

Разъемы для межплатных соединений Free Height и Micro-MaTch от компании TE Connectivity

Юрий КОВАЛЕВСКИЙ

В данной статье пойдет речь о разъемах для прямых межплатных соединений одного из мировых лидеров в производстве электромеханических изделий — компании TE Connectivity (www.te.com). Даны пояснения, как в этих изделиях достигается высокий уровень технических характеристик.

Введение

Современные электронные системы отличаются высокой структурной сложностью. Растущие требования к уменьшению габаритов, повышению функциональности и скорости обработки данных приводят к большому числу межсоединений, плотность которых становится все больше. А как известно, чем сложнее система, тем труднее обеспечить ее надежность. Именно поэтому одним из важнейших факторов обеспечения конкурентоспособности и высокого качества электронной аппаратуры становится правильный выбор надежных разъемов. Ведь отказ электрического соединения может свести на нет все преимущества самых передовых и дорогих схемотехнических решений.

Разъем — это изделие электромеханическое, а значит, по своей природе он сочетает в себе целый ряд факторов, влияющих на надежное функционирование: от обеспечения физического контакта в условиях механических воздействий и возможности многократных циклов сочленения до вопросов чисто электрического характера, таких как перекрестные помехи, электрическое сопротивление контакта, емкостные и индуктивные характеристики и проч.

Кроме того, современные технологии сборки электронных устройств накладывают дополнительные требования на технологичность. Так, например, в определенных задачах, когда плата собирается по технологии поверхностного монтажа, бывает важно обеспечить монтаж разъемов в рамках того же сборочного процесса, поскольку последующий монтаж разъемов в отверстия может оказаться «узким местом», требующим дополнительных временных затрат и ручного труда.

При выборе разъемов следует учитывать все факторы, и в современных условиях принятию правильного решения может оказать

существенную помощь компетенция передовых производителей разъемов, учитывающих в своих разработках требования мировой электронной промышленности.

Конструкции разъемных межплатных соединений

Разнообразие конструкторских решений электронных изделий приводит к большому числу вариантов обеспечения коммутации между платами.

Прежде всего, соединения могут быть разъемными и неразъемными. Плата может монтироваться на другую плату с помощью пайки как модуль. Также в современных изделиях все большую популярность приобретают решения на основе гибких и гибко-жестких плат, которые обеспечивают высокую надежность и технологичность на этапе сборки. Однако гибкие платы накладывают ряд ограничений на монтаж, а гибко-жесткие решения остаются достаточно дорогими.

Разъемные соединения между платами можно разделить на непосредственные (прямые) и соединения с помощью «посредника» — провода, жгута или кабеля.

Если конструкция позволяет, предпочтительным является первый вариант, поскольку чем меньше в изделии разъемных контактов, тем оно надежнее. Однако это не всегда возможно, например если платы находятся на некотором расстоянии друг от друга или их взаимное расположение может меняться (при открывании дверцы, на которой закреплена плата индикации лицевой панели, и т.д.).

В качестве «посредника» могут применяться различные решения, и их соединение с разъемом может быть тоже различным. Например, могут применяться паяемые или обжимаемые дискретные провода, провода или плоские шлейфы, монтируемые путем прокалывания изоляции (метод IDC —

Insulation Displacement Connector, разъем с «вытеснением» изоляции), плоские печатные кабели, микроминиатюрные коаксиальные кабели.

Прямые соединения, о которых речь пойдет далее, классифицируют по взаимному расположению соединяемых плат:

- Копланарное соединение — платы располагаются в одной или в параллельных плоскостях, и сочленение производится также в параллельной плоскости.
- Соединение под прямым углом — платы располагаются в перпендикулярных плоскостях. Такие соединения чаще всего требуются при установке карт (ячеек) в материнскую плату (коммутационную панель). Такие соединения подразделяют на соединения с задней панелью (backplane) и с панелью с двусторонним расположением плат (midplane, средняя панель).
- Мезонинное соединение — платы располагаются параллельно друг другу, но, в отличие от первого варианта, сочленение производится в направлении, перпендикулярном плоскости платы. Иными словами, одна плата устанавливается на другую сверху. Возможен вариант с установкой нескольких плат одна над другой.

