

# ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИП-ТАНТАЛОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ



*Электролитические и чип-танталовые конденсаторы Hitachi AIC давно прославились своей надежностью и широко применяются в современной силовой электронике. Компания постоянно работает над совершенствованием технологий и улучшением характеристик продукции. В статье дан обзор конденсаторов производства Hitachi AIC – алюминиевых электролитических и чип-танталовых, что позволяет использовать этот материал как справочное руководство разработчика силовой электроники.*

Корпорация Hitachi AIC была основана в 1965 году и входит в настоящий момент в Hitachi Chemical Group – составную часть гигантской корпорации Hitachi, ведущей свою историю с 1910 года. Сегодня Hitachi занимает 22 место среди крупнейших компаний мира, с годовым оборотом более 68 млрд. долларов США и штатом в 340 тыс. сотрудников. В свою очередь,

Hitachi AIC известна как один из ведущих мировых производителей высококачественных алюминиевых электролитических и чип-танталовых конденсаторов. В дополнение к традиционно высокому качеству своей продукции Hitachi AIC лидирует в разработке новейших технологий производства конденсаторов с улучшенными рабочими характеристиками, наиболее полно отвеча-

ющими требованиям современного рынка силовой электроники.

Алюминиевые электролитические конденсаторы производятся в нескольких вариантах:

- с болтовыми выводами (Screw Terminal Types), среди которых – продукция с гарантией срока службы от 6000 до 12000 часов, номинальным напряжением до 550 В и диапазонами рабочих температур  $-40...85^{\circ}\text{C}$  и  $-40...105^{\circ}\text{C}$ ;
- с усиленными выводами (Snap-in Types), среди которых – продукция с гарантией срока службы от 6000 до 12000 часов, номинальным напряжением до 500 В и диапазонами рабочих температур  $-40...85^{\circ}\text{C}$  и  $-40...105^{\circ}\text{C}$ , а также с низким эквивалентным последовательным сопротивлением, уменьшенными размерами (высота конденсатора 20 мм); специальные серии для фотовспышки;
- серии для монтажа на печатную плату (6000 часов,  $-40...85^{\circ}\text{C}$  и  $-40...105^{\circ}\text{C}$ , 450 В).

Основные параметры электролитических конденсаторов Hitachi AIC приведены в таблице 1.

Таблица 1. Серии алюминиевых электролитических конденсаторов Hitachi AIC

Серия	Напряжение, В	Рабочая температура, ( $^{\circ}\text{C}$ )	Срок службы, (часы/ $^{\circ}\text{C}$ )	Внешний вид
<b>Конденсаторы с усиленными выводами Snap-In</b>				
HP3	16...500	-40...85	6000/85	
HU3	16...500	-40...105	6000/105	
HU4/HU5	200...450	-40...105	6000/105	
HL2	200...450	-40...105	12000/105	
<b>Конденсаторы для монтажа на печатную плату – Board-Mount</b>				
PS2	200...450	-40...85	6000/85	
US2	200...450	-40...105	6000/105	
<b>Конденсаторы с болтовыми выводами</b>				
HCGF5	160...450	-25...85	6000/85	
HCGF6	350...500	-25...85	6000/85	
FXA	350...450	-40...85	12000/85	
FX2	350...550	-40...85	12000/85	
FXR	350...500	-40...85	12000/85	
GXA	350...450	-40...105	12000/105	
GX2	400...500	-40...105	12000/105	
GXR	350...450	-40...105	12000/105	
GXH	350...450	-40...105	12000/105	

## НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ МОМЕНТЫ О СРОКАХ СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ

Срок эксплуатации – один из основных параметров электролитических конденсаторов. Он всегда приводится производителем для каждой серии, но оценивать это значение необходимо очень корректно. Например, для серии повышенной надежности GX2 указан срок службы 12000 часов или 500 дней. Однако необходимо отметить, что эти цифры гарантируются производителем при максимально допустимых пульсациях тока при  $105^{\circ}\text{C}$  и максимально допустимой температуре эксплуатации ( $105^{\circ}\text{C}$  для серии GX2). Если

