

Разъемы фирмы Harwin: доступная надежность

Вадим КРАУЗЕ
harwin@k-t-k.ru

Фирма Harwin была основана в 1952 г. в Англии. Начиная с 1990 г. компания открыла производства в Сингапуре и на Тайване, а также представительства в США и Германии. К настоящему времени Harwin производит более 20 тысяч наименований высоконадежных разъемов и установочных изделий. Всю продукцию этой фирмы можно разделить на пять категорий: разъемы Datamate, разъемы специального и общего назначения, установочные изделия EZ-BoardWare, клеммы и металлоизделия. В данной статье рассмотрены эксклюзивные продукты Harwin, а также разъемы и изделия, аналогичные продукции других производителей.

Разъемы Datamate

Система разъемов Datamate отличается повышенной надежностью, необходимой для военной, космической, медицинской техники и некоторых других отраслей, и невысокой конечной ценой. Изделия соответствуют британскому стандарту BS-9525-F0033 (SECC 75101-008). Главная особенность разъемов этой серии — оригинальные высоконадежные контакты Harwin. Конструкция контакта включает штампованный четырехлепестковый зажим из золоченой термически упрочненной бериллиевой бронзы с упругими лепестками (рис. 1). Этот зажим, расположенный в разьеме типа «гнездо», крепко обхватывает штырь, обеспечивая целостность электрического контакта даже в тяжелых условиях эксплуатации [1].

Во многом благодаря конструкции контактов разъемы Datamate имеют высокий уровень параметров:

- рабочий диапазон температур $-55...+125$ °С;
- виброустойчивость (диапазон частот 10–2000 Гц, ускорение 98 м/с² (10g), время испытаний 6 часов);

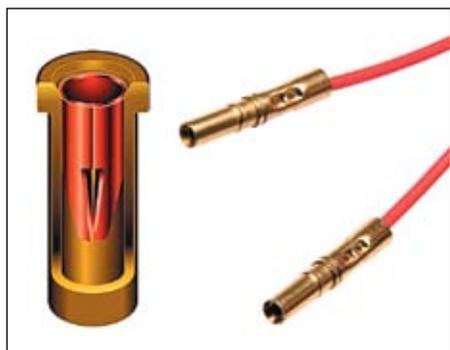


Рис. 1. Конструкция сигнальных низкочастотных контактов разъемов Datamate

- устойчивость к многократным ударам (ускорение 390 м/с² (40g), число ударов 4000 ± 10);
- устойчивость к одиночным ударам с ускорением 981 м/с² (100g) в течение 6 мс;
- устойчивость к линейному ускорению 490 м/с² (50g);
- износостойкость контактов — 500 коммутаций;
- усилие смыкания (на контактную пару) не более 2,8 Н для одно- и двухрядных разъемов серии M80-xx и не более 1 Н для трехрядных разъемов серии M83-xxx;
- усилие размыкания не менее 0,2 Н;
- ток до 5 А (сигнальные контакты) и до 20 А (силовые контакты).

В систему разъемов Datamate входит несколько семейств.

Datamate L-Tek

Datamate L-Tek — семейство низкочастотных (low frequency) разъемов, выпускаемых с тремя опциями фиксации: без защелки, с пружинной и замковой защелками (рис. 2).

Datamate J-Tek

Datamate J-Tek — семейство низкочастотных разъемов с фиксацией винтом (jackscrew) (рис. 3).

Datamate Mix-Tek

Datamate Mix-Tek (рис. 4) — разъемы, сочетающие низко- и высокочастотные сигнальные, а также силовые контакты (ток до 20 А). Высокочастотные контакты предназначены для работы с коаксиальным кабелем с предельной рабочей частотой 6 ГГц. Один



Рис. 2. Разъемы Datamate L-Tek



Рис. 3. Разъемы Datamate J-Tek

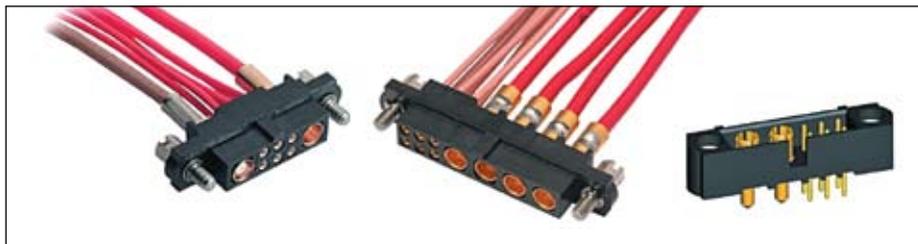


Рис. 4. Разъемы Datamate Mix-Tek

разъем может вместить до 50 сигнальных или до 12 силовых или коаксиальных контактов [1]. По утверждению производителя, число возможных комбинаций сигнальных, силовых и коаксиальных контактов в разъемах Mix-Tek — более 7,8 млн. Используемая фирмой Harwin технология производства этих разъемов позволяет выпускать как малые, так и большие серии. Следует отметить наличие на сайте производителя удобного конфигуратора, не только позволяющего интерактивно создавать каталожный номер (part number) разъема, последовательно выбирая из списков значения полей, но и генерирующего изображение сконфигурированного разъема со всеми опциями. Конфигуратор разъемов Datamate Mix-Tek доступен по ссылке [2].