Разъем для межплатного соединения может состоять из двух частей, каждая из которых устанавливается на одну из соединяемых плат, либо только из одной части, если роль второй части разъема играют краевые контакты, выполняемые непосредственно на плате.

В зависимости от конструкции соединений используются различные конфигурации разъемов. Сами разъемы могут быть прямыми или угловыми (иметь прямой угол). Обе части мезонинных разъемов всегда прямые. При копланарном соединении, как правило, используются два угловых разъема, но встречаются решения с прямыми разъемами, устанавливаемыми на край платы. При со-

единении под прямым углом обычно на панель (материнскую плату) устанавливается прямой разъем, а на карту — угловой, либо используется краевой разъем.

В некоторых изделиях с критичными габаритами (например, в ноутбуках) применяются наклонные разъемы с углом, отличным от прямого.

Монтаж разъема на плату также может выполняться различными способами: пайкой в отверстия, запрессовкой, методом поверхностного монтажа, методом прижима и др.

Пайка в отверстия — традиционный метод, обеспечивающий высокую надежность, однако обладающий сравнительно низкой технологичностью. Поверхностный монтаж — высокотехнологичный метод, одновременно обеспечивающий миниатюризацию. Для автоматизации монтажа, учитывая сложную геометрическую форму разъемов, часто применяется специальный съемный элемент, установленный на разъем изготовителем, который обеспечивает плоскость для захвата разъема монтажной головкой и снимается после монтажа.

Требования к разъемам

В данной статье мы рассмотрим два типа межплатных разъемов, которые относятся, соответственно, к сигнальным разъемам и разъемам общего назначения.

Сигнальные разъемы в современных устройствах должны в первую очередь обеспечивать высокий уровень целостности сигнала. Это значит, что основные электрические требования, предъявляемые к ним, включают малое сопротивление контакта и малые перекрестные помехи, что часто достигается особым распределением сигналов по контактам и применением экранов в конструкции разъемов. Кроме того, современные сигнальные разъемы вычислительной и телекоммуникационной техники должны иметь малые размеры и высокую плотность контактов.

Остальные требования, такие как диэлектрическая прочность, рабочее напряжение, допустимый ток, число циклов сочленения и др., для сигнальных разъемов не так важны. Однако следует учитывать, что иногда сигнальные контакты используются для низковольтного питания, причем в современных изделиях токовая нагрузка может быть значительной, поэтому допустимый ток на контакт в этом случае становится важным параметром.

Разъемы общего применения в основном используются в неответственных узлах для передачи сигналов небольшой скорости и низковольтного питания. У таких разъемов трудно выделить основные характеристики, скорее их параметры должны быть хорошо сбалансированы. При выборе таких разъемов может оказаться критичным и выдерживаемое диэлектриком напряжение, и ток

на контакт, и число циклов сочленения, и контактное сопротивление. Размеры разъема также должны находиться в балансе с его стоимостью, технологичностью его монтажа и надежностью.

В условиях расширяющегося применения бессвинцовых процессов пайки, в том числе в отечественном производстве, одним из важнейших параметров становится способность корпуса выдерживать высокие температуры пайки бессвинцовых припоев.

Мезонинные разъемы Free Height

Сигнальные разъемы Free Height (FH) компании TE Connectivity предназначены для мезонинного соединения между платами. Особенностью этого типа разъемов является то, что сочетание двух частей разъема (вилки и розетки) различной высоты обеспечивает выбор расстояний между платами из целого ряда значений. Таким образом, для конкретного изделия может быть подобрано подходящее минимальное расстояние, позволяющее достичь малых габаритов конечного изделия. Например, для семейства с шагом выводов 0,8 мм шаг высот составляет 1 мм, и это семейство включает четыре исполнения вилок с высотой с шагом 1 мм и четыре исполнения розеток с высотой с шагом 4 мм, как показано в таблице 1.

