

# Новые бюджетные AC/DC-преобразователи корпорации TDK-Lambda

Рынок источников питания в России и СНГ, как и любой другой, имеет свои особенности. И дело не только в технических особенностях, таких, например, как диапазон входного напряжения. Очень часто наши инженеры вынуждены выбирать компоненты, руководствуясь ценовым фактором. Причем и тогда, когда речь идет о компонентных источниках питания не только для устройств коммерческого направления (кассовые аппараты, платежные терминалы), но и для более ответственного оборудования (линии автоматики, радиопередающие станции, Hi-Tech оборудование и т. д.). И даже представленная в 2008 году бюджетная линейка AC/DC-преобразователей серии LS не всегда соответствует ценовому критерию нашего рынка. Поэтому руководители международной корпорации TDK-Lambda сочли разумным представить на нашем рынке новую серию источников питания, отличающуюся не только высоким качеством, но и еще более низкой стоимостью. Речь идет о сериях CS и CUS.

Евгений РАБИНОВИЧ  
info@tdk-lambda.ru

## Общий обзор серий

Серия CS — это линейка AC/DC-источников питания с широким диапазоном мощности (от 35 до 600 Вт) и с одиночным выходом номиналов 12, 24 или 48 В. Существующие модели представлены в таблице 1, а их внешний вид — на рис. 1.

В серию CUS входит меньше моделей, это AC/DC-модули питания мощностью

100 и 250 Вт. Модули из линейки CUS100M (100 Вт) имеют значения выходного напряжения 5, 12, 15 и 24 В и отличаются тем, что спроектированы в соответствии с требованиями безопасности медицинского стандарта EN/IEC 60601. И хотя сертификат TÜV им не присвоен (на китайском и российском рынках этот европейский документ не востребован), серия прошла все внутренние измерения и тесты, которые подтвердили соответствие этим требованиям.

Модули из линейки CUS250 имеют более широкий ряд выходных номиналов: 3,3, 4,2, 5, 12 и 24 В. Модели, входящие в нее, можно заказать с опцией LD: они отличаются за-

щитным покрытием печатной платы, и их можно применять в более жестких условиях по влажности и запыленности окружающей среды. Внешний вид изделий из серий CUS100M и CUS250 показан на рис. 2, а имеющиеся модели и их основные выходные параметры приведены в таблице 2.

## Технические особенности

При проектировке преследовались две цели: простота и надежность. Поэтому для моделей мощностью от 35 до 100 Вт была реализована классическая обратнотополология типа Flyback, а для моделей



Рис. 1. Внешний вид моделей серии CS



Рис. 2. Внешний вид моделей серии CUS:  
а) CUS100M; б) CUS250

Таблица 1. Модельный ряд серии CS

Напряжение, В	Мощность					
	35 Вт	50 Вт	100 Вт	150 Вт	300 Вт	600 Вт
5	CS35-5	CS50-5	CS100-5	CS150-5	CS300-5	CS600-5
12	CS35-12	CS50-12	CS100-12	CS150-12	CS300-12	CS600-12
24	CS35-24	CS50-24	CS100-24	CS150-24	CS300-24	CS600-24

Таблица 2. Модели и выходные параметры серии CUS

Выходное напряжение, В	CUS100M		CUS250		CUS250LD	
	Модель	Выходной ток (конвекционное/принудительное охлаждение), А	Модель	Выходной ток, А	Модель	Выходной ток, А
3,3	—	—	CUS250-3	50	CUS250LD-3	50
4,2	—	—	CUS250-4	50	CUS250LD-4	50
5	CUS100M-5	12/16	CUS250-5	50	CUS250LD-5	50
12	CUS100M-12	6,7/8,4	CUS250-12	21	CUS250LD-12	21
15	CUS100M-15	5,4/6,7	—	—	—	—
24	CUS100M-24	3,4/4,2	CUS250-24	10,5	CUS250LD-24	10,5

от 150 до 600 Вт — топология типа Forward. Пассивный корректор мощности, другими словами — вход источников питания, имеет характерный для электрических сетей Китая и стран СНГ диапазон от 176 до 265 В. Исключение составляют модели CS35, CS50, CUS100M и CUS250, которые имеют универсальный диапазон входа от 86 до 265 В переменного тока без необходимости ручного переключения диапазона.

В целом схемотехническое решение серии имеет минимизированное количество компонентов, что потребовало дополнительных расчетов и отладки, но помогло повысить надежность и уменьшить стоимость устройств и их габаритные размеры. Это легко заметить, если сравнить с типичным устройством той же мощности китайского производителя (рис. 3). Подбор компонентов осуществлен в строгом соответствии с внутренним стандартом компании TDK-Lambda, который обязует разработчиков выбирать компоненты с запасом по критическим параметрам, влияющим на их нагрев: этот запас составляет обычно от 15 до 35% от значения максимальной температуры нагрева.

