

# Аксессуары для силовой электроники

от компании Methode Electronics, Inc.

**Разработка качественных силовых шин, кабелей и разъемов для силовой электроники, обладающих минимальными значениями распределенных индуктивностей, импульсных перенапряжений, шумов и помех, является ключевым преимуществом в конкурентной борьбе. Именно такими характеристиками обладает продукция фирмы Methode Electronics, Inc. [1], давний и надежный партнер многих корпораций в Западной Европе и США. Изделия этого производителя находят широкое применение в телекоммуникационном оборудовании, компьютерной индустрии, преобразователях мощности, промышленности, на транспорте, в оборонной и аэрокосмической промышленности, медицинском и диагностическом оборудовании. Статья знакомит российских потребителей с изделиями этой фирмы, дает представление о производственном процессе и качестве выпускаемой продукции.**

**Алексей Мясников**

avm@efo.ru

## Введение

Корпорация Methode Electronics, Inc. (Methode) — один из ведущих производителей на современном рынке мировой электроники. Она включает в себя различные подразделения, занимающиеся отдельными видами продукции. Это:

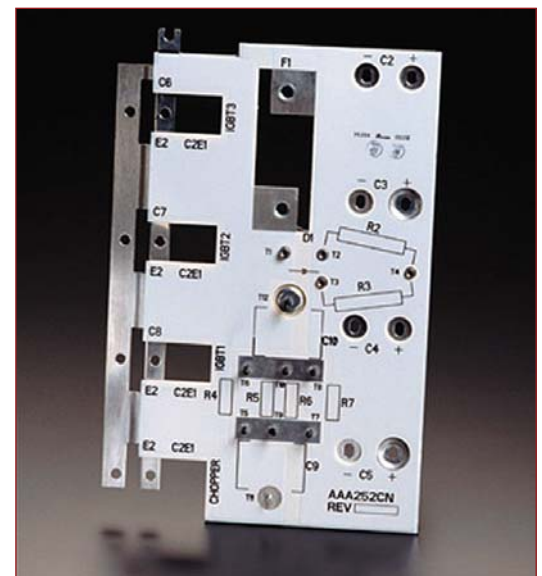
- компоненты и системы для силовой электроники;
- электромеханические устройства для автомобилей;
- разъемы и корпуса карт расширения стандарта PCMCIA, ExpressCard, FLASH-карт;
- кабели и разъемы для цепей питания и различных интерфейсов;
- разъемы для медицинских и автомобильных приложений;
- оптоволоконные разъемы;
- силовые кабели.

Корпорация Methode имеет более чем 45-летний опыт проектирования, производства и тестирования продукции. В число основных потребителей входят такие фирмы, как Alcatel, Boeing, Cisco Systems, Emerson, General Electric Company, Hewlett Packard, IBM, Otis Elevator, Siemens, Sun Microsystems, TDI, Тусо и др. Продукция Methode находит широкое применение в телекоммуникационном оборудовании, компьютерной индустрии, преобразователях мощности, промышленности, на транспорте, в оборонной и аэрокосмической промышленности, медицинском и диагностическом оборудовании.

Фабрики Methode расположены в США, Мексике, Западной Европе и Китае. Производственный процесс на предприятиях автоматизирован, используются станки с программным управлением, которые обеспечивают высокую производительность и точ-

ность изготовления изделий. На стадии проектирования продукции компания Methode предлагает своим заказчикам быстрое изготовление прототипа изделия для дальнейшего исследования.

