

# Построение ячеек питания в формате 6U

Алексей Карих (Москва)

**В статье рассматриваются вопросы построения источника питания в типоразмере 6U. Даны практические рекомендации по разработке и проектированию, приведены требования к электромагнитной совместимости. Большое внимание уделено расчёту теплового режима и съёма тепла с ячейки при помощи клиновой группы.**

На сегодняшний день конструктивный формат типоразмера 6U «Евро-механика» 233,4 × 168,7 × 20 мм стал очень распространённым и применяется для построения субблоков, блоков и крейтов (конструктивов) как для коммерческого, так и для промышленного и специального назначения, в широком диапазоне температур от -40...50 до +70...80°С. В этих конструктивах используются шины VME, VXI и PCI с регламентированным стандартом питания, который определяется требованиями к питанию входящих в их состав единиц: одноплатных ЭВМ (процессорных модулей), ячеек обработки и сопряжения. Так, например, одноплатная ЭВМ имеет требования к питанию +3,3 (+0,15/-0,05) В; +5 (+0,25/-0,125) В и +12 (+0,6/-0,36) В.

Источники питания типоразмера 6U бывают двух типов: съёмные (ячеечного типа) и несъёмные (платного типа). Рассмотрим методы и принципы конструирования источников ячейечного типа, которые входят по направляющим в конструктив. Крепления и съём тепла от ячейки осуществляется при помощи клиновой группы. Такая конструкция позволяет оперативно заменить ячейку питания в случае её выхода из строя (по статистике, на источник питания

приходится более 60% всех неисправностей в аппаратуре).

Рассмотрим структурную схему ячейки питания DC/DC (см. рис. 1) для применения в шине VME. Входное постоянное напряжение поступает на НЧ-фильтр, который совместно со встроенными фильтрами (обычно второго порядка) DC/DC-преобразователей защищает от помех из входной сети, а также от проникновения помех, создаваемых работой преобразователей, обратно в сеть.

В качестве преобразователей DC/DC могут применяться как низкопрофильные импортные модули компаний Vicor, Power-one (США), C&D Technologies, Aimtec, так и отечественные Александр Электрик (тип МДМ), НПП ЭЛТОМ (тип МП), ИРБИС (тип МП, СМ). Преобразователи также можно выполнить на дискретных компонентах, что существенно уменьшит стоимость ячейки.

Дистанционное включение и выключение преобразователей осуществляется подачей внешнего управляющего сигнала (напряжения). Обычно для выключения преобразователей подают на вывод управления лог. 0 относительно минуса  $U_{ВХ}$  (соединяют вывод управления с минусом  $U_{ВХ}$ ), а для включения снимают лог. 0 при по-

мощи электрического ключа типа открытый коллектор или механического реле.

Выходной фильтр необходим для дополнительной защиты чувствительных модулей (особенно одноплатных ЭВМ) от импульсных помех и шумов, возникающих от работы преобразователя, если подавления внутреннего фильтра недостаточно. Обычно фильтр выполняют на дискретных компонентах.

В ячейку, кроме преобразователей и фильтров, входит схема управления и формирования служебных сигналов: исправность ВИП (вторичного источника питания), ACF (авария сетевого питания) и Reset.

Схема контроля первичного напряжения необходима для предупреждения и выдачи сигнала ACF на шину VME в случае уменьшения напряжения в первичной сети ниже допустимого уровня (70% от номинала), чтобы процессорный модуль и ячейки обработки могли сохранить данные и параметры. Стандартное время удержания выходных напряжений в рабочих допусках составляет 20 мс. За это время все вычислительные средства должны сохранить данные. Ячейка дополнительно формирует сигнал Reset и выдаёт его на шину VME для перезапуска процессорного модуля и других блоков.

Схема контроля вторичного напряжения выдаёт сигнал исправности преобразователей (лог. 1 или лог. 0) для зажигания индикатора или выдачи этого сигнала на другие устройства.

На рисунке 2 показана ячейка питания мощностью 130 Вт на основе источников фирмы Vicor (США) типа V24B5H200 и V24B3V3H150 ( $U_{ВХ} = 24...27$  В;  $U_{ВЫХ1} = 5$  В,  $I_{ВЫХ1} = 20$  А;  $U_{ВЫХ2} = 3,3$  В,  $I_{ВЫХ2} = 10$  А).

