

# МОДУЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ КОМПАНИИ ODU В СИСТЕМАХ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ

М.Самойлова marina.samoylova@odu.ru

Модульные разъемы немецкой компании ODU уже были представлены на страницах журнала. В предлагаемой статье рассказывается о новинках линейки ODU-MAC и о некоторых интересных применениях этих разъемов, в частности, в системах контроля. Модульные разъемы компании ODU можно сравнить с конструктором, когда конечный результат зависит только от набора деталей и фантазии строителя. Разъем может передавать не только электрические сигналы, что привычно, но и жидкость, сжатый воздух, оптические сигналы. Таким образом, каждый заказчик получает абсолютно индивидуальное решение, комбинируя разные модули в нужном порядке. Необходимо также отметить огромный ресурс за счет использования контактов ODU SPRINGTAC® – свыше 100 тыс. циклов соединений!

**Р**ассмотрим разъемы серии ODU-MAC (Modular Attachable Connector). Их основные характеристики:

- возможность объединения в одном разьеме разных типов контактов: сигнальных, высоковольтных (до 6300 В), на большие токи (до 200 А), экранированных для передачи данных (до 10 Гбит/с), волоконно-оптических (POF, стекло), высокочастотных (до 9 ГГц), пневматических (до 12 бар), жидкостных (до 6 бар);
- модульность;
- самая высокая плотность контактов и минимальные размеры (сегодня именно компания ODU обеспечивает эти характеристики);
- ресурс – используемые контакты Single contacts SPRINGTAC® (в нашей стране принято название "гиперболоидные") обеспечивают 100 тыс. циклов соединений и выше;
- вибрационная стойкость.

В зависимости от решаемой задачи соединять разъемы ODU-MAC можно как вручную, так и автоматизированным способом. В первом случае обычно используется корпусное решение со шпindelным (винтовым) креплением или же с более известным рычажным (рис.1).

Шпindelный замок (рис.2) обеспечивает удобство соединения в условиях малого пространства – для смыкания или размыкания разъема надо просто повернуть ручку. Стоит отметить, что ресурс шпинделя – до 30 тыс. циклов соединений, в случае износа его легко заменить на новый. Кроме того, винтовая часть шпинделя может быть как в кабельной, так и в приборной части разъема. Сам шпindelный замок имеет размер 5 Unit.

**Разъемы со шпindelным соединением** имеют до 29 модулей; до 290 контактов, уровень защиты – IP50 (специальный дизайн для размера 2 – IP65 в сомкнутом состоянии);

типоразмеры 2-4. В разъемах с рычажным соединением (с фиксирующей защелкой) количество модулей может быть до 34, количество контактов – до 340, уровень защиты соответствует IP65 в сомкнутом состоянии, типоразмеры 1-4.

Итак, в случае соединения вручную, разъем ODU-MAC имеет прочный литой корпус, в который вставляется рамка с направляющими контактами и с установленными модулями (см. рис.1). Модули с предварительно обжатymi контактами набираются в необходимом заказчику порядке. Сборка подразумевает "нанизывание" модулей на длинную часть рамки, затем фиксацию рамки винтами. Для разборки такого разъема требуется время и инструмент.

Модули имеют стандартизованную длину (30 мм), но разную ширину, кратную величине Unit = 2,54 мм. Таким образом, размер разъема измеряется в Unit. Для корпусных решений максимально возможная длина рамки составляет 34 Unit (размер 4), минимальная – 10 Unit (размер 1).

Для стыковочных систем (при автоматизированном соединении) используется решение без корпуса: количество модулей – до 60, количество контактов – до 600. Эти системы имеют четыре вида направляющих с разным разбросом (radial



Рис.1. Устройство разъема ODU-MAC в корпусном варианте с рычажным креплением



Рис.2. Кабельная часть корпуса разъема со шпindelным соединением (а); разъем со шпindelным соединением (б); шпindel (в)

offset) – Standard:  $\pm 0,6$  мм, Large:  $\pm 1,2$  мм, Power:  $\pm 1,25$  мм, Mini: 0 мм. Вариант с большим разбросом особенно интересен для крупногабаритных систем, так как при большой его величине обеспечивается прецизионное соединение.