Тестирование продукции происходит на оборудовании, которое осуществляет точное сканирование изделий и сравнение результатов с требованиями спецификаций и технических заданий. Для разработки методик тестирования Methode имеет дочернюю компанию Trace Laboratories, Inc. Стан-



**Рис. 1.** Многослойная ламинированная силовая шина

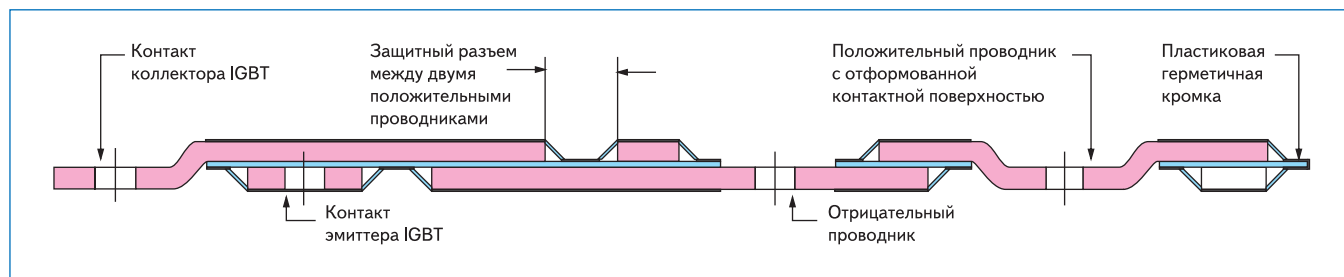


Рис. 2. Модель силовой двухслойной шины, вид сбоку

дартный процесс тестирования изделия на производстве включает в себя тестирование электрической изоляции на пробой при высоких напряжениях, а также функциональное тестирование при различных условиях окружающей среды и различных механических воздействиях.

Корпорация Methode предлагает потребителям разнообразные варианты изоляции конечных изделий в зависимости от области их применения, требований по термостойкости, ударопрочности, геометрии корпуса и стоимости. Возможна как пленочная, так и эпоксидная, порошковая изоляция. Автоматизированные линии для порошкового напыления обеспечивают электрическую изоляцию заданного значения для изделий любой формы. Процесс ламинирования при изготовлении многослойных силовых шин проходит под высоким давлением и при высокой температуре, что определяет высокое качество выпускаемых изделий.

Вся производимая компанией продукция отвечает современным требованиям рынка. Открытое и интенсивное взаимодействие с потребителем — залог долговременных партнерских отношений. Продукция Methode удовлетворяет всем требованиям стандарта ISO 9001, наряду с этим в организации развита внутренняя система контроля качества, обеспечивающая уверенность клиентов в надежности и долговечности изделий.

В настоящей статье основной акцент будет сделан на продукцию компании Methode, применяемую в силовой электронике: это силовые шины — ламинированные и с порошко-

вым напылением; силовые сборки, изготавливаемые по требованиям заказчика; силовые гибкие кабели и разъемы.

**Силовые шины**

Силовые соединительные шины необходимы для распределения энергетических потоков внутри силовых модулей и между компонентами мощных преобразовательных устройств с высокими значениями коммутлируемых токов и напряжений и большими скоростями их изменения.

Многослойная ламинированная шина (рис. 1) представляет собой прессованную плоскую конструкцию, которая состоит из проводников, изолированных друг от друга тонким слоем диэлектрика [2]. Имея симметричную параллельную топологию, такая шина обеспечивает согласованную высокую проводимость слоев, оптимизированное значение распределенной емкости и очень низкую паразитную индуктивность. Один из проводников (например, минус силового питания) может также выполнять функции экрана. Кроме повышения надежности за счет минимального уровня перенапряжений, это гарантирует хорошую электромагнитную совместимость. Применение ламинированных шин улучшает отвод тепла от силовых модулей, позволяет создавать компактные и легкие конструкции. Шины Methode обладают большой допустимой плотностью тока в сочетании с высоким напряжением изоляции.

Многослойная силовая шина содержит проводники линий питания. В качестве материала проводников обычно используют медь

и медные сплавы, а также латунь, бронза и бериллиево-медные сплавы. В окончательном виде силовая шина, состоящая из набора проводящих и изолирующих слоев, прессуется с использованием эпоксидного наполнителя для получения максимально жесткой конструкции.

Ламинированные силовые шины (рис. 3), используемые в электротранспорте, проектируются с учетом жестких требований по вибростойкости и ограничений по ударопрочности.

