

Разъемы компании ODU для силовой электроники

Марина Самойлова

marina.samoylova@odu.ru

В данной статье предлагается краткий обзор продукции и некоторых новинок немецкой компании ODU (www.odu.de/ru) для силовой электроники. В настоящее время центр разработок и основные производственные мощности располагаются в баварском городе Мюльдорф (Mühldorf an Inn). Для удовлетворения растущего спроса на кабельные сборки открыт завод в Румынии (Sibiu), есть производство в Китае (Shanghai) и США (Camarillo).

Так как статья посвящена продукции для силовой электроники, прежде всего остановимся на изобретении основателя компании Отто Дункеля (Otto Dunkel) — так называемых пружинных контактах ODU Springwire Contact (иначе — гиперболоидных контактах или одноконтактных разъемах) (рис. 1). Первоначально разъем представлял собой штырь с расположенными вокруг подпружиненными проволочками. Теперь независимые контактные пружинки (для контакта Ø0,76 мм их 15) помещают внутрь, и данный процесс полностью автоматизирован. Такая конструкция обеспечивает высокую вибрационную стойкость и небольшое усилие смыкания/размыкания соединения, малое контактное сопротивление и высокие токи, а гарантированное количество циклов сочленения — не менее 100 000. По данным некоторых японских потребителей, использующих контакты в испытательной аппаратуре, можно говорить даже о нескольких миллионах циклов сочленений. Номинальный ток, согласно каталогу, 9–720 А, для заказных разъемов — до 2000 А.

Более экономичное решение — контакты ламельного типа (ODU Lamella). В них пружинки заменены металлической полоской с параллельно расположенными прорезями. Разъемы ODU Lamella можно рассматривать как более дешевую альтернативу предыдущему типу разъемов, с менее жесткими требованиями к ресурсу (для типа ODU Lamella гарантировано не менее 10 000 циклов сочленения).

В качестве материала для покрытия контактов (как ODU Lamella, так и ODU Springwire) используется серебро (слой 0,75 или 3–5 мкм), по запросу — золото; основание контактов выполнено из латуни,



Рис. 1. Контакты ODU Springwire

пружинки — из сплава меди с оловом, ламеллы — из медно-бериллиевого сплава.

Где же находят применение данные контакты? Несколько лет назад чаще всего их использовали в телекоммуникации, теперь это, в основном, железнодорожная техника и другие разъемы. В частности, ODU Single Contacts используются в разъемах компании Schaltbau и некоторых других производителей. Для связи моторного блока с зарядным устройством в корейском высокоскоростном поезде используют как ODU Springwire, так и созданные на основе данных контактов разъемы серии ODU MAC. Еще одно применение — так называемая выкатная система для подключения устройства к источнику питания.

Очевидно, что компания ODU также использует высокие эксплуатационно-технические качества контактов в других разъемах — в частности, в изделиях серии Heavy Duty (для жестких условий эксплуатации) (рис. 2), в ODU SPC (одноконтактных разъемах на высокие токи) и ODU MAC (модульных разъемах).

Рассмотрим данные серии подробнее с точки зрения применения в силовой электронике. Начнем с группы Heavy Duty, в изделиях которой для обеспечения высокой стабильности соединения используются пружинные контакты ODU Springwire и гарантировано 100 000 циклов соединений. Максимальное количество контактов — 252, ток — до 1500 А, уровень защиты — IP67 в замкнутом состоянии. Сразу оговорюсь, что речь идет о жестких условиях эксплуатации с точки зрения европейского потребителя, так как нижняя граница рабочей температуры составляет –35 °С. Но в 90% спредеров (спредер — специальное устройство для автоматического захвата транспортных контейнеров), производимых в мире,



Рис. 2. Примеры разъемов серии ODU Heavy Duty

используются именно разъемы серии Heavy Duty. Их также применяют для межвагонных соединений трамваев.

Следующая группа разъемов, использующих контакты ODU Single Contacts, — серия ODU MAC (Modular Attachable Connector — модульные прямоугольные разъемы). Внешний вид этих изделий показан на рис. 3.



Рис. 3. Разъемы серии ODU MAC в DIN-корпусе и алюминиевой рамке

Модульный принцип построения разъемов серии ODU MAC дает разработчику большую свободу выбора: можно комбинировать вставки различных типов и по-разному располагать их в разъеме, вспоминая при этом детские конструкторы. Отмечу, что даже в пределах одной вставки, в зависимости от выбранных контактов, получаются разные параметры — скажем, максимальный ток нагрузки трехконтактного модуля может меняться от 7,5 до 40 А.