На рисунке 3 показана ячейка питания мощностью 90 Вт на основе источников МДМ60-1В05 и МДМ15-2В1212 (Александр Электрик). Параметры ячейки:  $U_{ВХ} = 24...27$  В;  $U_{ВЫХ1} = 5$  В;  $I_{ВЫХ1} = 12$  А;  $U_{ВЫХ2} = \pm 12$  В;  $I_{ВЫХ2} = \pm 1,25$  А.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Ячейка питания должна обеспечивать номинальные выходные напря-

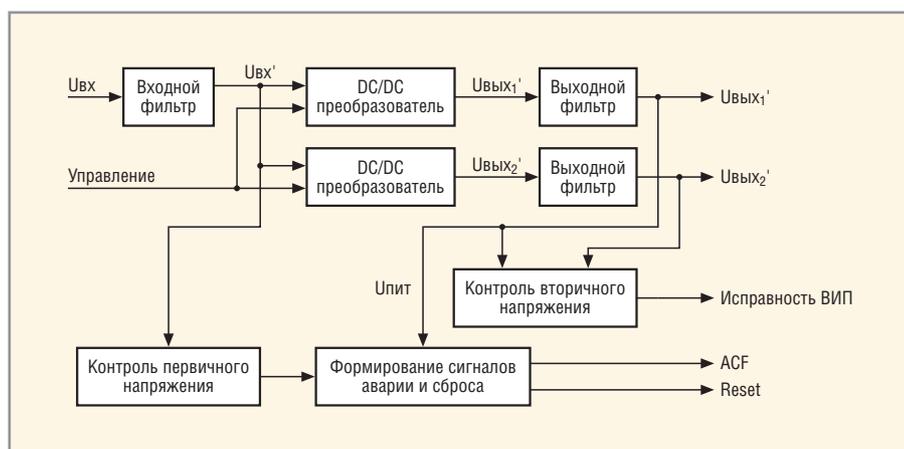


Рис. 1. Структурная схема ячейки питания

жения при заданной мощности нагрузки с учётом изменения входного напряжения, иметь защиту от входных помех и помехоэмиссии, а также формировать служебные сигналы.

Выбор оптимального теплового режима работы преобразователей является первоочередной задачей при построении ячейки питания. Увеличение рабочей температуры электронной аппаратуры на каждые 10...15°С в два раза уменьшает её время наработки на отказ и приводит к тепловому уходу параметров.

Сначала необходимо рассчитать, какую мощность необходимо отвести от ячейки, а также мощность преобразователя, которая должна соответствовать суммарной потребляемой мощности составных единиц, входящих в конструктив, плюс запас по мощности (20...30%). При выборе преобразователя необходимо учитывать, что потребление высокочастотных цепей больше, чем низкочастотных. Кроме того, составные единицы в конструктиве, подключенные к информационным шинам, потребляют импульсную мощность, что необходимо учитывать при расчёте, выбирая пиковую (максимальную) мощность.

Мощность тепловых потерь преобразователя  $P_{пот}$  составляет:

$$P_{пот} = \frac{P_{вых}}{\eta} - P_{вых}, \quad (1)$$

где  $P_{вых}$  – выходная мощность преобразователей;  $\eta$  – КПД преобразователя.

КПД имеет нелинейный характер и зависит от выходной мощности, коэффициента загрузки преобразователя, номинального выходного напряжения и температуры корпуса преобразователя. Для получения



Рис. 2. Ячейка питания мощностью 130 Вт

максимального КПД рекомендуется обеспечить коэффициент загрузки по мощности не более 0,7...0,8. В этом случае преобразователь будет работать с минимальными тепловыми потерями и его надёжность будет максимальной. У низковольтных преобразователей (5 В и ниже) КПД уменьшается, что связано с режимом работы каскада преобразования. Необходимо рассчитывать КПД под конкретные условия эксплуатации ячейки, поскольку с ростом температуры КПД снижается. Необходимо помнить, что в тяжелых условиях эксплуатации при размещении РЭА в герметичных блоках, где отсутствует рециркуляция внутреннего и внешнего воздушных потоков, при повышенных температурах приходится понижать номинальную выходную мощность для обеспечения нормального теплового режима.