Таблица 1. Комбинации розеток и вилок для получения ряда межплатных расстояний

Розетка/ Вилка	5, 9, 13, 17	6, 10, 14, 18	7, 11, 15, 19	8, 12, 16, 20
5–8	5	6	7	8
9–12	9	10	11	12
13–16	13	14	15	16
17–20	17	18	19	20

Примечание. Все размеры указаны в мм.

Контакты разъемов выполняются из сплавов меди с никелевым подслоем и с золотым покрытием 8 мкм, 30 мкм или Gold Flash в области контакта. Область пайки имеет оловянное покрытие.

Данные разъемы предназначены для поверхностного монтажа и могут поставляться со съемными элементами для вакуумного захвата монтажной головкой. Поскольку при поверхностном монтаже разъем может несколько смещаться относительно платы, для обеспечения точного позиционирования у большинства разъемов имеются выступы на нижней стороне, которые должны входить в базовые отверстия в плате. Однако существуют исполнения и без выступов, поэтому при заказе на это необходимо обращать внимание.

Малый шаг выводов разъемов позволяет экономить место на плате и снижать размеры конечного изделия. Разъемы FH представлены четырьмя семействами с различным шагом выводов: 0,5, 0,6, 0,8 или 1 мм.

Семейства разъемов имеют различную конструкцию и разные ряды расстояний между платами, но конструкции разъемов одного семейства одинаковые, что позволяет подбирать отдельные части в зависимости от требований проекта.

Разъемы одного семейства отличаются количеством контактов, а также имеют исполнения с различной толщиной покрытия выводов, допустимой температурой пайки, с выступами для позиционирования или без них. Они также поставляются в различной упаковке (в лентах, пеналах или на матричных поддонах для автоматизированного монтажа) с элементом для захвата или без него. Код для заказа полностью и однозначно определяет семейство, исполнение и упаковку компонента.

Далее рассмотрим подробнее три семейства разъемов FH: с шагом 0,5, 0,8 и 1 мм.

Семейство FH с шагом 0,5 мм

Семейство разъемов FH с шагом 0,5 мм (рис. 1) принято консорциумом PICMG в качестве стандарта для коммутации встроенных модулей с платой-носителем COM Express. Это семейство позволяет выбирать межплатное расстояние из ряда: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15 и 16 мм. В семействе присутствуют одиночные и сдвоенные (двухрядные) разъемы с числом контактов соответственно: 120, 160, 200, 220, 240 и 240, 320, 440. Разъемы данного семейства имеют исполнения с заземленным экраном для обеспечения высокоскоростной передачи данных.

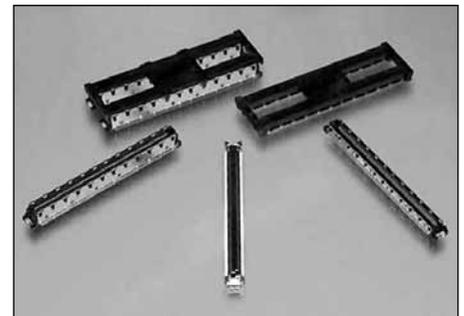


Рис. 1. Разъемы семейства FH с шагом 0,5 мм

Основные характеристики семейства:

- рабочее напряжение 50 В АС;
- ток на контакт 0,5 А;
- количество циклов сочленения — 30;
- напряжение, выдерживаемое диэлектриком в течение 1 мин., — 200 В АС;
- диапазон рабочих температур $-40...+85^{\circ}\text{C}$;
- температура пайки оплавлением (если применимо) $+245$ или $+260^{\circ}\text{C}$.

В таблицах 2 и 3 приведены характеристики некоторых разъемов семейства.