В соответствии с директивой RoHS изменений в наименовании не происходит. На упаковке конденсаторов ставится отметка «lead free»

Таблица 2. Сроки эксплуатации (тысячи часов) электролитических конденсаторов серии GX2 фирмы Hitachi AIC в зависимости от температуры и тока пульсаций

$I_{\text{пульс-105}^\circ\text{C}}/I_T^*$	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
$T^{**} = 40^\circ\text{C}$	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
$T = 45^\circ\text{C}$	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
$T = 50^\circ\text{C}$	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	210		
$T = 55^\circ\text{C}$	250	250	250	250	250	250	250	241	199	163			
$T = 60^\circ\text{C}$	250	250	250	250	250	217	183	152	126				
$T = 65^\circ\text{C}$	250	250	250	250	189	137	116	96					
$T = 70^\circ\text{C}$	250	250	205	159	120	87	73	61					
$T = 75^\circ\text{C}$	194	162	130	101	76	55	46						
$T = 80^\circ\text{C}$	123	102	82	64	48	35	29						
$T = 85^\circ\text{C}$	78	65	52	40	30	22							
$T = 90^\circ\text{C}$	49	41	33	25	19								
$T = 95^\circ\text{C}$	31	26	21	16									
$T = 100^\circ\text{C}$	19	16											
$T = 105^\circ\text{C}$	12												

\*  $I_{\text{пульс-105}^\circ\text{C}}/I_T$  — отношение максимально допустимого тока пульсаций при  $105^\circ\text{C}$  к току пульсаций при температуре  $T$ .  
 \*\*  $T$  — температура окружающей среды.

окружающая температура и пульсации тока будут меньше, то и время непрерывной эксплуатации электролитических конденсаторов будет больше. Это наглядно показано для рассматриваемой нами серии GX2 в таблице 2.

Из таблицы 2 хорошо видно, что при температуре  $40^\circ\text{C}$  и пульсациях, которые допустимы только при  $105^\circ\text{C}$ , срок службы будет составлять 250 тысяч часов или 28,5 лет. Это гарантированный параметр. В действительности время жизни будет еще больше. Графически эти зависимости для серии GX2 представлены на рисунке 1. Hitachi AIC приводит рассмотренные примеры таблиц и графиков для каждой серии электролитических конденсаторов.

Окончание срока эксплуатации (End of life) при допустимых тепловых и электрических режимах не означает, что наступает летальный исход конденсатора. Конеч-

но, может произойти катастрофический отказ при перегрузках, но мы этот случай не рассматриваем. Под окончанием времени жизни подразумевается выход параметров (емкости,  $\tan \delta$ , тока утечки) за оговоренные производителем допустимые пределы. Например, для серии FXA зависимости емкости,  $\tan \delta$  и тока утечки показаны на рисунке 2.

Способов увеличения продолжительности срока службы эксплуатации электролитического конденсатора несколько:

- выбор конденсатора из серии с повышенной надежностью;
- выбор конденсатора с большей максимально допустимой рабочей температурой;
- уменьшение пульсаций тока в конденсаторе — этого можно достичь увеличением емкости;
- выбор конденсатора с большей величиной допустимого напряжения, если это возможно;

- выбор конденсатора с низким значением ESR (Equivalent Series Resistance) — эквивалентного последовательного сопротивления;
- облегчение температурного режима эксплуатации;
- выбор конденсатора от ведущего мирового производителя.

Конденсаторы с низким значением ESR допускают значительно больше уровни пульсаций тока, поэтому при равных условиях время жизни у них будет больше. При выборе конденсатора нужно учитывать температурную и частотную зависимости ESR, что наглядно показано на рисунке 3. При температурах около  $-40^\circ\text{C}$  эквивалентное последовательное сопротивление резко возрастает.