Источники серии CS и линейка CUS100M имеют гарантированный запуск при температуре  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а линейка CUS250 и CUS250LD — при  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  даже при полной нагрузке. Запуск подразумевает выход напряжения и тока на номинальный уровень при возможном несоответствии норме некоторых характеристик, таких как время выхода на рабочий режим или уровень выходных пульсаций. Затем, после периода прогрева, длящегося в среднем две минуты, все характеристики выходят на соответствующий спецификации уровень. Рис. 4 — это скриншот показаний осциллографа во время запуска модели CS35-12 при  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и полной нагрузке.

Максимальное значение рабочей температуры —  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , причем от  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше имеет место снижение мощности, график изменения которой можно увидеть в спецификации к каждой модели.

Источники CS- и CUS-серий имеют защиту от перенапряжения, перенагрузки и короткого замыкания. Механически новые блоки выполнены в виде платы, фиксированной на металлическом шасси U-типа, завершеном перфорированной крышкой в серии CS.

### Несколько слов о надежности

Срок службы источника питания во многом определяется элементами с наиболее низкой наработкой на отказ: это вентиляторы, электромеханические реле, конденсаторы, соединительные компоненты. Обычно в этом списке доминируют электролитические конденсаторы, особенно в источниках с конвекционным охлаждением. Решение в данной ситуации — либо не использовать этот вид конденсаторов, либо выбирать модели с запасом по характеристикам, тогда

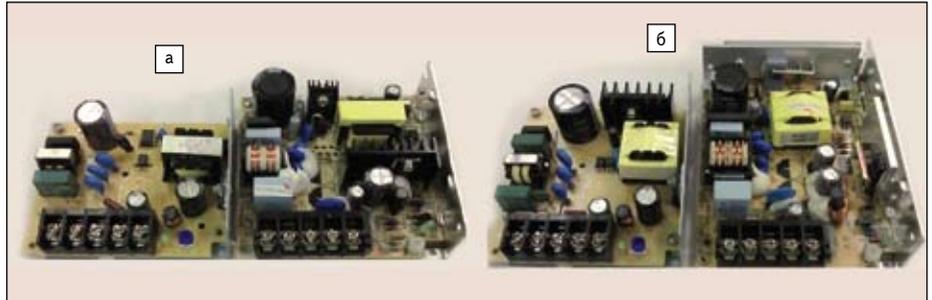


Рис. 3. Габаритные размеры и количество компонентов моделей серии CS в сравнении с устройствами той же мощности китайского производителя: а) ИП мощностью 35 Вт; б) ИП мощностью 50 Вт

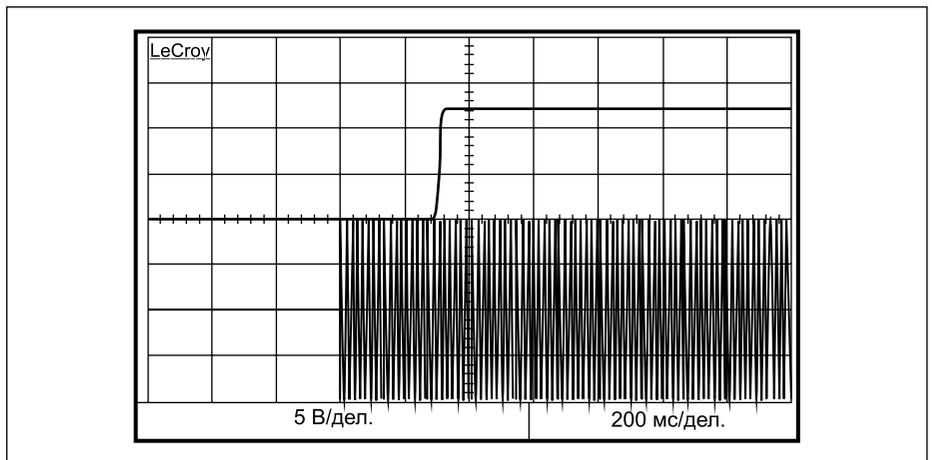


Рис. 4. Осциллограмма запуска модели CS35-12 при  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и максимальной нагрузке

они будут работать в режиме пониженного стресса.

