

СОЕДИНИТЕЛИ ДЛЯ ЗАЩИЩЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ. ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИИ КОМПАНИИ «FISCHER CONNECTORS» И ДРУГИХ ЕВРОПЕЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Верещагин Алексей

к.т.н., доцент

a.vereshchagin@intrasoft-spb.ru

В настоящее время благодаря повышенному вниманию к проблемам экологии, здравоохранения, безопасности, непрерывному прогрессу в области современных мобильных информационно-коммуникационных и транспортных систем, широкому проникновению электронной аппаратуры в промышленное технологическое оборудование наблюдается активный рост производства различных профессиональных и специальных радиоэлектронных устройств и систем, в том числе защищенных.

В отличие от обычных, потребительских изделий, защищенные устройства разрабатываются таким образом, чтобы они могли надежно функционировать в жестких климатических и механических условиях, например, при сильной вибрации, экстремальных температурах, в условиях повышенной влажности и воздействия пыли. Высокие надежность, устойчивость к внешним воздействующим факторам, долговечность, оптимальные массогабаритные характеристики защищенных изделий, удобство и правильность их эксплуатации во многом определяются применением современной элементной и компонентной базы. Особенно это относится к элементам, расположенным вне герметичного корпуса защищенного устройства, и, в частности, к различным электрическим и оптическим соединителям.

Основная задача соединителя – обеспечение механического и электрического (оптического) соединения и разъединения электрических (оптических) цепей, Соединители состоят из двух или более частей (вилки, розетки), содержат контакты (контактные группы, вставки), изоляторы, корпусные детали и зажимные элементы и различаются местом установки (блок, плата, кабель), числом и видом контактов, диапазоном рабочих частот, допустимым напряжением и током, переходным сопротивлением, электрической прочностью, сопротивлением изоляции, применяемыми материалами, формой и габаритными размерами корпуса, степенью защиты, гарантированным числом циклов соединения и разъединения и др.

Особенности жестких условий эксплуатации обуславливают дополнительные требования к соединителям, используемым в защищенных изделиях. Они должны поддерживать электрические (оптические) и механические связи сопрягаемых устройств (узлов, блоков, кабелей) с требуемыми характеристиками, обладать герметичностью, газонепроницаемостью, пылезащищенностью, обеспечивать взаимозаменяемость, стабильность характеристик во времени, а также при воздействии внешних факторов, предусмотренных спецификацией. Кроме того,

для существенного уменьшения массогабаритных показателей аппаратуры, особенно при реализации сложных схемных решений в портативных изделиях, соединитель должен обеспечивать максимально возможное количество одновременно соединяемых (разъединяемых) электрических (оптических) цепей. Однако при увеличении числа контактов в соединителе резко возрастают усилия при соединении и разъединении, которые прямо пропорциональны числу контактов (в среднем около 1,11 Н на контакт), что затрудняет его использование. Также при увеличении количества контактов может возрасти уровень перекрестных помех. Жесткость требований к соединителям объясняется тем, что из-за их недостаточного качества происходит до 50% отказов электронной аппаратуры [2].

В защищенных изделиях может применяться продукция различных компаний, начиная от входящих в ТОП-10 (по объему рынка) производителей соединителей, таких, как Molex, Delphi, Samtec, TE и др. Однако их компоненты чаще рассчитаны на массового, серийного потребителя. В то время как существуют и предприятия, которые более целенаправленно сосредотачиваются на данном сегменте рынка. В частности, в полной мере указанным требованиям по защищенности отвечают соединители производства «Fischer Connectors» (Швейцария), «ODU» (Германия), «LEMO» (Швейцария) и др., широко применяющиеся в электронной аппаратуре медицинского, промышленного и специального [4]. За долгие годы существования на рынке указанные компании накопили солидный научно-технический задел. Так, например, швейцарская компания «Fischer Connectors» была создана командой инженеров, экспертов по вакуумным технологиям, во главе с Вальтером Вернером Фишером (Walter Werner Fischer) более 60 лет назад. В 1954 году компания разработала первые водонепроницаемые соединители, а уже в 1964 году – первые в мире герметичные газонепроницаемые соединители. В настоящее время в производственной программе компании более 30 тысяч моделей соединителей различных типов (рис. 1), включая изделия, рассчитанные на низкое и высокое напряжение, коаксиальные, оптоволоконные, непроницаемые для жидкостей и газов, обладающие степенью защиты от IP50 до IP68 или IP69K, а также контактные группы, кабельные сборки, оптоволоконные компоненты и др. Аналогичные изделия предлагают и другие специализированные производители [5-7].