В работающем приборе конденсаторы находятся под воздействием постоянного и пульсирующего напряжений. Свой вклад в потери и нагрев конденсатора вносит и сопротивление утечки, которое характеризует качество изоляции между обкладками. Мощность потерь, вносимая током утечки пропорциональна квадрату тока утечки или квадрату постоянной составляющей на конденсаторе. Когда номинального напряжения конденсаторов недостаточно, их приходится соединять последовательно. При этом напряжение на них может распределяться неравномерно из-за технологического разброса номиналов. Рассмотрим конкретный пример последовательного включения двух электролитических конденсаторов с номи-

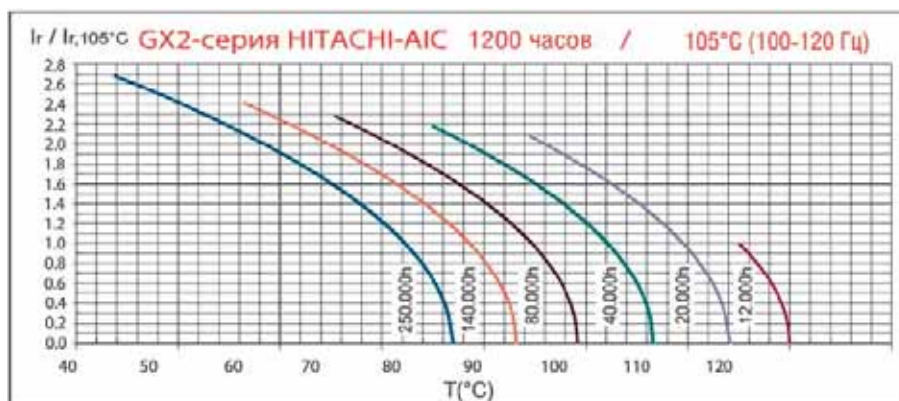


Рис. 1. Сроки эксплуатации электролитических конденсаторов серии GX2 фирмы Hitachi AIC в зависимости от окружающей температуры и тока пульсаций

Таблица 3. Чип-танталовые электролитические конденсаторы Hitachi AIC

Серия	Свойства	Рабочая температура, (°C)	Напряжение, (VDC)	Емкость, (мкФ)
TMCJ	Уменьшенный корпус (0603)	-55...125	2,5...16	1...15
TMCS	Стандартные размеры корпусов	-55...125	4...35	0,1...68
TMCM	Уменьшенные размеры корпусов	-55...125	2,5...35	0,47...70
TMCP	Уменьшенный корпус (0805)	-55...125	2,5...20	0,1...33
TMCU	Низкопрофильные корпуса	-55...125	2,5...35	0,1...330
TMCR	Низкое ESR	-55...125	6,3...35	10...330
TMCH	Высоконадежное исполнение	-55...125	4...35	0,1...100
TMCTX	Со встроенным предохранителем	-55...125	10...35	1,0...68
TMCN	С высококачественным полимером	-55...105	2,5...10	2,2...47
TMF	Уменьшенный размер, высота 0.9 мм	-55...125	2,5...16	1...22
TNC	Расширенный диапазон температур	-55...150	10...35	0,33...47

В соответствии с директивой RoHS в конце наименования (Part Number) добавлена буква «F»

нальным напряжением 350VDC, емкость которых имеет допуск  $\pm 20\%$  от номинального значения. В худшем случае емкость одного из них будет составлять 120%, а у другого – 80% от номинала. Теоретически при суммарном напряжении 700 В к одному из конденсаторов будет приложено 420 В, а к другому – 280 В. И это без учета разброса сопротивлений утечки. Чтобы уравновесить напряжения, параллельно каждому конденсатору подключают выравнивающие резисторы. Специально для этих целей Hitachi AIC выпускает резисторы с максимальной мощностью от 5 до 20 Вт, которые крепятся винтами непосредственно к болтовым выводам.

