

# ИННОВАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ОАО "ЭЛЕКОНД"

В.Лебедев, к.т.н. [elecondbti@nm.ru](mailto:elecondbti@nm.ru)

ОАО "Элеконд" – один из основных производителей и поставщиков алюминиевых, ниобиевых и танталовых оксидных конденсаторов на рынки России и стран СНГ. Сегодня это – экономически устойчивое и динамично развивающееся предприятие. Любая инновация в конденсаторостроении подразумевает глубокое изучение необходимости разработки и оценки потребности рынка, т.е. проведения глубокого маркетингового исследования. В свою очередь, анализ маркетинговых исследований по направлениям деятельности формирует общий план развития предприятия в текущем и долгосрочном периодах. Для реализации потребностей рынка в конденсаторах необходимо иметь не только производственную составляющую, но и квалифицированные научные и инженерные кадры, исследовательские лаборатории, современные развитые машиностроительную, конструкторскую и технологическую базы, эффективную систему качества и обеспечивать высокую профессиональную подготовку работающих. В ОАО "Элеконд" эти требования реализованы в полной мере.

**С**овременный электролитический конденсатор – это сложное наукоемкое изделие с использованием специальных особо чистых материалов, зачастую синтезированных искусственно. Разработка современного конкурентоспособного электролитического оксидного конденсатора невозможна без новых материалов, новых технологий, в том числе нанотехнологий, и автоматического специального технологического и испытательного оборудования. Эти требования успешно выполняет ОАО "Элеконд", установивший за последние годы тесные научно-технические связи со многими университетами, институтами РАН, предприятиями различных отраслей промышленности. Так, с ИжГТУ (Ижевск) реализуется

проект по разработке базовых технологий для организации высокотехнологичного производства конденсаторов. В проекте участвуют ПНИПУ и ПГНИУ (Пермь). Продолжаются работы по исследованию материалов с ФТИ УрО РАН и УдГУ (Ижевск), по получению новых электролитов с ИГХТУ (Иваново), танталовых порошков с ИМЕТ РАН (Екатеринбург) и ООО "Технология тантала" (В.Пышма). Проводится серия НИОКР с "Красцветмет" (Красноярск), ЦНИИХМ (Москва), ОКБ "Титан" (Сергиев-Посад) и др. Большое внимание уделяется сотрудничеству с зарубежными компаниями, выпускающими материалы, оборудование и конденсаторы. В результате сотрудничества у компании EPCOS (Германия) приобретены комплекты оборудования по обработке конденсаторной



Рис.1. Машина травления алюминиевой фольги

фольги и по производству танталовых чип-конденсаторов (рис.1, 2). У компании OPPC Co. (Япония) приобретены пресс-автоматы и печь спекания для танталовых конденсаторов, у компаний CAP PARTS AG, EKONS, F&T (Германия), TSD (Голландия), KOMFI (Чехия) – сборочное оборудование, у JONICS (Индия) – автомат намотки секций конденсаторов, у фирмы WOTNHAND (Тайвань) – оборудование для производства конденсаторов с полимерным катодом. Этот список можно продолжить, особенно в части освоения новых материалов.

Все эти усилия позволили выполнить ряд НИОКР по разработке конкурентоспособных конденсаторов серий K50-xx, K52-xx, K53-xx и K58-xx. За последние девять лет за счет собственных разработок удалось обновить номенклатуру выпускаемых изделий на 60% (рис.3), при этом почти вся выпускаемая продукция, в основном, имеет категорию качества "ВП" и "ОС".

Рассмотрим кратко характеристики и назначение выпускаемых предприятием электролитических конденсаторов.

### Алюминиевые оксидно-электролитические конденсаторы серии K50-xx

**K50-15** – конденсаторы с аксиальными выводами. Номинальное напряжение ( $U_{\text{ном}}$ ) – 6,3–250 В, номинальная емкость ( $C_{\text{ном}}$ ) – 2,2–680 мкФ. Диапазон рабочих температур составляет -60...125°C, минимальная наработка на отказ при температуре 125°C превышает 1 тыс. ч. В основном применяются в специальной технике.

