

Инновации компании Würth Elektronik в части организации межплатных соединений: новое решение в области IDC-разъемов

Владимир РЕНТЮК
Rvk.modul@gmail.com

Всем известно, что соединители — это достаточно сложные и специфические устройства, если, конечно, мы говорим не о поделках, а о надежных изделиях с высокими техническими характеристиками. При этом в решениях «провод-плата» (в английской и уже более привычной разработчикам терминологии — wire-to-board) они, как правило, всегда действуют парами. В подавляющем большинстве случаев надежность конечного оборудования напрямую зависит от долгосрочного поведения двух состыкованных компонентов, отвечающих за подключения, которые обеспечивают передачу сигналов и напряжение питания. В статье рассмотрена инновационная технология контактов SKEDD.

Инженеры, разрабатывающие радиоэлектронную аппаратуру (РЭА), с грустью шутят, что надежность оборудования — это разъемы. И, как всегда в любой шутке, здесь есть своя доля истины. Действительно, зачастую разъемные соединения — самый уязвимый, особенно в части устойчивости к механическим воздействиям (ударам и вибрации), компонент, чьи характеристики нередко и весьма существенно ухудшаются в течение срока службы РЭА. Если же говорить об обеспечении надежности подключений, нельзя забывать, что это проблема комплексная. Согласитесь, необходимо смонтировать одну из частей на плату, во вторую — заделать кабель, выполнить сочленение и обеспечить его устойчивость к внешним воздействиям. Удвоение частей, — а разъемы работают, как правило, в паре, — для организации соединения означает увеличение точек контакта в единичной цепи и, следовательно, повышение переходного сопротивления. Кроме этого, мы имеем не только увеличение числа участвующих в подключении компонентов. Наблюдается большой расход материалов и больший вес, выполняется больше сборочных операций, да и обычно такое решение (в части межплатного соединения по сравнению с решением, при котором две части разъема становятся одним целым) еще и дороже.

Но обойтись без разъемов удастся крайне редко, пожалуй, либо в мелкосерийной аппаратуре, либо в аппаратуре специального назначения с особыми требованиями к устойчивости. Подключение межплатных жгутов пайкой в РЭА с большими объемами выпуска не только нетехнологично и малоприспособно при возможном ремонте оборудования во время эксплуатации, но и добавляет проблем уже на стадии выпуска РЭА — при регулировке и тестировании изделий. Что касается межплатных соединений, то широко распространенные в интересующем нас приложении — это, несомненно, привычные и хорошо зарекомендовавшие себя разъемы с контактами технологии IDC (Insulation-Displacement Contact — «контакт, смещающий изоляцию») [1].

Классический вариант применения разъемов исполнения IDC — вилка для установки на плату методом пайки и розетка, приспособленная под ленточный кабель. Как ясно уже из самого названия, для таких разъемов не требуется предварительная подготовка кабеля в виде зачистки изоляции отдельных проводов. Все провода (обычно здесь используется ленточный кабель, что очень удобно), устанавливаются в разъем и сразу попадают на контакты, имеющие форму «ласточкин хвост», при вдавливании изоляция каждого провода прорезается и смещается, оголяя токопроводящую жилу на минимально необхо-

димый размер. Установка кабеля предполагает наличие специального инструмента и не предусматривает его опайки, поскольку эта технология обеспечивает надежный с долговременным низким сопротивлением контакт с жилой. После обжатия кабель фиксируется дополнительной скобой, предотвращающей его вырывание из тела разъема.

Достоинства таких разъемов неоспоримы, главное из них — простота и удобство использования. И именно это послужило причиной широчайшего распространения данной технологии, однако у нее есть и недостаток. Он заключается в высоком профиле разъемов из-за того, что для соединения необходимо использовать два компонента — кабельную розетку и вилку на плате, устанавливаемую пайкой, что воспринималось как должное. Если заглянуть в недалекое прошлое, то руководители ОТК старой школы требовали опавить и обжимные терминалы. Ну, согласитесь, как же так, вилка на плате и без пайки, кто бы сомневался?

