НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

№9 (121), 2013 г.

Информационно-технический журнал

Учредитель – ООО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-43993

Редактор:
Геннадий Каневский
vesti@compel.ru
Выпускающий редактор:
Снежана Холодова

Редакционная коллегия:
Андрей Агеноров
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Александр Маргелов
Николай Паничкин
Борис Рудяк

Дизайн, графика, верстка:
Елена Георгадзе
Екатерина Беляева
Евгений Торочков

Распространение:
Снежана Холодова

Электронная подписка:
www.compeljournal.ru

Отпечатано:
«Гран При»
г. Рыбинск

Распространяется бесплатно

Тираж – 1500 экз.
© «Новости электроники»
Подписано в печать:
25 ноября 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

БРЕНД НОМЕРА: *TE CONNECTIVITY*

Силовые разъемы «кабель-плата» и «проводник-проводник»
Вячеслав Гавриков 3

Популярные, быстроразъемные: соединители систем FASTON, FASTIN-FASTON
Андрей Булычев 10

Малогабаритные, но силовые: электромеханические реле серии PT
Андрей Булычев 15

Силовые резисторы в алюминиевом корпусе серии HS. Качество, проверенное временем
Алексей Попов, Сергей Попов 19

Убираем помехи: промышленные фильтры для одно- и трехфазных сетей
Андрей Булычев 22

Автоматические выключатели W28 и W54 – минимализм, диктуемый необходимостью
Сергей Анисимов 30

Нагреть и заизолировать: термоусаживаемые трубки ATUM и VERSAFIT
Максим Держанский 33

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ: ХИТ ПАРАД – ЛУЧШИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ 2013 ГОДА ПО ВЕРСИИ КОМПЭЛ, В ЧАСТНОСТИ:

- CC1200 – новое беспроводное решение для субгигагерцового диапазона от TI
- Контроллеры STM32F401 с ультранизким динамическим потреблением от STMicro
- Новая линейка MEMS-гироскопов от Maxim Integrated

Если вы хотите предложить интересную тему для статьи в следующий номер журнала – пишите на адрес *vesti@compel.ru* с пометкой «Тема в номер» или в рубрику «Я – автор» раздела «Разработчикам» сайта *www.compel.ru*.

ОТ РЕДАКТОРА



Уважаемые читатели!

В молодые годы, будучи увлеченным меломаном и любителем hi-fi аудио, я невзначай сформулировал, что любители качественной аудиотехники условно делятся на две большие группы. Первые, любители совершенства во всем, берут лучшее от топовых производителей — как правило, таковыми являются небольшие элитные, т.н. «нишевые», компании — и компонуют из этого лучшего систему «под себя». Вторые выбирают одного производителя, доверяя ему в целом, и, закрывая глаза на «нетоповость» отдельных характеристик, составляют «честную» аудиосистему, выгадывая по цене и получая «звук от производителя X».

В случае с силовой продукцией от ведущего мирового производителя соединителей и разъемов, компании **TE Connectivity,** мы имеем второй вариант. Но с точки зрения выгодности для среднеобъемного и крупного производства я бы назвал его первым. Судите сами: если перед вами стоит задача приобрести компоненты для опытного производства или лаборатории, и финансирование неограничено (помечтаем таким образом) — вы можете выбрать элитный hi-end от небольших нишевых компаний; если же речь идет о реальном производстве — куда как выгодней один крупный, авторитетный производитель комплектующих, объединивший под своим брендом силовые разъемы и соединители, силовые резисторы, силовые реле, силовые фильтры для одно- и трехфазных сетей, автоматические выключатели и даже изолирующие термоусадочные трубки — фактически на любой диаметр провода или кабеля.

История TE Connectivity (до 2011 года — **Tyco Electronics**) — это классическая для современного бизнеса история слияний и поглощений, и на примере силовой продукции она также хорошо прослеживается. Изначально компания была образована после слияния изобретателя непаяных электрических соединений, компании **AMP,** и эксперта в области радиационной химии, компании **Raychem.** Вот «два источника и две составных части» силовых разъемов и соединителей, автоматических выключателей и термоизолирующей продукции. Дальнейшие приобретения новообразованного мирового лидера в производстве разъемов дают нам, к примеру, силовые алюминиевые резисторы от компании **Meggitt,** силовые электромеханические реле от компании **Schrack,** промышленные силовые фильтры от компании **Corcom.** То есть компания TE Connectivity уже проделала работу по подбору компонентов, и теперь вы просто приобретаете всю линейку через ее дистрибьюторов.