Семейство FH с шагом 0,8 мм

Семейство разъемов FH с шагом 0,8 мм (рис. 2) включает изделия с количеством контактов от 40 до 200 с шагом по 20 контактов,

Таблица 2. Вилки семейства FH с шагом 0,5 мм

Код для заказа	Тип	Число контактов	Межплатное расстояние, мм	Толщина золотого покрытия области контакта, мкм	Наличие экрана	Наличие элемента для захвата	Температура пайки оплавлением, °С	Упаковка
3-1827233-6	Д	440	5	8	+	+	+245	паллета
3-1827253-6	О	220	5	8	+	+	+245	паллета
3-5353652-6	Д	440	8	8	+	+	+245	паллета
3-6318491-6	О	220	8	8	+	+	+245	паллета
3-1939756-6	О	220	8, 12	30	+	+	+245	паллета
3-1981052-5	О	200	8	Gold Flash	+	+	+245	паллета
3-5353614-7	О	240	6	8	+	+	+245	паллета
4-1827253-6	О	220	5	8	+	+	—	лента
4-6565779-5	О	200	8	8	+	+	+245	паллета
8-6318491-6	О	220	8, 12	8	+	+	+245	паллета
9-1827253-6	О	220	5	30	+	+	+245	паллета
9-1939756-6	О	220	8, 12	30	+	+	+245	паллета

Примечание: Д — двойной; О — одинарный.

Таблица 3. Розетки семейства FH с шагом 0,5 мм

Код для заказа	Тип	Число контактов	Межплатное расстояние, мм	Толщина золотого покрытия области контакта, мкм	Наличие экрана	Наличие элемента для захвата	Температура пайки оплавлением, °С	Упаковка
3-1827231-6	Д	440	4, 5, 8	8		+	+245	паллета
3-6318490-6	О	220	4, 5, 8	8			+245	паллета
3-1939755-6	О	220	4, 5, 8	30			+245	паллета
3-2040714-6	О	220	4, 6	Gold Flash		+	+245	лента
3-5353606-7	О	240	4, 6	8		+	+245	паллета
3-6565778-5	О	200	4, 5, 7	8		+	+245	паллета
5-6123675-9	Д	240	4	8		+	+245	лента
5353648-9	О	120	6, 9, 10	8		+	+260	лента
6-5353606-6	О	220	4	—		+	+245	—
6-5353703-2	О	160	12, 16	8	+	+	+245	паллета
8-6318490-6	О	220	4, 5, 8	8			—	паллета

Примечание: Д — двойной; О — одинарный.

обеспечивающие межплатное расстояние от 5 до 20 мм с шагом 1 мм (всего 16 вариантов).

Контакты разъемов выполнены из латуни (вилка) или бериллиевой бронзы (розетка) с никелевым подслоем и с золотым покрытием 8 или 30 мкм в области контакта и оловянным покрытием в области пайки. Пружинные контакты розетки особой формы снижают износ и обеспечивают надежный контакт.

Основные характеристики семейства:

- рабочее напряжение 100 В AC;
- ток на контакт 0,5 А;

- контактное сопротивление (max), начальное — 30 мОм;
- напряжение, выдерживаемое диэлектриком в течение 1 мин., — 500 В AC;
- диапазон рабочих температур (включая нагрев контакта) –40...+85 °С;
- температура пайки оплавлением (если применимо) +245 или +260 °С;
- температура пайки волной (если применимо) +240, +260 или +265 °С.

Подобрать точный код для заказа разъема по его характеристикам можно на сайте TE Connectivity. В таблицах 4 и 5 в качестве примера приведены коды для заказа некото-

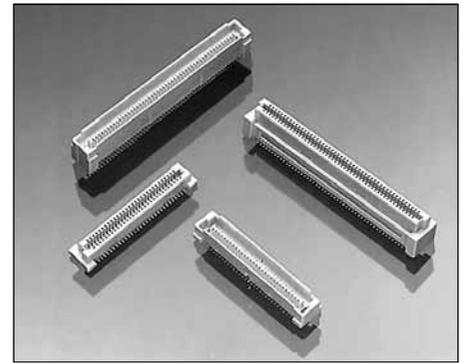


Рис. 2. Разъемы семейства FH с шагом 0,8 мм

рых исполнений вилок и розеток с различным числом контактов для разных межплатных расстояний.

Некоторые исполнения могут отсутствовать для определенных сочетаний межплатных расстояний и числа контактов, что необходимо принимать во внимание. Например, вилки для межплатного расстояния 5, 9, 13 и 17 мм, упакованные в ленту, выпускаются только для числа выводов до 160.