На следующем этапе проектирования выбирается мощность, тип преобразователей и формируется электрическая схема. После того как определена мощность  $P_{пот}$ , которую необходимо отвести от преобразователя, вычисляют максимальное тепловое сопротивление  $R_{max}$  теплоотводящей системы (от него зависит температура перегрева преобразова-



Рис. 3. Ячейка питания мощностью 90 Вт

теля относительно окружающей температуры):

$$R_{max} = \frac{T_{max} - T_{окр}}{P_{пот}}, \quad (2)$$

где  $T_{max}$  – максимально допустимая температура корпуса преобразователя;  $T_{окр}$  – температура окружающего воздуха при эксплуатации внутри конструктива. Тогда температура перегрева составляет

$$\Delta T = T_{max} - T_{окр}, \quad (3)$$

Значение  $R_{max}$  сравнивается с тепловым сопротивлением «корпус преобразователя – окружающая среда», которое приведено в справочной литературе и ТУ. Если это значение меньше расчётного, то для преобразователя дополнительного теплоотвода не требуется (им является корпус модуля). Если значения больше расчётного, то тепло от преобразователя отводится путём установки непосредственно на массивную плату-основание, что позволяет эффективнее отводить тепло от корпуса. Допустимая мощность рассеивания ограничена типоразмером 6U и тепловым контактом клиновой группы – конструктива. При этом необходимо учитывать температуру окружающей среды в самом конструктиве.

Ячейка питания подвержена воздействию электромагнитных помех различного вида и уровня. Помехи могут поступать из сети электропитания и наводиться внешними высокочастотными электромагнитными полями. Ячейка должна обладать необходимым уровнем помехоустойчивости и удовлетворять требованиям по ЭМС ГОСТ Р 51317.4.4-99 при воздействии импульсных входных помех и ГОСТ Р 51317.4.16-99. С другой стороны, импульсный способ преобразования энергии ведёт к появлению на входе и на выходе преобразователя импульсных помех и шумов с частотой преобразования, их гармоник, а также радиоизлучения. Это – основной недостаток DC/DC-преобразователей. Ячейка должна иметь уровень помехоэмиссии, соответствующий ГОСТ Р 51317.6.3-99 и ГОСТ Р 51527-99 по содержанию гармоник, передаваемых во входную сеть.

Поскольку эффективность встроенного в DC/DC-преобразователь фильтра невелика (из-за ограниченного объёма преобразователя), применяют внешний фильтр как в виде отдельного модуля, так и выполненный на дискретных компонентах. Фильтр – это готовое устройство с оптимальной компоновкой, с известными параметрами, в экранируемом корпусе, с широким диапазоном напряжений и токов, например, Vicor типа VI-IAM, FIAM, Александер Электрик типа MPM, МДМ-Ф и др. Как правило, фильтр снабжён варистором для ограничения импульсных выбросов напряжения.

Фильтр на дискретных компонентах имеет меньшую стоимость, удобнее для компоновки и размещения на плате питания и может быть изготовлен любыми параметрами. Проектирование фильтров неоднократно описано в литературе, например, в [11]. В фильтре можно применять конденсаторы общего назначения – танталовые с низким импедансом (импортные GRM фирмы Murata, отечественные K10-17, K10-47 и K10-69), но наиболее эффективны специальные трёх- и четырёхвыводные ЕМІ-элементы с низким значением паразитной индуктивности (импортные NFM фирмы Murata, отечественные K73-16, K73-17 и K73-21r). Такие конденсаторы могут использоваться для подавления помех на частотах вплоть до 1 ГГц.

Также применяются полярные конденсаторы небольшой ёмкости в ис-

полнении для поверхностного монтажа (SMD) аксиального типа, диаметром не более 16...18 мм. Это могут быть электролитические конденсаторы фирмы Hitano серии ECA; отечественные K50-29, K50-76 и K50-85, но лучше применять отечественные танталовые конденсаторы: K52-17, K52-18, K53-18 или K53-52. Можно использовать импортные SMD-конденсаторы фирм Samsung, Murata, AVX и отечественные K53-65, K53-68, K53-69.

В большинстве фильтров применяются резисторы аксиального типа, а также SMD-резисторы фирмы Bourns и отечественные типа P1-12. Можно применить готовые импортные дроссели фирмы FerroCore типа DPT и готовые компоненты фильтра типа DLD, DPD или типа BNХ фирмы Murata. При самостоятельном изготовлении дросселя необходимо минимизировать конструктивную паразитную ёмкость, чтобы при работе на высоких частотах индуктивность по своим свойствам приближалась к резистору. Рекомендуется использовать сердечники с невысокой магнитной проницаемостью  $\mu \leq 1000$  из никель-цинковых ферритов и Мо-пермаллоя типа M600НН, M400НН.

