

# TDK-Lambda: особенности работы и применения источников питания HWS/HD

**ЕВГЕНИЙ РАБИНОВИЧ**, инженер по применению, TDK-Lambda

*В статье рассказывается об особенностях работы и преимуществах источников питания подсемейства HWS/HD, которые производит корпорация TDK-Lambda.*



Рис. 1. Источники серии HWS

## ОБЗОР СЕРИИ HWS

Выпуск источников питания серии HWS японское подразделение корпорации TDK-Lambda начало в 2003 г. в ответ на потребность рынка в компактных промышленных источниках питания разных номиналов, имеющих высокий запас надежности. Серия HWS сегодня — это линейка источников питания с широким диапазоном мощностей (15...1800 Вт) стандартного промышленного ряда напряжений, которая продолжает расширяться. Так, в 2005 г. появились модели HWS80, HWS300, HWS600 и HWS1500, в середине 2007 г. появилась линейка с трехфазным входом HWS1800T, а в конце 2007 г. — источник питания мощностью 1000 Вт. Существующие модели представлены в таблице 1, а их внешний вид — на рисунке 1.

Основные технические параметры серии:

- исполнение RoHS;
- малый размер: на 60% компактнее предшествующих моделей;

- коэффициент мощности до 90% (зависит от модели);
- удобные размеры: высота 82 мм, корпус 2U;
- удаленный On/Off-контроль (для моделей 50 Вт и выше);
- параллельное включение до 5 блоков с помощью только одного провода (для моделей свыше 300 Вт);
- защита от перенапряжения;
- защита от перегрузки по току;
- наличие выводов для удаленной обратной связи (для моделей 80 Вт и выше);
- энергосбережение в режиме stand-by: при удаленном отключении вентиляторы и схема PFC (схема компенсации коэффициента мощности) не работают;
- соответствие MIL-STD-810F.

Для удобства использования и расширения сфер применения (кроме установки на шасси) приборы этой серии без каких-либо трудностей могут быть установлены на DIN-рейку. Для этого можно заказать специальные держатели (DIN-rail bracket). Предлагаются держатели трех типоразмеров. Для крепления приборов серий HWS15 и HWS30 применяется держатель типоразмера DIN-01; HWS50 — DIN-02; HWS80, HWS100 и HWS150 — DIN-03. Прибор жестко закрепляется в держателе, а затем устанавливается на DIN-рейку (см. рис. 2).

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ HWS/HD

Поиск и выбор источника питания для жестких условий эксплуатации — актуальная проблема для любого российского разработчика, когда-либо занимавшегося проектированием аппаратуры для использования в неотопляемых помещениях и на улице. В техническом описании подсемейства HWS/HD заявлен гарантированный старт при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ , а рабочий диапазон температур составляет  $-10...85^{\circ}\text{C}$ . Чтобы получить точное представление об особенностях запуска моделей при низких температурах, необходимо внимательно ознакомиться

Таблица 1. Линейный ряд серии HWS (с указанием выходного тока и мощности каждой модели)

Вых. напряжение	3 В	5 В	12 В	15 В	24 В	48 В
Модель						
HWS15	3 А/10 Вт	3 А/15 Вт	1,3 А/15,6 Вт	1 А/15 Вт	0,65 А/15,6 Вт	0,33 А/15,8 Вт
HWS30	6 А/20 Вт	6 А/30 Вт	2,5 А/30 Вт	2 А/30 Вт	1,3 А/31,2 Вт	0,65 А/31,2 Вт
HWS50	10 А/33 Вт	10 А/50 Вт	4,3 А/51,6 Вт	3,5 А/52,5 Вт	2,2 А/52,8 Вт	1,1 А/52,8 Вт
HWS80	16 А/52,8 Вт	16 А/80 Вт	6,7 А/80,4 Вт	5,4 А/81 Вт	3,4 А/81,6 Вт	1,7 А/81,6 Вт
HWS100	20 А/66 Вт	20 А/100 Вт	8,5 А/102 Вт	7 А/105 Вт	4,5 А/108 Вт	2,1 А/100,8 Вт
HWS150	30 А/99 Вт	30 А/150 Вт	13 А/156 Вт	10 А/150 Вт	6,5 А/156 Вт	3,3 А/158,4 Вт
HWS300	60 А/198 Вт	60 А/300 Вт	27 А/324 Вт	22 А/330 Вт	14 А/336 Вт	7 А/336 Вт
HWS600	120 А/396 Вт	120 А/600 Вт	53 А/636 Вт	43 А/645 Вт	27 А/648 Вт	13 А/624 Вт
HWS1000	200 А/660 Вт	200 А/1000 Вт	88 А/1056 Вт	70 А/1050 Вт	44 А/1056 Вт	22 А/1056 Вт
HWS1500	–	–	125 А/1500 Вт	100 А/1500 Вт	65 А/1560 Вт	32 А/1536 Вт
HWS1800T	300 А/990 Вт	300 А/1500 Вт	125 А/1500 Вт	100 А/1500 Вт	75 А/1800 Вт	37,5 А/1800 Вт