Datamate EBO-Tek

Разъемы Datamate EBO-Tek являются расширением серии Mix-Tek для использования волоконно-оптических линий (expanded beam optics) в одном разъеме с сигнальными, силовыми и коаксиальными контактами (рис. 5). Технология изготовления данных разъемов названа EBOSA — Expanded Beam Optical Sub Assembly (оптическая сборка с расширенным пучком). Контакты, созданные по этой технологии, малочувствительны к пыли, вибрации и изменению температуры. Оптический контакт можно разобрать при необходимости в ремонте кабеля. Контакты EBOSA соединяются с патч-кордом, имеющим стандартный LC-коннектор. Доступные версии контактов: одномодовая 9/125 мкм, многомодовые 50/125 мкм и 62,5/125 мкм.

В волоконной оптике применяют два способа соединения пары волокон: физическое «стык-в-стык» и не физическое, использующее технологию расширенного пучка. Оба типа разъемов имеют свои области применения.

В разъемах «стык-в-стык» два полированных торца волокна соединены в керамической муфте, как показано на рис. 6. Такой разъем имеет малые вносимые потери (около 0,2 дБ) и обеспечивает стабильное прохождение сигнала при условии контролируемости параметров среды. Смещение соединения из-за вибрации или перепада температуры, а также частицы пыли на пути светового пучка искажают пропускаемый сигнал. Также серьезным недостатком этого метода является чувствительность соединения волокон к маслу и проч. Разъемы «стык-в-стык» дешевы,

и там, где можно контролировать параметры среды, они часто применяются.

При не физическом волоконно-оптическом контакте исходящий из волокна пучок света

расширяется и коллимируется сферической линзой (рис. 7).

Свет проходит до второй линзы, где фокусируется на втором волокне. Одномодовый расширенный пучок увеличен примерно в 2400 раз по сравнению с пучком в оптическом волокне. Это делает его менее чувствительным к пыли, вибрациям и колебаниям температуры, поскольку соотношение между площадью сечения пучка и размером частиц пыли или длиной поперечного смещения увеличивается (рис. 8). Вносимые потери несколько выше, чем у разъема «стык-в-стык», — около 1–1,5 дБ для одномодового и 0,5–1 дБ для многомодового волокна [3].



Рис. 5. а) Разъем Datamate EBO-Tek; б) конструкция оптического контакта

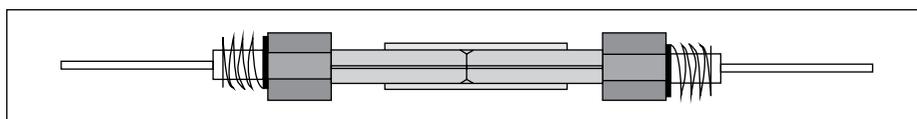


Рис. 6. Схема волоконно-оптического соединения «стык-в-стык»