Расчётный уровень пульсаций напряжения на выходе ячейки должен быть не более 2% (двойная амплитуда) от выходного напряжения.

В случае, если входное сетевое напряжение имеет импульсные выбросы (импульсы перенапряжения), необходимо предусмотреть защиту (варистор). Рекомендуются металлооксидные варисторы фирмы Epcos типа S10V, CN, CN; отечественные СН2-1, ВР9 или ВР11. Также необходимо предусмотреть защиту от токов КЗ при помощи предохранителей (плавких вставок или самовосстанавливающихся): импортных впаиваемых плавких вставок H520, отечественных ВП1-1, ВП1-2, ВП4 или ВПМ2.

Необходимо правильно выбрать входные и выходные разъёмы. Для максимальной надёжности контакта коэффициент загрузки по току должен быть не более 0,5 от номинальной токовой нагрузки на контакт. Для впаивания в печатную плату существуют импортные разъёмы типа DIN41612 ( $I_{\text{на кон}} = 2 \text{ A}$ ), разъёмы фирмы Harting ( $I_{\text{на кон}}$  от 2 до 40 А) и отечественные изделия СНП34, СНП59 ( $I_{\text{на кон}} = 2 \text{ A}$ ), РШ2Н-2 ( $I_{\text{на кон}} = 5 \text{ A}$ ).

Цепи управления, которые выходят из ячейки через разъёмы, во избежание передачи шумов и внешних помех должны быть зашунтированы танталовыми конденсаторами ёмкостью 0,1...0,5 мкФ.

Для питания внутренних элементов ячейки необходимо обеспечить развязку от основного входного (выходного) напряжения при помощи RC- или LC-фильтра. Если применяется мощный DC/DC-преобразователь (свыше 100 Вт), а цепь автоматики питается от низковольтного выходного напряжения и в цепи используются чувствительные к помехам элементы (операционные усилители, компараторы, таймеры и т.д.), то рекомендуется после преобразователя установить линейный стабилизатор напряжения и фильтр.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Проектировать печатную плату (далее ПП) необходимо с учётом электромагнитной совместимости элементов, так как её конструкция оказывает большое влияние на электромагнитную обстановку в конструктиве как в отношении электромагнитного излучения самой схемой (особенно в части преобразователя, который является источником кондуктивных и электромагнитных помех), так и её чувствительности к внешним электромагнитным полям.

Необходимо оптимизировать разводку печатных проводников, расположение разъёмов, преобразователей, элементов фильтрации и управления, формирователей служебных сигналов. Приведём некоторые рекомендации:

- необходимо правильно выбрать количество слоёв ПП. Надо стремиться к однослойной или двухслойной ПП, поскольку многослойная ПП имеет более низкую надёжность и ремонтпригодность и в случае аварийного выхода из строя (сгорание дорожек и площадок, замыкание внутренних слоёв) не поддается восстановлению. С другой стороны, многослойная ПП необходима для построения ячеек большой мощности, в которых применяется дублирование проводников в разных слоях;
- следует назначать входные и выходные контакты в разъёме как можно дальше друг от друга;

- расстояние между двумя проводниками линии передачи (прямого и обратного провода) должно быть меньше, чем расстояние от них до соседних проводников;
- для минимизации паразитной индуктивности все соединения на плате следует делать как можно короче и не образовывать длинные петлеобразные трассы. При этом надо помнить, что силовые и сигнальные цепи должны располагаться перпендикулярно друг другу либо как можно дальше друг от друга;
- для достижения низкого уровня помех необходимо входные и выходные фильтры размещать на ПП как можно дальше друг от друга.  
Рекомендации по проектированию фильтра:
- топологически компоненты фильтра располагают последовательно, как они изображены на электрической схеме;
- если фильтр многозвенный, то звенья отделяют друг от друга заземлённым однослойным экраном. Отверстия, щели и зазоры умень-

- шают эффективность экрана для магнитных и электрических высокочастотных полей. Электрическую связь между звеньями желательно выполнить через проходные конденсаторы;
- дроссели фильтра ориентируют в пространстве относительно друг друга, исходя из минимума взаимных наводок;
  - в фильтрах необходимо применять тороидальные сердечники, чтобы электромагнитное поле замыкалось внутри сердечника. Входные и выходные выводы фильтра должны располагаться на противоположных сторонах сердечника. Одним из вариантов конструкции фильтра является гирлянда (набирают сердечники, и сквозь них продевают провода);
  - преобразователи должны располагаться как можно ближе к фильтру. Необходимо обеспечить защиту выхода фильтра от источников помех, т.е. минимизировать длину соединения с нагрузкой;
  - постоянный ток в печатных проводниках распределяется равномерно