Рис. 2. Схема установки источника электропитания серии HWS на DIN-рейку при помощи DIN-rail bracket

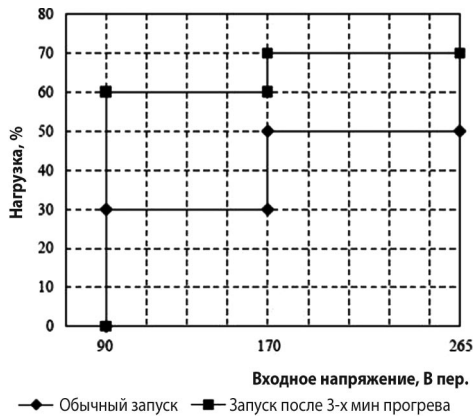


Рис. 3. Кривая запуска для моделей линейки HWS100HD

с имеющейся в техническом описании диаграммой пуска, представленной для каждой линейки. В качестве примера на рисунке 3 представлена кривая запуска для моделей линейки HWS100HD.

При минимальном напряжении входа и температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  источник стабильно запускается при нагрузке 30%. Если напряжение входа 170 В и выше, то старт можно произвести при выходном токе 50% от максимального. При этом некоторые рабочие параметры могут отличаться от заявленных. Например, выходные пульсации. При низкой температуре ESR (эквивалентная резистивная составляющая) электролитных конденсаторов, используемых в выходном фильтре, растёт, вследствие чего растёт и значение двойной амплитуды пульсаций на выходе. Время запуска также может увеличиться, особенно если преобразователь запускается под нагрузкой. Это связано с тем, что ESR входных конденсаторов также увеличивается и напряжение на них может падать, не успевая нарасти

достаточно быстро, особенно в моделях, где для ограничения пускового тока применяются термисторы — элементы с обратным температурным коэффициентом. При низких температурах термистор ограничивает ток сверх меры. В более мощных моделях HWS (от 300 Вт и выше) для ограничения пускового тока используется схема, основанная на тиристоре (SCR) (см. рис. 4).

Во время начального броска тока в этой схеме накапливается уровень напряжения (около 1...2 В), достаточный для подачи сигнала-триггера на управляющий вывод тиристора. И на это время, длящееся около 10 мс, тиристор запирается, увеличивая свое сопротивление в десятки раз. После этого он ведет себя как последовательно включенный в цепь дополнительный диод. К сожалению, использование такой же схемы в моделях ниже 300 Вт нецелесообразно с точки зрения КПД.

После запуска начинается прогрев элементов, который может длиться от нескольких десятков секунд до 3 мин. Это зависит от монтажа и расположения источника в пространстве (вертикального или горизонтального), наличия другого тепловыделяющего оборудования, от вида охлаждения (конвекционное или принудительное). После этого периода источник выходит «на полную спецификацию», когда все его параметры приходят в норму, и он может отдавать нагрузке 60—70% мощности в зависимости от уровня входного напряжения. При температуре от  $-10^{\circ}\text{C}$  и выше можно подключать максимальную нагрузку. При температуре, превышающей  $50^{\circ}\text{C}$ , начинается определенное снижение мощности, которое зависит от конкретной модели.