На рисунках 4а и 4б показаны варианты параллельного включения силовых электролитических конденсаторов. Вариант с распределенными шинами питания на рисунке 4б позволяет значительно снизить паразитную индуктивность соединительных шин.

### ЧИП-ТАНТАЛОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ HITACHI AIC

Чип-танталовые конденсаторы с номинальным напряжением до 50 В выпускаются всех стандартных типоразмеров обычной и повышенной надежности, с низким эквивалентным последовательным сопротивлением. Имеются низкопрофильная и миниатюрная серии, специальная серия конденсаторов со встроенным тепловым предохранителем. Диапазоны рабочих температур чип танталовых конденсаторов -55...125°C, -55...105°C и -55...150°C.

Основные серии с диапазонами емкости, напряжения и рабочего диапазона температур приведены в таблице 3.

На рисунке 5 показаны размеры стандартных корпусов и сис-

тема обозначений в базе данных компании КОМПЭЛ.

Дополнительную информацию об электролитических и чип-танталовых конденсаторах Hitachi AIC с PDF-файлами от производителя

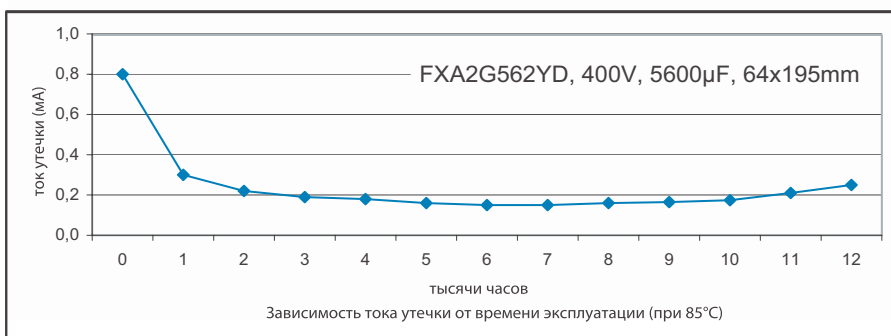
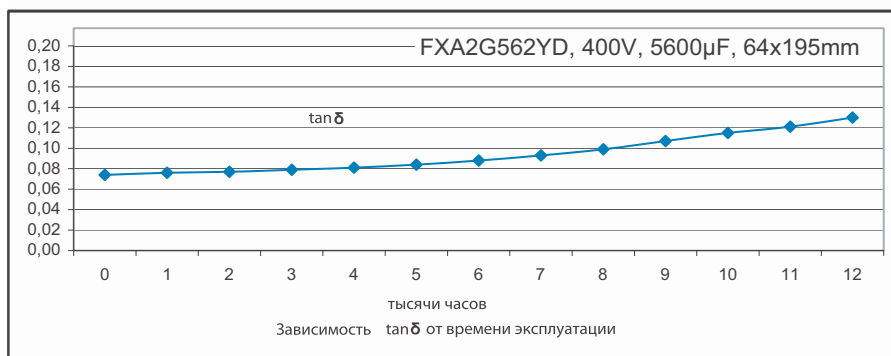
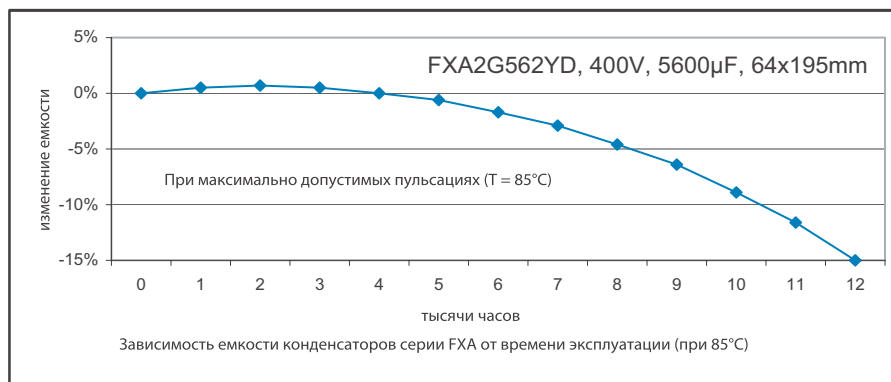