Основные характеристики серии ODU MAC:

- комбинация различных вставок согласно требованиям заказчика;
- 100 000 циклов соединения для большинства модулей ODU MAC;
- наличие направляющих со стороны штыревой части (стандартная рамка);
- шаг — 1 Unit = 2,54 мм;
- три вида алюминиевых рамок для разных требований (3–60 Units):
 - до 600 контактов;
 - стандартная ODU MAC-S;
 - укороченная ODU MAC-M;
 - с увеличенным расстоянием между установочными отверстиями и удлиненными направляющими ODU MAC-L.
- ток до 200 А;
- номинальное напряжение до 2500 В;
- скорость передачи данных до 400 Мбит/с;
- ВЧ-контакты на частоты до 9 ГГц.

В серии имеются следующие виды контактных вставок (модулей):

- сигнальные (в том числе на высокие токи от 1,5 до 100 А);
- высоковольтные (до 2500 В);
- коаксиальные (50 и 75 Ом, в том числе высоковольтные и немагнитные);
- волоконно-оптические (POF 980/1000, MOST 980/1550, затухание <2 дБ для волны 670 нм);
- для сжатого воздуха или жидкости (скорость потока жидкости до 350 л/мин., рабочее давление воздуха до 20 бар);

- экранированные (2–14 контактов, скорость передачи данных до 400 Мбит/с);
- новинка — разделительные модули, предотвращающие повреждение тонких контактов (например 0,76 и 1,02 мм).

Отдельно хотелось бы отметить преимущества ODU MAC:

- вибрационная стойкость;
- высокая плотность контактов;
- использование направляющих с целью кодирования (16 вариантов для DIN-корпуса);
- наличие винтового (шпindelного) замка;
- наличие контактов из немагнитных материалов.

Немагнитные контакты используются в установках МРТ (магнитно-резонансной томографии), на этом рынке компания ODU заслуженно занимает лидирующее положение.

Разъемы выпускаются в корпусах:

- 10–34 Units;
- алюминиевый DIN-корпус, литой под давлением.

Конструктивно корпус изделий выполняется с одним из двух типов замков — это или стандартная фиксирующая защелка (10–34 модулей, до 340 контактов), или же винтовой (шпindelный) замок (до 29 модулей, до 290 контактов). Обычно именно последний привлекает внимание конструкторов (рис. 4). Преимущества данного крепления очевидны: сложный многоконтактный разъем можно сомкнуть или разомкнуть легким движением руки.

Еще одно отличительное свойство изделий данной серии — возможность удаления контактов с помощью специальных экстракторов, причем неважно, в каком виде находится контакт — в собранном или разобранном.

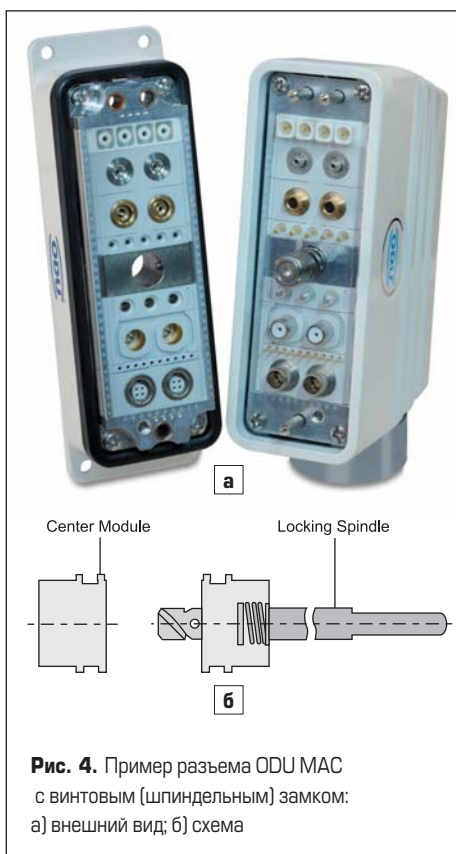


Рис. 4. Пример разъема ODU MAC с винтовым (шпindelным) замком: а) внешний вид; б) схема

При тестировании на производстве 100 000 циклов соединений уже недостаточно. Для этих целей предназначены так называемые быстросъемные сменные головки, позволяющие увеличить ресурс разъемов ODU MAC до нескольких миллионов. В данном случае используют разъемы в алюминиевой рамке, что позволяет осуществлять стыковку-расстыковку в автоматическом режиме. Среди заказчиков ODU на эти разъемы для целей автоматического тестирования своих изделий — компании Nokia, Sony, Philips, Samsung, Matsushita. Приведу некоторые данные, которые могут заинтересовать читателей статьи.

Модуль для питания 3-фазных двигателей:

- 3 контакта;
- 4 Units;
- $U_{\text{номинальное}} = 2500 \text{ В}$;
- $U_{\text{испытательное}} = 7500 \text{ В}$ (MIL-стандарт);
- диаметр контакта — 3 мм;
- $I_{\text{номинальный}} < 40 \text{ А}$.

