

Соединители ODU AMC для военной аппаратуры

*«Если это еще не существует,
мы разработаем вместе с вами!»*

Девиз компании ODU

Кива ДЖУРИНСКИЙ,
к. т. н.
kbd.istok@mail.ru
Олег АНТОНОВ
oleg.antonov@microem.ru

Компания ODU была основана Отто Дункелем (Otto Dunkel) в Германии в 1942 году. Ее головной офис, а также основное производство соединителей и монтажного инструмента находятся в городе Мюльдорфе (Muhldorf). Компания имеет семь дочерних отделений: во Франции, Китае (два), Румынии, Скандинавии, США и Великобритании. ODU уже более 60 лет разрабатывает и изготавливает высоконадежные соединители (разъемы) различных типов, которые применяются во многих отраслях промышленности: в системах промышленной электроники и автоматики, автомобилестроении, медицинской технике, диагностическом оборудовании, в системах телекоммуникации, на всех видах транспорта. В перечне выпускаемой продукции — модульные и цилиндрические разъемы, разъемы для жестких условий эксплуатации, силовые и медицинские разъемы, разъемы для соединения печатных плат и многое другое [1]. Особый интерес представляет новая разработка компании — серия соединителей ODU AMC (Advanced Military Connector), нашедших широкое применение в военной технике. Рассмотрению этих соединителей и посвящена статья.

Контакты в соединителях компании ODU

Центральные контакты

К контактам соединителей и, прежде всего, к центральным контактам предъявляют следующие требования:

- низкое контактное сопротивление;
- заданные усилия соединения и разъединения ответных контактов, обеспечивающие большой срок службы и возможность большого числа циклов соединений;
- допустимый рабочий ток контакта;
- минимальные размеры.

Все эти требования взаимосвязаны. Так, электрическое контактное сопротивление снижается с увеличением контактного давления, но при этом уменьшается количество циклов соединений.

Рассмотрим факторы, влияющие на электрическое сопротивление двух соединенных контактов. Оно складывается из суммы

собственных сопротивлений каждого контакта и сопротивления области контактирования. Собственное сопротивление зависит от размеров (площади сечения и длины) и удельного сопротивления материала контакта. Как правило, это сопротивление невелико. Так, для медного контакта диаметром 3,5 мм и длиной 75 мм собственное сопротивление равно 0,14 мОм. Сложнее с сопротивлением области контактирования. Оно зависит от многих факторов: шероховатости поверхности (класса чистоты), материала покрытия контактов, загрязнения поверхности окисными и другими пленками, усилия контактирования и, что очень важно, от количества точек контактирования.

В соединителях компании ODU применяются одиночные контакты трех типов: гнездовые с двумя или четырьмя ламелями (slotted contact socket), ламельные (Lamella socket) и проволочные (Springtac socket) (рис. 1) [2].

Разрезной гнездовой контакт имеет две или четыре ламели, и контакт между штырем (pin) и гнездом (socket) происходит лишь в двух или четырех точках соответственно. Гнездовой разрезной контакт широко применяется в соединителях, так как он наиболее прост в изготовлении и имеет наименьшую стоимость. Однако такой контакт имеет ограничения по допустимому количеству циклов соединений и разъединений (менее 1000) и контактному усилию. Диаметр гнездовых контактов обычно не превышает 3 мм.

В штампованном ламельном контакте (ODU Lamella), устанавливаемом в корпусе розетки, много контактных точек (рис. 2). По сравнению с разрезным гнездовым контактом у него меньше усилия соединения/разъединения и контактное сопротивление, а количество циклов соединений на порядок больше — до 10 000.

Проволочный контакт Springtac является усовершенствованным контактом Springwire, изобретенным основателем компании ODU Отто Дункелем (рис. 3).

