

# Новые устройства гальванической развязки для изделий спецтехники

Андрей Цырлов, Григорий Скоропад (г. Орёл)

В настоящее время отечественная промышленность предлагает широкую линейку оптоэлектронных реле и оптопар в миниатюрных корпусах, предназначенных для развязки цепей управления и цепей исполнительных устройств и позволяющих успешно заменять громоздкие и низконадёжные электромеханические реле в аппаратуре ответственного назначения с повышенными требованиями к перенапряжениям и механическим воздействиям. В статье рассказывается о новых разработках микросхем гальванической развязки и тенденциях развития этого направления.

Разработки отечественных устройств гальванической развязки ведутся сейчас по следующим направлениям:

- передача аналоговых сигналов (оптопары: диодные, транзисторные, с транзистором Дарлингтона);
- передача цифровых сигналов (логические оптроны, интерфейсные схемы);
- коммутация нагрузки (твердотельные реле, сокращённо ТТР);
- специализированные драйверы с гальванической развязкой.

Основным физическим принципом, используемым во всех вышеперечисленных устройствах, является оптическая развязка. Для устройств, требующих передачи сигналов большей энергии или с большим КПД используется трансформаторная развязка.

Для разработки указанных устройств разработчики ориентируются на конструктивное исполнение микроэлектронной компонентной базы – металлокерамические (металлостеклянные) корпуса типов 401.14, 402.16, 2101.8, QLCC 6/8. Такое исполнение позволяет использовать их в рамках единого автоматизированного сборочного производства с микроэлектронной компонентной базой. Для миниатюризации аппаратуры потребителей практикуется также поставка бескорпусных изделий (например, оптопары серии 759).

Разработанные изделия внедряются в производство в три этапа. На первом этапе производится поставка опытных образцов. На втором этапе проводится освоение изделий в серийном производстве с приёмкой ОТК в рамках ОТУ

ГОСТ 18725, на данном этапе уточняется востребованность потребителями как самого прибора, так и его отдельных характеристик. На третьем этапе проводится освоение изделий с приёмкой «5» в рамках ОТУ ОСТ В 11 1009.

Продолжительность разработки изделия и освоения его в опытном производстве занимает от 6 до 12 месяцев, с приёмкой ОТК – 12 – 18 месяцев, в производстве с приёмкой «5» – 1,5 – 2 года. Сроки существенно снижаются при наличии внешнего финансирования.

В рамках указанной концепции в ближайшее время начинается производство ряда новых устройств с оптической развязкой.

В сентябре 2009 г. завершаются работы по освоению в серийном производстве с приёмкой «5» ряда двухканальных ТТР 249КП12Р, 249КП13Р, 249КП14Р, 249КП15Р с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами. Каждый канал реле обеспечивает коммутацию двуполярных сигналов  $\pm 200$  В и токов до  $\pm 100$  мА. ТТР предназначены для использования в изделиях спецтехники в качестве универсальных гальванически развязанных коммутаторов. Конструктивно они выполнены в металлокерамическом корпусе типа DIP8 (2101.8-7) (рис. 1). Предусматриваются исполнения ТТР с напряжением гальванической развязки не менее 1,5 кВ.

С 2010 г. начинается поставка ТТР К452КП3П и К457КП1П с приёмкой ОТК в металлостеклянных корпусах МСШ4-03 (рис. 2). МОП-реле К452КП3П предназначено для коммутации напряжений 60 В и токов до 2 А (импульсный ток до 10 А) и характеризуется постоянным во времени сопротивлением в открытом состоянии не более 0,2 Ом. Планируется выпуск этого ТТР в другом корпусном исполнении для коммутации тока до 5 А в другом корпусе. Основное применение этих ТТР – замена электромеханических реле (ЭМР) в системах управления электродвигателями и клапанами,

Симисторное реле К457КП1П предназначено для коммутации переменных напряжений 260 В и токов до 1,5 А.

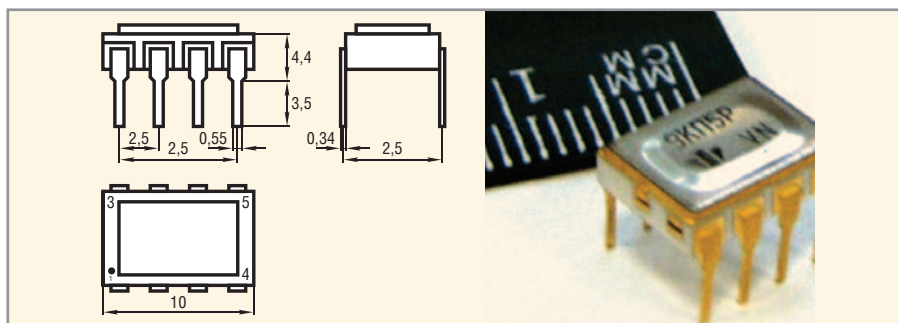


Рис. 1. Корпус типа 2101.8

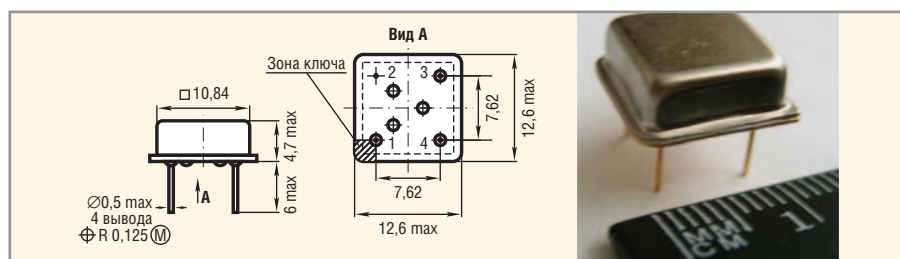


Рис. 2. Корпус типа МСШ4-03

Все указанные ТТР имеют наработку на отказ не менее 25 тыс. ч, температурный диапазон  $-60...+125^{\circ}\text{C}$ , стойкость к климатическим и механическим факторам в рамках КС «Климат-7».