На этот раз в роли сомневающегося выступила немецкая компания Würth Elektronik ICS GmbH & Co. KG. Причем весьма успешно, убив сразу не двух, а трех зайцев — кардинально решив проблему профиля, подключения разъемов в любом месте платы и... пайки, то есть обошла вообще без нее. Речь идет о разработанной в 2013 году инновационной технологии контактов SKEDD (от шведского

skedd — «сделано»), которая стала настоящим прорывом в части организации подключения. Если бы авторы названия данной технологии были бы знакомы с русскими идиомами, они могли бы с гордостью сказать: «Мы всех сделали». И в этом не было пустого бахвальства.

Инновационная технология прямого соединения SKEDD впервые позволяет подключать кабели с разъемами (повторимся, без пайки) в любом удобном месте на печатной плате. Таким разъемам не нужна вилка или дополнительные корпуса для ответной части, что устраняет необходимость в подготовительных операциях. Они, как уже было сказано, могут быть подключены непосредственно к печатной плате, через металлизированные сквозные отверстия или даже проходные соединяющие слои или стороны печатной платы.

Еще одно весьма существенное преимущество разъемов, реализованных по технологии SKEDD, — то, что они значительно уменьшают профиль (рис. 1) платы, являются съемными, причем устанавливаются и снимаются без помощи специальных инструментов. Разъемы оснащены запирающими защелками, что предотвращает ошибки их установки на плату и делает систему устойчивой к механическим влияниям, поэтому SKEDD-разъемы подходят для широкого круга самых разнообразных применений [2].

Первоначально технология SKEDD была предложена для организации подключения wire-to-board. Контакты представляли собой терминалы с обжимкой на провод (рис. 2), как и привычные нам терминалы Mini-Fit. Они устанавливались в корпус, но не требовали для подключения ответной части в привычном понимании, ее роль выполняла сама печатная плата.

В этом году технология SKEDD нашла новое применение в инновационном решении разъемов, сочетающих достоинства IDC-технологии и впервые обеспечивающих подключение по схеме «кабель-плата». Речь идет о разъемах REDFIT IDC SKEDD, представляемых подразделением группы Würth Elektronik компании Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG (рис. 3).

Применение инновационной технологии SKEDD в разъемах REDFIT IDC SKEDD семейства WR-WST предлагает ряд действительно полезных достоинств [3]. Первое очевидно — вдвое сократилось количество необходимых компонентов, сэкономлены средства не только на разъемы, но и на материалы, заметны преимущества группового подключения проводов, которые дает использование ленточных кабелей. Что касается непосредственно монтажа, то на печатных платах с поверхностным монтажом для установки соединителя часто требуется дополнительная операция, связанная с пайкой разъемов. Благодаря технологии SKEDD сборка такого узла на печатной плате будет проще и дешевле [5]. Да и разъемное соединение можно организовывать с любой стороны печатной платы — хоть сверху, хоть снизу.

Кроме того, и это тоже крайне важно, печатная плата не подвергается повторному термическому воздействию. Как известно, пайка контактов разъема предполагает большой расход припоя, а значит, происходит термический стресс. Здесь нельзя забывать, что переход на бессвинцовые припои для выполнения положений далеко не однозначной (и это мнение не только автора настоящей статьи) Директивы RoHS и ей подобных [4] требует повышенных температур пайки. Например, при выполнении операции с помощью популярного припоя SAC (Sn/Ag/Cu) температура пайки будет почти на 40 °C выше, чем при стандартном свинецсодержащем припое SnPb (67/37), а у менее дорогого, чем SAC, припоя SnCu температура плавления еще больше.

Применение разъемов REDFIT IDC SKEDD положительно влияет и на эксплуатационные затраты в течение срока службы конечного продукта. Если по той или иной причине изделие понадобится отремонтировать, то съемный разъем значительно упрощает замену печатной платы, что снижает затраты на техническое обслуживание и сокращает время вынужденного простоя, часто дорогостоящего, если речь идет о заводском оборудовании. Особенности контактов технологии SKEDD, используемой компанией Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG в межплатных инновационных wire-to-board-разъемах REDFIT IDC SKEDD, представлены на рис. 4.