Компания КОМПЭЛ, ведущий российский дистрибьютор электронных компонентов, с 2011 года является дистрибьютором TE Connectivity — ведущего мирового производителя электрических, оптических и специальных соединителей, компании, входящей в тройку главных мировых производителей реле, в пятерку — антенн и прецизионных кабелей, в десятку — датчиков. Отечественные разработчики силовой продукции и системные интеграторы, обратившись к нам, получат полную инженерную поддержку по продукции TE Connectivity, бесплатные образцы и смогут приобрести изделия этой компании со склада или под заказ.



С уважением,
Геннадий Каневский

Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)

СИЛОВЫЕ РАЗЪЕМЫ "КАБЕЛЬ-ПЛАТА" И "ПРОВОДНИК-ПРОВОДНИК"



В настоящее время существует большое количество приложений, предъявляющих повышенные требования к разъемам. Зачастую, помимо отличных электрических параметров, соединитель должен обладать дополнительными свойствами надежности: герметичностью, стойкостью к вибрации и др. Хорошим примером высоконадежных соединителей являются серии ***Universal MATE-N-LOK™****,* ***Mini-Universal MATE-N-LOK™*** *и* ***VAL-U-LOK™****, выпускаемые одним из лидеров рынка – компанией* ***TE Connectivity.***

Редко приходится встречать электротехническое или электронное устройство без разъемных соединений. Разъемы питания, разъемы коммуникационных интерфейсов, силовые сигнальные соединители – вот лишь некоторые примеры.

Выбор разъемов – очень важный и ответственный процесс. Много раз приходилось наблюдать, как разъемы выходили из строя не из-за своих электрических параметров, а из-за неудовлетворительных эксплуатационных качеств – отсутствия стойкости к вибрации, герметичности и пр. Зачастую разъемы выбираются в последнюю очередь. При этом анализ характеристик оказывается поверхностным и ограничивается ознакомлением с электрическими свойствами и конфигурацией контактов. Это может привести к тяжелым последствиям в процессе эксплуатации. Комплексное рассмотрение параметров – залог успеха правильного выбора соединителей.

Разъемы **Universal MATE-N-LOK, Mini-Universal MATE-N-LOK** и **VAL-U-LOK** являются идеальным решением для приложений с повышенными требованиями к надежности, качеству соединения и безопасности. Дополнительным преимуществом использования разъемов TE Connectivity является предоставление производителем полного набора информации, необходимой для реализации технологических процессов монтажа разъемов на платы, монтажа/демонтажа проводов, рекомендации по контролю качества монтажа, рекомендации по соединению/разъединению разъемов [1, 2, 3, 4].

Обзор серии Universal MATE-N-LOK

Цепи питания мощных потребителей требуют максимальной надежности соединения. Разъемы серии Universal MATE-N-LOK идеально подходят для этой цели. Они обеспечивают высоконадежное соединение и применяются в цепях питания с максимальным протекающим током до 19 А (таблица 1). Промышленные мойки, промышленное освещение, сварочные аппараты, мощные обогреватели и кондиционеры –

Таблица 1. **Характеристики разъемов Universal MATE-N-LOK**

Параметр	Значение
Максимальный ток (на один контакт), А	19
Рабочее напряжение (постоянное/переменное), В	600
Максимальное сопротивление соединения, мОм	3,5 (ток 1,5 А)/2,75 (ток 10 А)
Напряжение пробоя (не менее), В	5000
Шаг контактов, мм	6,35
Покрытие контактов	золото/олово
Диаметр жилы проводника, кв. мм	0,05…5,0
Диаметр изоляции проводов, мм	5,08
Диапазон температур, °С	-55…120
Число контактов соединения "кабель-кабель"	до 15
Число контактов соединения "кабель-плата"	до 15
Число циклов соединений	50
Защита от неверного подключения	есть
Пылевлагозащитное исполнение	до IP56

Таблица 2. **Пример колодок Universal MATE-N-LOK**

Количество контактов	Тип				
	UL94V-1		UL94V-0		
	Вилка на кабель	Розетка на кабель	Вилка на кабель	Вилка на панель	Розетка на кабель
2	1-480698-0	1-480699-0	350777-1	350777-4	350778-1
3	1-480700-0	1-480701-0	350766-1	350766-4	350767-1
4	1-480702-0	1-480703-0	350779-1	350779-4	350780-1
6	1-480704-0	1-480705-0	350715-1	350715-4	350781-1
9	1-480706-0	1-480707-0	350720-1	350720-4	350782-1
12	1-480708-0	1-480709-0	350735-1	350735-4	350783-1

