



Сергей Швецов (КОМПЭЛ)

## АЛЮМИНИЕВЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ SAMWHA



*В статье рассматривается широкая номенклатура алюминиевых электролитических конденсаторов корейской компании Samwha. Приводятся параметры для выбора конденсатора при разработках различных приложений.*

Компания Samwha Electric Co. Ltd. является составной частью Samwha Capacitor Group — одной из старейших корейских компаний, производящей широкий спектр пассивных электронных компонентов. Samwha Capacitor Group была основана в 1956 году и называлась тогда Ohan Industry. Название Samwha компания обрела в 1960 году, а в 1963 году она первой в Корее начала массовое производство электролитических конденсаторов.

В 1968 году Samwha выходит на международный рынок, начав экспорт своей продукции в Японию. В 2002 году Samwha Capacitor Group приобрела производство конденсаторов у одного из крупнейших мировых производителей — Samsung Electro-mechanics. Это событие выдвинуло компанию в передовые ряды производителей данной продукции в мире. На сегодняшний день Samwha Capacitor Group — холдинг, включающий в себя более десятка различных компаний, производящих самые разнообразные пассивные электронные компоненты: начиная от фильтров и кварцевых резонаторов и заканчивая высоковольтными электролитическими конденсаторами.

С 2003 года компания КОМПЭЛ является официальным дистрибьютором компании Samwha Electric.

Samwha Electric выпускает широкую номенклатуру электролитических конденсаторов. Среди конденсаторов, входящих в программу

поставок компании КОМПЭЛ можно выделить несколько категорий:

- миниатюрные электролитические конденсаторы;
- алюминиевые электролитические конденсаторы для поверхностного монтажа;
- алюминиевые конденсаторы на основе электропроводного полимера (Hi-Cap).

Краткие характеристики миниатюрных электролитических конденсаторов приведены в таблице 1.

Алюминиевые электролитические конденсаторы, благодаря электрохимическому принципу работы, обладают следующими преимуществами:

- высокая удельная емкость, позволяющая изготавливать конденсаторы емкостью свыше 1 Ф;
- высокий максимально допустимый ток пульсации;
- высокая надежность;

- оптимальное соотношение цена/емкость.

В электролитическом конденсаторе заряд накапливается между алюминиевой обкладкой, называемой анодом, и электролитом (электропроводная жидкость, твердый органический полупроводник или проводящий полимер), называемым катодом. Диэлектриком служит оксид алюминия ( $Al_2O_3$ ), покрывающий поверхность анода (рис. 1). Второй слой алюминиевой фольги, служащий контактной поверхностью для проходящего через электролит тока, называется катодной фольгой. Слой бумаги (ткани) является носителем электролита, которым предварительно пропитывается, а так же механически разделяет анод и катод, предотвращая их от короткого замыкания.

Одним из факторов высокой удельной емкости электролитических конденсаторов является малая толщина диэлектрического слоя, которая даже для высоковольтных конденсаторов составляет менее 1 мкм (для примера,