Рис. 7. Схема волоконно-оптического соединения с расширенным пучком

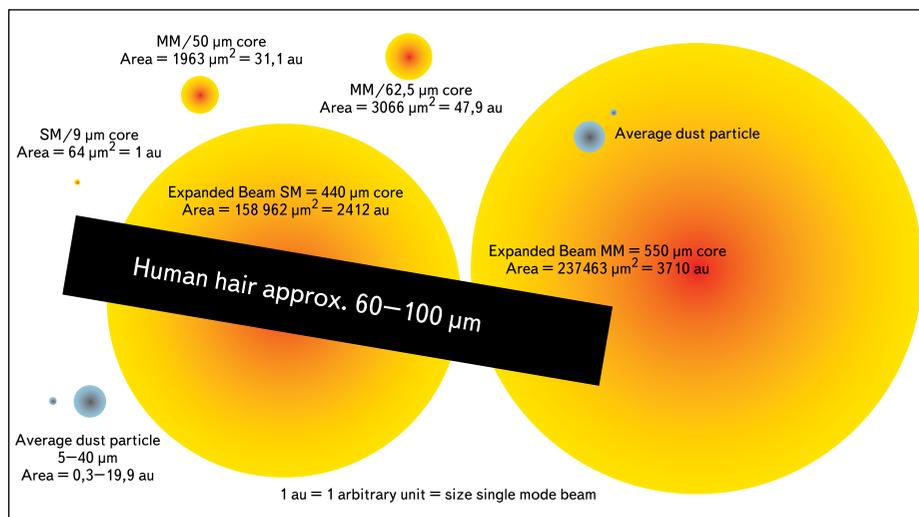


Рис. 8. Размеры световых пучков при использовании технологии расширенного пучка



Рис. 9. Разъемы Datamate S-Tek

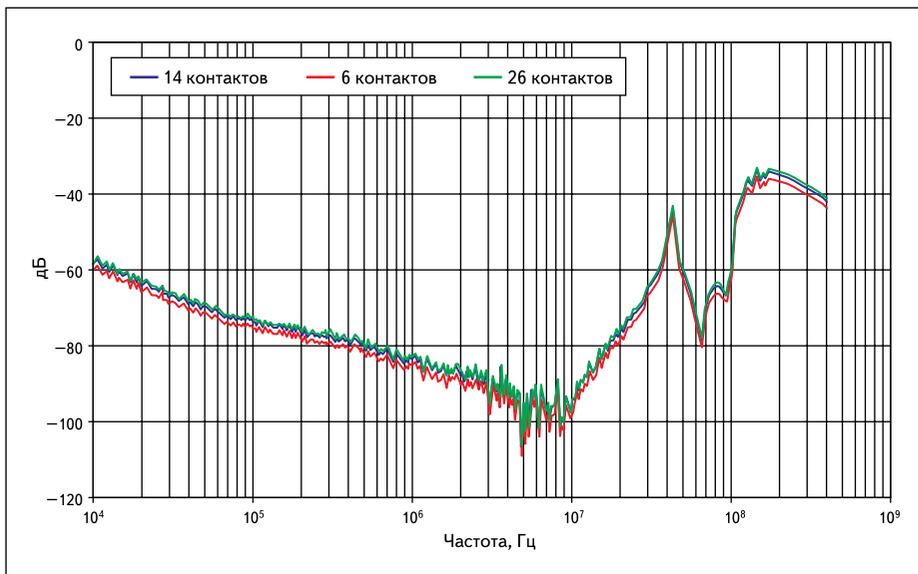


Рис. 10. Затухание в экранированном кабеле с разъемами S-Tek

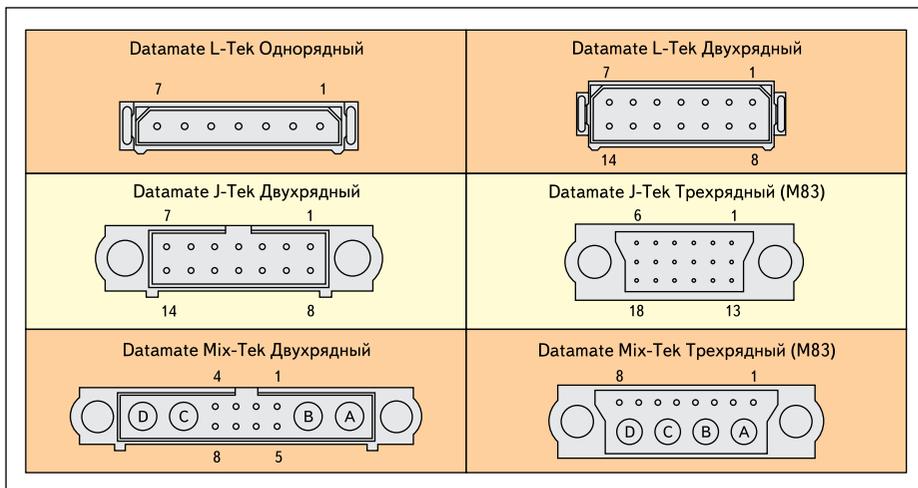


Рис. 12. Нумерация контактов в разъемах Datamate



Рис. 11. Разъем Datamate Trio-Tek и контакты для него



Рис. 13. Разъемы Hot Shoe

Технология расширенного пучка значительно снижает влияние неблагоприятных условий, что позволяет использовать волоконную оптику в областях, которые ранее считались недоступными для оптоволоконной (авиация, железные дороги и т. д.).

Datamate S-Tek

Подсемейство Datamate S-Tek представляет собой разъемы J-Tek, заключенные в металлический корпус, защищающий, в сочетании с оплеткой кабеля, от электромагнитных помех (EMI/RFI shielded) (рис. 9). Типичный график затухания в экранированном кабеле с разъемами S-Tek приведен на рис. 10.

Datamate Trio-Tek

Подсемейство Datamate Trio-Tek (рис. 11) составляют высоконадежные обжимные (crimp) разъемы на кабель (только типа «гнездо»). Запатентованные Harwin треугольные контакты позволяют использовать для обжимки автоматическое оборудование. Для сочетания с Trio-Tek используют ответные штыревые разъемы L-Tek и J-Tek.

Все вышеперечисленные разъемы имеют защиту от неправильного сочленения. Нумерация контактов с сочленяемой стороны разъема типа «штырь» показана на рис. 12.

В конструкции разъемов Datamate используют:

- литой корпус из термопластика UL94 = V-0 со стеклянным наполнением;
- контакты типа «гнездо» — латунный каркас с внутренними контактами из бериллиевой бронзы;
- контакты типа «штырь» из фосфористой бронзы.