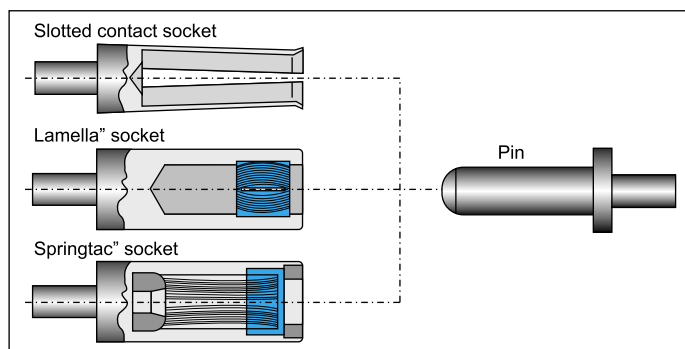


Рис. 1. Типы контактов в соединителях ODU



Рис. 2. Контакт ODU Lamella



Рис. 3. Springwire Contact Отто Дункеля



Рис. 4. Современные контакты ODU Springtac

В контакте Springtac индивидуальные пружинящие проволоочки смонтированы в оптимальном положении внутри гнездового контакта (рис. 4) [2]. В нашей стране подобные контакты называют гиперболюидными. Количество точек контакта штыря и гнезда в этом случае наибольшее. Этот контакт имеет все преимущества контакта Lamella и, кроме того, благодаря независимой работе отдельных контактных проволоочек обеспечивает повышенную надежность, высокую вибрационную стойкость, небольшое усилие соединения и самое большое количество циклов соединений и разъединений (100 000). Кроме того, контакт имеет небольшое контактное сопротивление и способен пропускать токи до нескольких сотен ампер [3, 4].

Типичный контакт диаметром 4 мм обеспечивает следующие количества точек соприкосновения штыря и гнезда: 2 или 4 — разрезной гнездовой контакт, 18 — Lamella и 38 — Springtac. Диаметр контактов Lamella и Springtac может быть от 0,76 до 60 мм. Контакт Springtac диаметром всего 0,76 мм содержит до 15 независимых контактных пружинных проволоочек. Чем больше диаметр контакта, тем больше в нем должно быть таких проволоочек.

Контакты Lamella и Springtac позволяют соединять гнездо и штырь даже при их значительной несоосности в момент стыковки. Эти контакты изготавливают с высокой точностью из высококачественных материалов. Штыри и гнезда делают из латуни, ламели — из термоупрочненной бериллиевой бронзы, пружинные проволоочки — из сплава меди с оловом. Стандартное покрытие контактов — серебро толщиной от 0,75 до 3–5 мкм, по специальному заказу поверхности покрывают золотом.

Для продления срока службы рекомендуется регулярно наносить на контакты Lamella специальную смазку BERULUB VRT 380.

Компания ODU разработала две серии гнездовых контактов Springtac: DSO и DCO (рис. 5) [2].

Контакты серии DSO с резьбовым или гладким хвостовиком (19 типоразмеров) имеют следующие характеристики:

- Диаметр d — 1,5–30 мм, диаметр D — 4–38 мм, длина контактирующей части l — от 10,5 до 48 мм.
- Усилие соединения с вилкой — 2–100 Н (0,2–10 кг), усилие разъединения — 1,5–70 Н (0,15–7 кг).
- Контактное сопротивление — от 500 до 80 мкОм.
- Номинальный ток — 25–720 А.

Контакты серии DCO, предназначенные под обжим кабеля с центральным медным проводником (23 типоразмера), имеют следующие характеристики:

- Диаметр d — 0,76–30 мм, диаметр D — 1,58–42 мм, длина контактирующей части l — от 7 до 48 мм.
- Усилие соединения с вилкой — 0,7–100 Н (0,07–10 кг), усилие разъединения — 0,5–70 Н (0,05–7 кг).
- Контактное сопротивление — от 3800 до 80 мкОм.
- Номинальный ток — от 9 до 720 А.

Кроме того, разработаны две аналогичные серии контактов Lamella — LS1 (рис. 6а) и LC1 (рис. 6б). Контакты Lamella обеих серий отличаются лишь конструкцией и имеют одинаковые характеристики:

- Диаметр d — 0,76–30 мм, диаметр D — 1,58–42 мм, длина контактирующей части l — от 7 до 48 мм.
- Усилие соединения с вилкой — 0,7–100 Н (0,07–10 кг), усилие разъединения — 0,5–70 Н (0,05–7 кг).

(Эти усилия определяют для контактов после их смазки и предварительных 30 циклов соединения и разъединения.)

