

Высоковольтные разъемы GES Electronic & Service —

разнообразие выбора

По оценкам специалистов, 50% отказов электроаппаратуры происходит из-за недостаточного качества электрических соединителей. Учитывая современную тенденцию постоянного усложнения аппаратуры, компании-производители ведут непрерывную работу над повышением надежности электрических разъемов. В обзорной статье рассматривается продукция компании GES Electronic & Service, длительное время занимающейся разработкой одно- и многоконтактных высоковольтных разъемов, а также популярных в настоящее время гибридных соединителей.

Константин Верхулевский

info@icquest.ru

Введение. Основные тенденции в производстве соединителей

Нередко возникают случаи, даже у опытных разработчиков, когда, казалось бы, полностью продуманная реализация какого-нибудь устройства выходит из строя из-за достаточно простого компонента — электрического разъема. Однако это простота кажущаяся: к высоконадежным разъемам предъявляется множество требований, зависящих от области их применения. Они обязаны иметь высокую прочность электрической изоляции и пожаробезопасность, стабильно функционировать при воздействии атмосферных осадков, вибрации и механических ударов, при повышенных либо пониженных температурах и давлении, а также в условиях агрессивных сред. Определяющими же требованиями являются качество и долговременная надежность электрического соединения. Перечисленные требования лишь в общей степени характеризуют условия эксплуатации электрических разъемов и их рабочие характеристики, но достаточно верно оценивают сложность технических задач, которые приходится решать разработчикам соединителей для обеспечения их высокого качества. Основной мировой тенденцией в области качества соединителей является постоянный рост основных характеристик — долговечности, срока службы, надежности на отказ [1]. Рассмотрим немного подробнее основные направления повышения качества применяемых в промышленности разъемов:

- Разработка и применение современных материалов для изготовления соединителей. Целью внедрения специализированных серий соединителей на основе новых материалов является повышение срока службы разъемов и улучшение электрических параметров.
- Использование новых конструктивных решений. Работы по совершенствованию конструкций разъемов направлены на улучшение качества соединения контактных пар, а также на разработку мало-

габаритных корпусов, отличающихся повышенным уровнем защиты от воздействия факторов внешней среды.

- Совершенствование технологий изготовления соединителей. Подразумевается использование новых научных открытий при проектировании изделий, а также обеспечение стабильности технологических процессов путем внедрения современных автоматизированных линий контроля производства.

Работы по всем направлениям, как правило, происходят комплексно с одновременным достижением заданных целей, что приводит к существенному повышению качества при одновременном снижении стоимости соединителей.

Надежные электрические соединители находят широкое применение во всех отраслях промышленности, а также в военной, аэрокосмической и телекоммуникационной аппаратуре. В России высоковольтные разъемы применяются научно-исследовательскими институтами, разработчиками рентгеновского оборудования и спектроскопических систем, а также предприятиями, входящими в состав концерна «Росатом».

Линейка высоковольтных соединителей GES Electronic & Service

Компания GES Electronic & Service — немецкий разработчик и производитель высоконадежных разъемов, ориентированных на применение в высоковольтных промышленных, научных и медицинских установках. Компания ведет свою историю с 1959 года и сейчас предлагает обширный спектр стандартных высокозащищенных одно- и многоконтактных разъемов в различных конфигурациях для рабочих напряжений до 100 кВ и токов до 50 А, а также гибридных модульных разъемов, предназначенных для соединения, помимо прочего, пневмо-, гидро- и информационных линий [2]. Компания

работает в непосредственном контакте с потребителями, что позволяет постоянно расширять гамму выпускаемой продукции и совершенствовать используемые технологии. Для разработчиков высоковольтного оборудования доступны техническая документация, готовые 3D-модели разъемов, а также консультации специалистов компании. Кроме того, по запросу возможно предоставление образцов соединителей для проведения тестовых испытаний. Официальным представителем GES Electronic & Service в России является компания «Квест».