На рисунке 5 изображены скриншоты показаний осциллографа во время запуска модели HWS150HD при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  и минимальном входном напряжении: а) холостой запуск (без нагрузки) — источник запускается стабильно; б) при нагрузке 100% — источник запускается

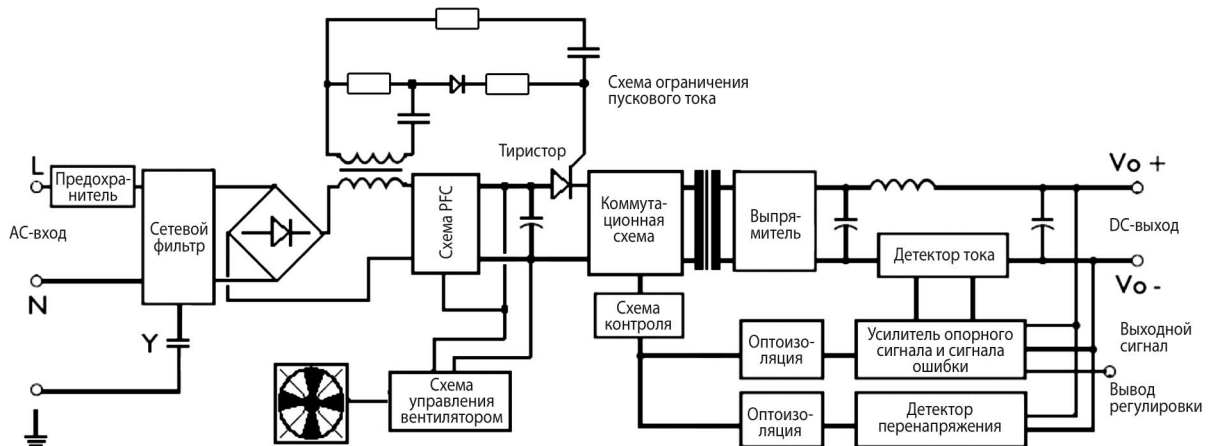


Рис. 4. Структурная схема источника питания HWS300/HD

нестабильно. Как видно из этого примера, на практике источник стартует и при полной нагрузке, но в ряде случаев пуск срывается, поэтому в спецификации заявлены более жесткие условия запуска.

ИП серии HWS/HD отличаются также тем, что их печатные платы имеют защитное покрытие Conformal Coating. Этот материал нанесен тонким слоем (в несколько десятков микрон) на печатную плату и другие компоненты, находящиеся на ней. Он защищает плату от влажности и загрязняющих примесей и таким образом предотвращает короткие замыкания, коррозию проводников и «точек соединения». Наносится покрытие обычно погружением в ванну, распылением или методом потока. На заводах TDK-Lambda практикуется в основном второй метод. В качестве материала используется лак DC1-2577 компании Dow Corning (США). Это полупрозрачный нерастворяющийся материал, основу которого составляет кремниевая смола. Более подробно его характеристики представлены в таблице 2.

Время просушки определяет, насколько быстро будет идти производственный процесс. Материал DC1-2577 — не самый быстросохнущий, поэтому для ускорения процесса используется особый температурный режим. Содержание нелетучих соединений — также важный параметр, т.к. он определяет расход материала. Если этот параметр находится на уровне 100%, то защитный слой не оседает и после просушки толщина покрытия остается такой же, как и при нанесении. Такие материалы действительно существуют. Тот же производитель выпускает лак марки DC3-1953, который отличается 100%-ой нелетучестью, но при этом в 2,5 раза дороже и уступает по своим диэлектрическим свойствам DC1-2577. В качестве защитного материала могут использоваться также HumiSeal 1A27NS и HumiSeal 1B73 компании Chase Corporation.

Некоторые химические составляющие, такие как толуол, при контакте с резиновой вставкой электролитических конденсаторов могут повлиять на их работоспособность. Поэтому важно выбрать правильную последовательность операций при производстве либо применять специальные прокладки-спейсеры, которые помещаются под основания конденсаторов. Крупные внешние элементы HWS также монтируются после нанесения защитного слоя. Дело в том, что температурное сопротивление слоя намного выше, чем у воздуха, поэтому процесс охлаждения таких элементов, если их покрыть, будет затруднен.