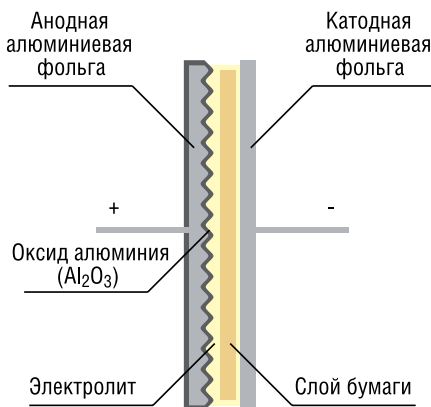


Рис. 1. Конструкция электролитического конденсатора

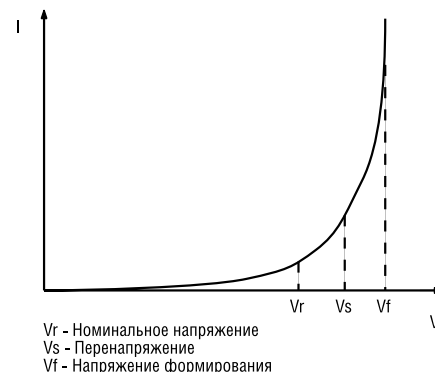


Рис. 2. Вольтамперная характеристика электролитического конденсатора

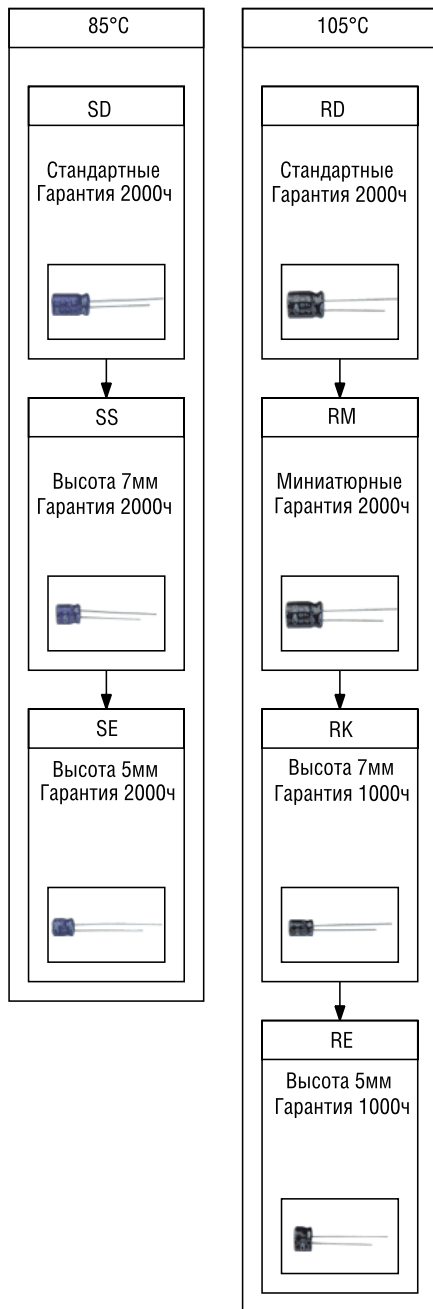


Рис. 3. Серии стандартных конденсаторов SAMWHA

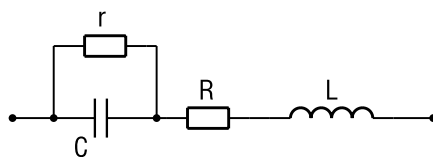


Рис. 4. Эквивалентная схема конденсатора

минимальная толщина бумажного диэлектрика равна 6-8 мкм). Еще более высокие удельные емкости достигаются за счет увеличения эффективной площади анода методом травления. Площадь при этом увеличивается до 200 раз, но при