Итак, почему же стоит обратить внимание на разъемы GES Electronic & Service? Если кратко — то компания предлагает широкий ассортимент в сочетании с приемлемой стоимостью и традиционным немецким качеством продукции. Если же анализировать подробнее, то следует отметить следующие преимущества:

- **Надежность.** Производство надежных высоковольтных разъемов связано с бескомпромиссными требованиями к качеству материалов и соблюдению технологий изготовления. Опыт, получаемый на протяжении десятилетий, позволил добиться качества, соответствующего современным мировым стандартам. Вся готовая продукция проходит самый жесткий выходной контроль, в ходе которого разъемы многократно состыковывают и расстыковывают. Большая часть соединителей способна выдержать до 100 000 циклов соединения/разъединения без ухудшения электрических параметров. Для разработчиков доступны как негерметичные, так и герметичные разъемы с уровнем защиты IP65, что обеспечивает надежное функционирование в условиях воздействия агрессивных сред.
- **Малые габариты.** В настоящее время размер электронного оборудования постоянно уменьшается, эта тенденция относится и к разъемам. Серия компактных разъемов MC разработана для малогабаритного оборудования, работающего в полевых условиях.
- **Малый вес.** Алюминиевые корпуса разъемов с никелевым напылением отличаются повышенной прочностью и малой массой.
- **Широкий диапазон рабочих температур.** Одно из главных условий применимости компонентов в жестких условиях эксплуатации — расширенный температурный ди-

апазон. При выборе разъема следует учесть, что рабочая температура зависит от характеристик материала изолятора. В стандартных одно- и многоконтактных высоковольтных разъемах компании GES Electronic & Service используется изоляция из POM (полиоксиметилена) или PTFE (политетрафторэтилен, тефлон). Соответственно разъемы, использующие POM-изоляцию, способны надежно работать при температуре от -20 до $+100$ °С, а соединители с PTFE — от -50 до $+200$ °С. Линейка стандартных высоковольтных разъемов, которые выпускает компания GES Electronic & Service, содержит:

- **одноконтактные высоковольтные разъемы** серий S и 100 на рабочие напряжения до 100 кВ и токи до 50 А;
- **многоконтактные высоковольтные разъемы** серий M и MC на рабочие напряжения до 20 кВ и токи до 30 А;
- **пластиковые самозащелкивающиеся высоковольтные разъемы** серии VarioPro на рабочие напряжения до 11 кВ и токи до 13 А;
- **гибридные высоковольтные разъемы** с возможностью соединения сигнальных, гидро- и пневмолиний с рабочим давлением до 8 атмосфер.

Из аксессуаров широко применяются заворачивающиеся изолирующие колпачки для защиты от загрязнений. По заказу может быть выполнена кабельная сборка.

Одноконтактные разъемы

Одноконтактные высоковольтные разъемы серии S предназначены для использования в лабораторном измерительном оборудовании и способны выдерживать рабочие напряжения до 40 кВ и токи до 25 А. В разъемах применено стандартное соединение проводников вилки и розетки: штыревой контакт одного соединителя входит в гнездовой цанговый контакт другого и удерживается в нем за счет контактного усилия, создаваемого пружинящим гнездом. На корпусе розетки имеется резьба, а вилка снабжена присоединительной гайкой. Производитель гарантирует не менее 100 000 циклов соединения/разъединения без какого-либо ухудшения электрических характеристик, если соблюдено требование о максимально допустимом моменте при закручивании присоединительной гайки на вилке.

Заделка кабеля (максимальная площадь сечения — не более 3 мм²) в разъем осуществляется либо пайкой, либо при помощи обжима, обеспечивающего простоту и хорошее качество контакта. Обжимные контакты обеспечивают возможность подсоединения проводов различного диаметра, что увеличивает применимость этих разъемов [3]. Монтаж розетки разъема к корпусу приборов осуществляется двумя способами. Некоторые модели имеют квадратные фланцы с четырьмя крепежными отверстиями. У остальных надежное крепление разъема выполняется при помощи гайки фиксации с внутренней стороны корпуса устройства.