Разъемы имеют следующие электрические параметры:

- максимальный ток (для отдельных контактов в изоляции) 3,3 А при температуре +25 °С и 2,6 А при +85 °С;
- максимальный ток (для всех контактов одновременно) 3 А при температуре +25 °С и 2,6 А при +85 °С;
- рабочее напряжение (на уровне моря, давление 10^{13} мбар) 240 В постоянного или переменного тока.
- испытательное напряжение (на уровне моря, давление 10^{13} мбар) 360 В постоянного или переменного тока;
- сопротивление контакта: начальное до 20 МОм, после наработки — до 25 МОм;



Рис. 14. Разъемы Spring Contact



Рис. 15. Коммерческие разъемы MIL-DTL-5015

- сопротивление изоляции при напряжении 500 В постоянного тока: начальное более 1000 МОм, после наработки — более 100 МОм.

Специальные разъемы

Разъемы Hot Shoe

Разъемы Hot Shoe («горячий башмак») выполнены с использованием пружинных контактов, которые с усилием давят на ответную часть разъема. Контакты имеют малое усилие смыкания и при их использовании допустимо некоторое смещение сочленяемых разъемов. Разъемы монтируются на панель и устойчивы к воздействию пыли, влаги и химических агентов (рис. 13).

Hot Shoe имеют следующие характеристики:

- ток до 1 А;
- напряжение постоянного тока 12 В;
- сопротивление контакта не более 50 МОм;
- сопротивление изоляции не менее 100 МОм;
- рабочий диапазон температур $-40...+85$ °С;
- износостойкость контактов — до 10 000 коммутаций.

Разъемы Spring Contact

Разъемы Spring Contact («с пружинными контактами») предназначены для поверхностного монтажа и поэтому не снабжены пылевлагозащитной изоляцией (рис. 14). В этих разъемах использована та же технология пружинных контактов, что и в Hot Shoe.

Коммерческие разъемы стандарта MIL-DTL-5015

Новая серия разработана фирмой Harwin по стандарту для жестких условий эксплуатации MIL-DTL-5015 (рис. 15).

Невысокая стоимость этих высоконадежных круглых разъемов позволяет использовать их в изделиях коммерческого и промышленного назначения. Разъемы выпускаются в версиях для монтажа на кабель и на панель, способ присоединения провода — пайка.

Коммерческие разъемы MIL-DTL-5015 имеют следующие характеристики:

- максимальный ток 13 А;
- рабочее напряжение 500 В переменного и 700 В постоянного тока (корпуса 10SL и 12S), 200 В переменного и 250 В постоянного тока (корпус 14S);
- испытательное напряжение 2000 В переменного тока (для разъемов в корпусах 10SL и 12S) и 1000 В переменного тока (для разъемов в корпусе 14S);
- сопротивление изоляции не менее 5000 МОм;
- рабочий диапазон температур $-55...+125$ °С;
- виброустойчивость: диапазон частот 10–500 Гц, ускорение 98 м/с^2 (10g);
- устойчивость к одиночным ударам с ускорением 981 м/с^2 (50g) в течение 11 мс;
- влагостойкость превышает категорию IP67;
- износостойкость контактов — 500 коммутаций;
- допустимое сечение провода — 16–22 AWG.

Разъемы по стандарту MIL-DTL-5015 выпускаются в стандартных корпусах пяти типов, каждый из которых имеет свой размер разъема, шаг и конфигурацию контактов [4]. Обозначение контактов показано с сочленяемой стороны разъема типа «штырь» на рис. 16.

На рис. 17 показаны конструкции кабельных разъемов типов «штырь» и «гнездо». Размеры разъемов в корпусах разных типов

приведены в таблице 1. Размеры резьбы даны в дюймах, класс точности 2A соответствует внешней резьбе, а класс 2B — внутренней.

Конструкции разъемов по стандарту MIL-DTL-5015 для монтажа на панель показаны на рис. 18, а их размеры указаны в таблице 2.

Разъемы PC/104

Разъемы этой серии совместимы с индустриальным стандартом PC/104 на встраиваемые ПК и предназначены для построения многоуровневой структуры плат в виде этажерки (stacking) с общей шиной. Название свое стандарт получил от числа контактов в 16-битной шине ISA. Разъемы серии PC/104 подразделяются на сквозные (stackthrough) и несквозные (non-stackthrough). Первые предназначены для плат, устанавливаемых между двумя другими платами, вторые — для плат, которые устанавливаются снизу этажерки.

Серия подразделяется на собственно разъемы PC/104 и разъемы PC/104 Plus. Разъемы PC/104 двухрядные, с шагом контактов 2,54 мм. Разъемы с 32 контактами в ряду используются для 16-битных систем, а с 20 контактами — для 8-битных. Разъемы PC/104 Plus — четырехрядные с шагом 2 мм, предназначены для систем, поддерживающих кроме ISA также шину PCI.

