

# Соединители компании LEMO: 57 ЛЕТ, СОЕДИНЯЯ МИР

История швейцарской компании LEMO S.A. началась в 1946 году, когда трое инженеров разработали и запатентовали оригинальную систему коммутации – самозащелкивающийся механизм типа "Тянитолкай" (Push-Pull). Этой новинкой сразу же заинтересовалась Европейская лаборатория физики высоких энергий (CERN), заключившая договор на поставку соединителей нового типа для своих телефонных станций. Освоив производство соединителей на основе цветных и редкоземельных металлов, LEMO в 1957 году начала выпускать униполярные соединители S-серии. После успеха первых продуктов на рынке компания сконцентрировала свои усилия на разработке и производстве высококачественных соединителей и разъемов, адаптированных под конкретные нужды заказчиков, что позволило ей развить производство и дистрибуторскую сеть на территории практически всего земного шара. На сегодняшний день в ассортимент продукции компании LEMO входят 55 тыс. наименований различных видов соединителей разъемного и неразъемного типов из металла, пластмассы и других материалов. Компания LEMO активно разрабатывает и производит принципиально новые модели, но при необходимости модифицирует уже существующие соединители.

Соединители компании LEMO находят применение в космических (на расстоянии до 36 тыс. км от земли) и глубоководных (на глубинах до 600 м) аппаратах. Их можно найти в железнодорожном, автомобильном, воздушном и водном транспорте, автоматизированных и роботизированных производственных установках, телекоммуникационных системах, аппаратуре аудио- и видеотехники. Не обходятся без них РЛС, ядерные комплексы, оборудование тяжелого машиностроения, военного назначения, экспериментальной физики, медицины и научно-исследовательских лабораторий (рис.1). Продукция LEMO исправно служит и надежно обеспечивает передачу сигнала при температуре от -200 до 500°C.

Детали соединителей изготавливаются на автоматизированных линиях, но их сборка в основном выполняется вручную высококвали-

М.Гудин

фицированными специалистами. Благодаря системе совокупного управления качеством (Total Quality Management) изделия компании LEMO удовлетворяют самым высоким требованиям заказчиков. Не случайно автомобильная компания McLaren, принимающая уча-



Рис.1. Области применения соединителей фирмы LEMO

стие в гонках Формулы-1, заказала у LEMO специальные соединители для систем мониторинга работы основных узлов и механизмов болида во время гонок. Благодаря блестящему решению задачи по разработке легких, виброустойчивых, водонепроницаемых, ударопрочных и огнеупорных соединителей компания получила заказ на изготовление аналогичных изделий для систем связи танковых войск НАТО.

Номенклатура соединителей и разъемов, производимых компанией, весьма широка. На рис.2 представлены наиболее распространенные на российском рынке серии и основные характеристики изделий компании LEMO. Среди них большим спросом пользуются

Таблица.1. Коаксиальные соединители компании LEMO

Параметры соединителей	Серия соединителей					
	Стандартная	Водонепроницаемая	Ключ	Ключ, водонепроницаемая	Пластик	Пластик
Тип	01 (Minax)	0E-6E	00	0K-5K	-0F-5F	3P
	00 (NIM SAMAC)	3T	0B-5B	-	-	-
	RO	4M	2G-5G	-	-	-
	0S-6S	-	-	-	-	-
	0A/4A	-	-	-	-	-
	1D/2C	-	-	-	-	-
	1Y-3Y-6Y	-	-	-	-	-
Защелка	"Тянитолкай" (Push-Pull)					
Корпус	Металл или пластик				Металл	Пластик
Ключ	Полумесяц		G-ключ		N-ключ	G-ключ
Форма	Полумесяц			Цилиндр		
Тип контакта	На обжим, на пайку		На обжим, пайку и для печатных плат			