**Силовые сборки**

В IGBT-приложениях ламинированная шина — это основание силовой сборки (рис. 4). Шина обеспечивает распределение мощности и является структурной основой для других компонентов. Особо важная особенность IGBT-приложений — то, что шины Methode обладают очень малой величиной собственной индуктивности. Изоляционные материалы можно подобрать исходя из технических требований. В силовую шину могут быть интегрированы дискретные конденсаторы, резисторы и другие элементы.

Компания Methode изготавливает шины любых размеров и формы. Контактные разъемы и площадки шин проектируются под соответствующие контактные выводы IGBT-модулей и конденсаторов. Диоды, резисторы и предохранители можно встраивать в шину на этапе проектирования. Все проводящие слои при интеграции в шину изолируются от соседних проводящих слоев. Диэлектрическая пленка, покрывающая шину, обеспечивает превосход-



Рис. 3. Пример ламинированной силовой шины, используемой в электротранспорте

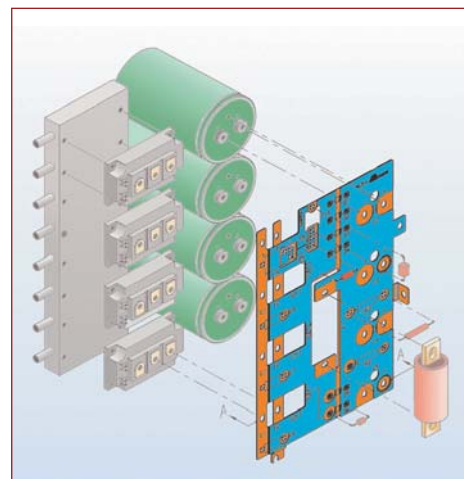


Рис. 4. Силовая сборка на основе ламинированной шины

ную изоляцию системы от воздействия внешней среды. Конструкция шины оптимизирована для эффективного распределения электрической энергии.

Силавые шины особенно эффективны для применения в изделиях с большим количеством проводов, которые трудно изгибать и прокладывать. В таких случаях шины значительно экономят рабочее пространство и сокращают время на монтаж и установку оборудования.



Рис. 5. Силавая сборка с порошковым напылением

Силавые сборки с порошковым напылением (рис. 5) состоят из силавых шин, конденсаторов и IGBT-модулей. Порошковое изоляционное напыление обладает высоким диэлектрическим сопротивлением и термоустойчивостью, при этом имеет низкую стоимость. Перед поставкой заказчику все сборки проходят процесс тестирования на производстве Methode.

### Силавые кабели

В силавых сборках особое внимание также уделяется используемым силавым кабелям и разъемам. Разработкой этих изделий занимается подразделение компании Methode — Cableco technologies Corporation (Cableco) — мировой лидер в проектировании и производстве кабельных систем с малой рассеиваемой мощностью, которые широко используются в преобразователях электроэнергии высокой мощности, внутри силавых модулей и между компонентами мощных преобразовательных устройств.

Среди наиболее интересных решений — Power SwivelNut (рис. 6). Это изделие представляет собой проволочный силавой кабель с вращающейся гайкой на конце, которая имеет газонепроницаемое соединение с силавым кабелем. Изделие предназначено для удобного механического соединения с выводами источника питания, силавыми шинами, предохранителями и другими сильноточными контактами. Гайка изготавливается из латуни и сплава меди с теллурием, закаляется и имеет гальваническое покрытие. Это изделие обладает высоким значением электрической проводимости.