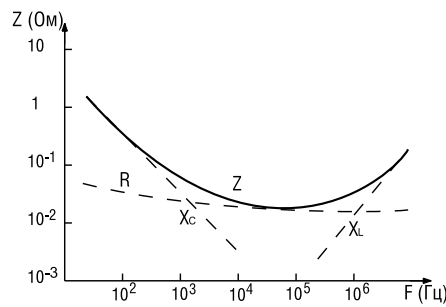


Рис. 5. Характер зависимости импеданса от частоты

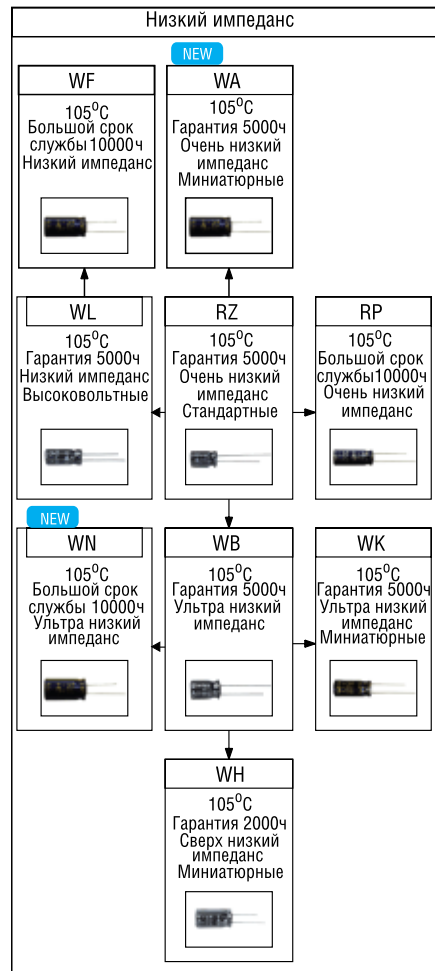


Рис. 6. Серии конденсаторов Samwha с низким импедансом

некотором ухудшении электрических характеристик конденсатора. Преимущество жидкого электролита состоит в способности затекать в микроуглубления анода.

Оксидный слой формируют при производстве электролитическим окислением, а его толщина пропорциональна формирующему напряжению с коэффициентом 1,2 нм/В. Электролитический процесс продолжается и во время работы конденсатора при проте-

кании электрического тока через электролит (вольтамперная характеристика приведена на рисунке 2). При увеличении напряжения, сопротивление оксидного слоя уменьшается, что ведет к быстрому росту тока, а при превышении формирующего напряжения начинается процесс формирования оксидного слоя, сопровождающийся выделением большого количества тепла и газа, что может привести к выходу из строя конденсатора.

При выборе электролитического конденсатора общего назначения нужно обратить внимание на стандартные серии SD (85°C) и RD (105°C). Конденсаторы этих серий популярны, благодаря невысокой стоимости, широкому диапазону номинальных емкостей (0,1...33000 мкФ), напряжений (4...500 В) и рабочей температуры. Производятся также стандартные серии с низкопрофильными корпусами (рис. 3).

Однако неидеальность, присущая всем электролитическим конденсаторам, ограничивает их применение. Рассмотрим частотную зависимость импеданса реального конденсатора.

Импеданс определяется следующими компонентами эквивалентной схемы (рис. 4)

- емкостное реактивное сопротивление  $X_C$
- эквивалентное индуктивное реактивное сопротивление  $X_L$  (ESL equivalent series inductance)
- эквивалентное последовательное сопротивление  $R$  (ESR equivalent series resistance)
- сопротивление утечки  $g$ .

На низких частотах импеданс определяется емкостным реактивным сопротивлением (рис. 5).

С ростом частоты емкостное реактивное сопротивление уменьшается, но лишь до тех пор, пока не приблизится к величине эквивалентного последовательного сопротивления, определяющегося потерями в диэлектрике, сопротивлением контактов и обкладок.

На резонансной частоте реактивная составляющая обращается в нуль, и импеданс равен  $R$ .