**Таблица 2. Униполярные и многополярные соединители**

Серия	00 multipole - 5B	0K-5K	00 unipole, 0S-6S	0E-6E	0F-5F	2C/2G
Защелка	"Тягитолкай" (Push-Pull)					
Корпус	Металл или пластик	Металл	Металл или пластик	Металл	Металл	Металл
Особенность	Ключ	Ключ водо-непроницаемый	"Гермофродит"	"Гермофродит" водо-непроницаемый	Легкий компактный	Укороченная версия
Изолятор	Мультиполярный	Мультиполярный	Мультиполярный или униполярный	Мультиполярный		
Контакт	На обжим, на пайку, для печатных плат		На обжим или на пайку		На обжим или для печатных плат	На пайку или для печатных плат

**СОЕДИНИТЕЛИ КОМПАНИИ LEMO**

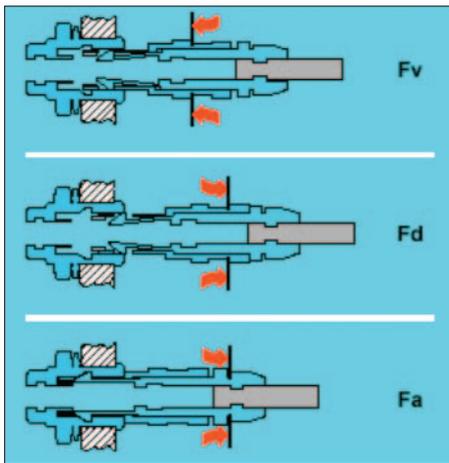
УНИПОЛЯРНЫЕ	МУЛЬТИПОЛЯРНЫЕ	КОАКСИАЛЬНЫЕ	ОПТОВОЛОКОННЫЕ	ТЕРМОПАРЫ	ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ
<p><b>серия S</b> IP=50 Диаметр кабеля: 1,1-30 мм</p> <p><b>серия E</b> IP=50 Диаметр кабеля: 1-23 мм</p>	<p><b>серия B</b> IP=50 Диаметр кабеля: 1,1-25 мм Число контактов: 2-64</p> <p><b>серия S</b> Гермофродит IP=50 Диаметр кабеля: 1,3 -30 мм Число контактов: 2-106</p> <p><b>серия E</b> Гермофродит Водоизолирован IP=66/68 Диаметр кабеля: 1,3 -30 мм Число контактов: 2-106</p> <p><b>серия K</b> Водоизолирован IP=66/68 Диаметр кабеля: 1,00 -23,5 мм Число контактов: 2-64</p> <p><b>серия F</b> Компактный IP=67 Диаметр кабеля: 1,3 -30 мм Число контактов: 2-66</p>	<p><b>серия 01</b> IP=50 Диаметр кабеля: 1,8-3 мм Частота: до 4,2 ГГц</p> <p><b>серия 0A</b> IP=50 Диаметр кабеля: 2,6-6,1 мм Частота: до 3,4 ГГц</p> <p><b>серия 00</b> IP=50 Диаметр кабеля: 1,1-5 мм Частота: до 1,5 ГГц</p> <p><b>серия E</b> Водоизолирован IP=66/68 Диаметр кабеля: 1,3-30 мм</p>	<p><b>серия 00</b> IP=50 Одно или многомодовое волокно 9/125-50/125 -100/125-100/140 мкм</p> <p><b>серия 0B</b> IP=50 Многомодовое волокно: 200/230-1500 мкм</p> <p><b>серия B</b> IP=50 Одномодовое волокно: 9-125 мкм Число контактов: 2-64</p> <p><b>серия K</b> Водоизолирован IP=66/68 Одномодовое волокно: 9-125 мкм Число контактов: 2-64</p>	<p><b>серия S</b> IP=50 Число контактов: 1-3 пары</p> <p><b>серия B</b> IP=50 Число контактов: 1-32 пары</p>	<p><b>серия Y</b> IP=50 Диаметр кабеля: 2-25мм Вольтаж:7,5-18 кВ DC</p> <p><b>серия B</b> IP=50 Диаметр кабеля: 2.2-25 мм Вольтаж:7,5-18 кВ DC</p> <p><b>серия S</b> IP=50 Диаметр кабеля: 1.5-22 мм Вольтаж:6-21 кВ DC</p> <p><b>серия K</b> Водоизолирован IP=66/68 Диаметр кабеля: 1.5-22 мм Вольтаж:до 7 кВ DC</p>