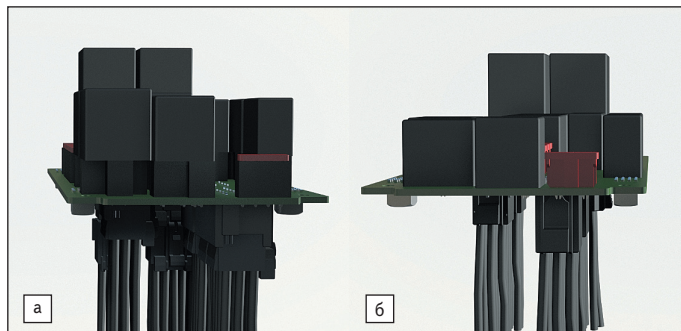


Рис. 1. Пример классической компоновки:

а) печатной платы с разъемами; б) платы с разъемами технологии SKEDD



Рис. 2. а) Контакт технологии SKEDD компании Würth Elektronik ICS GmbH & Co. KG для организации подключений wire-to-board;

б) терминал серии Mini-Fit Series компании Molex



Рис. 3. Инновационный разъем REDFIT IDC SKEDD семейства WR-WST компании Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Контакты в разъемах REDFIT IDC SKEDD подключаются непосредственно в металлизированные сквозные отверстия на печатной плате (рис. 5). Так что здесь, как и во всех разъемах этой технологии, исключается корпус, отдельные терминалы и одна из частей соединителя (вилка), а значит, и источники потенциальных ошибок при монтаже платы и сборки конечного узла. Все это в целом приводит к повышению надежности процесса сборки, экономии площади на печат-

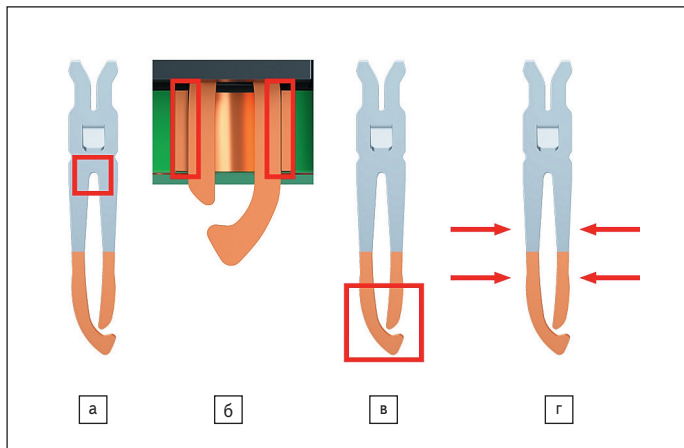


Рис. 4. Конструктивные особенности IDC-контактов, используемых в разъемах REDFIT IDC SKEDD:

- а) легкий и простой процесс подключения — точная конструкция средней части контакта SKEDD обеспечивает ему достаточную упругость, чтобы гарантировать низкое усилие вставки даже для разъемов с большим количеством контактов;
- б) вибростойкое сочленение — после установки контакта SKEDD его контактное усилие получается достаточно высоким, что гарантирует отсутствие прерывания в электрической цепи из-за механических напряжений от внешних воздействий;
- в) возможность повторного соединения — упругая контактная конструкция нижней части SKEDD-контакта легко адаптируется к геометрии металлизированного отверстия платы, что гарантирует нескольких циклов сочленения без ухудшения электрических и механических характеристик разъема;
- г) точность монтажа — упругость контактов SKEDD компенсирует допуски на сетку в производстве печатных плат, что обеспечивает оптимальное взаимодействие разъема с печатной платой