Выше резонансной частоты, за счет индуктивности выводов и

Таблица 1. Краткие характеристики миниатюрных электролитических конденсаторов

Серии	Особенности	Рабочий температурный диапазон, °С	Диапазон номинальных напряжений, В пост. тока	Диапазон номинальных емкостей, мкФ	Гарантированный срок службы, ч
Стандартные серии(85°C)	SD Стандарт	-40 (-25)...85	6,3...500	1,0...39000	2000
	SS Стандарт, высота 7 мм	-40...85	4...63	0,1...220	2000
	SE Стандарт, высота 5 мм	-40...85	4...63	0,1...330	2000
Стандартные серии(105°C)	RD Стандарт, широкий температурный диапазон	-55 (-40, -25)...105	6,3...450	2,2...22000	1000...2000
	RM Широкий температурный диапазон	-40...105	6,3...450	1,0...33000	2000
	RK Широкий температурный диапазон, высота 7 мм	-55...105	4...63	0,1...68	1000
	RE Широкий температурный диапазон, высота 5 мм	-55...105	4...50	0,1...220	1000
Низкий импеданс	RZ Очень низкий импеданс, высокая надежность	-55...105	6,3...63	0,47...15000	2000...5000
	WL Очень низкий импеданс, миниатюрность	-55...105	6,3...35	150...10000	3000...5000
	WA Очень низкий импеданс, высокое напряжение	-40 (-25)...105	6,3...450	0,22...15000	2000...5000
	WN Очень низкий импеданс, большой срок службы	-55...105	6,3...50	1,0...15000	4000...10000
	RP Очень низкий импеданс, миниатюрность, большой срок службы	-40...105	6,3...100	0,47...15000	5000...10000
	WF Ультра низкий импеданс	-40...105	6,3...100	0,47...15000	2000...5000
	WB Ультра низкий импеданс	-40...105	6,3...50	27...8200	6000...10000
	WK Ультра низкий импеданс	-40...105	6,3...16	470...3300	5000
WH Низкий импеданс, высота 7мм	-40...105	6,3...16	470...3300	2000	
Для балластные схем, зарядных устройств, адаптеров	BA Для балластных схем, малые размеры корпуса	-40 (-25)...105	160...450	1,0...220	2000
	RH Высокий ток пульсаций	-40 (-25)...105	160...400	1,0...150	5000
	BH Для балластных схем, высокий ток пульсаций	-25...105	200...400	2,2...100	5000
	BL Для балластных схем, большой срок службы	-25...105	160...450	6,8...150	8000...10000
	BK Для балластных схем, высокая рабочая температура	-40 (-25)...125	160...400	2,2...47	5000
	BM Для балластных схем, высокая рабочая температура	-40 (-25)...150	160...400	2,2...47	2000
	CH Для зарядных схем, адаптеров	-25...85	400, 450	2,2...68	2000
Высокая надежность	RB Широкий температурный диапазон, миниатюрность	-55 (-40)...125	6,3...250	1,0...15000	2000
	WT Широкий температурный диапазон, большой срок службы, низкий импеданс	-40...125	6,3...50	10...3300	1000...5000
	VA Широкий температурный диапазон (130°C)	-40...130	10...63	1,0...220	2000...4000
	VB Широкий температурный диапазон (155°C)	-40...155	10...100	1,0...4700	1000
Неполярные	RN Широкий температурный диапазон	-40...105	6,3...100	0,1...10000	1000
	NP Стандарт	-40...85	6,3...250	0,47...10000	2000
	NS Высота 7 мм	-40...85	6,3...63	0,1...47	2000
	NE Высота 5 мм	-40...85	6,3...50	0,1...47	1000
	BP Для гальванической развязки	-40...85	25, 50, 100, 200	1,0...100	2000
	BR Для гальванической развязки, широкий темп. диапазон	-40...105	200	3,3...100	2000
	NF Для схем строчной развертки	-40...85	25, 50	1,0...10	2000
NH Для схем строчной развертки	-40...105	25, 50	1,0...10	2000	
Низкий ток утечки	RL Низкий ток утечки, широкий температурный диапазон	-55...105	10...50	0,1...330	1000
	LL Низкий ток утечки, стандарт	-40...85	10...100	1,0...470	2000
	LS Низкий ток утечки, высота 7 мм	-40...85	6,3...63	0,1...100	2000
	LE Низкий ток утечки, высота 5 мм	-40...85	4...50	0,1...100	1000