**Рис.2. Продукция компании LEMO, представленная на российском рынке**

коаксиальные соединители на 50 и 75 Ом (табл.1). В аудио- и видеотехнике часто используются стандартные соединители S-серии, в медицинском оборудовании – разъемы-ключи B-серии. Остальные серии коаксиальных соединителей находят применение в коммуникационных и информационных системах.

В медицинской и исследовательской аппаратуре применяются высоковольтные соединители (на 3, 5, 8, 10, 15, 30 и 50 кВ), в авиационных, военных системах и видеотехнике – оптоволоконные соединители.

Фактически во всех перечисленных областях используются униполярные и многополярные разъемы (табл.2). Фирма LEMO выпускает 40 серий униполярных и многополярных соединителей, разделенных на семь групп, каждая из которых включает в себя самые разнообразные гнезда и разъемы, совместимые с семействами кабелей диаметром до 30 мм, содержащих до 106 жил. Все серии



**Рис.3. Соединители типа Push-Pull. Приложение сил F<sub>v</sub>, F<sub>d</sub> и F<sub>a</sub> (см.табл.3)**

многополярных, униполярных и коаксиальных соединителей снабжены системой самозащелкивающегося соединения Push-Pull, получившей всемирное признание. Она обеспечивает легкую и быструю расстыковку и состыковку соединения, гарантирует защиту от вибрации, толчков и дерганий за кабель, обеспечивает влагонепроницаемость, проста в эксплуатации в ограниченном пространстве. Для сопряжения разъема достаточно лишь протолкнуть штекер в гнездо, разъединить же его можно однократным соосным усилием, приложенным к внешней освобождающей муфте (рис.3). Механические характеристики Push-Pull-соединения некоторых многополярных и униполярных соединителей приведены в табл.3.

**Таблица 3. Механические характеристики соединителей E- и B-серий**

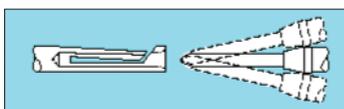
Сила	0E	1E	2E	3E	4E	5E	6E	00	0B	1B	2B	2G	3B	4B	5B
F <sub>v</sub>	14	16	20	32	65	85	100	9	10	14	15	12	17	39	48
F <sub>d</sub>	9	10	13	25	40	60	75	7	8	11	12	12	14	38	38
F <sub>a</sub>	250	300	400	550	700	800	900	120	250	300	400	400	550	700	800

Примечание. F<sub>v</sub> – сила защелкивания, F<sub>d</sub> – сила разъединения, приложенная к освобождающей муфте, F<sub>a</sub> – сила разъединения, приложенная к цанге штекера.

Надежность соединения контактов в разъемных соединителях компании LEMO в основном обеспечивают две особенности конструкции гнезда контакта (рис.4). Во-первых, гнездо имеет вход, "корректирующий" стыковку и гарантирующий идеальное соединение даже при небрежной установке штекера, и, во-вторых, зажимная пружина столь эластична, что не ослабевает после соединения. К тому же, рабочая сторона пружины защищена от стирания золотым покрытием.