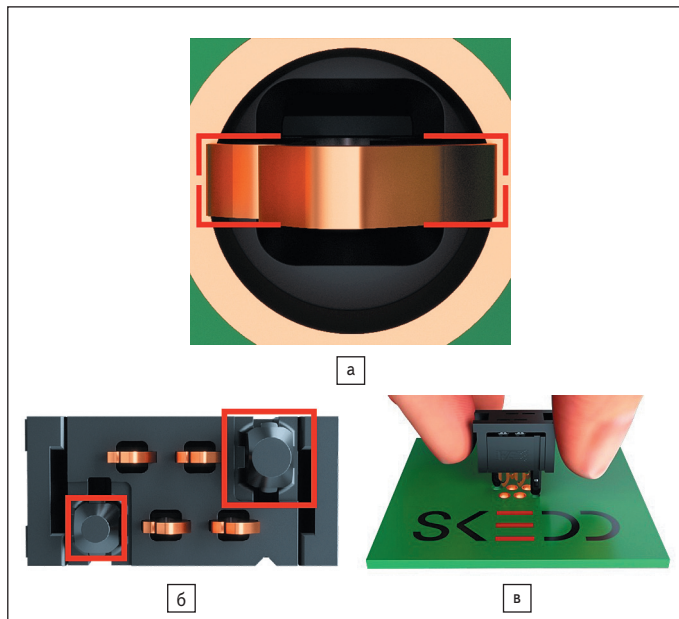


Рис. 5. Конструктивные особенности установки разъемов REDFIT IDC SKEDD семейства WR-WST компании Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG на печатную плату:

- а) использование 4-точечного подключения контакта для гарантии надежного электрического подключения;
- б) защита обратной полярности подключения, предусмотренная на пластиковом корпусе для гарантии правильной сборки;
- в) крепление без инструментов обеспечивает простое подключение и отключение соединителя

ной плате, сокращению расхода материалов и времени на узловую сборку. И как уже отмечалось выше, к уменьшению вносимого последовательного сопротивления и повышению надежности и ремонтпригодности конечного оборудования.

Что касается требований к отверстиям печатной платы, то для достижения заданных технических характеристик они должны быть выполнены меднением толщиной 20 мкм с последующим покрытием Ni/Au. При использовании разъемов REDFIT IDC SKEDD семейства WR-WST сначала устанавливается кабель, а после завершения кабельной сборки разъем можно непосредственно монтировать на печатную плату. При установке

и врезке кабеля в IDC-контакты рекомендуется использовать соответствующий инструмент, например пресс WR-TOOL IDC Press 600600282800 компании Würth Elektronik с соответствующим адаптером [7] и в спецификациях на разъемы конкретного исполнения.

Как можно видеть, в части межплатных соединений типа «кабель-плата» новаторская технология разъемов REDFIT IDC SKEDD предлагает весьма существенные преимущества, открывая широкие возможности для экономии и устранения потенциальных источников неисправностей.

В настоящее время разъемы REDFIT IDC SKEDD от компании Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG доступны с числом контактов 4–20 (с градацией через 2) с двухрядным размещением и шагом 2,54 мм со смещением рядов относительно друг друга на 1,27 мм, что упрощает подводку к ним проводников печатной платы и подключение стандартного ленточного кабеля (AWG 28/1,27 мм).

Для справки в таблице приведены основные технические характеристики разъемов REDFIT IDC SKEDD семейства WR-WST. Полные данные по конкретным разъемам представлены в их спецификации, доступной на сайте компании по ссылке [6] через меню New Products («Новые продукты»).

В заключение обзора новых разъемов технологии SKEDD отметим, что ее надежность подтверждена испытаниями не только в лабораториях, разработавших ее, компании Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG, но и в ходе проверок, проведенных несколь-

кими независимыми аккредитованными испытательными центрами.

Что же касается инновационных разъемов REDFIT IDC SKEDD, здесь можно выделить следующее:

1. Соединители REDFIT IDC SKEDD могут с успехом использоваться для передачи сигналов, программирования и отладки аппаратуры, работающей в таких областях, как:
 - бытовая электроника;
 - солнечная энергетика;
 - промышленная электроника;
 - машиностроение;
 - коммутационные панели.
2. Использование REDFIT IDC SKEDD обеспечивает:
 - повышение потенциальной надежности межплатных соединений;
 - быструю и простую установку и монтаж кабеля;
 - экономию свободного пространства;
 - сокращение производственных затрат;
 - снижение материальных затрат.
3. Технология подключения со стороны кабеля IDC (смещение изоляции), примененная в REDFIT IDC SKEDD, предусматривает:
 - прямое подключение к ленточному кабелю;
 - отсутствие необходимости предварительной зачистки изоляции;
 - одновременное подсоединение всех проводников за одну операцию;
 - высокое качество контакта провода с разъемом на весь срок эксплуатации конечного оборудования.