Класс защиты IP54 обеспечивает пыле- и брызгозащищенность контактного соединения, а категория воспламеняемости соответствует требованиям стандарта UL94 V-0. Контакты разъемов изготавливаются из медного сплава и покрываются серебром или золотом, что исключает окисление и обеспечивает хорошую проводимость. Цельнометаллический корпус из сплава Cu/Zn с никелевым напылением и оптимизированная геометрия гарантируют постоянное сопротивление контакта соединителей этой серии — не более 300 мкОм. Диапазон рабочих температур определяется материалом изоляции и имеет значения от $-20/-50$ до $+100/+200$ °С (для POM/PTFE).

Все вышесказанное справедливо и для серии 100 за исключением нескольких моментов. Высоковольтные разъемы серии 100 предназначены для промышленного применения в тяжелых условиях эксплуатации, отличаются универсальностью и улучшенными рабочими характеристиками (до 100 кВ/25 А либо 60 кВ/25 А). Благодаря применению сальников нескольких типов (от 3 до 14 мм) обеспечивается уровень защиты IP58 (масло- и водостойкость). Использование алюминия в качестве материала корпуса (в отличие от серии S) позволило значительно уменьшить массу разъемов. Изделия устойчивы к ударным нагрузкам и сильным механическим воздействиям.

Кроме стандартных изделий, под заказ можно получить разъемы с рабочими характеристиками до 150 кВ/50 А.

Внешний вид отдельных разъемов серий S и 100 показан на рис. 1 и 2, а основные рабочие характеристики представлены в таблице 1.



Рис. 1. Внешний вид разъемов серии S



Рис. 2. Внешний вид разъемов серии 100

Таблица 1. Основные характеристики одноконтактных разъемов

Серия	Тип разъема	Кол-во контактов	Материал изоляции	Рабочее напряжение, кВ	Ток, А	Монтаж разъема на корпус
Серия S	HSB 10	1	POM или PTFE	10	25	Квадратный фланец
	HSB 20	1	POM или PTFE	20	25	Квадратный фланец
	HSB 30	1	POM или PTFE	30	25	Квадратный фланец
	HSB 40	1	POM или PTFE	40	25	Квадратный фланец
	HSB 11	1	POM или PTFE	10	25	Гайка
	HSB 21	1	POM или PTFE	20	25	Гайка
	HSB 31	1	POM или PTFE	30	25	Гайка
	SB 10	1	POM или PTFE	10	30	Не предусмотрен
Серия 100	SB 110	1	PTFE	10	25	Гайка
	SB 120	1	POM или PTFE	20	25	Гайка
	SB 130	1	POM или PTFE	30	25	Гайка
	SB 150	1	POM или PTFE	50	25	Гайка
	SB 160	1	POM или PTFE	60	25	Гайка
	SB 1100	1	POM	100	25	Гайка
	SB 115	1	POM или PTFE	10	50	Гайка
	SB 125	1	POM или PTFE	20	50	Гайка
	SB 135	1	POM или PTFE	30	50	Гайка
	SB 155	1	POM или PTFE	50	50	Гайка
	SB 165	1	POM или PTFE	60	50	Гайка

Многоконтактные разъемы

Линейка высоковольтных многоконтактных разъемов GES Electronic & Service представлена двумя семействами. Серия М разработана для использования в электрических цепях с номинальным напряжением постоянного тока до 15 кВ/30 А и широко применяется в лабораторном, медицинском, измерительном и тестовом оборудовании, а также в промышленных установках. Каждый разъем может содержать от двух до девяти 2,7-мм медных контактов с серебряным напылением. Конструктивно разъемы выпускаются в прочных герметичных алюминиевых корпусах, покрытых слоем никеля. Обе части (установочная и кабельная) могут быть сконфигурированы как вилка или розетка, при этом производитель гарантирует до 100 000 циклов соединения/разъединения. Для защиты от электромагнитного излучения применяется специальный уплотнитель. По требованиям заказчика кабельные гнезда могут быть угловыми, а также добавлены дополнительные контакты для обеспечения заземления или соединения цепи контура безопасности.