Harwin также выпускает необходимые аксессуары для систем, построенных по стандарту PC/104: стойки для печатных плат, защитные кожухи для выводов сквозных разъемов и т. д.

Панельки для ИС

Harwin производит однорядные и двухрядные панельки, а также четырехсторонние

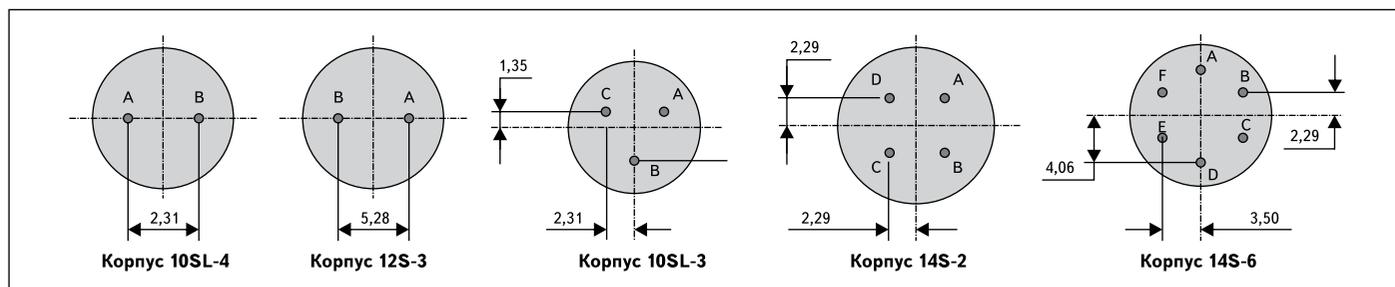


Рис. 16. Расположение контактов в корпусах разъемов по стандарту MIL-DTL-5015

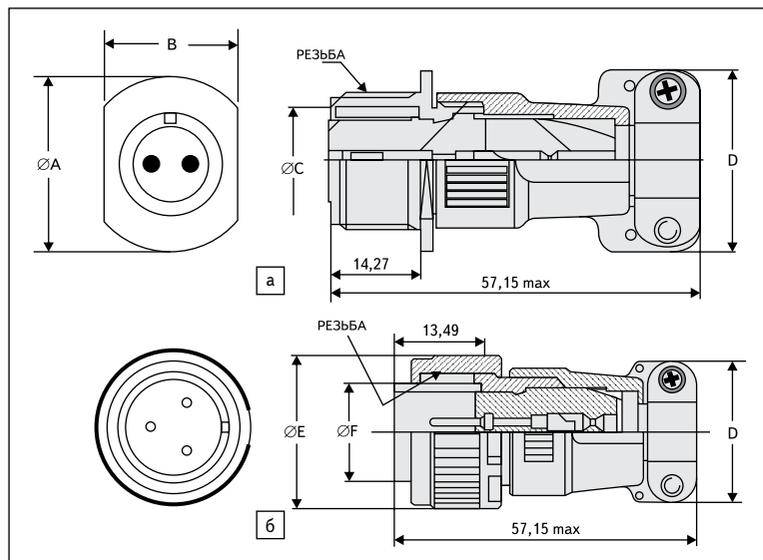


Рис. 17. Конструкции кабельных разъемов стандарта MIL-DTL-5015: а) типа «штырь»; б) типа «гнездо»

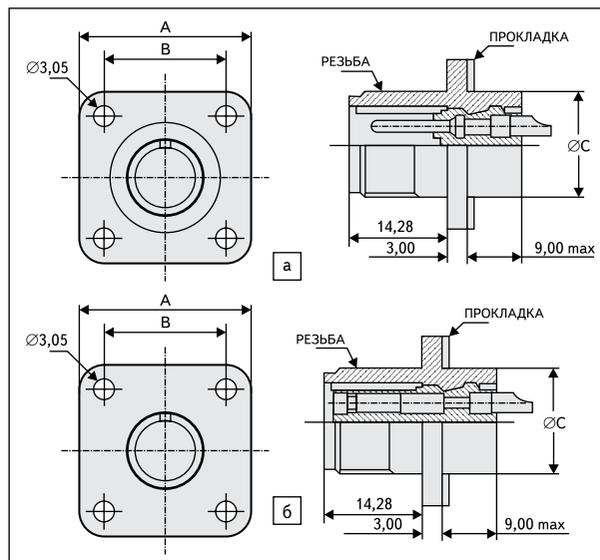


Рис. 18. Конструкции разъемов по стандарту MIL-DTL-5015 для монтажа на панель: а) типа «штырь»; б) типа «гнездо»