Таблица. Основные технические характеристики разъемов REDFIT IDC SKEDD семейства WR-WST компании Würth Elektronik

Изоляционный материал	Жидкокристаллический полимер (LCP)
Класс пожаробезопасности изоляции	UL94 V-0
Цвет корпуса	Черный
Материал контакта	CuNiSi
Покрyтие контакта	Au (SKEDD), Sn (IDC)
Подключаемый кабель	Ленточный AWG 28 / 1,27 мм
Диапазон рабочих температур	-25...+105 °C
Экологические требования	Lead free / RoHS
Число циклов сочленения	10 (стандартное применение) / 25 (отладка и программирование)
Толщина печатной платы	1,6 мм
Номинальный ток на контакт	1 А
Номинальное рабочее напряжение	100 В (перем.)
Сопротивление изоляции	Не менее 1000 МОм
Электрическая прочность изоляции	Не менее 500 В (перем., 1 мин)
Контактное сопротивление	Не более 10 мОм

4. Используемая REDFIT IDC SKEDD технология подключения со стороны печатной платы — технология прямого подключения SKEDD — обеспечивает:

- прямое подключение через металлизированное отверстие с любой стороны печатной платы;
- несколько циклов сочленения/расчленения;
- установку и снятие вручную без специализированных инструментов;
- низкое сопротивление контакта;
- виброустойчивое соединение.

В стремлении вырваться из этого, казалось бы, замкнутого круга было предпринято много попыток, направленных на то, чтобы уменьшить зависимость РЭА от использования двух частей для подключения кабеля к плате и сделать решения в части межплатных подключений более дешевыми и простыми, а также избежать лишних последовательных соединений. Одни варианты работали лучше, другие — хуже. Был пройден путь от разъемных соединений старой технологии с использованием ламелей, выполненных на печатных платах, до более современных вставных контактов, в частности

В 2014 году технология SKEDD была удостоена награды Innovationspreis der deutschen Wirtschaft по экономике. Экспертный комитет, в который входили ведущие представители промышленности и науки, выбрал эту технологию в качестве лучшей более чем из 320 поданных заявок. Разработчик технологии SKEDD, компания Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG, была номинирована на эту старейшую инновационную награду в мире в категории компаний среднего размера и вышла в финал с шестнадцатью другими компаниями.



Molex SolderRight для быстрого подключения кабелей к печатной плате пайкой, и разъемов с вставкой провода. Но все эти решения требовали нескольких подготовительных технологических операций и либо ограничивали место для подключения, например, краем платы, либо предполагали наличие пайки. Решение, предложенное компанией Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG, в виде инновационной серии разъемов REDFIT IDC SKEDD семейства WR-WST не только устраняет подобные ограничения, но и впервые, без помощи пайки, обеспечивает надежное групповое подключение изолированных проводов лишь за три технологические операции — установка кабеля, групповое обжатие и вставка разъема в плату. ■

Литература

1. Malucci R. D., Ph. D. Insulation Displacing Connector Technology. Molex Incorporated, Lisle, Illinois. www.molex.com/tnotes/idtbn.html
2. SKEDD — the new way to connect. www.we-online.com/web/en/intelligente_systeme/neu__skedd/startseite.php
3. www.youtube.com/watch?v=qPV8Jh5K9po
4. Рентюк В. RoHS-директива — защита экологии или рынков? // Технологии в электронной промышленности. 2013. № 5.
5. www.eu.mouser.com/new/Wurth-Electronics/wurth-redfit-idc-skedd/
6. www.katalog.we-online.de/en/
7. www.katalog.we-online.de/em/datasheet/600600282800.pdf