по сечению, и допустимый ток рассчитывается по формуле:

$$I_{\max} = 10^{-3} \gamma_{\text{доп}} b t_{\text{П}} \quad (4)$$

где:  $\gamma_{\text{доп}}$  – допустимая плотность тока (для проводников, полученных методом химического травления, 30 А/мм<sup>2</sup>);  $b$  – ширина проводника (мм);  $t_{\text{П}}$  – толщина проводника, для двухсторонней ПП обычно 35 мкм, для многослойной ПП внешние слои по 35 мкм, внутренние слои обычно 18 мкм; из (4) следует, что для стабильной работы ПП должно соблюдаться неравенство:

$$b \geq 10^3 I / (\gamma_{\text{доп}} t_{\text{П}}); \quad (5)$$

- цепь обратной связи преобразователя должна иметь сечение не менее 0,5 мм<sup>2</sup> (чтобы исключить падение напряжения) и должна быть удалена от компонентов, работающих в импульсном режиме (других преобразователей, выходных фильтров, формирователей служебных сигналов). Прямой и обратный провод должны находиться как можно ближе друг к другу;

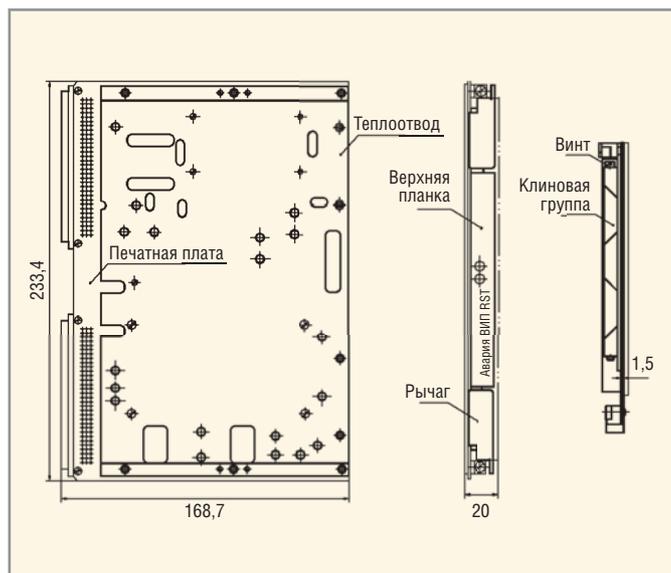


Рис. 4. Конструкция ячейки питания

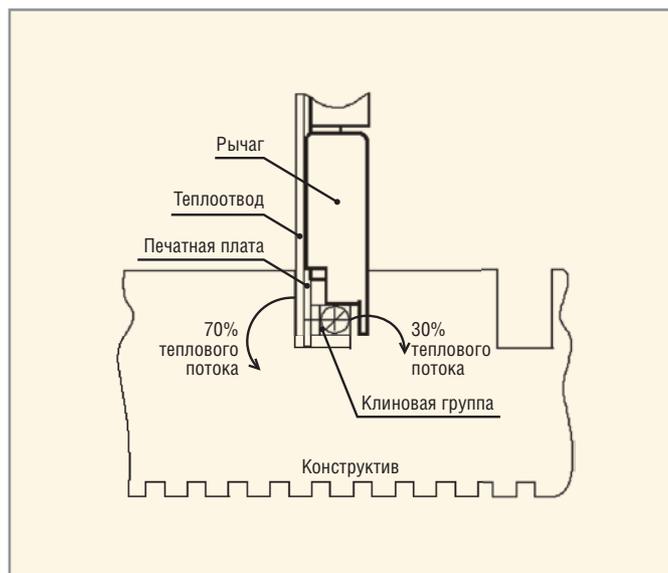


Рис. 5. Отвод тепла с ячейки при помощи клиновaя группы

- для сокращения времени и амплитуды переходного процесса в шинах питания необходимо иметь как можно более низкую индуктивность конструкции шины до выводов фильтрующих конденсаторов. Это достигается, когда конденсаторы устанавливаются в непосредственной близости от шины;
- следует в одной точке соединить силовую (сигнальную) землю и корпус, чтобы выровнять их потенциалы;
- необходимо заземлять корпус или штырь преобразователей (особенно мощных).