Таблица 1. Размеры разъемов MIL-DTL-5015 с монтажом на кабель

Корпус	Резьба	Размеры, мм					
		ØA max	B max	ØC min	D max	ØE max	ØF min
10SL-3	5/8-24UNEF-2A/2B	24,61	16,66	11,38	24,61	24,61	11,33
10SL-4	5/8-24UNEF-2A/2B	24,61	16,66	11,38	22,20	24,61	11,33
12S-3	3/4-20UNEF-2A/2B	26,97	19,43	14,15	22,70	26,97	14,10
14S-2	7/8-20UNEF-2A/2B	29,63	22,60	17,32	27,00	29,36	17,15
14S-6	7/8-20UNEF-2A/2B	29,63	22,60	17,32	27,00	29,36	17,15

Таблица 2. Размеры разъемов MIL-DTL-5015 с монтажом на панель

Корпус	Резьба	Размеры, мм		
		A ±0,79	B ±0,12	C max
10SL-3	5/8-24UNEF-2A	25,40	18,26	19,35
10SL-4	5/8-24UNEF-2A	25,40	18,26	19,35
12S-3	3/4-20UNEF-2A	27,79	20,62	19,86
14S-2	7/8-20UNEF-2A	30,18	23,01	23,01
14S-6	7/8-20UNEF-2A	30,18	23,01	23,01

панельки для корпуса PLCC. Однорядные и двухрядные панельки выпускаются со стандартным шагом 2,54 мм. Доступны разнообразные модификации: с удлиненными выводами, с утолщенными выводами для запрессовки в отверстие и др.

Разъемы интерфейсов ввода-вывода

К этой категории относятся разъемы для интерфейсов USB типов A и B, FireWire (IEEE 1394), DVI, LVDS и HDMI.

Разъемы для карт памяти

Разъемы для карт памяти выпускаются для форматов SecureDigital и CompactFlash. Доступны как простые (ручные) разъемы для SD-карт, так и с фиксацией после вставки. Разъемы же для карт CompactFlash выпускаются только без функции извлечения (eject).

Разъемы для мобильных телефонов

Для этой цели фирма Harwin выпускает держатели SIM-карт, а также разъемы ввода-вывода с шагом 0,5 мм, с 18, 22 или 24 выводами для поверхностного монтажа.

Коаксиальные разъемы

Коаксиальные разъемы фирмы Harwin представлены миниатюрными разъемами MMCX (Micro-Miniature Coaxial). Они позволяют выполнить соединение как «кабель-

плата», так и «кабель-кабель» и работают на частотах до 6 ГГц. Разъемы на кабель типа «гнездо» выпускаются в двух версиях: для кабелей марок RG178/U и RG196/U и для кабелей RG174/U, RG188A/U, RG316/U. Имеются как прямая, так и угловая версии разъемов.

Разъемы общего назначения

Фирма Harwin производит большое количество разъемов общего назначения. В эту категорию отнесены разъемы, которые не предназначены для какого-либо конкретного интерфейса.

Разъемы с шагом 2,54 и 2 мм

Разъемы с шагом 2,54 и 2 мм предназначены в основном для соединения платы с кабелем. В этой группе имеются как прямые, так и угловые разъемы для монтажа в отверстия и для поверхностного монтажа, а также обжимные разъемы на провод и перемычки («джамперы»). В серии с шагом 2 мм имеется однорядный разъем с защелкой.

Межплатные разъемы с шагом 1,27×2,54 и 1,27 мм

Данные разъемы отличаются расстоянием между рядами выводов (соответственно 2,54 и 1,27 мм). Имеются прямые и угловые разъемы для монтажа в отверстия и прямые разъемы для поверхностного монтажа.

Для разъемов с шагом 2,54, 2 и 1,27 мм Harwin предлагает весьма интересную опцию. Можно заказать штыревые разъемы не только со стандартными, но и с любыми необходимыми длинами выводов. Например, для разъема вида Vertical PC Tail можно выбрать длину штырей как со стороны платы, так и со стороны сочленения с ответной частью. Для заказа разъемов с необходимыми размерами потребуется составить соответствующий каталожный номер (part number). Это можно сделать интерактивно, путем редактирования чертежей в формате pdf на сайте [2]. Те разъемы, для которых можно произвольно менять длину штырей, имеют маркировку Pin Header Variant («изменяемый штыревой разъем»).

Разъемы с шагом 1,25 мм

Эти однорядные разъемы предназначены для соединения кабеля с платой. Имеются как вертикальный, так и горизонтальный варианты, причем последний является низкопрофильным (low profile) и имеет толщину всего 1,85 мм. Во всех изделиях предусмотрена защита от неправильного сочленения, а разъемы Tab Pin и горизонтальные выполнены со специальными выступами для их фиксации.