Рис.1 - Соединители для защищенных изделий компании «Fischer Connectors» (Швейцария)

Основные особенности соединителей, используемых в защищенных изделиях:

- высокое качество электрического контакта (малое переходное сопротивление) за счет покрытия золотом (толщина слоя – около 1 мкм) или никелем (толщина слоя – около 4 мкм) для предотвращения окисления;
- гарантированная возможность эксплуатации в сложных внешних механических и климатических условиях, в том числе под водой и в вакууме;
- широкий диапазон рабочих температур (от -65°C до +200°C);
- высокая радиационная стойкость;
- эффективное электромагнитное экранирование;
- малые массогабаритные характеристики;
- продолжительный срок службы (так, для продукции компании «Fischer Connectors» гарантированное количество циклов соединения/разъединения – до менее 10 000);
- возможность быстрого и легкого соединения/разъединения, в том числе «вслепую» и при работе в перчатках;
- наличие механического (с помощью ключей типа «блок контактов», «полудуги-направляющие», «паз-выступ» и др.) и цветового кодирования соответствующих ответных частей соединителя для предотвращения неправильного соединения однотипных соединителей;
- исключение возможности случайного разъединения (также существуют варианты без автоматической защелки и с возможностью экстренного разъединения – так называемый Clic-Loc) [7].

Предполагаемая область применения конкретного типа соединителей определяет и ряд его конструктивных особенностей. В защищенных изделиях чаще используют цилиндрические соединители, поскольку они более устойчивы к воздействию климатических и механических факторов, обеспечивают более надежную заделку жгутов, проводов и кабелей по сравнению с прямоугольными. Коррозионная стойкость соединителей для нефтехимического оборудования обеспечивается выполнением корпусов из нержавеющей стали. При ограничениях по массе, что характерно для бортового оборудования авиационно-космических систем, используются соединители с корпусами из алюминиевых сплавов. В случае необходимости достичь герметичности защищенных изделий, особенно в расширенном температурном диапазоне, требуется правильно выбрать материал для уплотнительных элементов соединителей. Например, компания «Fischer Connectors» предлагает уплотнительные кольца O-ring из нескольких материалов с различным диапазоном рабочих температур (см. табл. 1).

Табл. 1- Уплотнительные кольца O-ring

Материал уплотнительного кольца	Диапазон рабочих температур, °C	Возможная область применения		Характеристики	
		Производство нефти, бензина	Органическая химия	Износостойкость	Радиационная стойкость
Buna-N (Nitrile)	-37 ... +121	R	NR	G	F
EPDM	-51 ... +160	NR	R	G	F
Silicone	-54 ... +232	NR	NR	P	G
FPM (Viton)	-26 ... +204	R	NR	G	P

Условные обозначения: R – рекомендуется, NR – не рекомендуется, G – хорошо, F – удовлетв., P – плохо.

Все перечисленное обусловило широкое использование соединителей перечисленных брендов в самых разных высокотехнологичных изделиях с повышенными требованиями к качеству и надежности. Это, например, защищенные компьютеры (рис. 2), носимое оборудование и радиостанции, бортовое оборудование авиационных средств и космических аппаратов, автомобильная и морская техника, системы охранной сигнализации, медицинское и телекоммуникационное оборудование, геофизическая аппаратура, аппаратура для профессионального телевидения, системы ночного видения, блоки управления.



Рис.2 - Защищенный компьютер «Scorpion» фирмы DRS Technologies

Для удовлетворения разнообразных требований к соединителям в зависимости от целевого применения (медицинская аппаратура, авиационно-космическая техника, нефтехимическое оборудование и др.) все производители выпускают широкую номенклатуру изделий, включающую семейства, различающиеся электрическими и конструктивными характеристиками. Например, все соединители «Fischer Connectors» в настоящее время объединены в четыре семейства: Core, UltiMate, FiberOptic и MiniMax (рис. 3, табл. 2).