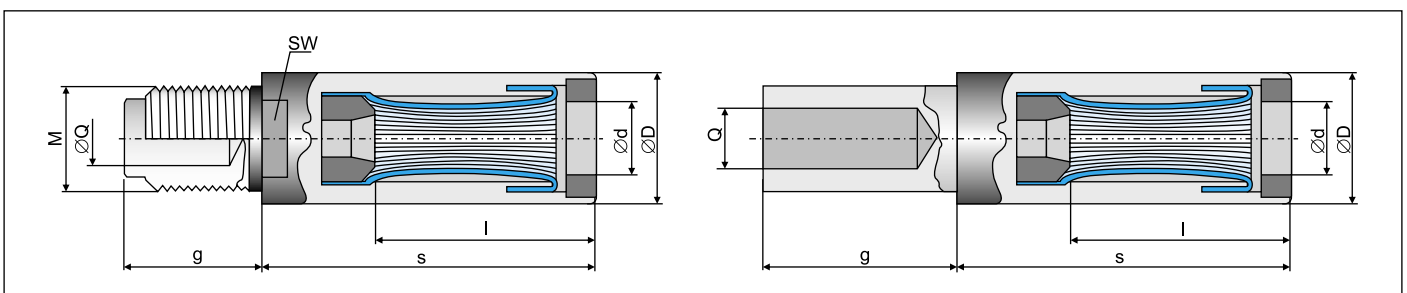


Рис. 5. Контакты ODU Springtac: а) серии DSO; б) серии DCO

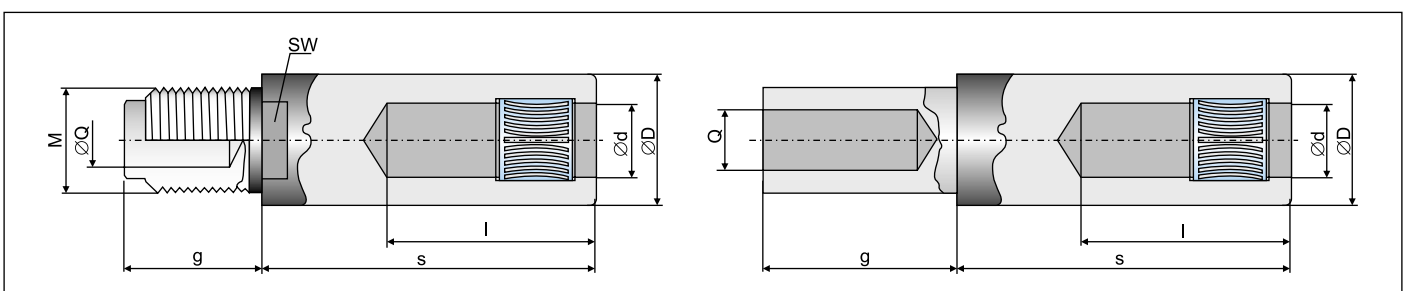


Рис. 6. Контакты ODU Lamella: а) серии LS1; б) серии LC1

- Контактное сопротивление — от 3800 до 80 мкОм.
- Номинальный ток — от 9 до 720 А.

Для сочетания с гнездовыми контактами разных серий компания ODU создала несколько серий штыревых контактов: SCO с диаметром от 0,76 до 30 мм (24 типоразмера), SSO с диаметром от 1,5 до 30 мм (22 типоразмера) и классические (O. Dunkel) штыревые контакты с диаметром от 1,5 до 26 мм (18 типоразмеров), в том числе гибкие 2-мм контакты.

Наружные контакты

В соединителях компании ODU применено соединение наружных проводников push-pull (в дословном переводе — «тяни-толкай»). Считается, что в 1946 году оригинальный «самозащелкивающийся механизм push-pull» был запатентован инженерами швейцарской компании LEMO [5]. Принцип действия этого механизма защелкивания выступающей части (лепестков) вилки в специальные канавки в розетке показан на рис. 7 [2].

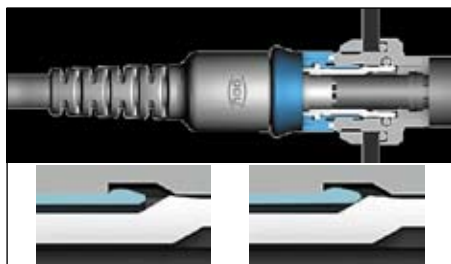


Рис. 7. Защелкивание push-pull

Для соединения ответных частей достаточно лишь протолкнуть вилку в розетку. При срабатывании слышен характерный звук. Попытка разомкнуть соединение, потянув вилку за кабель, приводит к тому, что лепестки расходятся в стороны и соединение становится еще более прочным. Рассоединение происходит только при осевом усилии, приложенном к корпусу кабельной вилки.