Теперь представим **новые модули** разъемов серии ODU-MAC.

**Силовые модули.** Серия расширилась и можно выбрать модули на один, два и три контакта (двухконтактные модули есть в двух версиях, на 10 тыс. и 100 тыс. циклов соединений). Использование технологий ODU SPRINGTAC® и LAMTAC® позволяет обеспечить не менее 100 тыс. и 10 тыс. циклов соединений, соответственно. По технологии ODU SPRINGTAC® внутри гнездовой части имеется множество проволонок, которые можно рассматривать как пружинки. Такая конструкция обеспечивает не только длительную, но и стабильную работу контакта с постоянно малым контактным сопротивлением. Например, для новой

двухконтактной вставки (рис.3) с номинальным током 100 А (диаметр контакта 8 мм, поперечное сечение провода  $25 \text{ мм}^2$ ) контактное сопротивление составляет 0,2 мОм.

В технологии ODU LAMTAC® проволоночки заменены полоской металла с прорезями. По этой технологии выполнен новый одноконтактный модуль. Для контакта диаметром 10 или 12 мм номинальный ток составит 110 и 120 А, 115 и 135 А, соответственно. Поперечное сечение провода – 25 и  $35 \text{ мм}^2$ , 25, 35 и  $50 \text{ мм}^2$ . Контактное сопротивление – 0,15 и 0,10 мОм.

**Высоковольтные модули** (рис.4). Линейка пополнилась одноконтактным модулем с рабочим напряжением 6,3 кВ (при степени загрязнения 2, т.е. при работе в лаборатории, в жилых или коммерческих помещениях) и номинальным импульсным напряжением 20 кВ. Минимальное количество циклов соединений этого модуля – 10 тыс.



Рис.3. Двухконтактный модуль (100 А)



Рис.4. Высоковольтный модуль

**Разъемы со вставками для высокоскоростной передачи данных.** Они в последнее время пользуются все большей популярностью. Так, разъемы серии ODU AMC для носимой аппаратуры удостоены награды на выставке Soldier Technology-2012 за лучшее решение для передачи данных. Контактные вставки ODU AMC используются и в разъемах с защелкой серий ODU MINI-SNAP (К и В), и в модульных ODU-MAC. Обычно для всех вышеперечисленных серий гарантировано 5 тыс. циклов, а для модульных разъемов предлагается специальное решение с увеличенным ресурсом (за счет использования контактов типа SPRINGTAC®) – 60 тыс. циклов соединений! Вариант с увеличенным ресурсом имеет два вида вставок:

- вставка 1: четыре контакта, Ethernet CAT 5 – 100 Мбит/с, диаметр кабельной части – 1,5–7,7 мм, сечение провода – AWG22;
- вставка 2: восемь контактов, Ethernet CAT 6 А – 10 Гбит/с (рис.5), диаметр кабельной части – 2,0–9,9 мм, сечение провода – AWG22.

С помощью модульных разъемов ODU-MAC можно передавать данные по следующим протоколам (разъемы прошли испытания и имеют соответствующие сертификаты): USB 2.0 (480



**Рис.5.** Модуль для 10-Гбит Ethernet

Мбит/с); Fast Ethernet (100 Мбит/с); Gigabit Ethernet (1 Гбит/с); 10 Gigabit Ethernet (10 Гбит/с).

Для реализации 10-Гбит Ethernet используются контактные блоки ODU MINI-SNAP 2-го и 3-го типов-размеров, причем в каждом модуле находится одна вставка (для сравнения, в размерах 0 и 1 – по две вставки).

Кроме перечисленных, в серии ODU-MAC можно выбрать **цилиндрические вставки** с количеством контактов до 30, диаметр подключаемого кабеля – до 10,2 мм. Диапазон рабочих температур от -40 до 125°C. Обобщенные данные разъемов

серии ODU-MAC приведены в таблице.