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ТЕПЛОТВОДА

Конструктивно ячейка питания выполняется из алюминиевого сплава (Д16М, Д16Т) и строится классическим образом: на верхней планке находится индикация (напряжение питания, наличие служебных сигналов на шине) и ручки подстроечных резисторов (установка порогов, выходных напряжений и уровней сигналов). Конструкция ячейки типоразмера 6U показана на рисунке 4. Ячейка входит по направляющим в конструктив, отвод тепла от нагретых деталей осуществляется через металлическую плату (основание), которая передаёт тепло на клиновые группы. Последние, в свою очередь, контактируют с ребрами конструктива. На рисунке 5 показана схема теплоотвода при помощи клиновaя группы.

В ячейке существуют три механизма теплопередачи: теплопроводность, конвекция (естественная или принудительная, в зависимости от конструктива) и

излучение. В основном тепло уходит за счёт теплопроводности. Если одна стенка охлаждается или осуществляется воздухообмен, то вклад конвекции становится существенным. Для улучшения теплового излучения с поверхности теплоотвода необходимо применять химическое или гальваническое чернение. Однако следует помнить, что если в непосредственной близости от теплоотвода в конструктиве располагаются более интенсивно нагретые элементы, то чёрная поверхность радиатора будет поглощать внешнее излучение.

Тепловая модель ячейки состоит из двух резисторов:  $R_{пр}$  – тепловое сопротивление преобразователь – основание (теплоотвод),  $R_{осн}$  – тепловое сопротивление основание – конструктив. Формула для расчёта теплового сопротивления:

$$R_T = b/(\lambda s), \quad (6)$$

где:  $b$  – толщина материала теплоотвода, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м °С;  $s$  – площадь теплоотвода, м<sup>2</sup>.

Для эффективной теплопередачи между преобразователем и основанием (теплоотводом) требуется обеспечить высокую плоскостность и минимальную шероховатость поверхностей. Следует стремиться к значению теплового сопротивления между преобразователем и теплоотводом не более 0,1°С/Вт. Это достигается применением теплопроводящей пасты (например, КТП-8) или теплопроводящей прокладки. Следует обратить внимание на качество поверхности соприкосновения преобразователя и тепло-

отвода и минимизировать толщину прокладки вместе с пастой. Толщина теплоотвода должна обеспечивать равномерность распределения тепла.

Для уменьшения теплового сопротивления перехода основание – конструктив предъявляются повышенные требования к качеству изготовления клиновaя группы, теплоотвода и к пазу конструктива, в котором зажимается клин. Их шероховатость должна быть не хуже Rz 3,2 с допуском на изготовление ±0,1 мм.

При компоновке ячейки питания в конструктиве необходимо обращать внимание на правильное расположение теплопроводящей системы в пространстве. Конвекция будет эффективнее, когда теплоотводящая поверхность естественным образом «омывается» потоком воздуха, а нагретый поток быстро отводится от места теплообмена. Между радиатором ячейки питания и другими единицами, входящими в конструктив, должно быть по меньшей мере 6 мм свободного пространства для обеспечения естественной конвекции.

Оценим максимальную мощность, которую можно отвести от ячейки питания при помощи двух клиновaя групп. Из формулы (2) следует:

$$\Delta T' = \frac{P_{пот}}{2} R_K, \quad (7)$$

где:  $\Delta T'$  – температура перегрева между основанием – радиатором и конструктивом;  $R_K = (b/s)(1/\lambda)$ . Для типовой клиновaя группы ячейки удельное термическое сопротивление составляет  $1/\lambda = 1,7^\circ\text{C дюйм/Вт}$ ;  $b/s$  – геометрические размеры (1/6 дюйма). Отсюда  $\Delta T = (P_{пот}/2) \times 1,7 \times 1/6 = P_{пот} \times 0,142^\circ\text{C}$ .

Таким образом, при температуре перегрева  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$  максимальная отводимая мощность составит  $P_{\text{пот}} = \Delta T/0,142 \approx 71 \text{ Вт}$ .

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гончаров А., Негреба О. Рекомендации по выбору теплового режима модулей питания. Компоненты и технологии. 2007. № 8.
2. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. Высшая школа, 1986.
3. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств. Высшая школа, 1990.
4. ГОСТ Р 51527-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Ста-

билизированные источники постоянного тока. Кондуктивные электромагнитные помехи. Нормы и методы испытаний.