Преимущества разъемов с соединением push-pull несомненны:

- Быстрота и легкость соединения и рассоединения при небольших усилиях.
- Возможность соединения в трудных условиях «вслепую» (при несоосности вилки и розетки в момент стыковки).
- Защита от вибрации, ударов и от нарушения соединения при попытке выдернуть вилку, потянув ее за кабель.
- Сравнительно небольшие размеры и масса. Соединение push-pull применяется в соединителях многих известных компаний (Fischer, Harwin, Molex и др.).

Соединители AMC для военной техники

В военной технике применяют несколько сотен тысяч соединителей разных типов. Военный рынок соединителей, согласно

данным Bishop Associates, в 2007–2008 годах составлял \$3 млрд. Область применения соединителей в военной технике постоянно расширяется: связь, радиолокация, навигация, видеонаблюдение, сонары для подводных лодок и др. В 1990 году США и их союзники приступили к осуществлению военного проекта под названием Soldier Modernisation, Future Soldier («Солдат будущего»), основной смысл которого в том, что превосходство армии над противником обеспечивается высокотехнологичным оснащением солдат. «Солдат будущего» буквально начинен электроникой: головные телефоны, датчики безопасности, устройства связи и видеонаблюдения, приборы ночного видения и многое другое. Все эти устройства не могут работать без соединителей и кабельных сборок.

Сравнительно недавно ODU, наряду с другими компаниями, начала активно участвовать в этом проекте, создав серию соединителей (разъемов) ODU AMC. При их разработке были учтены следующие специфические требования к военным соединителям:

- минимальный вес;
- простота применения в сложных полевых условиях;
- высокая прочность;
- экранированность от электромагнитных помех;
- влагозащищенность;
- возможность очистки контактов даже в неблагоприятных полевых условиях;
- по возможности, низкая стоимость.







Краткая формулировка требований к военному разъему — меньше, легче, прочнее и надежнее.

ODU разработала шесть серий разъемов AMC в зависимости от максимального количества контактов в разъеме: серия 0 — 10 контактов, серия 1 — 10 и 16, серия 1,5 — 19, серия 2 — 26, серия 3 — 37, серия 4,5 — 55 контактов. Компания выпускает широкую номенклатуру прямых и угловых кабельных и приборно-кабельных вилок и розеток. В таблице приведены некоторые типы соединителей AMC компании ODU и области их применения в военной аппаратуре.

Новое поколение соединителей ODU AMC для модернизации военной техники имеет следующие особенности:

1. Шесть серий (0, 1, 1,5, 2, 3, 4,5), количество контактов — от 2 до 55.
2. Малые размеры. Так, соединитель серии 0 диаметром 9,4 мм содержит до 10 контактов, а серии 4,5 диаметром 20 мм — до 55 контактов.
3. Снижение веса соединителей на 60% за счет применения для изготовления корпусов соединителей легкого и прочного алюминиевого сплава.
4. Простота и удобство в обращении. Использование механизма push-pull и функции аварийного отсоединения обеспечивает простое и надежное соединение в сложных полевых условиях (соединение «вслепую»).
5. Оптимизированное механическое кодирование (четыре типа ключей).
6. Цветовое кодирование — четыре цвета. Это особенно важно для кабельных соединителей. Кодирование устроено таким образом, что цветной код виден, только когда кабели разомкнуты. В соединенном состоянии оно полностью скрыто.