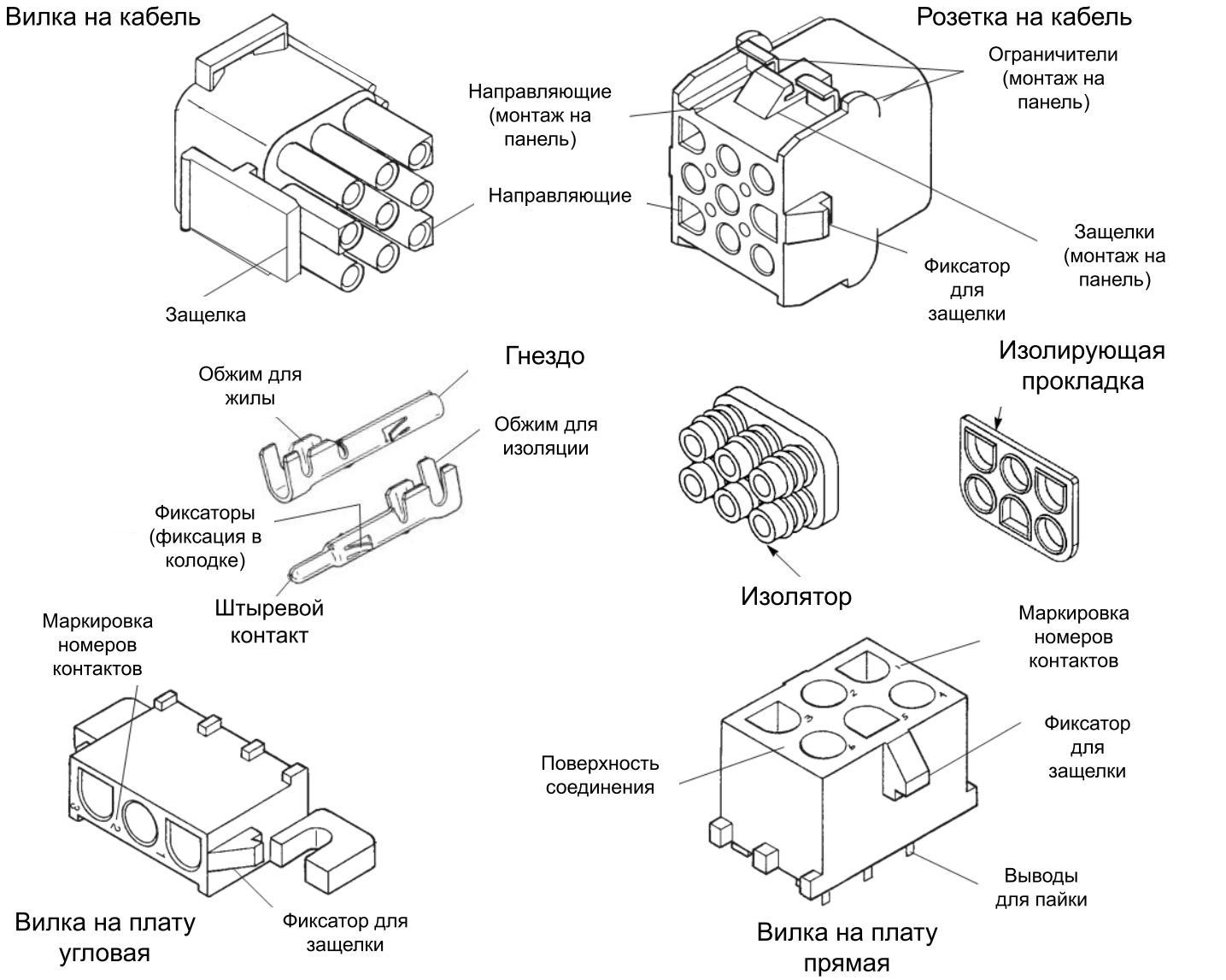


Рис. 1. **Основные элементы системы соединителей Universal MATE-N-LOK**

вот лишь некоторые примеры применения Universal MATE-N-LOK.

Система соединителей Universal MATE-N-LOK включает в себя различные типы колодок (на кабель, на панель), разъемов (для монтажа на плату), контактов (гнезда, штекеры) (рисунок 1). Отдельно можно упомянуть дополнительные особые типы колодок: колодки с фланцевой крышкой, круглые колодки, колодки с монтажом на панель герметичного исполнения.