Также с 2010 г. начинается поставка с приёмкой ОТК МОП-реле средней мощности К249КП16Р (5П159) для коммутации двуполярных сигналов  $\pm 60$  В и токов до  $\pm 1,0$  А (в однополярном включении до 2,0 А). Конструктивно реле выполнено в металлокерамическом корпусе типа DIP8 (2101.8-7) (рис. 1) и для данного класса устройств гальванической развязки обладает сверхмалыми массогабаритными показателями.

Для работы в составе интеллектуальных силовых модулей наряду с ТТР в 2009 г. разработаны опытные образцы оптоэлектронных микросхем 5П158 для управления силовыми транзисторами (БТИЗ/IGBT) с функцией контроля напряжения питания. Они работают в диапазоне напряжений питания от 15 до 30 В, обеспечивает выходной импульсный ток 2 А с типовым временем не более 500 нс. Конструктивно микросхемы 5П158 и 5П156 выполнены в металлокерамическом корпусе типа DIP8 (2101.8-7) (рис. 1).

Быстродействующий оптрон предназначен для цифрового гальванически развязанного интерфейса, обеспечивает время задержки распространения не более 80 нс, напряжение изоляции – не менее 1,5 кВ. Микросхема 5П156 имеет температурный диапазон от  $-60$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  и стойкость к климатическим и механическим факторам в рамках ОТУ ОСТ (КС «Климат-7»).

Необходимо сказать несколько слов о современных тенденциях в развитии устройств гальванической развязки.

Основной тенденцией является рост спроса на устройства гальванической развязки в миниатюрном исполнении, связанный с развитием информационных технологий.

Одной из основных проблем является повышение напряжения изоляции; особенно остро данная проблема стоит в изделиях качества ВП, поскольку последние требуют использования корпусов, разрешённых для применения. Необходимо отметить отставание производителей от нужд потребителей. Существующие типы корпусов обеспечивают пробивные напряжения максимум до 1 кВ, специальными конструктивно-технологическими методами удаётся поднять напряжение гальванической развязки до 1,5 кВ. Од-

нако, реально существующая потребность – это 3 кВ и даже 10...12 кВ.

Необходимо остановиться и на проблемах ценообразования корпусов устройств гальванической развязки. Это особенно касается мощных ТТР, когда цена корпуса составляет до 95% стоимости всего изделия. Проблема высокой цены корпусов и, следовательно, высокой цены ТТР сдерживает широкую замену ЭМР на ТТР. Опыт применения ТТР в аппаратуре специального назначения и замены ЭМР показывает существенное увеличение надёжности и механической прочности изделия в целом, но большая цена ТТР заставляет потребителей делать выбор в пользу ЭМР. Кроме того, многие потребители по привычке применяют ТТР так же, как ЭМР, что тоже заставляет их снова возвращаться к последним. Но применять ТТР так нельзя, необходимо учитывать их особенности как полупроводниковых приборов.

В большинстве случаев применение ТТР является необходимостью. Например, принципиальным направлением в архитектуре управления современной военной техникой является использование единой шины управления исполнительными механизмами. Это означает, что вся элементная база, включая коммутационные устройства, должна быть совместима с шинным протоколом и способна передавать в шину информацию о своём состоянии и состоянии нагрузки, а также выполнять функции тепловой и токовой защиты. Здесь неоспоримое преимуще-

ство перед ЭМР имеют ТТР и ИСМ, позволяющие осуществлять указанные функции. Учитывая это, потребление ТТР и ИСМ будет в ближайшие годы расти за счёт отказа разработчиков новой техники от ЭМР.

В плане новых принципов твердотельной коммутационной электроники и передачи данных следует указать на появление новых классов устройств, основанных на трансформаторной развязке. Данная гальваническая развязка характеризуется лучшим быстродействием, большей стойкостью к воздействию специальных факторов, меньшим энергопотреблением и большим КПД по сравнению с оптической развязкой.

В мощных ТТР, имеющих сравнительно большие размеры, такая развязка реализуется применением ферритовых трансформаторов и специализированных КМОП-драйверов, обеспечивающих диагностические и интеллектуальные функции.

В то же время для интерфейсных микросхем, особенно многоканальных, требуется миниатюризация трансформаторов. Данная проблема решается применением твердотельных трансформаторов, изготовленных по КМОП-технологии. В настоящее время в этом направлении ведутся разработки, что позволит в ближайшие годы приступить к выпуску новых классов устройств гальванической развязки, имеющих качественно лучшие параметры и характеристики.