Рис. 3 – Семейства соединителей «Fischer Connectors» (файл «Рис-3.tif»)

Табл. 2 – Основные параметры соединителей «Fischer Connectors»

Серия (семейство)	Механизм соединения	Материал оболочки	Диаметр, мм	Число контактов	Степень защиты	Гарантированное число циклов соединений- разъединений
FISCHER CORE SERIES						
BRASS	Push-pull Quick-release Friction	Медь с хромиро- ванием	9 - 3 4	1 - 55	IP50 - IP68/69 Hermetic	10,000
STAINLESS STEEL	Push-pull	Нержаве- ющая сталь	12 - 34	1 - 55	IP50 - IP68/69 Hermetic	5,000
ALULITE	Push-pull	Алюминий	9 - 18	2 - 27	IP50 - IP68/69 Hermetic	10,000
PLASTIC	Push-pull	PBT/PEI	14.5 - 18.5	2 - 27	IP67	5,000
DISPOSABLE	Push-pull	ABS	17.8	6 - 19	IP30 - IP40	10
BROADCAST	Push-pull	Медь	25.5	1	IP68	5,000
FISCHER ULTIMATE SERIES						
ULTIMATE	Push-pull Quick-release	Медь, алюминий	12 - 29	12 - 29	IP68/69 Hermetic	10,000
FISCHER FIBEROPTIC SERIES						
FIBEROPTIC	Push-pull	Медь	24	1 - 4	IP67/68	1,000
FISCHER MINIMAX SERIES						
MINIMAX	Push-pull Screw- locking Quick-release	Медь	9.9 - 12.9	4 - 24	IP68	5,000

Среди семейств, представленных в таблице, наиболее широким номенклатурным рядом отличается семейство соединителей Core. Оно включает в себя соединители различного размера, конфигурации, изготавливаемые из разных материалов (металла, пластмассы) и предназначенные для использования в различных областях (военная техника, медицина и др.). Так, например, универсальные соединители семейства Core применяются в перспективных комплексах боевой экипировки военнослужащих (Future Force Warrior (США), FELIN (Франция), FIST (Великобритания) и др.) [4]. Соединители, благодаря

герметизации тремя независимыми кольцами (степень защиты – до IP68/IP69), использованию автоматической защелки, могут противостоять ударам, вибрации, погружению в воду, коррозии и экстремальным температурам.

Более защищенными, компактными и легкими являются соединители семейства Ultimate™, разработанные компанией «Fischer Connectors» для эксплуатации в сложных экологических, промышленных и химических условиях. Они отличаются ударо- и вибропрочностью, устойчивостью к коррозии, защищены от влаги по IP68/69 (степень защиты проверяется путем погружения соединителя на глубину до 120 м на 24 часа), могут работать при температурах от -55°C до +135°C, обеспечивают электромагнитное экранирование цепей за счет применения дополнительного экранирующего кольца. Для предотвращения неправильного соединения предусмотрены механическое и цветовое кодирование корпуса. Предусмотрено антибликовое покрытие корпуса (цвет – серый антрацит).

Семейство волоконно-оптических соединителей FiberOptic характеризуется прочностью конструкции (степень защиты – IP68), удобством эксплуатации и обслуживания (даже в полевых условиях).

Наиболее миниатюрные соединители объединены в семейство MiniMax™. Данные изделия разработаны для передачи сигналов и обеспечения электропитания в случаях, когда требования миниатюризации изделий и плотности монтажа являются первостепенными. Соединители MiniMax™ могут иметь от 4 до 24 контактов, выпускаются в двух размерах: 06 и 08. Они герметичны (степень защиты – IP68, проверяется путем погружения соединителя на глубину 2 м в течение 24 часов), имеют надежную конструкцию, противодействующую осевому вращению с моментом больше чем 4 нм и натяжению с силой до 40 кг.

Практически во всех соединителях «Fischer Connectors» используется система автоматической защелки (Push-Pull), разработанная и запатентованная компанией в 1962 году. Данная система обеспечивает легкое, быстрое и точное соединение и разъединение соединителей, предотвращает случайное разъединение из-за вибрации и ударов, обеспечивает герметичность и может применяться в ограниченном пространстве. Система зарекомендовала себя при эксплуатации в самых жестких условиях и стала де-факто промышленным стандартом в конструкции соединителей.