Разъемы с шагом 1, 0,8 и 0,5 мм

Разъемы этой группы в основном межплатные, кроме имеющего шаг 1 мм, ко-

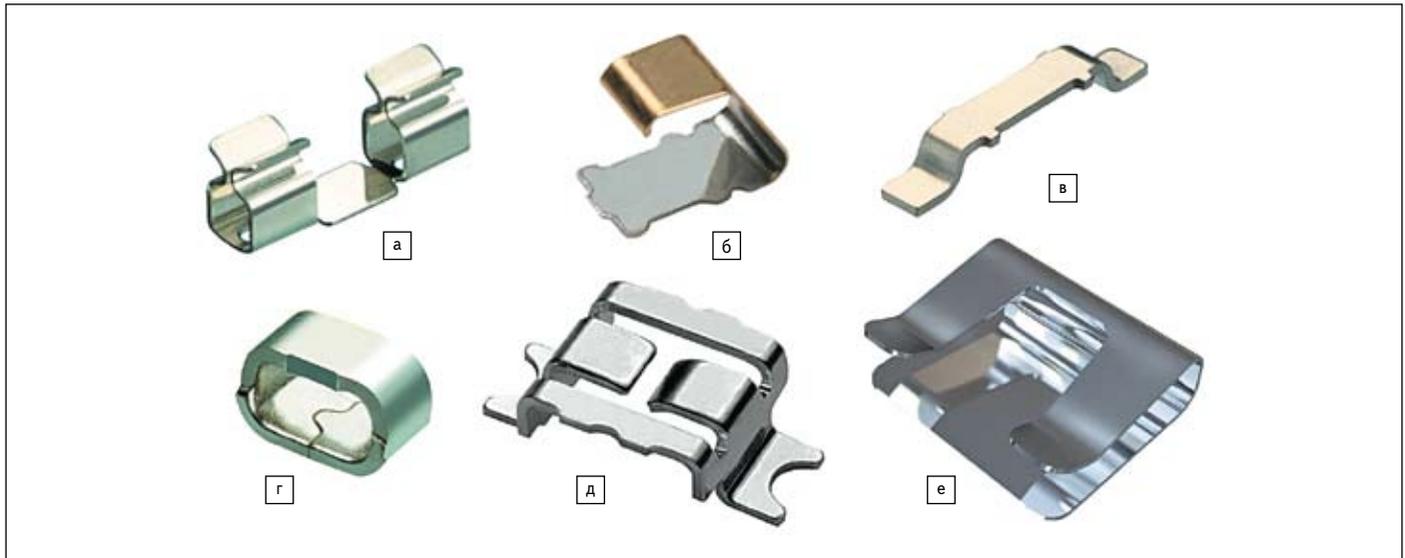


Рис. 19. Металлоизделия EZ-BoardWare:

а) клипса для экрана; б) штифт для экрана; в) перемычка; г) контрольная точка; д) клипса для предохранителя; е) клипса для кабеля

торый выпускается также в версии с обжимом кабеля. Конструкция всех межплатных разъемов отличается от аналогов с большим шагом: разъем типа «штырь» имеет выводы на внешней стороне сочленения, а две стороны разъема типа «гнездо» соответственно имеют ответные контакты-ламели. Таким образом, в разъемах отсутствует собственно штырь, который при таких малых размерах был бы уже непрочным.

Разъемы для гибких печатных плат (FPC)

Гибкие печатные платы имеют ряд преимуществ перед традиционными жесткими, особенно в изделиях аэрокосмического назначения. Им присущи малые массо-габаритные показатели. Такие печатные платы можно сгибать для получения необходимой пространственной конфигурации, а также использовать для соединения частей устройства, перемещающихся друг относительно друга в процессе эксплуатации.

Фирма Harwin предлагает широкий выбор разъемов для сочленения жесткой печатной платы с гибкой или с печатным кабелем. Разъемы выпускаются со следующим рядом шагов: 0,3; 0,5; 0,8 и 1 мм. Разъемы предназначены для поверхностного монтажа и доступны в трех версиях для разных положений печатного кабеля: горизонтальная с контактами снизу, горизонтальная с контактами сверху и вертикальная. Разъем состоит из соединенных петлями подвижной и неподвижной частей, между которыми зажимается печатный кабель. При этом обеспечивается соединение с нулевым усилием (zero insertion force).

Силовой разъем с 2/3 контактами

Эти силовые разъемы предназначены для соединения «кабель-кабель». Их рабочее напряжение 250 В постоянного или переменного

тока, при температуре +25 °С максимальный ток — 10 А. Используются как обжимные контакты, так и контакты с чашечкой для пайки (solder cup). При использовании рекомендованной производителем дополнительной обработки разъема можно обеспечить его защищенность от пыли и влаги. Для этого необходимо применить уплотнительное кольцо (o-ring) и заливку тыльной стороны разъема (в месте вставки контактов в корпус) компаундом. Уплотнительные кольца поставляются самой фирмой, а рекомендуемый компаунд Stycast 2651MM производится фирмой Emerson & Cuming (Бельгия) [5].