Таблица 2. Электролитические конденсаторы для поверхностного монтажа

Серии	Особенности	Рабочий температурный диапазон, °C	Диапазон номинальных напряжений, В пост. тока	Диапазон номинальных емкостей, мкФ	Гарантированный срок службы, ч
Поверхностный монтаж	SC Стандарт	-40...85	4...450	0,1...10000	2000
	NC Высота 5,5 мм, неполярные	-40...85	6,3...50	0,1...47	2000
	RC Широкий температурный диапазон	-55...105	6,3...50	0,1...1000	1000
	ZC Высота 5,5 мм, низкий импеданс	-55...105	6,3...35	0,1...100	1000
	JC Широкий температурный диапазон, высокий коэффициент CV	55 (-40)...105	4...450	3,3...6800	2000
	СК Низкий импеданс, высокий коэффициент CV	-55...105	6,3...100	10...1500	2000
	CD Очень низкий импеданс	-55...105	6,3...50	10...1500	2000
	CM Низкий импеданс, большой срок службы	-55...105	6,3...50	10...1500	3000...5000
	CN Высота 5,5 мм, широкий температурный диапазон, неполярные	-40...105	6,3...50	0,1...47	1000
	CA Высокий коэффициент CV, большой срок службы	-40...105	6,3...50	10...1000	5000
	CB Большой срок службы	-55...105	4...50	0,1...100	5000
	CF Широкий температурный диапазон (130°C)	-55...130	10...50	22...1000	2000...5000
	CT Широкий температурный диапазон (130°C), низкий импеданс	-55...130	10...50	33...470	2000
CW Высокая надежность	-55...150	10...50	33...1000	1000	

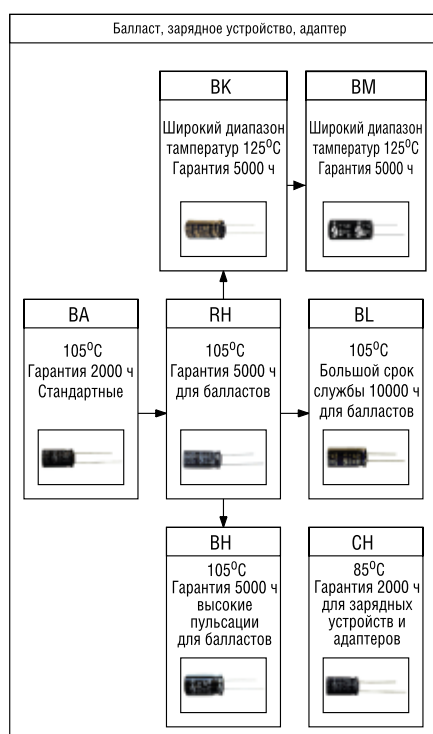


Рис. 7. Серии конденсаторов Samwha для балластов и зарядных устройств

внутренней структуры конденсатора, импеданс растет. Поэтому стандартные электролитические конденсаторы плохо работают на высоких частотах.

Фирмой Samwha выделяют-ся серии конденсаторов с низким

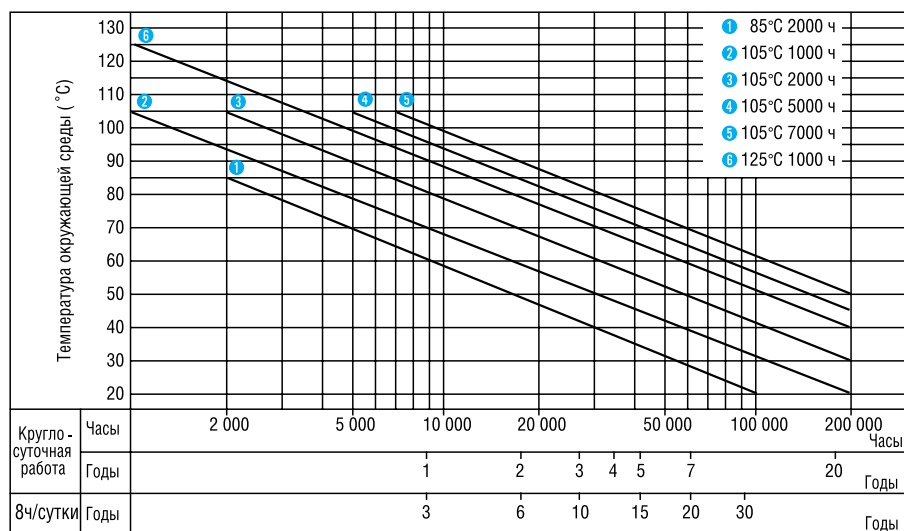


Рис. 8. Типовой срок службы

полным сопротивлением (рис. 6). В документации на эти конденсаторы, помимо остальных параметров, указывается импеданс, измеренный на частоте 100 кГц при температуре окружающей среды 20°C. Конденсаторы этих серий идеальны для применения в импульсных источниках питания и других цепях, работающих в широком диапазоне частот.

