

Перспективная продукция Pulse Electronics

Сергей ШЕРСТНЁВ
shsa@efo.ru

Надежность и функциональность современной электроники во многом зависит от применяемых при производстве оборудования компонентов. Американская компания Pulse Electronics, уже более шестидесяти лет работающая на рынке электронной индустрии, отлично зарекомендовала себя благодаря широкому ассортименту и высокому качеству своей продукции. Электронные компоненты этой фирмы применяются в таких областях, как медицина, военная, авиационная и автомобильная промышленность, где предъявляются повышенные требования к используемому оборудованию. Данная статья знакомит читателя с разнообразием и преимуществами выпускаемой Pulse Electronics продукции.

Технологии производства

Производимая Pulse Electronics продукция соответствует требованиям международных инженерных организаций к разработке и выпуску электронных компонентов.

С 1 июля 2006 г. на территории Европейского Союза вступила в силу директива RoHS (Restriction of Hazardous Substances), которая ограничивает использование потенциально опасных элементов в электротехническом и электронном оборудовании. В аббревиатуре электронных компонентов Pulse, выполненных в соответствии с данной директивой, присутствует суффикс «NL».

Производство SMT-модулей (Surface Mount Technology) имеет ряд технологических процессов, влияющих на качество и надежность выпускаемой продукции. Наиболее трудоемким и ответственным из них является соединение между внутренними компонентами и внешними выводами. Ведь эти соединения должны обладать не только малыми размерами, но и выдерживать физические воздействия,

возникающие при помещении компонентов в оболочку и в процессе пайки. Особую сложность этот процесс представляет для объемных элементов, например катушек индуктивности. Традиционно такие элементы помещают в SMT-модуль одним из следующих способов. Первый: сначала катушку припаивают к миниатюрной печатной плате, плату стыкуют с рамкой внешних выводов, а затем всю эту конструкцию помещают в SMT-модуль. Такой способ подразумевает достаточно большое количество ручных операций, увеличивая стоимость и время производства. Также существует риск создания брака в случае низкой квалификации работников. Второй метод: проводник катушки наматывается прямо на рамку внешних выводов, припаивается и помещается в модуль. Здесь существует опасность повреждения контактов в процессе установки внутрь модуля. В качестве решения подобных проблем Pulse Electronics разработала метод, позволяющий стабильно добиваться надежного соединения с контактами внутренних элементов SMT-модулей. Решение,

названное InterLock Base (рис. 1), заключается в использовании специального пластикового корпуса с точно подогнанными по размеру местами для катушек индуктивности и каналами для сцепления проводника катушек с рамкой внешних выводов.

Метод состоит из следующих этапов:

1. Установка. Катушки индуктивности помещаются в специальные отверстия корпуса и закрепляются с помощью силиконового уплотнителя.
2. Протяжка. Проводник катушки протягивается внутри боковых каналов и подрезается снизу по размеру рамки внешних выводов.
3. Подготовка внешних выводов. Подготавливается металлическая рамка. Производится ее штамповка таким образом, чтобы получились выводы по размеру боковых каналов корпуса. Внутренняя часть сгибается.
4. Сборка. Корпус InterLock Base помещают внутрь рамки. Согнутые под углом контакты внешних выводов оказывают давление на проводник катушки и плотно прижимают его к корпусу.
5. Автоматическая пайка. Собранный конструкцией проходит процесс автоматической пайки, в результате которого между выступающими концами проводника катушки и контактами внешних выводов образуется прочное соединение.

Технология позволяет физически изолировать внутренние элементы от каркаса модуля и в то же время плотно размещать их внутри (рис. 2).