Рассмотрим принцип функционирования данной системы. По внутренней втулке вилки скользит вперед-назад внешняя втулка, имеющая гибкие лепестки (рис. 4, а). Соединение производится путем поступательного введения вилки в розетку. При этом выступы с фасками на втулке вилки надежно фиксируются в канавке, расположенной с внутренней стороны розетки (рис. 4, б). Если потянуть за кабель, то скошенные выступы лепестков заходят в канавку розетки, препятствуя разъединению (рис. 4, в). Чтобы разъединить соединитель, необходимо вытянуть вилку, держась за внешнюю втулку (рис. 4, г). В некоторых вариантах соединителей представлен особый вид защелки с возможностью экстренного разъединения при резком рывке кабеля – так называемый Clic-Loc.

Следует отметить, что компании-производители стараются предлагать своим клиентам комплексные решения, поставляя помимо соединителей и другие компоненты: контактные группы, хвостовики, защитные насадки, колпачки,

кабельные катушки, заглушки. Некоторые предприятия, например, компания «Fischer Connectors», также выпускают кабельные сборки и защищенные твердотельные запоминающие устройства.

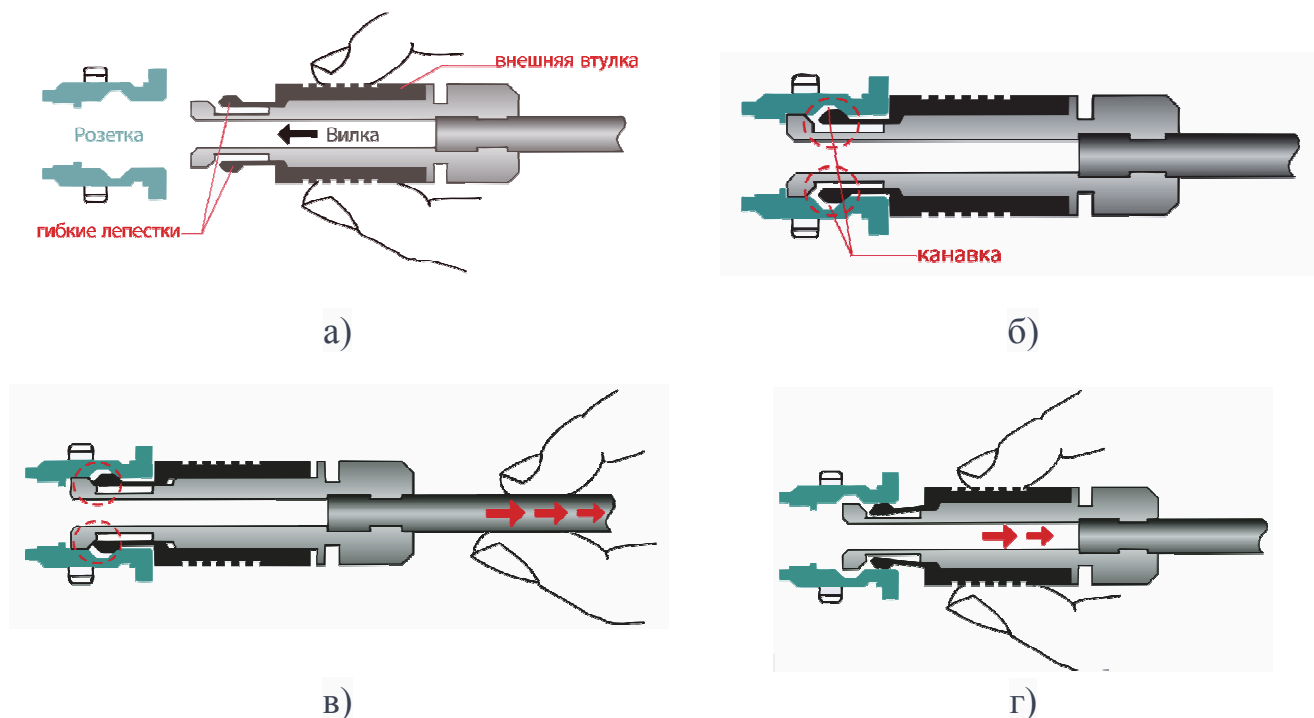


Рис. 4 – Принцип действия системы автоматической защелки [4]