**K50-17** – конденсаторы с  $U_{\text{ном}} = 300\text{--}500$  В и  $C_{\text{ном}} = 150\text{--}1500$  мкФ. Предназначены для работы



Рис.2. Линия пиролиза для танталовых чип-конденсаторов

в импульсном режиме в качестве накопителей энергии. Гарантированная минимальная наработка на отказ 100 тыс. импульсов при частоте циклов заряд-разряд 1/10 Гц. Основное назначение – медицинская и лазерная техника, сварочное оборудование и др.

**K50-27 тип II** – высоковольтные конденсаторы с  $U_{\text{ном}}$  – до 450 В,  $C_{\text{ном}} = 100\text{--}1000$  мкФ. Минимальная наработка на отказ – более 10 тыс. ч при температуре 70°C. Основное назначение – источники вторичного питания, преобразовательная техника, системы специального назначения.

**K50-37** – конденсаторы с большим значением удельного заряда – до 3200 мкКл/см<sup>3</sup>,  $U_{\text{ном}}$  – до 250 В,  $C_{\text{ном}}$  – до 470000 мкФ. Применяются в медицинской и специальной технике, на железнодорожном транспорте, в источниках питания и др.



Рис.3. Электролитические конденсаторы ОАО "Элеконд"

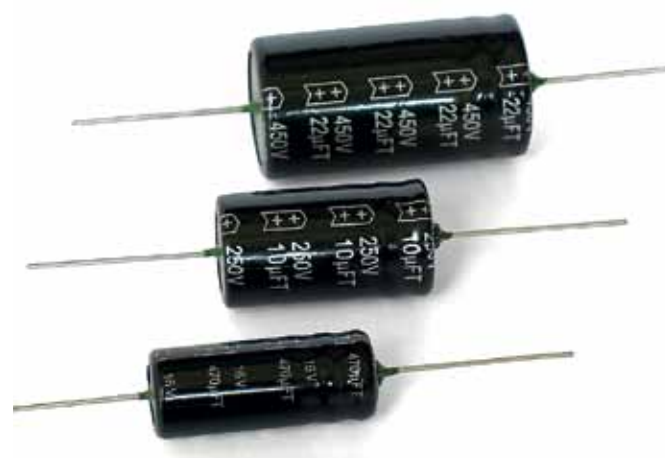


Рис.4. Алюминиевые конденсаторы серии K50-xx

**K50-68** – конденсаторы с радиальной конструкцией выводов.  $U_{\text{ном}}$  – до 450 В,  $C_{\text{ном}}$  – до 15000 мкФ. Широко применяются в аудио- и видеотехнике, автомобилестроении, спецтехнике и др.

**K50-74** – высоковольтные конденсаторы с жесткими самофиксирующимися выводами на напряжение 350–400 В,  $C_{\text{ном}} = 100\text{--}220$  мкФ. Применяются в аудио-, видеотехнике, кассовых аппаратах и др.

**K50-76** – конденсаторы с аксиальными проволочными выводами с  $U_{\text{ном}}$  – до 450 В и  $C_{\text{ном}}$  – до 2200 мкФ. Особенность – расширенный диапазон рабочих температур:  $-60\text{...}105^{\circ}\text{C}$ , увеличенное значение минимальной наработки на отказ при высоких электрических нагрузках (100 тыс. ч при  $0,2 U_{\text{ном}}$  и температуре  $40^{\circ}\text{C}$ ). Применение: специальная техника, железнодорожный и автомобильный транспорт.

**K50-77K** – конденсаторы с самым большим значением удельной энергии (до 3800 мкКл/см<sup>3</sup>) среди высоковольтных конденсаторов для силовой электроники (рис.4). Отличаются широкой шкалой  $U_{\text{ном}}$  (16–450 В) и шкалой емкости (до 100000 мкФ). Применяются в силовых и частотных преобразователях, выпрямителях, автотранспорте и др.

**K50-77 ВП** – конденсаторы с улучшенными техническими характеристиками и повышенной надежностью (наработка 12 тыс. ч при номинальном напряжении) в диапазоне рабочих температур от  $-40$  до  $85^{\circ}\text{C}$ . Предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов.

**K50-80** и **K50-84** – низкоимпедансные конденсаторы с радиальными винтовыми выводами. Диапазон рабочих температур  $-60\text{...}100^{\circ}\text{C}$ .