Еще одно интересное изделие — PowerPath (рис. 7) — новая гибкая система распределения электроэнергии. Каждый отдельный кабель протянут от одного контакта к другому без внутренних перемычек, которые увеличи-

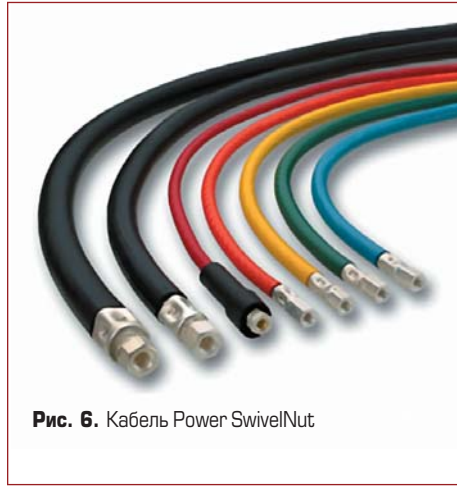


Рис. 6. Кабель Power SwivelNut

ли бы сопротивление и уменьшили надежность. Механическая гибкость позволяет легко устанавливать изделие даже в компактных по объему системах, а также обеспечивает надежный контакт кабелей с силавой шиной. PowerPath изготавливается с использованием кабеля PowerFlex, который очень плотно скручивается, что увеличивает механическую прочность и время службы изделия.



Рис. 7. Кабель PowerPath

Следующее изделие — Parallel PowerCable (PPC) (рис. 8) — гибкий, обладающий малой индуктивностью кабель, разработанный для передачи электроэнергии и заземления объектов. Уникальная конструкция PPC-кабеля обладает собственной индуктивностью, значение которой существенно меньше, чем у аналогич-



Рис. 8. Кабель Parallel PowerCable

ных кабелей с круглым сечением. Провода прессуются и получаются плоскими, что обеспечивает большую плотность тока. Во многих приложениях плоская конструкция удобнее для применения и охлаждения системы.

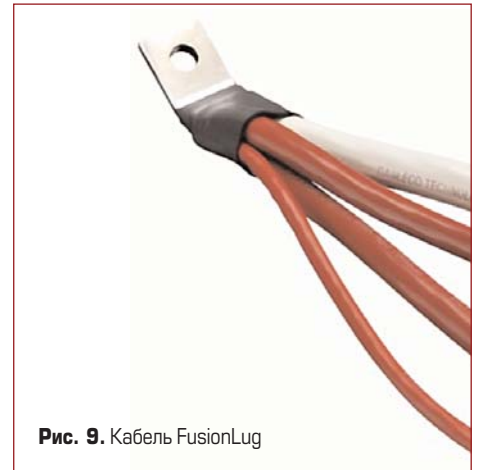


Рис. 9. Кабель FusionLug

Компания Cableco разработала изделие FusionLug для соединения нескольких кабелей в одном контактном разъеме, который обладает малым падением напряжения. FusionLug представляет собой надежный контактный зажим, который получается путем переплетения нескольких кабелей.

### Заклучение

Разработка топологии соединений в преобразователях высокой мощности — один из наиболее важных и сложных этапов создания конструкции изделий силавой электроники [2]. Высокие значения скоростей изменения сигнала  $dv/dt$ ,  $di/dt$ , возникающие при коммутации силавых модулей, приводят к появлению импульсных перенапряжений, шумов и помех. Для борьбы с этим в изделиях силавой электроники необходимо обеспечивать минимальное значение распределенных индуктивностей силавых линий связи. Одновременно с этим к изделиям предъявляются требования компактности, гибкости, цельности, минимизации механических напряжений. Именно таким условиям удовлетворяет продукция фирмы Methode.

Methode Electronics, Inc. — давний надежный партнер многих корпораций в Западной Европе и США. Исследовательские центры и лаборатории компании постоянно работают над улучшением качества продукции. Новейшие технологии, автоматизация производства, строжайший контроль качества продукции выводят Methode на лидирующие мировые позиции. Корпорация ставит своей целью дальнейшее расширение сферы своей деятельности. Одна из стратегических задач, которую рассматривает Methode на современном этапе развития, — это расширение поставок продукции на российский рынок.

### Литература

1. [www.methode.com](http://www.methode.com)
2. Колпаков А. Многослойная шина и силавые модули SEMISTACK от SEMIKRON // Силавая электроника. 2004. № 1.