Преимущества технологии использования InterLock Base:

- улучшается качество и надежность выпускаемых модулей;
- увеличивается уровень автоматизации при сборке компонентов;

О компании Pulse Electronics

Pulse Electronics была основана в 1947 г. Названная Technitrol Inc., компания стала одной из пионеров в компьютерной и электронной промышленности. Technitrol принадлежит патент на первые устройства чтения информации с жестких магнитных дисков, лицензию на производство которых она продавала таким компаниям, как IBM, Sperry Rand, RCA и General Electric. В начале своей деятельности Technitrol выпускала память на линиях задержки с трубками, наполненными ртутью, магнитные барабаны и импульсные трансформаторы. В 1970-х гг. производство расширяется в область автомобильной и промышленной продукции, значительно увеличивая доходы компании. В середине 90-х руководство принимает решение по выходу на мировой рынок. Приобретаются компании, имеющие фабрики по производству компонентов в странах Северной Америки, Европы и Азии. Technitrol Inc. переименовывают в Pulse Engineering, потом в Pulse Electronics. Сейчас Pulse является одним из мировых лидеров в производстве электронных компонентов, основанных на действии электромагнитного поля (трансформаторы, дроссели, катушки индуктивности и т. д.). Продукция компании применяется на рынке проводных и беспроводных устройств, устройств питания, военного, авиационного оборудования и автомобильной промышленности. Pulse Electronics является членом альянса разработчиков IEEE, ATIS, ETSI, HDMI, консорциума DSL, CommNexus и MoCA.