Любое изменение напряжения на обкладках конденсатора (будь то пульсация, или изменение по-

стоянного напряжения) вызывает протекание переменного тока через конденсатор (ток пульсации). Из-за омических потерь ток пульсации приводит к нагреванию конденсатора. Превышение тока пульсации выше указанного производителем значения приведет к быстрому старению конденсатора, ухудшению его параметров и преждевременному выходу из строя.

Для цепей электронного балласта, зарядных устройств, адаптеров и других устройств с высоким

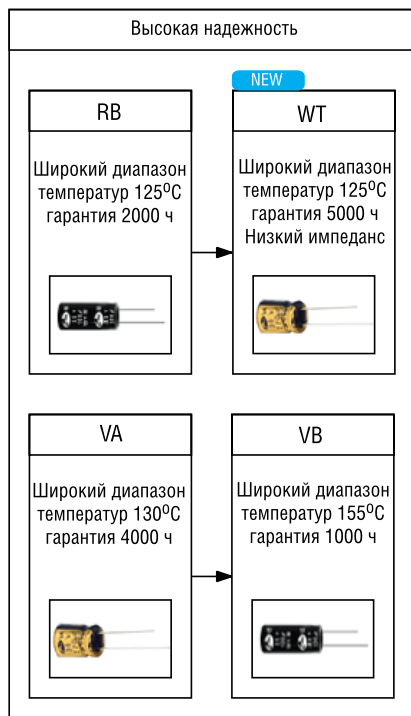


Рис. 9. Серии высоконадежных конденсаторов

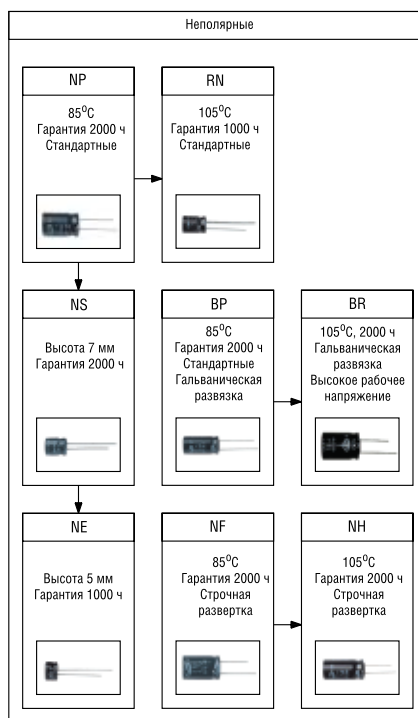


Рис. 10. Серии неполярных конденсаторов Samwha

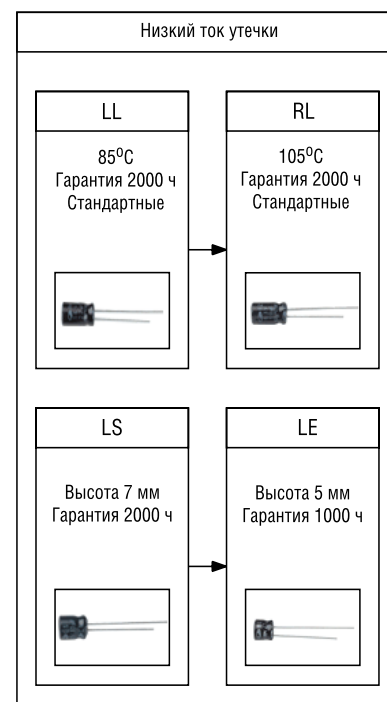


Рис. 11. Серии конденсаторов с низким током утечки

рабочем напряжением и высокими токами пульсации компанией Samwha выпускаются серии конденсаторов, представленные на рисунке 7.