Рис.5. Алюминиевые конденсаторы K50-92

Шкала  $C_{\text{ном}}$  конденсаторов K50-84 расширена до 100000 мкФ. Предназначены для работы в устройствах силовой электроники и в специальной технике.

**K50-81** и **K50-83** – низкоимпедансные конденсаторы с радиальными проволочными выводами. Диапазон рабочих температур  $-60\text{...}100^{\circ}\text{C}$ . Шкала  $U_{\text{ном}}$  конденсаторов K50-83 расширена до 450 В. Особенность конденсаторов серий K50-80, K50-81, K50-83 и K50-84 – способность работать в жестких климатических и эксплуатационных условиях.

**K50-85** – конденсаторы с аксиальными проволочными выводами с диапазоном рабочих температур  $-60\text{...}100^{\circ}\text{C}$  и увеличенным сроком эксплуатации при высоких электрических нагрузках (минимальная наработка на отказ 7,5 тыс. ч при  $U_{\text{ном}}$  и температуре  $70^{\circ}\text{C}$ ) Применяются в силовой электронике с жесткими условиями эксплуатации.

**K50-86** – высоковольтные конденсаторы с радиальными винтовыми выводами с расширенными шкалой  $U_{\text{ном}}$  до 485 В и шкалой  $C_{\text{ном}}$  до 6800 мкФ. Применяются в радиоэлектронной аппаратуре и специальной технике.

**K50-87** – конденсаторы с аксиальными проволочными выводами и продольной обжимкой корпуса. Эффективны для замещения полярной группы конденсаторов K50-15 "5". Отличаются повышенной наработкой на отказ (в пять-восемь раз выше, чем у конденсаторов K50-15 "5") и стойкостью к воздействию механических нагрузок. Диапазон рабочих температур  $-60\text{...}125^{\circ}\text{C}$ . Основное применение: аппаратура с жесткими требованиями к эксплуатации.



Рис.6. Танталовые конденсаторы серии K52-xx

**K50-88** и **K50-89** – конденсаторы с радиальными проволочными выводами и продольной обжимкой корпуса. Эффективны для замены технически и морально устаревших конденсаторов K50-32 "5". Диапазон рабочих температур  $-60...125^{\circ}\text{C}$ . Характеризуются повышенной наработкой на отказ (в 20 раз выше, чем у K50-32 "5") и стойкостью к воздействию механических нагрузок. Применяются в аппаратуре с жесткими требованиями к эксплуатации. Отличаются лучшими, чем у K50-32 "5" массогабаритными характеристиками.

**K50-90** и **K50-91** – высоковольтные конденсаторы с радиальными винтовыми выводами с увеличенным значением минимальной наработки до 10 тыс. ч при температуре  $85^{\circ}\text{C}$  и 100 тыс. ч при работе в облегченном режиме. Применяются в радиоэлектронной аппаратуре специального назначения и др. Отличаются малыми массогабаритными характеристиками и расширенной шкалой  $C_{\text{ном}}$  с 470–15000 мкФ (K50-91).

**K50-92** – конденсаторы с аксиальными проволочными выводами с диапазоном рабочих температур  $-60...100^{\circ}\text{C}$ .  $U_{\text{ном}} = 6,3-450 \text{ В}$  и  $C_{\text{ном}} = 1-4700 \text{ мкФ}$ . По своим техническим характеристикам конденсаторы могут заменять конденсаторы K50-29, K50-20, K50-24, K50-27 тип I (рис.5).

### Конденсаторы электролитические объемно-пористые танталовые серии K52-xx

У конденсаторов серии (рис.6) самые высокие удельный заряд, минимальная наработка на отказ – до  $3 \cdot 10^5$  ч в облегченном режиме (K52-20). В основном применяются в аппаратуре специального назначения. Специалистам хорошо известны конденсаторы K52-1, K52-1Б, K52-1М, K52-1БМ, K52-9, K52-11, K52-17. Рассмотрим