Семейство FH с шагом 1 мм

Семейство разъемов FH с шагом 1 мм (рис. 3) предназначено для мезонинных соединений стандарта IEEE 1386. Это семейство соответствует стандарту EIA-700 AAAB, но при этом имеет некоторые конструктивные особенности, позволяющие упростить монтаж разъема и повысить надежность изделия. Выступы для позиционирования разъема при поверхностном монтаже имеют не круглую, как обычно, а ромбовидную форму, что упрощает установку разъема на плату. Кроме того, зазор между пластиковыми корпусами вилки и розетки выполнен большего размера, чем это делается обычно, что снижает механическую нагрузку на паяные соединения при сочленении.

Разъемы могут иметь 64 или 84 контакта, расположенных в два ряда. Диапазон расстояний между платами для данного семейства составляет от 8 до 15 мм с шагом 1 мм.

Таблица 4. Вилки семейства FH с шагом 0,8 мм

Исполнение				
Покрывание области контакта		золото 8 мкм		
Съемный элемент для захвата		нет		
Выступы для позиционирования		да		
Температура пайки оплавлением		до +260 °С		
Упаковка		пенал		
Число контактов	Межплатное расстояние, мм			
	5, 9, 13, 17	6, 10, 14, 18	7, 11, 15, 19	8, 12, 16, 20
40	5177984-1	5179029-1	5179030-1	5179031-1
60	5177984-2	5179029-2	5179030-2	5179031-2
80	5177984-3	5179029-3	5179030-3	5179031-3
100	5177984-4	5179029-4	5179030-4	5179031-4
120	5177984-5	5179029-5	5179030-5	5179031-5
140	5177984-6	5179029-6	5179030-6	5179031-6
160	5177984-8	5179029-8	5179030-8	5179031-8
180	5177984-9	5179029-9	5179030-9	5179031-9
200	1-5177984-0	1-5179029-0	1-5179030-0	1-5179031-0

Таблица 5. Розетки семейства FH с шагом 0,8 мм

Исполнение				
Покрывание области контакта		золото 8 мкм		
Съемный элемент для захвата		нет		
Выступы для позиционирования		да		
Температура пайки оплавлением		до +260 °С		
Упаковка		пенал		
Число контактов	Межплатное расстояние, мм			
	5–8	9–12	13–16	17–20
40	5177983-1	5-5179009-1	5-5179010-1	5-1735480-1
60	5177983-2	5-5179009-2	5-5179010-2	5-1735480-2
80	5177983-3	5-5179009-3	5-5179010-3	5-1735480-3
100	5177983-4	5-5179009-4	5-5179010-4	5-1735480-4
120	5177983-5	5-5179009-5	5-5179010-5	5-1735480-5
140	5177983-6	5-5179009-6	5-5179010-6	5-1735480-6
160	5177983-8	5-5179009-8	5-5179010-8	5-1735480-8
180	5177983-9	5-5179009-9	5-5179010-9	5-1735480-9
200	1-5177983-0	6-5179009-0	6-5179010-0	6-1735480-0

Таблица 6. Вилки семейства FH с шагом 1 мм

Исполнение			
Покрытие области контакта	золото 30 мкм		
Покрытие области пайки	олово		
Съемный элемент для захвата	да		
Выступы для позиционирования	да		
Элементы крепления	да		
Температура пайки оплавлением	до +260 °С		
Число контактов	Межплатное расстояние, мм		
	8	9, 11, 14	10, 12, 13, 15
64	5146897-1	5146898-1	5146888-1
84	5146897-2	5146898-2	5146888-2

Таблица 7. Розетки семейства FH с шагом 1 мм

Исполнение				
Покрытие области контакта	золото 30 мкм			
Покрытие области пайки	олово			
Съемный элемент для захвата	да			
Выступы для позиционирования	да			
Элементы крепления	да			
Температура пайки оплавлением	до +260 °С			
Число контактов	Межплатное расстояние, мм			
	8, 9, 10	11, 12	13	14, 15
64	5146893-1	5146894-1	5146895-1	5146896-1
84	5146893-2	5146894-2	5146895-2	5146896-2



Рис. 3. Разъемы семейства FH с шагом 1 мм

Основные характеристики семейства:

- ток на контакт 1 А;
- контактное сопротивление (max), начальное — 30 мОм;
- количество циклов сочленения — 100;
- температура пайки оплавлением (если применимо) +245 или +260 °С;
- температура пайки волной (если применимо) +240 °С.