Поскольку алюминиевый электролитический конденсатор является электрохимическим компонентом, повышенная температура ускоряет химические реакции и образование газа, который может испаряться через крышку корпуса. К тому же электролитические конденсаторы имеют более высокое значение  $\tan\delta$  (отношение резистивной составляющей к реактивной составляющей импеданса), чем другие типы конденсаторов, поэтому пульсации тока приводят к более активному внутреннему увеличению температуры. На срок службы электролитических конденсаторов влияют также перенапряжение и обратное напряжение. Но если исходить из того, что нарушений по применяемым напряжениям не будет, то можно воспользоваться следующей экспериментально установленной зависимостью между увеличением температуры и изнашиванием конденсаторов:

$$L_x = L_0 \times K_{temp} = L_0 \times 2^{(T_0 - T_a - dT - T_r)/10}, \quad (1)$$

где  $L_x$  — рассчитываемый срок службы;  $L_0$  — базовый срок службы по спецификации;  $K_{temp}$  — температурный коэффициент;  $T_0$  — максимальная рабочая температура конденсатора;  $T_a$  — температура окружающей среды;  $dT$  — внутренний нагрев конденсатора, измеренный в рабочих условиях относитель-

но  $T_a$ ;  $T_r$  — дополнительная составляющая, учитывающая токи пульсаций, протекающие через конденсатор.

Например, для элемента с заявленной температурой  $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$  она рассчитывается как:

$$T_r = ((I_r - I_{r105}) / (I_{r85} - I_{r105})) \times 20, \quad (2)$$

где  $I_r$  — амплитуда измеренных пульсаций;  $I_{r105}$  — номинал разрешенных производителем пульсаций при  $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $I_{r85}$  — номинал разрешенных производителем пульсаций при  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Если  $I_r \leq I_{r105}$ , то значение  $T_r$  не учитывается, а если  $I_r \geq I_{r85}$ , то для расчета нужно использовать формулу:

$$L_x = L_0 \times 2^{(85 - T_a - dT)/10}. \quad (3)$$

Формула (1) позволяет увидеть интересную картину: при разнице в температуре нагрева конденсатора, например в  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , его срок жизни может отличаться в 1,42 раза, а если он холоднее на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то сможет работать в 2 раза дольше!

Для примера рассмотрим модели, имеющие очень хорошие показатели срока жизни конденсаторов. В модели CS35-12 в качестве выходных емкостей используются конденсаторы фирмы Nichicon серии UNH. Разрешенный ток пульсаций для  $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$  —  $1050\text{ A}$ , а измеренное значение пульсаций  $I_r = -849,6\text{ mA}$ .

Таблица 3. Данные по выходным электролитическим конденсаторам источников питания CS35-12 и CUS250-24

Модель источника питания	Обозначение конденсатора в проекте и его модель по каталогу	Базовый срок службы $L_0$ , ч	Номинал пульсаций при +105 °С, 120 кГц, мА	Измеренные пульсации, мА	Изменение температуры конденсатора $dT$ , °С	Срок службы $L_r$ , лет
CS35-12	C51, UHD1E102MHD	5000	2360	1270	22,7	8,09
	C52, UHD1E102MHD	5000	2360	1141	11,1	18,8
CUS250-24	C52, ELXZ350EC3681MK20S	7000	1660	842	34,7	6,52
	C53, ELXZ350EC3681MK20S	7000	1660	842	34,7	6,52

В этом случае значением  $T_r$  мы пренебрегаем. Измеренные значения температур  $dT$  лежат в пределах от 11,1 до 22,7 °С. Поэтому рассчитанные значения времени службы будут тоже отличаться. Для конденсатора C51 оно составляет 8 лет, как показано в таблице 3. Конденсатор C52, включенный параллельно, сможет прослужить намного дольше (более чем в 2 раза), так как его нагрев меньше на 11,6 °С. Температура нагрева выходных емкостей CUS250-24 отличается большей однородностью, и, соответственно, расчетный срок их службы одинаков. Следует отметить, что приведенные цифры получены из расчета, что преобразователь работает 24 часа в сутки, тогда как некоторые производители могут представлять срок службы в годах исходя из 8-часового рабочего дня.

### Заключение

Такую значительную зависимость ресурса службы от температуры важно помнить

при выборе источника питания, так как при использовании конденсаторов с низкими допустимыми параметрами, при завышенных значениях тока пульсаций и других факторах (например, плохо спроектированном расположении компонентов или просто низком качестве производства) их реальный период работоспособности будет мал. Это можно часто наблюдать при работе с изделиями китайского производства, обладающими низкой стоимостью. Для японской компании, которая делает акцент прежде всего на высоком качестве продукции, особенности рынка СНГ, конечно, не являются самыми благоприятными для бизнеса. Серии CS и CUS — это один из ответов компании TDK-Lambda на такие обстоятельства, поскольку модели этих серий сочетают оптимальную стоимость и высокое качество и могут найти успешное применение в сфере коммерции — в платежных аппаратах, торговой электронике и рекламных щитах, а также в промышленности, радиосвязи и медицине.