Ряд особенностей Universal MATE-N-LOK:

- Возможность подключения мощных нагрузок с величиной протекающего тока до 19 А.
- Разнообразие конфигураций соединителей. Одно-, двух- или многорядное расположение контактов, общее число которых – до 15. Однорядные колодки до 4 контактов.
- Форма колодок исключает возможность неверного подключения.
- Кабельные колодки имеют возможность установки как штыревых, так и гнездовых контактов.
- Возможность создания герметичных соединений до IP56 (достаточно

Таблица 3. **Разъемы Universal MATE-N-LOK для монтажа на плату**

Количество контактов	Тип				
	Вилка прямая однорядная	Розетка прямая однорядная	Вилка прямая многорядная	Розетка прямая многорядная	Вилка угловая однорядная
2	350786-1	350824-1	–	–	1-350942-0
3	350789-1	350825-1	–	–	1-350943-0
4	350792-1	350826-1	–	–	1-350944-0
6	–	–	350711-1	350827-1	–
9	–	–	350712-1	350828-1	–
12	–	–	350713-1	350829-1	–
15	–	–	350714-1	350830-1	–

для применения в условиях попадания пены и брызг).

• Вибростойкое исполнение. Вилки и розетки имеют защелку и плотное соединение, что исключает разъединение при вибрационных нагрузках. Вилки для монтажа на плату снабжены монтажными фланцами

• Колодки соответствуют стандартам пожаробезопасности UL94V-0 или 94V-2.

Соединения “кабель-кабель” выполняются при помощи вилок и розеток (таблица 2). Стоит отметить, что понятие «вилка» и «розетка» весьма условно. Штыревые контакты и гнезда могут использоваться как для колодок типа «вилка», так и для колодок типа «розетка». Поэтому возможно множество вариантов соединений, так как одна и та же колодка может частично комплектоваться штекерами, а частично — гнездами, и, используя всего два типа колодок, можно получить несколько разъемов с защитой от неверного подключения.

Для монтажа на плату предназначены разъемы трех типов: вилка прямая, вилка угловая и розетка прямая (таблица 3).

Как было сказано выше, контакты для колодок Universal MATE-N-LOK бывают двух типов: штекеры и гнезда (таблица 4). Они могут использоваться для обжима проводников с площадью сечения до 5,0 мм^2.

Одним из преимуществ Universal MATE-N-LOK является возможность создания герметичных соединений. Для этого колодки должны дополнительно снабжаться прокладками и изоляторами для проводов (таблица 5).

Описанные элементы Universal MATE-N-LOK доступны напрямую со

Таблица 4. **Пример контактов Universal MATE-N-LOK**

Сечение проводника, мм^2	Материал	Упаковка	Каталожный номер	
			Штыревой контакт	Гнездовой контакт
0,20…0,80	Латунь	Лента/бобина	926885-1	926884-1
0,50…2,10			926883-1	926882-1
			350538-1	350537-1
1,50…2,50			926868-1	926869-1
3,00…5,00	Фосфористая бронза		350922-3	350923-3

Таблица 5. **Пример герметизирующих аксессуаров Universal MATE-N-LOK**

Количество контактов	Тип	Каталожный номер	
		Уплотнительная прокладка	Изолятор
2	Однорядный	794269-1	794270-1
3	Однорядный	794271-1	794272-1
4	Однорядный	794273-1	794274-1
6	Многорядный	794275-1	794276-1
9	Многорядный	794277-1	794278-1