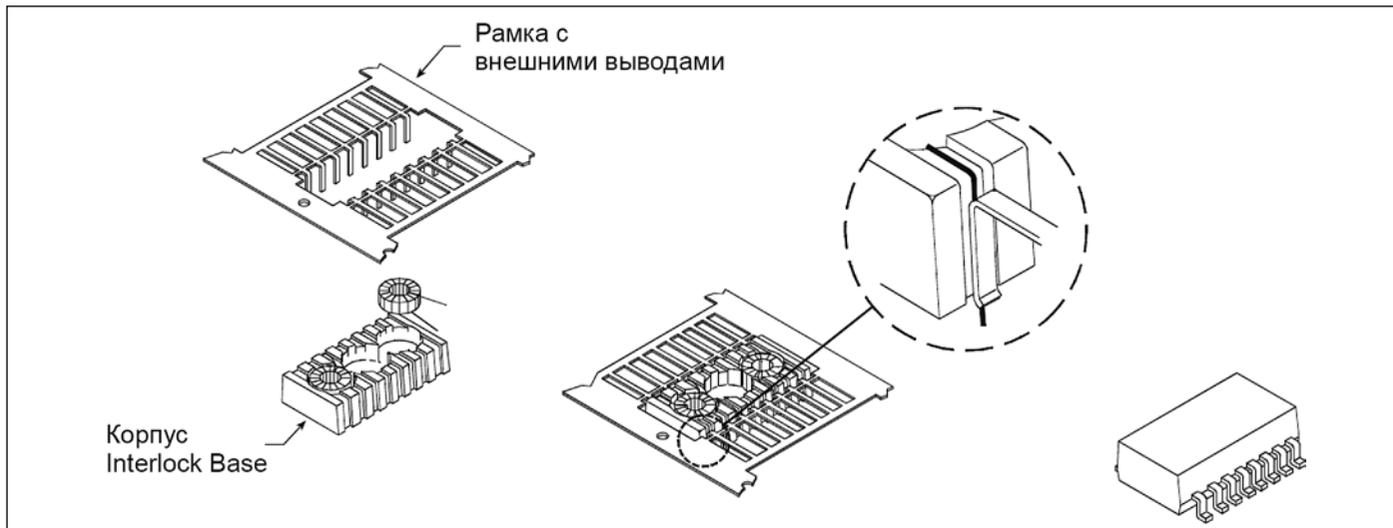


Рис. 1. Применение InterLock Base при производстве SMT-модулей

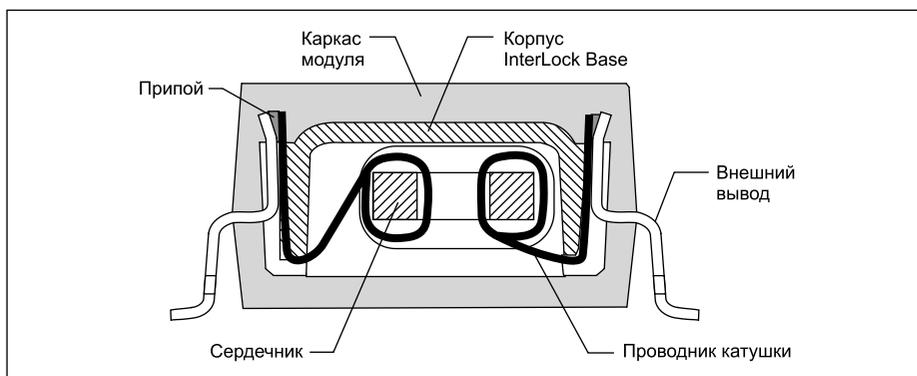


Рис. 2. Готовый SMT-модуль с InterLock Base

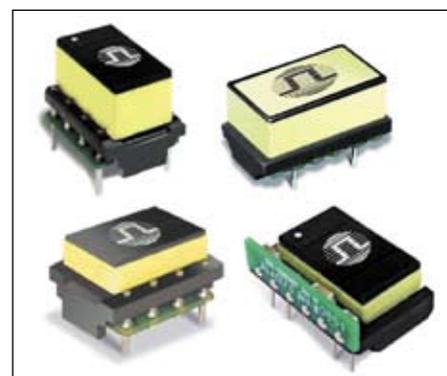


Рис. 3. Сплиттеры серии SmartER

- повышается гибкость за счет использования единого технологического процесса при использовании различных компонентов.

Электронные компоненты для телекоммуникационных систем

Развитие технологии Tripple Play позволило операторам телекоммуникационных услуг предлагать своим абонентам по одной выделенной линии высокоскоростной доступ в Интернет, телефонную связь и цифровое интерактивное телевидение. Телефонные компании, которые раньше предоставляли только услуги связи, с помощью технологии DSL теперь могут значительно расширить спектр предлагаемых услуг. Однако для эффективной конкуренции качество видео, обеспечиваемое телефонными компаниями, должно быть на уровне кабельного и спутникового телевидения. Передача голоса остается тем же аналоговым сигналом, а данные и видеосигнал передаются по той же линии, но на других частотах. Голосовой сигнал может вносить значительные помехи в цифровые данные, что проявляется увеличением

повторной пересылки сбойных пакетов и потерей кадров [1].

Чтобы иметь возможность предоставлять услуги требуемого качества, возникла необходимость стандартизации оборудования Tripple Play. Для решения этого вопроса был создан форум (Broadband Forum), в состав которого вошли эксперты телекоммуникационных компаний, производители и раз-

работчики оборудования. В результате в мае 2009 г. был опубликован стандарт TR-127 (издание 1), в котором определяются требования к сплиттерам широкополосного сигнала и методы проверки их работы в составе оборудования.

Сплиттеры компании Pulse Electronics, входящие в серию SmartER (рис. 3), успешно прошли все испытания согласно мето-