Применение защитного покрытия печатных плат еще более расширяет сферу и условия применения источников питания HWS: они могут успешно эксплуатироваться на промышленных объектах с повышенным содержанием пыли в воздухе, а также в районах повышенной влажности и в условиях морских ветров, содержащих и влагу, и соль. Источники TDK-Lambda с покрытием Conformal Coating уже используются в светодиодных вывесках на морском берегу.

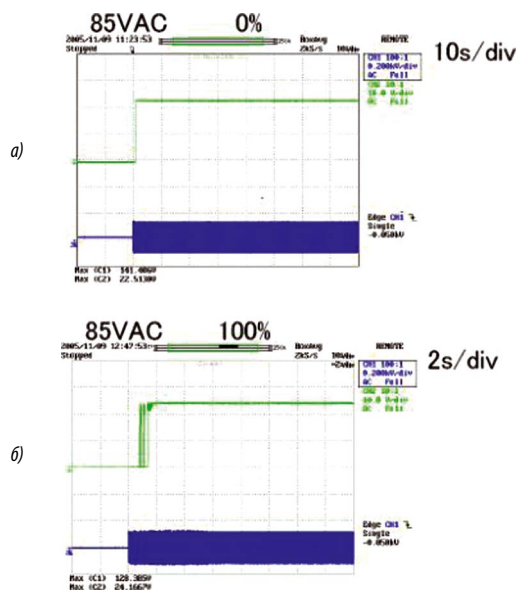


Рис. 5. Запуск модели HWS150HD при  $-40^{\circ}\text{C}$ : а) холостой запуск (без нагрузки); б) запуск при нагрузке 100%

Закончить статью хотелось бы освещением очень важного события как для самой компании TDK-Lambda, так и для всего рынка источников питания. Речь идет об объявлении пожизненной гарантии на источники питания серии HWS в 2008 г. Что это значит? Компания действительно заявляет, что на протяжении всего срока эксплуатации блока питания его ремонт или замена будут осуществляться за счет производителя, если поломка произошла не в результате нарушений правил эксплуатации. Это обязательство не распространяется лишь на источники питания с вентиляторным охлаждением, т.е. на блоки мощностью 300...1800 Вт. Гарантия на вентиляторы ограничена пятилетним сроком, т.е. после пяти лет эксплуатации бесплатная замена этого элемента производиться не будет, в то время как на все остальные компоненты сохраняется пожизненная гарантия.

Таблица 2. Характеристики защитного покрытия DC1-2577

Производитель	Dow Corning (США)
Основа	Эластично-пластиковая кремниевая смола
Время просушки (Final Cure) – ускоренный метод	10 мин при $25^{\circ}\text{C}$ + 10 мин при $70^{\circ}\text{C}$
Внешний вид	Полупрозрачен
Соответствие стандартам	RoHS (Европейская директива), UL 746C
Изоляционные свойства, кВ/мм	18
Нелетучие составляющие (non-VOC), %	72
Температура применения, $^{\circ}\text{C}$	$-65 \dots 200$
Содержание толуола	Присутствует

## СОБЫТИЯ РЫНКА

**ЕВРОПЕЙСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** | Европейский исследовательский проект Improve, учрежденный в начале 2007 г., в настоящее время объединяет 35 партнеров, которые намерены повысить конкурентоспособность полупроводниковой промышленности в Европе. В их число входят производители оборудования для полупроводниковой промышленности, предприятия, занимающиеся программным обеспечением, производители полупроводников с производствами, размещенными в Европе, исследовательские институты и вузы из Германии, Франции, Ирландии, Италии, Австрии и Португалии.

За координацию деятельности немецких партнеров по проекту ответственной является компания Infineon. Общий бюджет Improve составляет около 37,7 млн евро и наполовину финансируется партнерами из экономики, науки и исследований. Вторая половина покрывается организацией ENIAC (European Nanoelectronics Initiative Advisory Council) Европейского Союза как часть программы SP4 Nanoelectronics for Energy & Environment, а также из средств национальных ведомств. Германское Министерство образования и исследований (BMBWF) поддерживает проект 3,5 млн евро в рамках своей программы «Информационно-коммуникационные технологии 2020» (ИКТ 2020).

[www.russianelectronics.ru](http://www.russianelectronics.ru)