Высоковольтные многоконтактные разъемы серии М обеспечивают защиту от воспламеняемости в соответствии с требованиями стандарта UL94-НВ, а изолирующие втулки изготавливаются из полиформальдегида или фторопласта, так же как и у одноконтактных разъемов. Степень защиты от внешних воздействий IP65 обеспечивает стабильную и безопасную работу даже в крайне неблагоприятных условиях, в том числе при воздействии агрессивных сред.

Новое поколение многоконтактных разъемов МС отличается от предыдущего высоким уровнем механической надежности, более компактными габаритными размерами и меньшим весом, что видно из наименования (буква С означает compact). Соединители этой серии содержат от двух до пяти контактов, рассчитанных на рабочее напряжение до 20 кВ и ток до 13 А. Запрессовка провода различного диаметра в контакт выполняется путем обжатия и припайки. Без ухудшения электрического контакта гарантируется 500 циклов соединения/разъединения. В остальном рабочие характеристики практически полностью совпадают с серией М.

Внешний вид многоконтактных разъемов изображен на рис. 3, а основные характеристики приведены в таблице 2.

Разъемы серии VarioPro

Разъемы серии VarioPro — это высоковольтные разъемы, осуществляющие соединение кабель-кабель и рассчитанные на напряжение от 8,5 до 11 кВ при постоянном токе до 13 А. Серия VarioPro обеспечивает отличную функциональность и гибкость при минимально необходимом пространстве для размещения разъемов, позволяет комбинировать от одного до трех контактов и отлича-



Рис. 3. Внешний вид многоконтактных разъемов серий М и МС

Таблица 2. Основные характеристики многоконтактных разъемов

Серия	Тип разъема	Кол-во контактов	Материал изоляции	Рабочее напряжение, кВ	Ток, А	Монтаж разъема на корпус
Серия М	SB M 215	2 (+3)	POM или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 315	3 (+2)	POM или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 515	5	POM или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 715	7	POM или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 915	9	POM или PTFE	15	30	Квадратный фланец
Серия МС	SB MC 207	2	POM	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 307	3	POM	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 407	4	POM	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 507	5	POM	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 520	5	PTFE	20	13	Квадратный фланец

ется простотой обслуживания и высочайшим уровнем безопасности.

Основная область применения этих разъемов — медицинское, измерительное и испытательное оборудование, а также аналитические и лабораторные приборы, такие как лазерные установки, стереометры, кристаллографы и т. д. Соединители этой серии изготавливаются в негерметичном исполнении, уровень защиты — IP20, защита от воспламеняемости соответствует стандарту UL94-НВ. Каждый разъем обеспечивает до 100 000 циклов соединений/разъединений, при этом сопротивление контакта не превышает 5 мОм.

Основные характеристики различных разъемов серии VarioPro представлены в таблице 3, а внешний вид показан на рис. 4.

Комбинированные разъемы

Комбинированные разъемы становятся в последнее время все более популярными. Гибридные разъемы специально разработаны для применения в экстремальных погодных условиях и позволяют комбинировать подачу питания, высокого напряжения, пневматических магистралей, оптоволоконных линий, Ethernet, сигналов данных и контроля в одном корпусе (рис. 5). Различные комбинации встраиваемых модулей обеспечивают высокую гибкость применения, простоту обслуживания, а также экономят занимаемое пространство. Главные сферы применения такого системного разъема — роботизированные системы, контрольные панели, устройства автоматизированной сварки, а также разнообразные промышленные установки.

Контактная группа формируется разработчиком исходя из определенной задачи. Выбор компонентов разъема начинается с подбора модульных вставок, при этом учитываются требования по количеству полюсов, нагрузочной способности контактов (в том числе и по минимальным коммутируемым токам и напряжениям) и габаритам конечного разъема.

Доступные в настоящее время модульные вставки изображены на рис. 6, а их характеристики представлены в таблице 4.

Затем модули, выбранные для конкретного применения, устанавливаются в специальные каркасы (рис. 7) пяти различных типоразмеров. Компоненты одного типоразмера совместимы между собой. В зависимости от размеров каркасов можно объединить от двух до семи модульных вставок различного назначения.