Рис. 2. Зависимости емкости, tan δ и тока утечки электролитических конденсаторов серии FXA от времени и условий эксплуатации

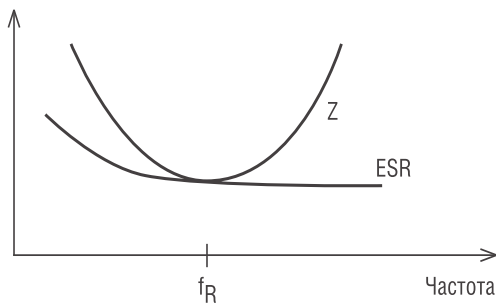


Рис. 3. Зависимость ESR от температуры и частоты

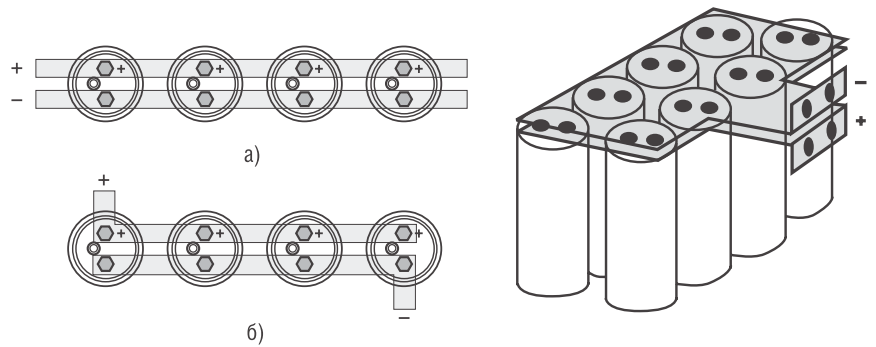


Рис. 4. Варианты монтажа при параллельном включении силовых конденсаторов

ТЕСАР 10/32V В 10



Соответствие кодов корпусов и их размеров

Код EIA	3216	3528	6032	5845	7343	
Код в каталоге	A	B	C	D5845	D	
Код Hitachi AIC	A	B	C	-	E	
Размер, мм	L +/-0.2	3.2	3.5	5.8	5.8	7.3
	W +/-0.2	1.6	2.8	3.2	4.5	4.3
	H +/-0.2	1.6	1.9	2.5	3.1	2.8
	A +/-0.3	0.7	0.8	1.3	1.3	1.3
	B +/-0.2	1.2	2.2	2.2	2.4	2.4

L – длина корпуса, W – ширина корпуса, H – высота корпуса, A и B – размеры выводов.

Рис. 5. Система обозначений чип-танталовых конденсаторов в базе данных компании КОМПЭЛ

(datasheets) можно найти на сайте официального дистрибьютора – компании КОМПЭЛ: [www.compel.ru](http://www.compel.ru) в разделе Продукция/Конденсаторы/Электролитические конденсаторы, или на сайте Hitachi AIC: [www.hitachi-aic.com](http://www.hitachi-aic.com).

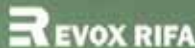
По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки обращайтесь в компанию КОМПЭЛ.

E-mail: [passiv.vesti@compel.ru](mailto:passiv.vesti@compel.ru).

# КОНДЕНСАТОРЫ

**Электролитические**

- наработка на отказ при 105°C до 12000 часов
- исполнение клемм для монтажа на печатные платы под пайку и под винт
- компактные размеры



**Танталовые и керамические**

высокой надежности в стандартных корпусах для SMD-монтажа с рабочим диапазоном температур от -55 до 125°C



**Пленочные и керамические**

для снабберных цепей и фильтров



**Электролитические и пленочные**

в SMD-исполнении и с выводами