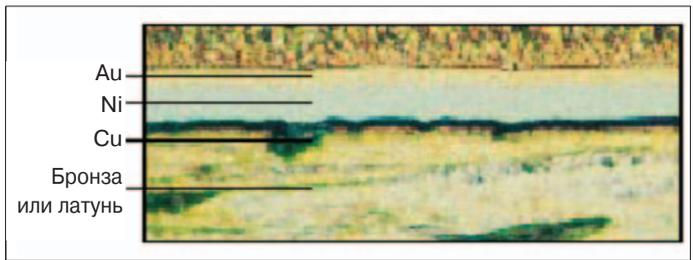
В большинстве случаев корпус соединителей изготавливается из латуни. На наружную его часть наносится никелевое покрытие, служащее отличной защитой от промышленных газов, солевых испарений и других источников коррозии. В качестве альтернативных защитных покрытий могут использоваться электролитический никель и никелированное золото. Корпус соединителей, эксплуатируемых в неблагоприятных условиях, изготавливается из нержавеющей стали. Для ядерных установок, где соединители подвергаются воздействию радиации и паров азотной кислоты, компания LEMO рекомендует выполнять корпус из стали марки AISI 304. Сталь марки AISI 316L идеальна для корпусов соединителей, применяемых в медицинском оборудовании.

В случае, когда масса разъема имеет критическое значение (авиа- и автомобилестроение), в качестве материала корпуса соединителя часто используют сплавы алюминия, отличающиеся высокой прочностью и стойкостью к коррозии.



**Рис.4. Гнездо контакта**

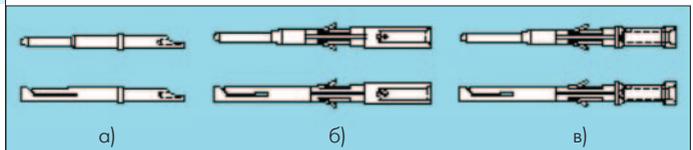
Некоторые модели разъемных соединителей выпускаются в пластмассовых корпусах. Черный полиоксиметилен применяется в сериях 00 и S, кото-



**Рис.5. Материалы контакта**

рые, в свою очередь, идеально работают в медицинской аппаратуре. Серый или белый полисульфон обладает превосходными механическими свойствами и эффективен для стерилизации газов. Этот материал используется в корпусах моделей серий 2B и 3B.

Контакты гнезда разъемных соединителей фирмы LEMO изготавливаются из бронзы, а контакты штекера – из латуни (рис.5). Рабочая поверхность обрабатывается медью (0,5 мкм), никелем (3 мкм) и золотом (1 мкм). В качестве материала изолятора используется термопластик, характеристики которого (диэлектрическая проницаемость, водонепроницаемость, радиационная стойкость, воспламеняемость, рабочий температурный диапазон) соответствуют типу соединителя. Для улучшения механических свойств изолятора в термопластик добавляют стекловолокно. Наиболее часто используется термопластик PEEK, разработанный специально для соединителей компании LEMO. Его удельное сопротивление составляет 10<sup>15</sup> Ом, диэлектрическая постоянная – 3,5 на частоте 10<sup>6</sup> Гц, рабочий диапазон температур – -50...250°C, радиорезистентность 10<sup>7</sup> Гр, предел прочности при растяжении – 142 МПа при 23°C. В корпусах и изоляторах разъемных соединителей применяется около десяти типов термопластиков.



**Рис.6. Контакт "на пайку" (а), "на обжим" стандартный (б) и "на обжим" уменьшенный (в)**

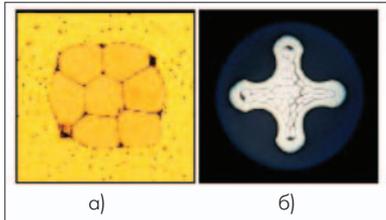
Внешние контакты соединителей делятся на три типа: контакты "на пайку", "на обжим", "для печатных плат". Входной канал контакта типа "на пайку" обработан под углом для придания формы, упрощающей процедуру пайки (рис.6а). Зажимные контакты обладают рядом достоинств: допускают работу соединителя при высоких температурах, обеспечивают быстрое соединение разъема