Если же проводная связь очень подходит для решения поставленной задачи, то компания ODU предлагает **оптоволоконные вставки**, в частности, новинку – трехконтактный модуль со вставками для стекловолокна (рис.6). Возможны следующие варианты: одномодовое SM – 9/125 мкм; многомодовое MM – 50/125 мкм и многомодовое MM – 62,5/125 мкм. Для этих вставок типовые вносимые потери составляют менее 1 дБ, а гарантированное количество циклов соединений – не менее 100 тыс. Диапазон рабочих температур от -40 до 85°C.

И, наконец, еще одна новинка – **модуль с двумя жидкостными вставками** (рис.7), что может быть интересно для организации жидкостного охлаждения. Вставки имеют финишное покрытие из нержавеющей стали, отсечка с обеих сторон. Материал сальника – фторкаучук FKM. В принципе, этот модуль можно использовать для передачи других жидкостей (кроме горючих и взрывоопасных) или же воздуха с максимальным рабочим давлением до 6 бар. Диаметр резьбы для подсоединения трубки – M5. Гарантируется не менее 15 тыс. циклов соединений.

Для более полного представления разъемов серии ODU-MAC приведем еще несколько типов модулей:

- *сигнальные* (4, 5, 6, 10 и 14 контактов в модуле, номинальный ток на контакт – 3,5–80 А, причем токовую нагрузку можно варьировать, выбирая длину контакта). В зависимости от типа

Обобщенные данные разъемов серии ODU-MAC

Типо-размер модуля	Количество контактов	Диаметр кабеля, мм	Высокоскоростные вставки
0	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10	1,5–5,0	USB 2.0 Ethernet CAT 5 100 Мбит/с
1	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 14	1,5–7,7	USB 2.0 Ethernet CAT 5 100 Мбит/с Ethernet CAT 5E 1 Гбит/с
2	4, 8	2,0–9,9	Ethernet CAT 5 100 Мбит/с Ethernet CAT 6 A 10 Гбит/с
3	10, 18, 22, 30	3,0–10,2	

контакта (штампованные или выточенные) количество циклов соединений составляет 5 тыс. или 100 тыс., соответственно;

- *коаксиальные* (50 и 75 Ом, 50 Ом – до 9 ГГц). Компания ODU – общепризнанный мировой лидер в производстве модульных разъемов для МРТ (магнитно-резонансной томографии). В частности, в установках МРТ всех ведущих производителей используются высоковольтные немагнитные коаксиальные контакты этой компании;
- *пневматические* (рабочее давление до 12–20 бар, диаметр трубки до 4–6 мм);
- *разделительные* (защита тонких контактов);
- *кодирующие*;
- *модули-заглушки*.

Рабочая температура модулей, как правило, от -40 до 125°C. Исключение составляет оптоволоконно (POF) – возможна работа в диапазоне от -40 до 85°C или от -40 до 115°C (в зависимости от типа волокна), а также фитинги для жидкостных вставок: от -10 до 80°C.



Рис.6. Модуль для стекловолокна



Рис.7. Жидкостной модуль

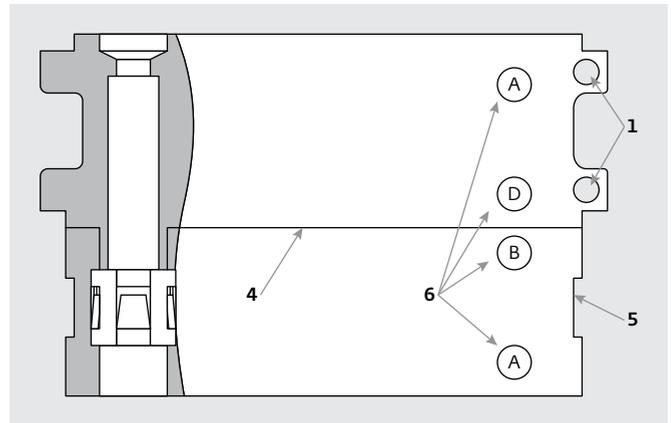
Еще одно новшество – это замена материала модуля (пластиковой части) на PBT Ultradur B4450 G (UL E41871) (рис.8), что дает определенные преимущества:

- увеличение точности изготовления модулей по ширине (поз.1, рис.8):
  - ≤5 Unit – новое значение допуска  $\pm 0,03$  мм (ранее  $\pm 0,1$  мм),
  - >5 Unit – новое значение допуска  $\pm 0,05$  мм (ранее  $\pm 0,1$  мм);
- увеличение диэлектрической прочности, как результат более высокого значения сравнительного индекса трекинговости СТИ;
- увеличение стабильности благодаря применению УЗ-сварки;
- стандартизованный светло-серый цвет для всех модулей (поз.4, рис.8), ранее использовались модули как белого, так и серого цветов;
- в целях оптимизации производственного процесса литья под давлением в нижней части модуля добавлен паз (поз.5, рис.8);
- выполнение маркировки даты на боковой части всех модулей (поз.6, рис.8).

Теперь приведем **примеры применения** модульных разъемов ODU-MAC, в частности, в диагностике и при контроле. Здесь очень важно обеспечить надежность, долговечность, стабильность электрических параметров с течением времени. Проведенные испытания показали отсутствие отказов разъемов после 100 тыс. циклов соединения (отказом считается превышение сопротивления контакта в 2,5 раза по сравнению с сопротивлением новых контактов). Кроме того, стабильным остается усилие смыкания/размыкания разъема в процессе эксплуатации, т.е. контакты не "разбалтываются" после 100 тыс. циклов.

Наиболее массовое применение модульные разъемы ODU-MAC находят **на конвейерах**, например, при производстве мобильных телефонов Nokia. Они позволяют проводить автоматическое тестирование как после каждого этапа сборки, так и на конечном этапе.

Успешно они применяются и в авиации. Для полной проверки **бортового оборудования** перед первым полетом используют разъем ODU-MAC в DIN-корпусе, с помощью которого коммутируется около 3500 сигналов. Тестовая система проста в техобслуживании и ее легко перенастроить на другой тип самолета. Шпиндельное соединение облегчает работу персонала. Такие разъемы также используют для передачи данных с **авиационного двигателя** на испытательный стенд. В частности, в одном из решений стыковочной



**Рис.8.** Схематичное изображение изменений на примере модуля 611.124.105.923.000. Обозначения: 1, 4, 5, 6 – ссылки на соответствующие рисунки; А, В и D – маркировка даты изготовления

панели применяется семь различных конфигураций рамок L-типа (с большим радиальным сдвигом) с количеством контактов до 900 и с возможностью увеличения их числа.

В установке для **контроля пустот** осей колес высокоскоростных поездов используются модульные разъемы для соединения рентгеновского аппарата с компьютером. Разъемы ODU-MAC с высоковольтными контактами применяются и при производстве **частотно-регулируемого привода**.

Можно отметить некоторые проекты испытательного оборудования с использованием ODU-MAC для **автоиндустрии**: испытания инжекционных клапанов, автокресел, двигателей легковых и грузовых автомобилей, ABS автомагнитол, а также печатных плат в составе оборудования.

Приведем перечень известных заказчиков компании ODU, применяющих модульные разъемы серии ODU-MAC: NOKIA, BOSCH, Mercedes-Benz, BMW, EADS, Siemens, GE Healthcare, Endress+Hauser, SMA, Bernecker & Rainer, PHILIPS, LEONI.

В заключение необходимо сказать, что теперь любой конструктор может в режиме он-лайн на сайте [www.odu.de](http://www.odu.de) составить конфигурацию разъема модульного соединения и получить чертеж. Специалисты компании всегда готовы дать своим заказчикам техническую консультацию и помочь выбрать нужное решение. Девиз компании ODU "Если этого еще не существует, мы разработаем это вместе с вами!" – основа взаимодействия производителя и заказчика. И, наконец, ODU-MAC – это всегда индивидуальное решение именно для вас и ваших задач, даже с использованием стандартных модулей. ●