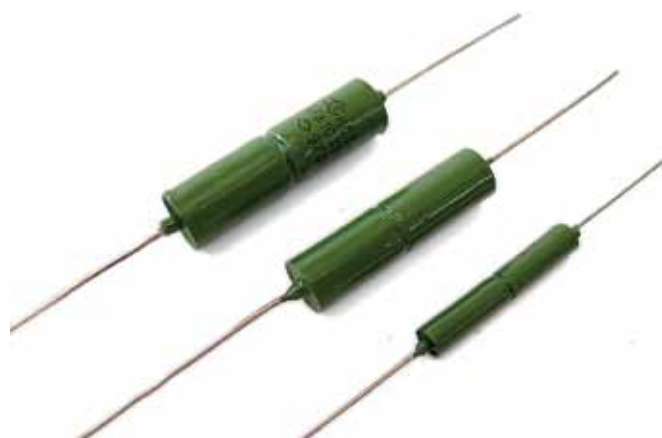


Рис.7. Танталовые конденсаторы K53-7

отличительные особенности конденсаторов последних разработок.

**K52-18** – герметичные танталовые конденсаторы с аксиальными выводами. Диапазон рабочих температур  $-60...125^{\circ}\text{C}$ . Конденсаторы имеют высокие удельные массогабаритные характеристики и удельный заряд до  $35000 \text{ мкКл/см}^3$ .

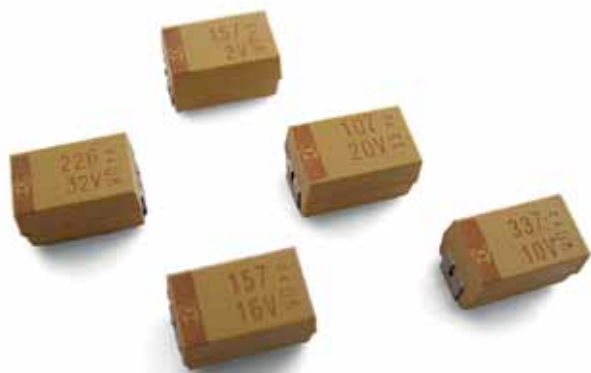


Рис.8. Танталовые чип-конденсаторы К53-хх

Применяются в основном в бортовой аппаратуре и спецтехнике.

**К52-19** – герметичные танталовые конденсаторы с аксиальными выводами.  $U_{\text{ном}}$  – до 200 В. Применение: бортовая аппаратура и космическая техника.

**К52-20** – герметичные танталовые конденсаторы с аксиальными выводами. Отличительные особенности – расширенный диапазон рабочих температур  $-60...175^{\circ}\text{C}$  и более жесткие нормы эксплуатационных характеристик. Применение: бортовая аппаратура, космическая техника и др.

**К52-21** – герметичные танталовые конденсаторы с аксиальными выводами.  $U_{\text{ном}}$  – 63 В,  $C_{\text{ном}}$  – до 470 мкФ, эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС) от 0,15 до 0,3 Ом при 100 кГц. Характеризуются высокой надежностью в режиме заряд-разряд. Применяются в приемопередающей аппаратуре.

### Конденсаторы оксидно-полупроводниковые (ОПК) танталовые серии К53-хх

**К53-1А** – высоконадежные герметичные конденсаторы с аксиальными выводами.  $U_{\text{ном}}$  – до 40 В, диапазон рабочих температур  $-60...125^{\circ}\text{C}$ . Применяются в радиоэлектронной аппаратуре общепромышленного и специального назначения.

**К53-7** – герметичные неполярные ОПК с аксиальными выводами на  $U_{\text{ном}}$  – 16–32 В в диапазоне температур  $-60...85^{\circ}\text{C}$  (рис.7). Применяются в аппаратуре специального назначения.

**К53-65** – чип-конденсаторы в пластмассовом корпусе опрессованного исполнения с малыми значениями ЭПС (до 0,8 Ом на частоте 100 кГц и при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ ) и тока утечки



Рис.9. Суперконденсаторы К58-20, К58-21

(0,5–28,5 мкА).  $U_{\text{ном}}$  – до 50 В, диапазон рабочих температур  $-60...125^{\circ}\text{C}$ . Предназначены для монтажа на поверхность печатных плат. Применяются в различных радиоэлектронных устройствах бытового и специального назначения.