Изделия EZ-BoardWare

Под общим названием EZ-BoardWare объединены металлоизделия для печатных плат. Применение этих компонентов позволяет упростить трассировку, монтаж и тестирование печатных плат, улучшить качество изделий и избавиться от некоторых операций производственного процесса, поскольку все они устанавливаются во время операции пайки волной припоя. Изделия EZ-BoardWare предназначены для поверхностного монтажа и поставляются в катушках, что позволяет использовать автоматический монтаж (рис. 19).

Клипсы для экранов (EZ-Shield Clips)

Клипсы для экранов (EZ-Shield Clips) являются зажимами, припаиваемыми к плате. К ним в дальнейшем крепится экран от электромагнитных наводок и радиочастотных помех. Доступны три версии: Mini, Midi и Maxi Clip для экранов толщиной соответственно 0,13–0,23, 0,3 и 0,7–1 мм. Использование этих клипс позволяет избежать монтажа в отверстия для крепления

экранов, а также упростить наладку и ремонт печатных плат.

Штифты для экранов (EZ-Shield Fingers)

Штифты для экранов (EZ-Shield Fingers) представляют собой пружинные защелки для соединения печатных плат с экранами и заземлением (корпусом). Для штифта характерны самозащищающееся и скользящее действия стандартного контакта.

Перемычки (EZ-Link)

Перемычки (EZ-Link) предназначены для упрощения трассировки плат путем «перепрыгивания» через проводники. Их применение позволяет отказаться от переходных отверстий в плате, а в некоторых случаях — от целых слоев печатной платы.

Контрольные точки (EZ-Test Point)

Контрольные точки (EZ-Test Point) представляют собой кольца для запайки на печатную плату. Их располагают в тех точках схемы, где необходимо измерение электрических параметров. К кольцу удобно присоединять разнообразные щупы и зажимы.

Клипсы для предохранителей (EZ-Fuse Clip)

Пара таких клипс используется для установки автомобильных предохранителей типа Mini Blade.

Клипсы для кабелей (EZ-Cable Clip)

Клипсы для кабелей (EZ-Cable Clip) предназначены для компактной укладки кабеля на печатную плату и являются альтернативой пластиковой клипсе или стяжке. Доступны четыре версии клипс для диапазона толщин кабеля 1–3 мм.

Клеммы и металлоизделия

В эту категорию попадают штампованные и точеные клеммы, гнезда на платы, стойки (разделители) для печатных плат и перемычки.

Штампованные ножевые клеммы в основном предназначены для установки на платы и представляют собой плоский контакт с выступами для запайки в отверстия платы. Точеная клемма (в первом приближении цилиндрической формы) представляет собой контакт типа «штырь», устанавливаемый в отверстие печатной платы и запрессовываемый в нем при помощи специального инструмента. В сочетании с гнездом на плату точеная клемма представляет собой одноконтактный разъем. В гнезде на плату использована та же четырехлепестковая конструкция, что и в разъемах Datamate. Некоторые клеммы и гнезда снабжены рифлением для лучшего сцепления с отверстием в плате.

Среди металлических стоек и разделителей имеются как простые цилиндрические, надеваемые на винты, так и стойки с разнообразными комбинациями внутренней и внешней резьбы. Кроме того, предлагаются несколько видов пластиковых самозащелкивающихся стоек [6].

Заключение

Спектр разъемов и металлоизделий, производимый Harwin, обширен. Универсальная система разъемов Datamate допускает 7,8 млн различных комбинаций сигнальных, силовых, коаксиальных и опти-

ческих контактов. Разъемы отличаются высокой надежностью и устойчивостью при работе в неблагоприятных условиях и невысокой стоимостью коммерческого продукта. Такое же высокое соотношение надежность/стоимость имеет серия круглых разъемов, совместимых со стандартом MIL-DTL-5015. Разнообразие более простых разъемов для широкого применения (от штыревых с шагом 2,54 мм до USB и HDMI) позволяет говорить о Harwin как о потенциальном поставщике всех разъемов, необходимых разработчику и производителю изделий электроники. ■

Литература

1. High Reliability Connectors on a 2mm Pitch. Product overview. Harwin. 2010. <http://www.harwin.com/include/downloads/catalog/2010/2010datamate.zip>
2. <http://www.harwin.com/catalogue/datamate/mixtekdatamate.html#builder>
3. Datamate Mix-Tek with Fibre Optic. Brochure. Harwin. 2010. <http://www.harwin.com/include/downloads/catalog/DatamateEBO-Tek-brochure.pdf>
4. Connectors for particular applications. Product overview. Harwin. 2010. <http://www.harwin.com/include/downloads/catalog/2010/2010specialist.zip>
5. C03401. Power connectors. Component specification. Harwin. 2000. <http://www.harwin.com/include/downloads/specs/C03401%20-%202-3%20WAY%20POWER%20CONNECTORS.PDF>
6. PCB Terminals, Spacers & Shorting Links. Product overview. Harwin. 2010. <http://www.harwin.com/include/downloads/catalog/2010/2010terminals&hardware.zip>