Таблица 1. Сплиттеры серии SmartER

Наименование	Применение / сопротивление шлейфа	Применение / стандарты	TR-127 для ADSL2+	TR-127 для VDSL2
B8802NL	POTS — ANSI весь диапазон	ANSI ADSL (short loops) и ANSI VDSL ATIS TRQ.10.2009 Type A (short loops) и Type C		✓
B8813NL	POTS — ANSI весь диапазон	ANSI ADSL (short and long loops) и ANSI VDSL ATIS TRQ.10.2009 Type A	✓	✓
B8817NL	POTS — 600 Ом	ADSL, VDSL и ETSI 600 Ом YD/T 1187-2006 ADSL2+ 600 Ом ETSI TS 101-952-1, v1.1.1 600 Ом		✓
B8841NL	POTS — 600 Ом	ADSL и ETSI 600 Ом YD/T 1187-2006 ADSL2+ 600 Ом ETSI TS 101-952-1, v1.1.1 600 Ом		✓
B8842NL	ISDN — 135 Ом/150 Ом	Только ISDN (2B3T и 4B1Q), ADSL (Annex B) и VDSL ETSI TS-101-952-1-3, v1.1.1	—	—
B8845NL	POTS & ISDN — DT весь диапазон	DT, ADSL/VDSL2 ETSI TS-101-952-1-4, v1.1.1		✓
B8846NL	POTS — BT & ETSI весь диапазон	BT, ADSL2/VDSL2 (ITU G993.2), ETSI TS 101-952-1, v1.1.1 Option B, BT SIN-346		✓
B8849NL	POTS — ETSI весь диапазон	ADSL/VDSL2 (ITU-T G993.2) ETSI TS 101-952-1, v1.1.1 Option A		✓
B8859NL	POTS — ETSI весь диапазон	ADSL/VDSL2 ETSI TS 101-952-1, v1.1.1 Option A		✓
B8891NL	POTS — 600 Ом	YD/T 1187-2006 ADSL2+ 600 Ом		✓ (до 12 МГц)

дам, описаным в TR-127. Следует заметить, что требования к сетям ADSL2+ и VDSL2 отличаются — различны диапазон частот и длина линии, поэтому сплиттеры могут соответствовать требованиям стандарта для одних сетей и не соответствовать требованиям для других. Перечень сплиттеров этой серии и их характеристики приведены в таблице 1. Pulse активно работает над расширением моделей серии SmartER, полностью соответствующих стандарту TR-127 для обеих сетей — ADSL2+ и VDSL2.

Электронные компоненты для локальных вычислительных сетей

Для применения в оборудовании локальных вычислительных сетей Pulse выпускает следующие компоненты: разъемы и корпуса, отдельные трансформаторные модули и разъемы со встроенными трансформаторами (рис. 4).

Для сетевого оборудования выпускаются корпуса стандартов SFP (Small Form-factor Pluggable), SFP+ и XFP (10-Гбит Small Form Factor Pluggable) и световые трубки для них. Разъемы RJ-45 и RJ-11 для поверхностного монтажа (Surface Mount Technology, SMT) и монтажа в отверстия (Through-Hole Technology, THT) бывают как одиночные, так и блочные 1×N или 2×N. По способу установки разъемы делятся на горизонтально- и вертикально-подключаемые (side entry и top entry). Для структурированных кабельных систем компания Pulse выпускает патч-панели и вставные модули для них — keystone jacks.

В целях электрической изоляции и защиты от электромагнитных помех между кабелем и компонентами оборудования применяются трансформаторные модули. У OEM-производителей (Original Equipment Manufacturer) большой популярностью пользуются разъемы со встроенным трансформатором (Integrated Connector Module, ICM). Хотя они и уступают по характеристикам своему аналогу в виде отдельных модулей, но существенно экономят место на плате.

Pulse Electronics выпускает трансформаторы для стандартов 10Base-T, 100Base-Tx, 1000Base-T и 10GBase-T, а также для сетей PoE (Power over Ethernet) и PoE+ (рис. 5). В зависимости от используемых при производстве материалов трансформаторы рассчитываются на работу в обычном (0...+70 °C) и расширенном (-40...+85 °C) температурных диапазонах.