Таблица. Соединители ODU для военной техники

Соединители ODU AMC	Область применения	Типы соединителей
 Малые размеры и вес. Цветовое кодирование	Персональный компьютер. Носимый блок управления	S1AYAR-P19MCC0-0000, вилка, 19 контактов, серия 1,5 (диаметр 14,5 мм). G8AYAR-P19QC00-00K0, розетка, 19 контактов, серия 1,5 (диаметр 14,5 мм)
 Экранирование. Простая очистка подружженных контактов	Радиотелефония и передача данных по радиоканалу. Модуль навигации.	K10YAR-P09WCC0-00U0, розетка, 9 контактов, серия 0 (диаметр 11,9 мм). S10YAR-P09XCD0-00U0, вилка, 9 контактов, серия 0 (диаметр 11,9 мм).
 GPS-антенна, УКВ-связь. Коаксиальные разъемы		G80YAR-FK1LJG0-0000, розетка коаксиальная 50 Ом. S10YAR-FK1MJG0-0000, вилка коаксиальная 50 Ом
 Версия с подружженными контактами	Приборы ночного видения / дисплеи TFR	S11YAR-P10MCC0-00K0, вилка, 10 контактов, серия 1 (диаметр 13,9 мм). K11YAR-P10XDD0-R000, розетка, 10 контактов, серия 1 (диаметр 13,9 мм)
 Обмен данными с автомобилем. Соединение и рассоединение под нагрузкой		S13YAR-P37XCD0-0000, вилка, 37 контактов, серия 3 (диаметр 22 мм). G83YAR-P37UC00-0000, розетка, 37 контактов, серия 3 (диаметр 22 мм)
 Низкопрофильный разъем. Минимальные размеры	Соединение головной гарнитуры с блоком. Соединение с каской солдата	S10YAR-P07XCC0-0000, вилка, 7 контактов, серия 1 (диаметр 11,9 мм). G80YAR-P07LCC0-00K0, розетка, 7 контактов, серия 1 (диаметр 11,9 мм)

7. Созданы соединители, в которых можно объединить контакты разных типов: сигнальные, для передачи низких/высоких напряжений, коаксиальные/триаксиальные, волоконно-оптические, для Ethernet.
8. Прочность и надежность. Гарантированное количество циклов соединений и разъединений — 5000.
9. Доступна версия соединителей с простой очисткой (Easy-to-Clean) контактов в полевых условиях, созданных на основе запатентованных подпружиненных контактов (рис. 8).



Рис. 8. Подпружиненный контакт

Подпружиненный контакт применен в сериях 0 (до 7 контактов), 1 (10 и 16 контактов) и 1,5 (до 19 контактов):

- Диапазон рабочих температур: $-55...+125$ °С.
- Влагозащищенность, уровень защиты — IP68 (International Protection) по стандарту DIN 40050.
- Достаточно высокий уровень экранирования от электромагнитных помех. В диапа-

зоне частот 0,1–600 МГц экранное затухание на уровне -80 дБ, в диапазоне частот от 600 МГц до 2 ГГц — на уровне -60 дБ.

Заключение

Компания ODU начинала свою деятельность с разработки соединителей. И в настоящее время она продолжает разрабатывать специальные соединители, соответствующие специфическим запросам заказчиков. Недавно возник еще один вид деятельности этой компании — производство кабельных сборок, в основном на основе соединителей собственной разработки, в том числе и соединителей АМС [3]. При этом компания ODU обеспечивает полный цикл изготовления кабельных сборок, начиная от закупки кабеля и кончая изготовлением кабельных сборок и их 100%-ным тестированием на соответствие стандартам и техническим требованиям заказчика. Для сборок применяют кабели разных типов, в том числе гибридные и с витой парой. С производителями кабеля компанию ODU связывает тесное многолетнее сотрудничество. Производство кабельных сборок сосредоточено в отделениях компании в Китае и Румынии.

ODU динамично развивается: непрерывно растут производственные мощности и объ-

емы производства, ежегодно в производство запускаются до 30 новых разработок, за последние 5 лет инвестиции составили около 30 млн евро. В настоящее время эта компания поставляет свою продукцию более 100 потребителям со всего мира, включая такие крупные компании, как Ericsson, Philips, Siemens, Alkon и др. Продукция компании ODU сертифицирована по ISO 9001, ISO 13485, ISO/TS 16949 и отвечает требованиям ряда военных стандартов. Отечественные разработчики военной аппаратуры имеют возможность приобретения соединителей компании ODU благодаря тому, что компания имеет официальные представительства в нашей стране. ■

Литература

1. www.odu.de
2. Single Contacts. ODU Springtac contacts and ODU Lamella contacts. Catalogue № 1006-e ODU.
3. Вольфл К., Никишин Д. Поставщик разъемов — все из одних рук // Компоненты и технологии. 2007. № 9.
4. Самойлова М. Разъемы компании ODU для силовой электроники // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2010. № 4.
5. Гудин М. Соединители компании LEMO: 57 лет соединяя мир // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2004. № 2.