**К53-66** – герметичные конденсаторы с аксиальными выводами.  $U_{\text{ном}}$  – до 50 В,  $C_{\text{ном}}$  = 0,22–1000 мкФ. Отличаются расширенной шкалой типонаименований. Имеют меньшие массогабаритные характеристики, чем К53-1А. Применяются в радиоэлектронной аппаратуре общепромышленного и специального назначения.

**К53-68** – чип-конденсаторы опрессованного исполнения стандартных и низкопрофильных размеров (высота до 2,2 мм) (рис.8). Характеризуются повышенной ударопрочностью (40000g для одиночных ударов), высокой стойкостью к воздействию специальных факторов. Применяются в изделиях специального и гражданского назначения.

**К53-72** – чип-конденсаторы опрессованного исполнения с ультранизким ЭПС (35–95 мОм), расширенной шкалой  $C_{\text{ном}}$  (22–1500 мкФ), высоким током пульсаций (1,3–2,2 А). Характеризуются стабильными температурными и частотными характеристиками. Созданы по мультианодной технологии (несколько параллельно соединенных анодов). Применяются в различной радиоэлектронной аппаратуре специального и гражданского назначения.

### Конденсаторы оксидно-полупроводниковые (ОПК) ниобиевые

**К53-4** – высоконадежные герметичные конденсаторы с аксиальными выводами.  $U_{\text{ном}}$  – до 20 В, диапазон рабочих температур  $-60...85^{\circ}\text{C}$ . Применяются

в радиоэлектронной аппаратуре специального и гражданского назначения.

**K53-52** – герметичный конденсатор с аксиальными выводами и меньшими по сравнению с K53-4 массогабаритными характеристиками. Применяется в радиоэлектронной аппаратуре специального и гражданского назначения, а также для замены танталовых ОПК.

**K53-60** – окукленные ОПК с радиальными выводами. Превосходят по своим характеристикам K53-19 и K53-21. Применяются в радиоэлектронной аппаратуре, в основном гражданского назначения.

### Конденсаторы с двойным электрическим слоем (суперконденсаторы) серии K58-xx (рис.9)

**K58-20** – герметичные суперконденсаторы с двойным электрическим слоем (ионисторы) и лепестковыми выводами.  $U_{\text{ном}} = 2,3 \text{ В}$ ,  $C_{\text{ном}} = 100 \text{ Ф}$ . Отличаются большой запасаемой энергией и большой мощностью разряда при коротком времени заряда. Диапазон рабочих температур  $-60...40^\circ\text{C}$ . Применяются в аппаратуре гражданского и специального назначения, системах электропитания различных устройств, в том числе гибридных и др.

**K58-21** – герметичные суперконденсаторы с двойным электрическим слоем и винтовыми выводами.  $U_{\text{ном}} = 2,3 \text{ В}$ ,  $C_{\text{ном}} = 3500 \text{ Ф}$ . Диапазон рабочих температур  $-60...40^\circ\text{C}$ . Применяются в аппаратуре гражданского и специального назначения, системах электропитания различных устройств, в том числе гибридных и др.

### Факторы, мешающие инновационному развитию ОАО "Элеконд"

Из опыта проведения НИОКР последних лет можно сделать вывод, что налоговый и таможенный кодексы, а соответственно и бухгалтерский учет, не стимулируют, а тормозят инновационное развитие предприятия. Инженер-разработчик значительное время занимается писанием различных бумаг для бюрократической системы, а не проведением НИОКР. Для того чтобы создавать наукоемкие, конкурентоспособные изделия, необходимо постоянно учиться. К сожалению, системы непрерывной подготовки высококвалифицированного инженерного корпуса пока нет. Тем не менее, работы по совершенствованию выпускаемой продукции и разработке новых электролитических конденсаторов продолжаются. Сегодня проводится несколько НИОКР по различным направлениям развития конденсаторов. В частности, по использованию новых танталовых порошков, исследованию и разработке новых электролитов, в том числе полимерных для конденсаторов, по разработке новых конденсаторов с улучшенными потребительскими свойствами.

Автор уверен, что усилия специалистов ОАО "Элеконд" по инновационному развитию конденсаторостроения принесут пользу не только потенциальным потребителям, но и России.

Более подробную информацию о конденсаторах предприятия можно найти на сайте [www.elecond.ru](http://www.elecond.ru). ●