Для различных применений компанией выпускаются следующие виды ICM-разъемов:

- в персональных компьютерах обычно используются либо одиночные разъемы RJ-45, либо совмещенные с USB;

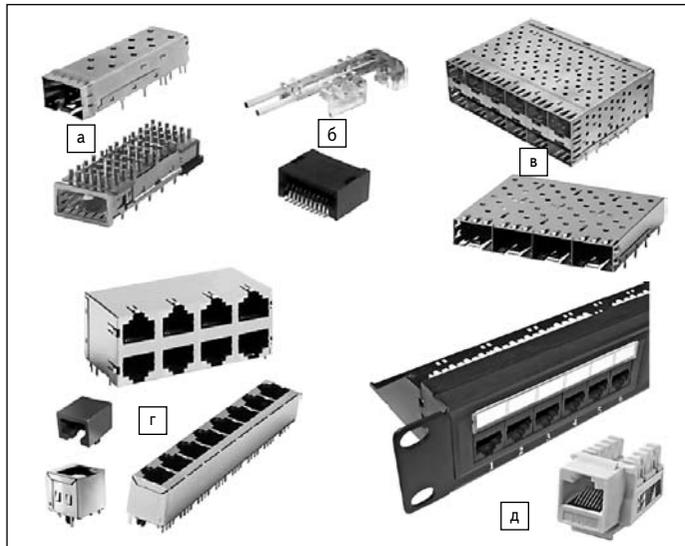


Рис. 4. Корпуса и разъемы Pulse Electronics:
а) корпуса SFP и XFP; б) световые трубки и разъемы для SFP-модулей;
в) блочные корпуса SFP; г) разъемы RJ-45; д) патч-панели



Рис. 5. Трансформаторы Pulse Electronics:
а) в отдельном корпусе; б) разъемы со встроенным трансформатором

- для ноутбуков производятся низкопрофильные модели (11,3 мм);
- коммутационное оборудование комплектуется блочными разъемами 1×N или 2×N;
- беспроводные точки доступа оснащаются блоком разъемов 1×N и одним портом, совместимым со стандартом PoE.

Самым важным аспектом при разработке является точное согласование характеристик трансформаторных модулей и микросхем физического уровня (PHY). Только разработка электронных компонентов в виде неотъемлемой части системы в целом, а не как отдельных элементов, позволит создать надежное устройство. Все модули, выпускаемые Pulse Electronics, согласованы с основными производителями микросхем физического уровня. При выборе трансформаторных модулей можно пользоваться таблицами совместимости, размещенными на сайте компании [2].

Электронные компоненты для источников питания

Компания Pulse Electronics разрабатывает и выпускает электронные компоненты для применения в импульсных и линейных источниках питания. Большое разнообразие производимых элементов обусловлено обширными требованиями к уровню преобразования входного напряжения и тока. Элементы на индуктивных катушках в зависимости от своих характеристик бывают следующих видов (рис. 6):

- Силовые бусины (power beads). Они имеют один виток, поэтому обладают малой индуктивностью (<0,5 мкГн) и рассчитаны на высокий уровень тока (>25 А). Применяются для преобразователей, имеющих низкое напряжение и большие токи на выходе и функционирующих на высоких частотах — например, в источниках питания для материнских плат.
- Спиральные катушки (flat coils). В них витки наматываются по спирали в горизонтальной плоскости. Сердечник обычно делается из карбонильного железа. Обладают средней индуктивно-