Следующим шагом является подбор корпуса разъема. Алюминиевые корпуса, выполненные с большим запасом механической прочности, защищают контактные группы разъемов при работе в тяжелых условиях эксплуатации. Продуманная конструкция и применение современных материалов позволили достичь класса защиты IP65 (полная защита от проникновения пыли и брызг воды) при применении соответствующих кабель-вводов. Все корпуса разъемов допускают установку в них как вилочных, так и розеточных контактных

Таблица 3. Основные характеристики разъемов серии VarioPro

Тип разъема	Кол-во контактов	Материал изоляции	Рабочее напряжение, кВ	Ток, А
VP1 POM	1	POM	8,5	13
VP1 DF1	1	POM	8,5	13
VP1 DF2	2	POM	11	13
VP1 H2	3	POM	11	13
VP1 H3	3	POM	11	13
VP2 PTFE	1	PTFE	8,5	13

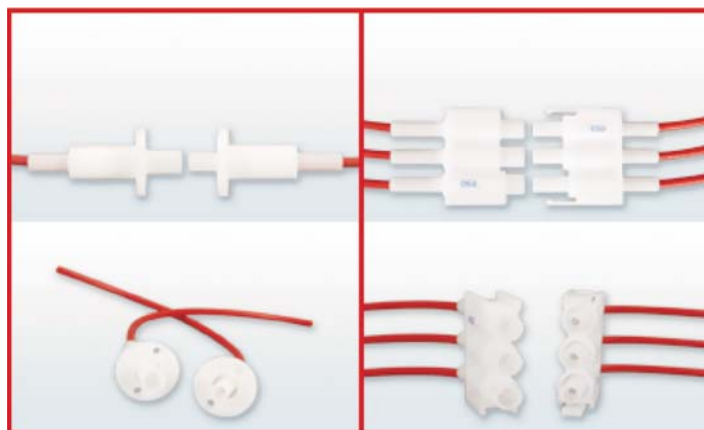


Рис. 4. Внешний вид разъемов серии VarioPro



Рис. 5. Внешний вид гибридных разъемов

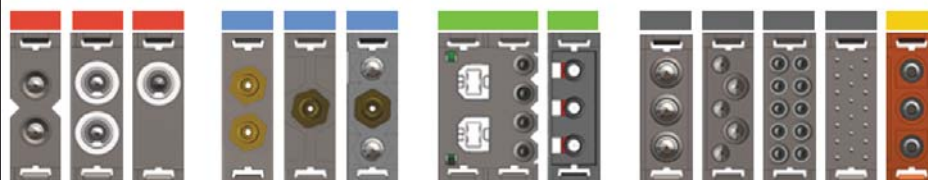


Рис. 6. Модульные вставки для формирования гибридных разъемов

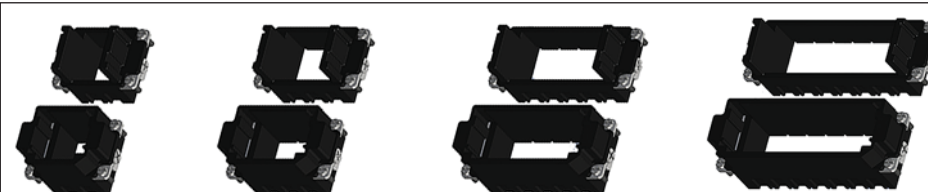


Рис. 7. Каркасы для установки модулей

Таблица 4. Характеристики модульных вставок

Высоковольтные модули						
Модуль	Тип	Кол-во контактов	Тестовое напряжение, кВ	Рабочее напряжение, кВ	Ток, А	Количество циклов соединения / разъединения
HiPro	SB HP	2	23	-	30	≥500
PTFE	SB PTFE	2	23	-	30	≥100 000
PTFE	SB PTFE	1	23	-	30	≥100 000
Пневмомодули						
Модуль	Тип	Кол-во контактов	Тестовое давление, бар	Рабочее давление, бар	Электрические параметры	Количество циклов соединения / разъединения
AirLiquid	SB AL	2	10	8		≥5000
AirLiquid	SB AL	1	10	8		≥5000
AirLetric	SB Ale	1+2	10	8	630 В/40 А	≥500
Модули передачи данных						
Модуль	Тип	Кол-во контактов	Способ передачи	Скорость передачи данных, Гбит/с	Количество циклов соединения / разъединения	
RJ45	SB RJ45	4+8	Ethernet/USB	0,1	≥500	
SC	SB SC	3	Оптическое	1-1000	≥500	
Модули сигнальных цепей						
Модуль	Тип	Кол-во контактов	Тестовое напряжение, В	Ток, А	Количество циклов соединения / разъединения	
3-полюсный	SB 3P	3	630	40	≥500	
5-полюсный	SB 5P	5	400	30	≥500	
10-полюсный	SB 10P	10	250	12	≥500	
20-полюсный	SB 20P	20	63	5	≥500	
Коаксиальный	SB KX	3	250		≥500	



Рис. 8. Корпуса гибридных разъемов

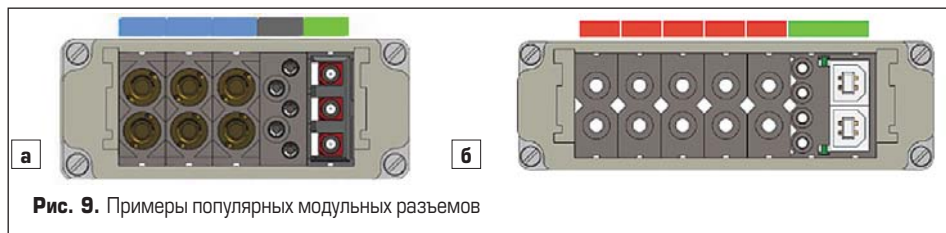


Рис. 9. Примеры популярных модульных разъемов