**Таблица 4. Ключи многополярных соединителей B-серий**

Вид гнезда спереди	Модель	Число "ключей"	Угол	Серия			Угол	Серия			
				00	0B	1B		2B	3B	4B	5B
	eeG	1	0°	0°	0°		0°	0°	0°	0°	
	eeA	2	α	30°	30°	30°	α	30°	30°	30°	
	eeB	2	α	60°	60°	60°	α	45°	45°	45°	
	eeC	2	α	–	90°	90°	α	60°	60°	60°	
	eeD	2	β	–	135°	135°	γ	95°	95°	95°	
	eeE	2	β	–	145°	145°	β	120°	120°	120°	
	eeF	2	β	–	155°	155°	β	145°	145°	145°	
	eeJ	2	γ	45°	45°	45°	α	37,5°	37,5°	37,5°	
	eeK	2	γ	–	70°	70°	α	52,5°	52,5°	52,5°	
	eeL	2	γ	–	80°	80°	γ	70°	70°	70°	
	eeM	2	δ	–	110°	–	–	–	–	–	
	eeY	3	–	–	–	–	β	112,5°	126°	–	
	eeY	3	–	–	–	–	γ	100°	102°	–	

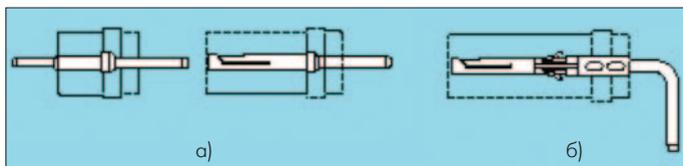


и кабеля, не затрагивая изолятор, исключают риск нагрева изолятора. Контакты "на обжим" бывают двух форм (рис.6б,в): стандартной – для проводов большого диаметра и уменьшенной – для проводов небольших диаметров.



**Рис.7. Методы зажима униполярных соединителей: а) квадрат и б) крест**

Для униполярных соединителей применяются методы зажима типа квадрат (для многополярных) и типа крест (для коаксиальных) (рис.7). Подобный метод требует контроля симметричности деформации контакта и провода. Радиальное отверстие со стороны контакта позволяет проверить корректность соединения.



**Рис.8. Штекер контакта для печатных плат: а) прямой и б) угловой**

Штекер контакта для печатных плат выпускается двух видов: прямой и угловой (рис.8). Уникальное соответствие гнезда и штекера, необходимое для надежного и прочного соединения, обеспечивается за счет индивидуальной формы "ключа" (табл.4). Такая система предотвращает ошибки при соединении, увеличивает его плотность и обеспечивает соосность штекера и гнезда.

**Таблица 5. Система определения серийного номера**

NN	Назначение	Вид
1	Внешнее исполнение разъема. Выбирается в соответствии с назначением и принципом крепления, например FGГ – прямой разъем с цапгой, "папа"	 F Штекер E Розеточная часть
2	Серия и размер разъема. Определяется конкретными характеристиками в зависимости от применения	 B Серия B 2B Серия 2B
3	Тип разъема/число контактов. Соответствует типу кабеля	 Униполярный 1 – Диаметр контакта Многополярный 3 – Число контактов
4	Материал корпуса. Определяется средой применения	 C Латунь с хромовым покрытием
5	Материал изолятора. Соответствует типу изолятора	 PEEK (униполярный) L PTFE (мультиполярный) T
6	Тип контакта/крепление – "мама" или "папа", на пайку, на обжим и т.д.	 Пайка "папы" A Пайка "мамы" L
7	Внешний диаметр кабеля. Необходим для определения кода зажимной гайки	 D – Диаметр цапги

Все приведенные характеристики разъемного соединителя можно почерпнуть из его серийного номера, содержащего сведения о типе соединителя, серии, размере, материале корпуса и изолятора, о типе контакта и внешнем диаметре кабеля (табл.5).

Обзор продукции компании LEMO будет продолжен в следующих номерах журнала.