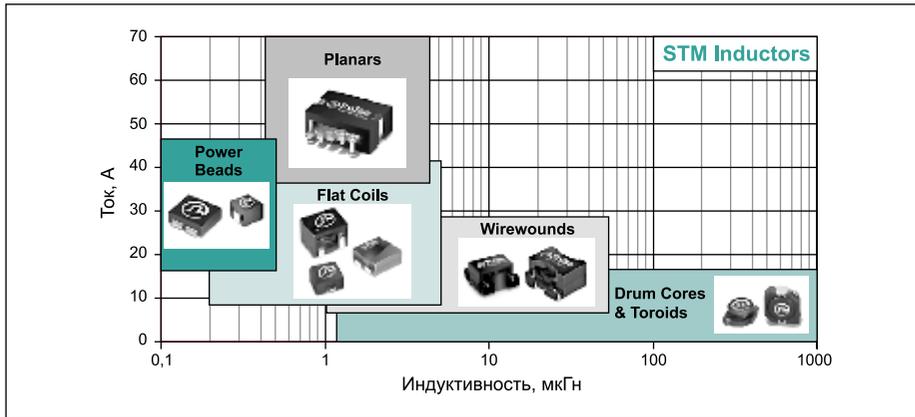


Рис. 6. Элементы на индуктивных катушках для источников питания



Рис. 7. Датчики тока серии Sidewinder

стью (0,5–4 мкГн), рассчитаны на средний уровень тока (15–30 А). Обладают малыми потерями в сердечнике даже на высоких частотах, но имеют ограничение по индуктивности.

- Планарные трансформаторы (Planars). Имеют малое количество витков и штампованную металлическую площадку. Обладают средней индуктивностью (0,5–4 мкГн) и рассчитаны на высокий уровень тока (>25 А). Применение ограничено высокой ценой.
- Моточные элементы (Wirewound). В них проводник наматывается на ферритовый сердечник определенной формы. Обладают высокой индуктивностью (>5 мкГн) и рассчитаны на средний уровень тока (15–30 А).
- Катушки с бобинным сердечником (drum cores inductors). Эти элементы имеют ферритовый бобинный сердечник. Могут выпускаться экранированными и неэкранированными. Обладают широкой номенклатурой индуктивности, но ограничены по размеру допустимых токов. Применяются для портативных устройств и устройств с малым потреблением.
- Тороидальные катушки (toroid inductors). В них в качестве сердечника используется железный порошок. Имеют большие размеры и ограничения по используемому току. Применяются в тех случаях, когда рабочие характеристики превышают возможности бобинных катушек.

Датчики тока

В прошлом году компания Pulse Electronics представила новую серию датчиков переменного тока Sidewinder (рис. 7). Устройства серии Sidewinder, работающие по принципу Роговского, отличаются от традиционных трансформаторов тока отсутствием сердечника, что делает их более дешевыми и удобными в установке. Датчики, которые представлены пока двумя моделями — PA3200NL и PA3202NL, — вырабатывают линейное выходное напряжение в широком диапазоне входного тока 0,1–1000 А. Фазовая по-

грешность менее 0,05°, диапазон рабочих частот до 100 кГц, имеют слабую зависимость характеристик от температуры. Применение датчиков улучшает характеристики конечного устройства до класса точности 0,2 согласно стандартам IEC 62053-22 для токов 0,1–200 А.

Компоненты для радиочастотной техники

Для радиочастотной техники компания выпускает компоненты, применяемые в кабельных модемах, телевизионных приставках, оборудовании пассивных оптических сетей (Passive Optical Networks, PON), медицинском оборудовании и мобильных устройствах связи. В ассортименте производимых компонентов:

- фильтры для разветвителей (Diplexer Filters);
- направленные ответвители (Directional Couplers);
- сплиттеры/объединители (RF Splitters/Combiners);
- фильтры низких частот (Low pass Filters);
- симметрирующие трансформаторы (RF Transformers/Baluns);
- трансформаторы для Fibre Channel;
- дроссели для IEEE 1394 (FireWire);
- катушки индуктивности (RF Chip Inductors).