Двухконтактный модуль на номинальный ток 100 А/контакт:

- диаметр контакта 8 мм;
- поперечное сечение — 25 или 16 мм²;
- $U_{\text{испытательное}} = 2700 \text{ В}$ (по стандарту MIL);
- $U_{\text{номинальное}} = 900 \text{ В}$;
- ширина — 6 Units.

Одноконтактная вставка (рис. 5):

- сечение контакта — 35 или 50 мм²;
- диаметр контакта — 10 или 12 мм;
- номинальный ток — 125 или 200 А;
- номинальное напряжение до 250 В (степень загрязнения 2 в соответствии с IEC 60664 / VDE 0110).



Рис. 5. Одноконтактная вставка на 125/250 А для серии ODU MAC

В настоящее время к приоритетным направлениям развития компании ODU добавились такие отрасли, как железнодорожный транспорт, возобновляемая энергетика и военная техника. К приведенным выше примерам добавлю еще один — в поездах ICE 3 на пульт в кабине машиниста выводятся данные от различных устройств, состыкованных с помощью ODU MAC в алюминиевом корпусе.

Что касается возобновляемой энергетике, то именно ей обязана своим появлением серия одноконтактных разъемов на высокие токи ODU SPC (рис. 6). Контакты типа ODU Lamella помещают в прочный пластиковый или металлический корпус, возможны разные варианты соединения, гарантирующие невозможность случайного размыкания: Push-



Рис. 6. Разъем ODU SPC с байонетным соединением

Pull-защелка, байонет или же snap-fit. Для стандартных разъемов ток может достигать 1000 А, а напряжение — 1000 В. Такие разъемы обеспечивают:

- защиту от касания уровня IP2X в разомкнутом состоянии;
- уровень защиты IP 50 или IP 67 в сомкнутом состоянии;
- рабочую температуру $-40...+140$ °С;
- количество циклов соединений не менее 5000.

Теперь хотелось бы остановиться на серии ODU MAC LC (Low Cycles, уменьшенное количество), гарантирующей 5000 циклов сочленений. Это более экономичное решение, чем ODU MAC. Здесь также имеется два типа крепления — защелка или винт (шпindel), но добавлен ряд интересных вставок, например RJ45 или для печатного монтажа. Основные данные:

- 4 размера рамки (12/18/26/37 Units);
- до 370 контактов;
- шаг — 1 Unit = 2,4 мм;
- разнообразные контактные вставки (модули) — сигнальные, силовые, высокочастот-

ные, пневматические, RJ45, USB, на высокие токи, для установки на печатную плату;

- выравнивание и кодирование с помощью системы направляющих;
- простота сборки и удаления контактов;
- быстрая и простая установка модулей в рамку.

Одна из новинок в серии ODU MAC LC — двухконтактная вставка на ток до 74 А (контакт 16 мм²).

Интересны также специальные модули для печатного монтажа (на 5, 6 и 10 контактов). После припайки модуля на плату (рис. 7) в него просто вставляют разъем ODU MAC LC. Со стороны платы не требуется никаких дополнительных рамок, что снижает затраты на сборку. Для предотвращения попадания пыли внутрь в случае неиспользуемых контактов выпускают специальные модули-заглушки.

Кроме вышеперечисленных серий, в силовой электронике применяются также цилиндрические разъемы ODU с защелкой, выпускаемые как в металлическом корпусе, так и в пластиковом. Так, популярная серия пластиковых разъемов ODU MEDI-SNAP пополнилась экономичным и компактным решением для сетевого питания — трехконтактным разъемом. Нагрузочная способность — 10 А при двух и 9 А при трех нагруженных контактах, а электрическая прочность, согласно VDE 0110, — 230 В, заземляющий контакт удлинен.

Достаточно высокой нагрузочной способностью обладают также разъемы серий ODU MINI-SNAP (металл) и ODU MINI-SNAP PC (пластик). В зависимости от серии номинальный ток составляет 4–22 А (без учета понижающего коэффициента, derating factor),



Рис. 7. Разъем ODU MAC LC с модулями для установки на печатную плату

количество контактов от 2 до 40. Кроме того, предлагаются решения с высоковольтными вставками, где испытательное напряжение достигает 12 кВ АС, а токовая нагрузка — 60 А. В качестве примера можно привести четырехконтактный разъем серии F, размера 2 (диаметр корпуса 15 мм). Его характеристики:

- IP 50 в замкнутом состоянии (возможна версия с IP 68);
- контакты: $4 \times \varnothing 0,9$ мм;
- токовая нагрузка 10 А;
- испытательное напряжение 4,5 кВ АС;
- воздушный зазор и длина пути утечки:
 - контакт/контакт: 3,4 мм;
 - контакт/корпус: 2 мм.

В заключение хотелось бы отметить, что каждый год в производство запускается около 30 новых изделий. Конструкторское бюро завода готово разрабатывать новые разъемы по требованиям заказчиков.