Один из важнейших параметров устройства – срок службы. Гарантированный срок службы конденсатора определяется производителем как время, в течение которого интенсивность отказов не превышает установленную. Срок службы указывается для наиболее жесткой эксплуатации, то есть при максимальной температуре, максимальном напряжении и максимальном токе пульсации на этой температуре. Использование конденсатора в более мягких условиях увеличивает его реальный срок службы. Так снижение рабочей температуры на 10°C увеличит срок службы примерно вдвое. (рис. 8).

На рисунке 9 представлены серии высоконадежных конденсаторов с расширенным температурным диапазоном и большими сроками службы. Конденсаторы этих серий рекомендуются к использованию для повышения надежности и сроков службы электронной аппаратуры, а также незаменимы для использования

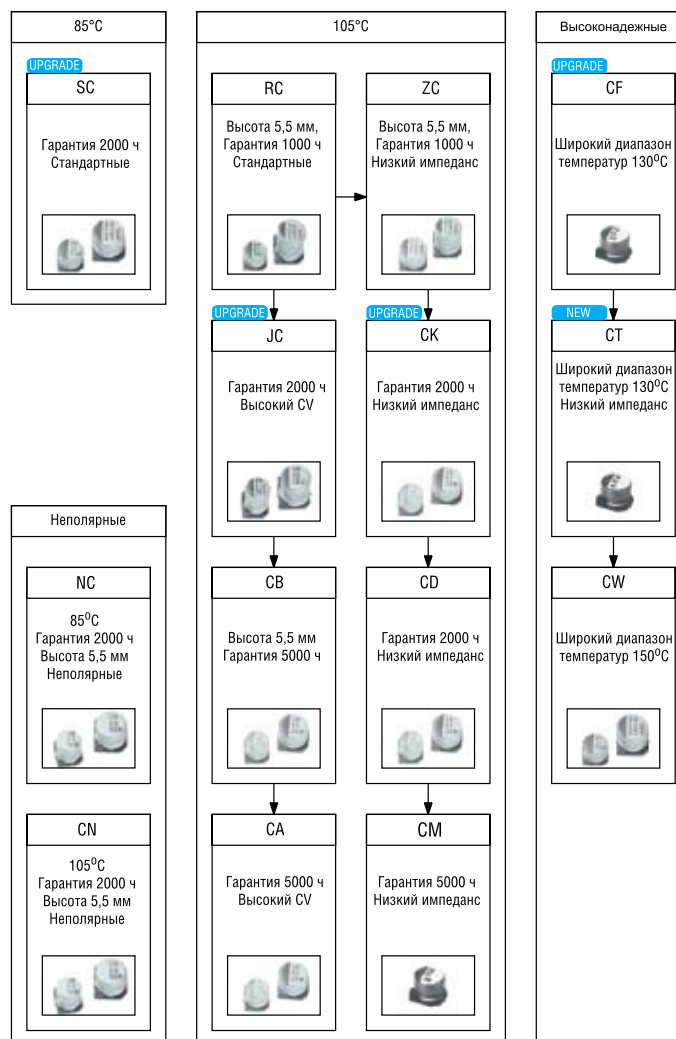


Рис. 12. Электролитические конденсаторы для поверхностного монтажа

Таблица 3. Серии алюминиевых электролитических конденсаторов Hi-Cap с твердым диэлектриком

Серии	Особенности	Рабочий температурный диапазон, °С	Диапазон номинальных напряжений, В пост. тока	Диапазон номинальных емкостей, мкФ	Гарантированный срок службы, ч	
Выводной монтаж	FB	Hi-CAP	-55...105	2,5...25	6,8...3300	2000
	FJ	Hi-CAP, высокая емкость, низкий ESR	-55...105	2,5...16	180...2700	2000
«Поверхностный монтаж»	FA	Hi-CAP	-55...105	2,5...25	3,3...1500	2000
	FH	Hi-CAP, высокая емкость, низкий ESR	-55...105	2,5...16	39...2700	2000
	FZ	Hi-CAP, большой срок службы	-55...105	4...25	10...160	5000
	FT	Hi-CAP, широкий температурный диапазон	-55...125	10...35	8,2...82	2000
	FC	Hi-CAP	-40...105	2...16	2,2...470	1000