В заключение стоит отметить особенности работы отдельных компаний-производителей. Несмотря на то, что большинство соединителей перечисленных выше брендов сходны по своим параметрам и характеризуются высоким качеством, подтвержденным сертификацией по стандартам ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, ISO 13485:2003, стандартам MIL-STD, IEC, RoHS, регламенту REACH, компании различаются по особенностям своей номенклатуры и подходам к заказчикам. Так, компания «ODU» в отличие от конкурентов выпускает мощные силовые соединители для электропитания аппаратуры с допустимым током до 1500 А [8]. Также данный производитель предлагает комбинированные соединители со вставками для прокачки сжатого воздуха или жидкости (скорость потока жидкости до 350 л/мин., рабочее давление воздуха до 20 бар). В медицине и научно-исследовательской аппаратуре используются высоковольтные соединители производства «LEMO», рассчитанные на напряжения 3, 5, 8, 10, 15, 30 и 50 кВ [9]. «Fischer Connectors», «ODU» «LEMO» и предлагают как стандартные (крупносерийные) решения, так и специализированные, разработанные по частным требованиям для конкретного клиента. Кроме того, «Fischer Connectors» оказывает по всему миру техническую поддержку клиентам через предоставление консультаций, сервисное обслуживание и помощь в проектировании коммутационных систем. Важным также является и то, что в зависимости от организации логистических процессов конкретного производителя могут варьироваться и сроки поставки заказанных соединителя.

Благодаря высоким техническим характеристикам соединители мировых брендов «Fischer Connectors», «ЛЕМО», «ODU» и др. вот уже более 60 лет поставляются для ответственных применений (медицина, авиация и космос, ядерная физика, военная техника и т.д.). Следует отметить, что продукцию компаний оценили по достоинству и отечественные разработчики и производители защищенной электронной аппаратуры, поскольку традиционно используемые в мобильных изделиях цилиндрические герметичные соединители серий СНЦ и ОНЦ с байонетным или винтовым сочленением имеют общие недостатки: относительно большие массогабаритные параметры, большее время соединения и разъединения, меньшую надежность и т.п.

Литература

1. Лярский В., Мурадян О. Электрические соединители: Справочник. – М.: Радио и связь, 1988. 272 с.
2. Пивоваров В., Сафонов Л., Хохлов И. Анализ мировых тенденций развития и проблем производства электрических соединителей.// Компоненты и технологии. 2007. №2. С. 94-97.
3. Бишоп Р. ТОП-10 производителей разъемов. //Вестник электроники. 2014. № 1 (47). С. 12-14.
4. Материалы сайта <http://www.fischerconnectors.com>.
5. Самойлова М. В боевой готовности. Разъемы для модернизации носимой аппаратуры ODU AMC.//Вестник электроники. 2012. № 3 (41). С. 62-65.
6. Самойлова М. Всегда в готовности, всегда на связи! ODU AMC – hi-tech разъемы для модернизации.//Электроника: Наука, технология, бизнес. 2011. №7 (113). С. 66-69.
7. Материалы сайта <http://cableassemblies.ru>.
8. Самойлова М. Разъемы компании ODU для силовой электроники.// Силовая Электроника, 2010. № 5. С. 56-58.
9. Гудин М. LEMO - швейцарский производитель коннекторов.// Компоненты и технологии. 2003. №1. С. 46-49.

АО «ИНТРАСОФТ»

190005, г. Санкт-Петербург, Троицкий пр., д. 4, лит. В

Тел.: +7 (812) 363-14-09 / Факс: +7 (812) 575-06-09

E-mail: info@intrasoft-spb.ru / Web: www.intrasoft-spb.ru

- ✓ Контрактное производство электронных модулей и кабельных сборок
- ✓ Официальный партнер компании «Fischer Connectors» в России - разъемы и кабельные сборки
- ✓ Эксклюзивный дистрибьютор компании «Handheld» в России - защищенные портативные компьютеры