В таблицах 6 и 7 в качестве примера приведены коды для заказа некоторых исполнений вилок и розеток для разных межплатных расстояний.

Семейство разъемов Micro-MaTch

Миниатюрная система соединителей Micro-MaTch была разработана компанией TE Connectivity для изделий общего назначения, к которым в современной ситуации также предъявляются растущие требования по надежности и уменьшению габаритных размеров. Эта система состоит из разъемов различного типа: прямых и угловых для установки на плату, монтируемых в отверстия и для поверхностного монтажа, для установки на плоский кабель и для дискретного проводного монтажа. Все эти разъемы совместимы, что позволяет выполнять на базе данной системы различные соединения типа «плата–плата» и «плата–кабель».

Можно сказать, что Micro-MaTch — это следующее поколение разъемов общего назначения типа PLD, или, как их часто называют, «гребенок» или «иглолок». Но возможности семейства Micro-MaTch гораздо шире:

они, благодаря своей конструкции, автоматически обеспечивают правильную ориентацию, повышают надежность соединения и упрощают монтаж.

Одним из важнейших преимуществ данной серии является запатентованная форма контакта розетки (рис. 4): контакт, обжимающий штырь вилки, соединен с основной частью разъема элементом, выполняющим роль пружины. Эта пружина компенсирует вибрацию и тепловое расширение при эксплуатации, уменьшая истирание контактов и предотвращая тем самым фрикционную коррозию — основную проблему разъемов с оловянным покрытием.

Кроме того, разъемы для монтажа в отверстия имеют формовку выводов, удерживающую разъем при установке на плату толщиной 1,6 мм, а разъемы для поверхностного монтажа снабжены дополнительными пружинными элементами в контактах для компенсации различия ТКР платы и корпуса разъема.

Контакты разъемов расположены в шахматном порядке с расстоянием между центрами 1,27 мм, что позволяет экономить место на плате по сравнению с традиционными разъемами.

Все вилки семейства Micro-MaTch имеют ключ для правильной ориентации при сочленении. Ответная часть ключа либо имеется в корпусе розетки, либо выполняется на плате в виде дополнительного отверстия (для прямых розеток, монтируемых в отверстия). Розетки могут иметь защелки для повышения надежности сочленения.

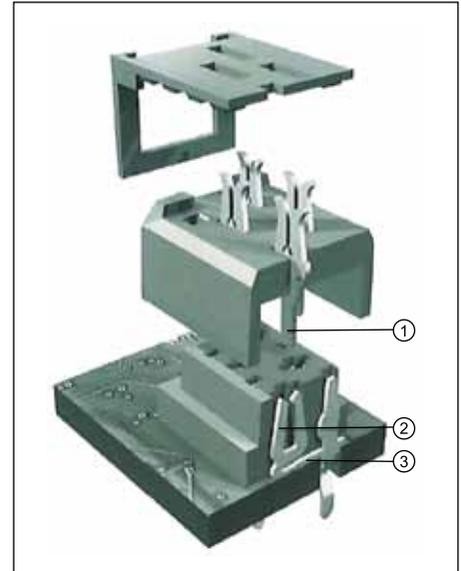


Рис. 4. Контакты разъемов Micro-MaTch:

- 1 — контакт вилки;
- 2 — контакт розетки;
- 3 — пружинный элемент

Для выполнения межплатных соединений могут применяться разъемы Micro-MaTch для монтажа в отверстия или для поверхностного монтажа (рис. 5), при этом, если используются две прямые части, возможно выполнение мезонинного соединения с межплатным расстоянием 6,2 или 7,1 мм (в зависимости от того, применяется ли розетка для монтажа в отверстия или для поверхностного монтажа).