вставок, что позволяет создавать необходимую конфигурацию кабельных соединений. В настоящее время применяется четыре типа корпусов (рис. 8), при этом габаритные размеры в пределах одного вида зависят от количества используемых модульных вставок.

Наиболее популярные гибридные разъемы GES Electronic & Service поставляются как единое скомплектованное изделие. Примеры подобных решений приведены на рис. 9. Они разработаны с учетом специализированных требований и предназначены для определен-

ных сфер применения, при этом обладают совместимостью с разъемами других крупных производителей. Например, в области аппаратуры для передачи энергии обеспечивается полная совместимость с продукцией компаний Amphenol C146M, Hupertac HYM, Lapp Contact EPIC MC, Thomas & Betts Pos-E-Kon M, Walther Werke Procon MO, Weidmuller ConConcept и Wieland revos FLEX.

Комбинированный разъем (рис. 9а), состоящий из трех пневмомодулей, силовых контактов и оптоволоконных линий, нашел применение в робототехнике. Механическое управление осуществляется по пневмомагистралям, передача сигналов управления и измерения — по оптоволокну, а на силовые контакты подается постоянное либо переменное напряжение питания. Разъем, изображенный на рис. 9б, предназначен для работы в составе аппаратуры тестирования высоковольтных источников питания и содержит пять модулей для подключения высокого напряжения и коннекторы для связи по Ethernet.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что высоковольтные разъемы компании GES Electronic & Service найдут широкое применение в устройствах, где требуются безоговорочная надежность и безотказность работы. Особенно целесообразно их использование в аппаратуре с большим сроком службы. Конечно, стоимость соединителей европейских компаний выше, чем у аналогичной продукции азиатских производителей. Но для сложных многофункциональных устройств, особенно работающих в сфере ядерных технологий, экономия на разъемах может привести к печальным последствиям.

Литература

1. Пивоваров В. Анализ мировых тенденций развития и проблем производства электрических соединителей // Компоненты и технологии. 2007. № 2.
2. Официальный сайт компании GES Electronic & Service. <http://www.ges-electronic.com>.
3. Джуринский К. Зарубежные радиочастотные соединители. Ключ к информации о соединителях // Компоненты и технологии. 2008. № 11.