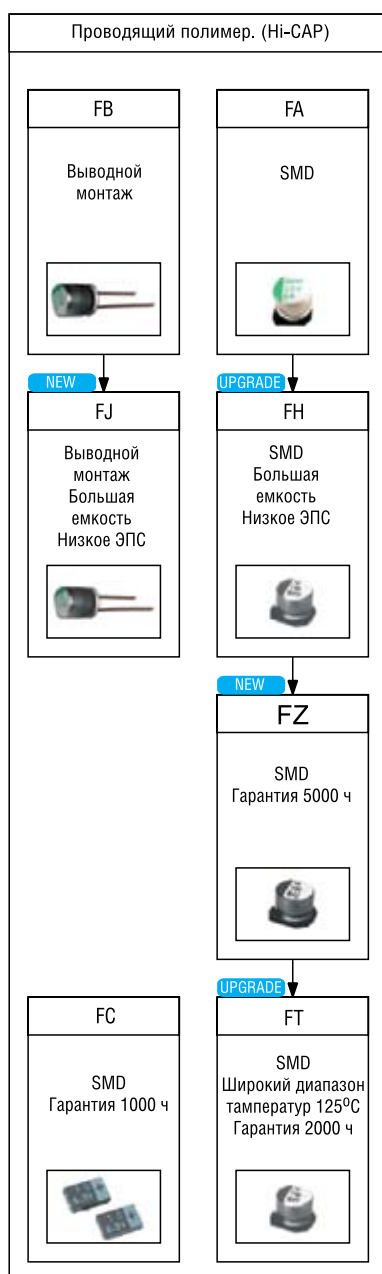


Рис. 13. Hi-CAP конденсаторы

при высоких температурах (до 155°С).

Электролитический конденсатор, конструкция которого соответствует рисунку 1, будет работать только при подключении к аноду положительного полюса, а к катоду отрицательного. Противоположная полярность вызовет электролитический процесс формирования диэлектрического слоя на катодной фольге, сопровождаемый выделением большого количества тепла и газа, что может вывести конденсатор из строя.

Для гальванической развязки и других цепей с переменным рабочим напряжением разработаны специальные серии неполярных конденсаторов, представленных на рисунке 10.

Если схемотехника диктует необходимость длительного хранения электрического заряда, следует особенно внимательно относиться к выбору конденсатора по параметру тока утечки. Причина появления тока утечки — неидеальный характер поляризации диэлектрика, наличие примесей и влаги в диэлектрике. Величина тока утечки может быть уменьшена только на этапе изготовления конденсатора и характеризует его качество.

Линейка недорогих популярных стандартных серий (SC, RC) алюминиевых электролитических конденсаторов для поверхностного монтажа представлена в таблице 2. Серии конденсаторов с повышенной надежностью, низким

импедансом, расширенным диапазоном рабочих температур позволят сделать выбор при более жестких требованиях.

Разнообразие алюминиевых электролитических конденсаторов для поверхностного монтажа показано на рисунке 12.

Конденсаторы серий Hi-Cap используют в качестве электролита твердый электропроводный полимер. Этим конденсаторам присущи высокая стабильность емкости, импеданса и ESR во всем температурном диапазоне благодаря термостабильности использованного полимера. По сравнению с другими электролитическими конденсаторами, Hi-Cap обладает более низким импедансом. Низкий импеданс на высоких частотах (100 кГц...10 МГц) делает их идеальными для применения в цифровых цепях. Благодаря низкому эквивалентному последовательному сопротивлению (ESR), Hi-Cap надежно работает при высоких токах пульсаций.

Hi-Cap-конденсаторы производятся как для поверхностного, так и для выводного монтажа. Серии алюминиевых электролитических конденсаторов Hi-Cap с твердым диэлектриком представлены на рисунке 13 и таблице 3.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [discret.vesti@compel.ru](mailto:discret.vesti@compel.ru)