5. ГОСТ Р 51317.4.4-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытания.
6. ГОСТ Р 51317.4.16-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц. Требования и методы испытания.
7. ГОСТ Р 51317.6.3-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоэмиссия от технических средств,

применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Нормы и методы испытаний.

8. Источники вторичного электропитания в модульном исполнении серии МДМ. Технические условия БКЮС.430609.001-01ТУ.
9. Ланцов В., Эрносян С. Электромагнитная совместимость импульсных источников питания. Силовая электроника. 2006. № 4; 2007, № 1.
10. Барнс Дж. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами. Мир, 1990.
11. Вексер Г., Недочетов В., Пилинский В. и др. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания. Киев: Техника, 1990.



**Новости мира News of the World Новости мира**

**Огромный дисплей от LG Display из «электронной бумаги» – почти газета**

«Электронная бумага» преимущественным образом используется в устройствах для чтения электронных книг, характеристики которых регулярно повышаются. Одни компании сосредотачивают внимание на увеличении функциональности – поддержке цветного изображения и видео, – другие стремятся приблизить технологию по восприятию к настоящей бумаге, а точнее, к газетам и журналам. В настоящее время продуктом с самым крупным дисплеем считается Skiff Reader с диагональю экрана 11,5". Если говорить о потребительских устройствах – так и есть, однако среди новых прототипов гибких панелей лидер другой. Компания LG Display разработала, согласно её заявлению, почти такой же крупный экран, как газета.

Размер гибкого экрана 25 × 40 см, что в переводе на диагональ даёт 19". Толщина

составляет всего 0,3 мм, масса 130 г. Чтобы достичь таких характеристик, LG Display применила вместо более традиционной стеклянной подложки металлическую фольгу. Это самый большой дисплей из «электронной бумаги», изготовленный южнокорейской компанией. В первой половине текущего года планируется начать массовое производство 11,5" решений на базе технологии с фольгой, а о 19" пока ничего не говорится, – потребители, скорее всего, не готовы рассматривать устройство с огромной панелью и чёрно-белым изображением с низкой частотой обновления в качестве замены печатной прессе, компьютеру или электронной книге более привычных размеров. Кроме того, существует фактор стоимости. Тот же 10,7" QUE от Plastic Logic обойдётся в \$650.

*us.aving.net*



**Самолет на топливных элементах готов к полёту**

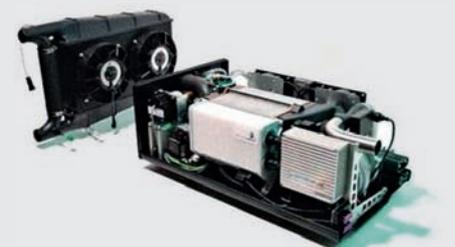
Группа европейских компаний, объединённых под эгидой проекта экологически чистого самолёта ENFICA-FC (Environmentally Friendly Inter City Aircraft powered by Fuel Cells), заявила о готовности модели Rapid 200-FC к полётным испытаниям. Это будет первый в мире самолёт, который поднимется в воздух, используя энергию топливных элементов.

Электрический двигатель Rapid 200-FC мощностью 40 кВт получает энергию от 20-киловаттных водородных топливных ячеек и литий-ионных аккумуляторов.

К концу прошлого года самолёт прошёл первый этап испытаний, включающий в себя 1400-метровый пробег по взлётно-посадочной полосе и тестирование электронной «начинки». Пилот-испытатель Марко Локателли (Marco Locatelli) разогнал



одномоторную машину до 120 км/ч. Теперь разработчики ждут разрешения авиационной комиссии на испытательные полёты, которые планируются в февралемарте 2010 г. на аэродроме Reggio Emilia. Крейсерская скорость полёта Rapid 200-FC составит 150...180 км/ч. Суммарная стоимость проекта ENFICA-FC определе-



на в 4,5 млн. евро, из которых 2,9 млн. выделяет Европейская комиссия. Руководитель проекта Джулио Ромео (Giulio Romeo) говорит, что создание экологически чистого самолёта для внутренних авиалиний разбито на два этапа: создание электролёта на базе лёгкого одномоторного Rapid 200 для отработки технологии и постройка самолёта Evектор EV55 на 20 – 30 пассажиров для региональных и междугородних линий.

*eetimes*