ В}$, $C_{\text{ном}}=0,1...2,2 \text{ мкФ (X2)}$, $C_{\text{ном}}=0,001...0,1 \text{ мкФ (Y2)}$, Интервал рабочих температур $-60...+100^{\circ}\text{C}$	Замена зарубежных аналогов Ercos и Wima (Германия)
Полипропиленовые конденсаторы общего назначения с улучшенными массогабаритными характеристиками	K78-54	$U_{\text{ном}}=400...1600 \text{ В}$, $C_{\text{ном}}=0,047...10 \text{ мкФ}$, Интервал рабочих температур $-60...+100^{\circ}\text{C}$	Замена зарубежных аналогов Ercos (Германия)

Таблица 9. Технические характеристики конденсаторов K78-51 производства НИИ «Гириконд»

Номинальное напряжение, кВ	Номинальная ёмкость, мкФ	Интервал рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$
0,63...40	0,01...470	$-60...+85$



Рис. 6. Конденсаторы K78-51, K75-15, K75-63

ров решать широкий спектр задач в цифровых и аналоговых схемах вакуумной электроники при напряжениях в десятки-сотни вольт. И в мировой, и в отечественной практике для рассматриваемых конденсаторов на основе двух (ПЭТ и ПП) плёнок сформировалась своя достаточно устойчивая ниша применения в современной аппаратуре. Это, как правило, оконечные силовые блоки РЭА, системы помехоподавления в линиях питания, мощные преобразователи напряжения, накопители энергии и т.п.

Особенностью нынешнего этапа развития плёночных конденсаторов является то обстоятельство, что в целях качественного улучшения массогабаритных характеристик диэлектрик в них работает при напряжённостях электрического поля, близких к физическому пределу прочности полимерных материалов. В современных конденсаторах с органическим диэлектриком это становится

возможным благодаря специальным видам его металлизации. Использование специальных технологий, так называемых свертонкой и сегментированной металлизацией, приводит к тому, что неизбежный при таких нагрузках локальный пробой диэлектрика не вызывает катастрофического отказа самого изделия, а заканчивается восстановлением его электрической прочности при незначительном уменьшении ёмкости. В свете изложенного указанные технологии металлизации являются критически важными для дальнейшего развития рассматриваемого вида конденсаторов двойного назначения и определяют качественный переход в их развитии с помощью новых конструктивно-технологических решений. Проведённые в НИИ «Гириконд» исследования и испытания убедительно подтвердили ещё одно важное положение, определяющее направления дальнейшего развития плёночных конденсаторов. Дело в том, что при относительно тонком слое металлизации металл-диэлектрическая структура на основе ПП-плёнки при высоких напряжённостях электрического поля обеспечивает значительно более высокую работоспособность конденсаторов по сравнению с такой же структурой на основе ПЭТ-плёнки. В результате применение ПП-плёнки позволяет достичь в конденсаторах более высоких значений рабочей напряжённости электрического поля и реализовать лучшие массогабаритные характеристики, несмотря на меньшую в 1,5 раза диэлектрическую проницаемость. Указанное обстоятельство делает предпочтительным применение ПП-плёнки в современных конденсаторах номинального напряжения от сотен вольт до десятков киловольт. Применение же ПЭТ-плёнки остаётся предпочтительным в самых

низковольтных конденсаторах благодаря её меньшей технологически достижимой толщине – 1,5...2 мкм против 4 мкм у ПП-плёнки.

Приведённые выше положения определили направления научно-технической деятельности НИИ «Гириконд» в области конденсаторов с органическим диэлектриком. В таблице 8 представлены краткие характеристики новых низковольтных конденсаторов, окончание разработок и наладка производства которых планируется в 2018 году.

На основе металлизированной ПП-плёнки также реализовано новое базовое конструктивно-технологическое решение для высоковольтных конденсаторов. В 2018 году на его основе разработаны высоковольтные конденсаторы общего назначения K78-51 (см. табл. 9) категории качества ОТК с номинальным напряжением до 40 кВ и удельной запасаемой энергией до 200 Дж/дм³. Это значение в несколько раз превышает уровень удельных характеристик существующих высоковольтных конденсаторов на основе комбинированного бумажно-плёночного диэлектрика. На рисунке 6 представлен конденсатор K78-51 на фоне серийно выпускаемых высоковольтных конденсаторов той же ёмкости и того же номинального напряжения с комбинированным диэлектриком.

В ближайшие годы на основе данного решения планируется сформировать функционально полную конкурентоспособную номенклатуру нового поколения высоковольтных конденсаторов двойного назначения с удельной энергоёмкостью до 1000 Дж/дм³.

Как следует из представленных выше материалов, на современном этапе развития РЭА конкурентоспособность отечественных конденсаторов и, соответственно, импортозамещение ЭКБ в части рассматриваемых изделий могут быть реализованы при условии их перевода на новые базовые конструктивно-технологические решения, основанные на новых электронных материалах и технологиях. Именно поэтому материаловедческие и технологические НИОКР, а также мероприятия по реализации их результатов в производстве являются постоянной составляющей научно-технической и производственной деятельности НИИ «Гириконд».





**Полная номенклатура
коаксиальных переходов для
трактов 7,0/3,04 и 3,5/1,52 мм.**

**Переходы серии ADP1A
являются **презиционными**,
обладают повышенным ресурсом и
выполняют целый ряд функций.**

Заказывая продукцию НПК ТАИР, вы получаете:

- Быструю поставку**
- Надежность, подтверждённую испытаниями**
- Повторяемость и воспроизводимость результатов измерений**
- Многоуровневую систему контроля и измерений параметров**
- Техническую консультацию и сопровождение**
- Сервисное обслуживание в России**

Научно-производственная компания ТАИР
634041 г. Томск, пр. Кирова, д. 51 А строение 5, офис 600, тел. +7(3822) 90-11-63