Катушки индуктивности, выпускаемые Pulse (рис. 8), выполнены в виде однослойной обмотки с ферритовым или керамическим сердечником. Перечень серий и их характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2. Катушки индуктивности Pulse Electronics

Серия	Особенности	Индуктивность, нГн	Допустимый диапазон, %
PE-0402CD	керамический сердечник, стандартный диапазон индуктивностей	1–120	2, 5 и 10
PE-0603CD		1,6–390	2, 5 и 10
PE-0805CD		2,8–1500	1, 2, 5 и 10
PE-0805CM	керамический сердечник, альтернативный диапазон индуктивностей	3,3–820	2, 5 и 10
PE-0805FT	ферритовый сердечник	1000–68 000	5 и 10
PE-1008CD	керамический сердечник, стандартный диапазон индуктивностей	4–8200	1, 2, 5 и 10
PE-1008CM	керамический сердечник, альтернативный диапазон индуктивностей	4,7–4700	2, 5 и 10
PE-1008CQ	керамический сердечник, улучшенная добротность (Q) и величина проходящего тока (IDC)	3–390	5 и 10
PE-1206CD	керамический сердечник, стандартный диапазон индуктивностей	3,3–1200	2, 5 и 10

Таблица 3. Испытания качества выпускаемых катушек индуктивности

Климатические испытания		
Рабочая температура и температура хранения должны быть в диапазоне –40...+125 °С	Компоненты содержатся 48 ч при максимальной и минимальной температуре. Затем проверяется их функционирование при +25 °С.	По итогам испытаний не должно появиться никаких деформаций корпуса, значение индуктивности должно оставаться в пределах ±5% от номинального, добротность —±10%.
Температурный тест: от –40 до +85 °С	Компоненты подвергаются 30 циклам нагрева/охлаждения до граничных температур за 30 минут. Затем проверяется их функционирование при +25 °С.	
Работа при повышенной влажности	Компоненты помещаются на 24 ч в условия повышенной влажности 90–95% при +70 °С. Тест повторяется 10 раз, затем проверяется их функционирование при +25 °С.	
Срок службы	Компоненты проходят рабочее испытание в течение 1000 ч при температуре +85 °С и влажности 85%.	По итогам испытаний не должно появиться никаких деформаций, выпирающих и короткозамкнутых витков.
Испытания механической прочности		
Пайка	На контакты катушки наносят RMA-флюс при +260 °С. Далее их опускают в оловянно-свинцовый сплав 63Sn/37Pb на 4–6 с.	По итогам испытаний не должно появиться никаких деформаций корпуса, значение индуктивности должно оставаться в пределах ±5% от номинального, добротность —±10%.
Вибрация	Образцы подвергаются произвольной вибрации по программе NAVMAT P9492.	
Встряска	Компоненты подвергаются кратковременной встряске с силой 8700g на 0,3 мс в каждой плоскости. Тест повторяется 18 раз.	

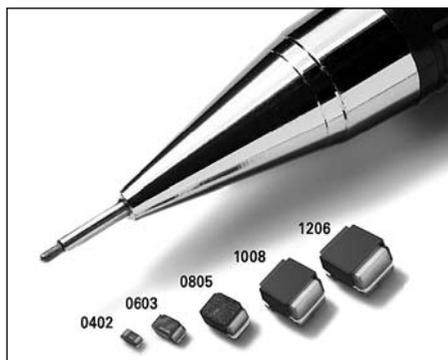


Рис. 8. Катушки индуктивности

Для проверки качества изготовленные компоненты проходят климатические испытания и испытания механической прочности, перечисленные в таблице 3.

Заключение

Pulse Electronics выпускает широкий спектр продукции: электронные компоненты для телекоммуникационных систем, источников питания, корпуса и разъемы для локальных вычислительных сетей, компоненты радиочастотного диапазона, антенны. Будучи членом международных инженерных организаций в области электроники и радиотехники, ком-

пания участвует в разработке и обсуждении новых стандартов, что позволяет производить самую современную продукцию и предлагать обширный ассортимент. Огромную роль для Pulse Electronics играет надежность выпускаемой продукции. Компания уделяет большое внимание национальным стандартам, все ее подразделения имеют сертификаты ISO 9000. ■

Литература

1. Gough G. Tripping the Video Fantastic // OSP Magazin. 2007. № 8.
2. <http://productfinder.pulseeng.com/crossreferencesearch>