

# 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, работки 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 (полиоксиметилен) или PTFE (политетрафторэтилен, тефлон). Соответственно разъемы, использующие POM-изолятор, 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 цапговый 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  $3 \text{ мм}^2$ ) 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	РОМ или PTFE	10	25	Квадратный фланец
	HSB 20	1	РОМ или PTFE	20	25	Квадратный фланец
	HSB 30	1	РОМ или PTFE	30	25	Квадратный фланец
	HSB 40	1	РОМ или PTFE	40	25	Квадратный фланец
	HSB 11	1	РОМ или PTFE	10	25	Гайка
	HSB 21	1	РОМ или PTFE	20	25	Гайка
	HSB 31	1	РОМ или PTFE	30	25	Гайка
Серия 100	SB 10	1	РОМ или PTFE	10	30	Не предусмотрен
	SB 110	1	PTFE	10	25	Гайка
	SB 120	1	РОМ или PTFE	20	25	Гайка
	SB 130	1	РОМ или PTFE	30	25	Гайка
	SB 150	1	РОМ или PTFE	50	25	Гайка
	SB 160	1	РОМ или PTFE	60	25	Гайка
	SB 1100	1	РОМ	100	25	Гайка
	SB 115	1	РОМ или PTFE	10	50	Гайка
	SB 125	1	РОМ или PTFE	20	50	Гайка
	SB 135	1	РОМ или PTFE	30	50	Гайка
SB 155	1	РОМ или PTFE	50	50	Гайка	
SB 165	1	РОМ или PTFE	60	50	Гайка	



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)	РОМ или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 315	3 (+2)	РОМ или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 515	5	РОМ или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 715	7	РОМ или PTFE	15	30	Квадратный фланец
	SB M 915	9	РОМ или PTFE	15	30	Квадратный фланец
Серия МС	SB MC 207	2	РОМ	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 307	3	РОМ	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 407	4	РОМ	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 507	5	РОМ	10	13	Квадратный фланец
	SB MC 520	5	PTFE	20	13	Квадратный фланец

### 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 схемы 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-

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.

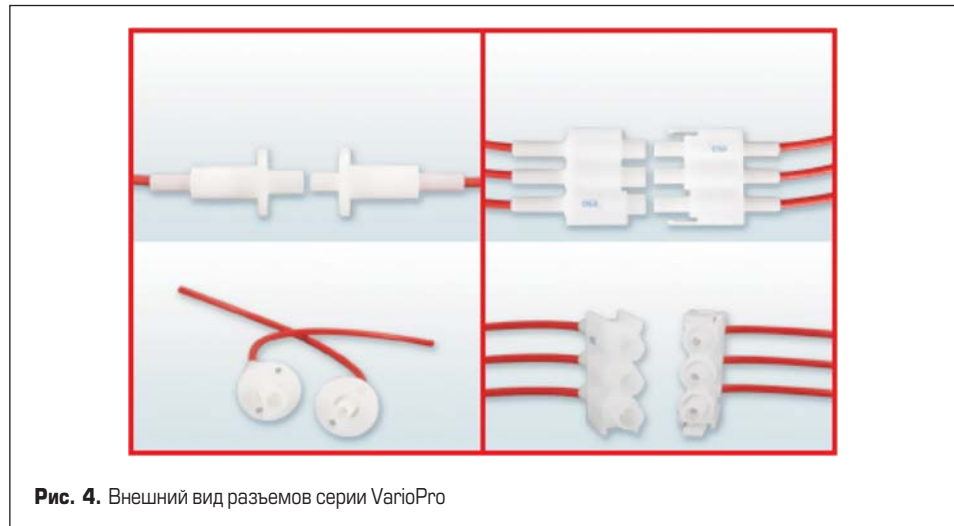
Доступные в настоящее время модульные вставки изображены на рис. 6, а их характеристики представлены в таблице 4.

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

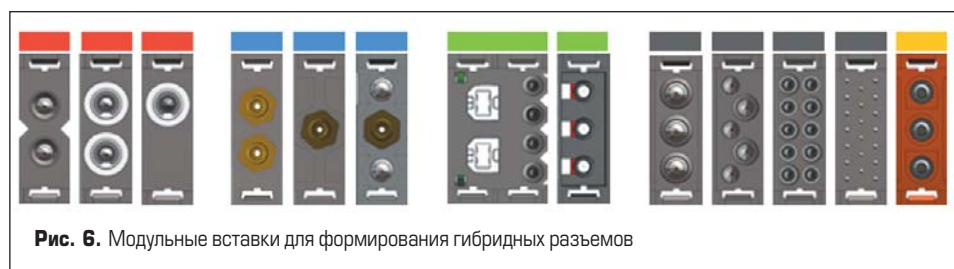
Тип разъема	Кол-во контактов	Материал изоляции	Рабочее напряжение, кВ	Ток, А
VP1 POM	1	POM	8,5	13
VP1 DF1	1	POM	8,5	13
VP1 DF2	2	POM	11	13
VP1 H2	3	POM	11	13
VP1 H3	3	POM	11	13
VP2 PTFE	1	PTFE	8,5	13



**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
AirElectric	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

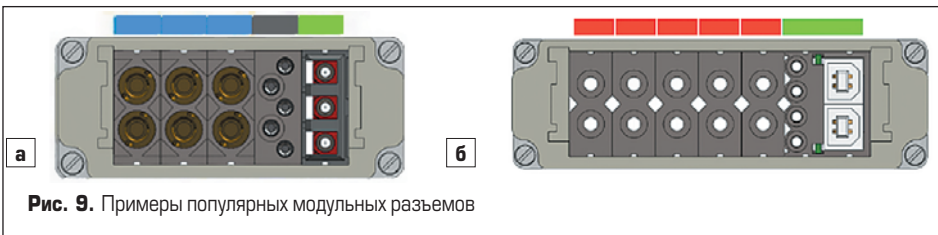


Рис. 9. Примеры популярных модульных разъемов

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 комплектованное 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, Hypertac HYM, Lapp Contact EPIC MC, Thomas & Betts Pos-E-Kon M, Walther Werke Procon MO, Weidmuller ConCept 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.