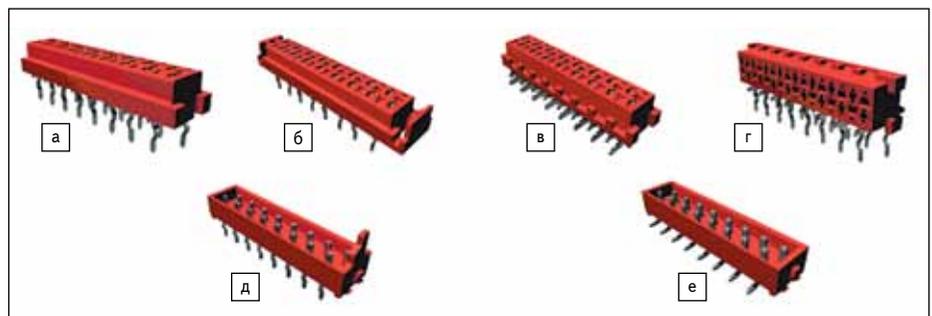


Рис. 5. Разъемы Micro-MaTch для монтажа на плату.

- Розетки: а) вертикальная для монтажа в отверстия; б) вертикальная для монтажа в отверстия с защелками; в) вертикальная для поверхностного монтажа; г) угловая для монтажа в отверстия. Вилки: д) прямая для монтажа в отверстия; е) прямая для поверхностного монтажа

Для соединения под прямым углом применяются угловая розетка и прямая вилка.

Разъемы выпускаются с числом контактов 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, а также, в некоторых исполнениях, 24. В таблице 8 приведены варианты межплатных соединений на основе системы Micro-MaTch и примеры номеров для заказа для исполнений с 10 контактами.

Основные характеристики разъемов Micro-MaTch:

- межцентровое расстояние контактов — 1,27 мм;
- материал контактов — фосфористая бронза;
- покрытие контактов — олово с подслоем никеля;
- контактное сопротивление (max) — 10 мОм;
- сопротивление изоляции (min) — 1000 МОм;
- номинальное напряжение — 230 В;
- ток на контакт (max) — 1,5 А;
- диапазон рабочих температур —40...+105 °С;
- усилие сочленения на контакт (max) — 5 Н;
- усилие расчленения на контакт (max) — 1 Н;
- температура пайки волной (разъемы для монтажа в отверстия) +265 °С;

Таблица 8. Варианты межплатных соединений на разъемах Micro-Match

Соединение	Вилка		Розетка	
	Описание	Номер для заказа	Описание	Номер для заказа
Мезонинное	Прямая, монтаж в отверстия	8-215464-0	Прямая, монтаж в отверстия	8-215079-0
		1-215464-0		1-215079-0
	Прямая, поверхностный монтаж	8-338728-0	Прямая, поверхностный монтаж	8-188275-0
1-338728-0		1-188275-0		
Угловое	Прямая, монтаж в отверстия	8-215464-0	Угловая, монтаж в отверстия	8-215460-0
		1-215464-0		1-215460-0
	Прямая, поверхностный монтаж	8-338728-0	Угловая, монтаж в отверстия	1-215460-0
1-338728-0		1-215460-0		

- температура пайки оплавлением (разъемы для поверхностного монтажа) +260 °С.

Заключение

Разъемы компании TE Connectivity уже много лет устанавливают стандарты в области качества, надежности и гибкости конструирования современных электронных изделий.

В статье рассмотрены мезонинные разъемы серии Free Height, обеспечивающие высокую степень микроминиатюризации высокопроизводительных устройств, а также межплатные соединения на основе системы общего назначения Micro-MaTch, позволяющей уменьшить габариты и существенно повысить надежность изделий.

Помимо особенностей конструкций, отвечающих самым современным требованиям электронной промышленности, изделия компании TE Connectivity всегда отличало высокое качество изготовления, что обеспечивается применением только высококачественных материалов и надежных техпроцессов и современных систем управления качеством вне зависимости от фактического места изготовления изделия. Именно поэтому продукцию этой компании выбирают для своих изделий крупнейшие мировые производители компьютерной, телекоммуникационной, потребительской, автомобильной электроники и аппаратуры промышленного, военного и других видов применения. ■