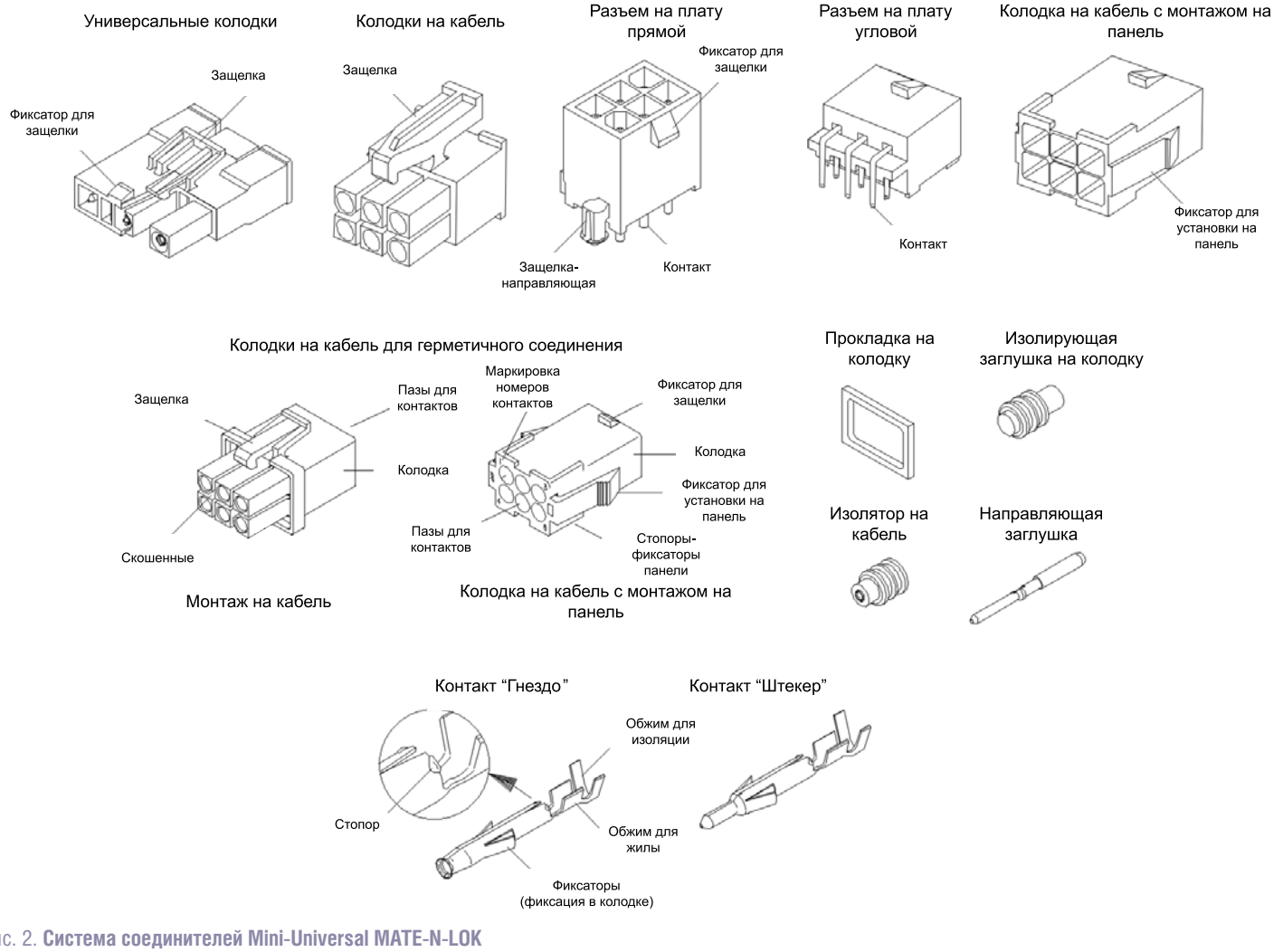


Рис. 2. **Система соединителей Mini-Universal MATE-N-LOK**

Таблица 6. **Характеристики разъемов Mini-Universal MATE-N-LOK**

Параметр	Значение
Максимальный ток (на один контакт), А	9,5
Рабочее напряжение (постоянное/переменное), В	600
Максимальное сопротивление соединения, мОм	20
Напряжение пробоя (не менее), В	1500
Сопротивление изоляции между контактами, МОм	1000
Шаг контактов, мм	4,14
Покрытие контактов	золото/олово
Диаметр жилы проводника, кв. мм	0,05…1,2
Диаметр изоляции проводов, мм	3,2
Диапазон температур, °С	-55…105
Число контактов соединения “кабель-кабель”	до 15
Число контактов соединения “кабель-плата”	до 24
Число циклов соединений	до 20
Защита от неверного подключения	есть
Пылевлагозащитное исполнение	до IP56

складов КОМПЭЛ. Однако возможен заказ и других типов и конфигураций соединителей.

Universal MATE-N-LOK используются в мощных силовых цепях. Mini-Universal MATE-N-LOK и VAL-U-LOK применяются в случае, если главным требованием для разъема является не только величина тока, но и компактность.

Обзор серии Mini-Universal MATE-N-LOK

Серия электрических соединителей Mini-Universal MATE-N-LOK представляет собой полноценную систему, включающую соединительные колодки, контакты и аксессуары (рисунок 2).

Серия предназначена для применения в таких областях как бытовая техника (стиральные и моющие машины, микроволновые печи), внутреннее и внешнее освещение, медицинские приборы, системы безопасности, промышленные установки, климат-контроль зданий, автомобильная электроника.

Особо стоит отметить преимущества Mini-Universal MATE-N-LOK:

- Разнообразие конфигураций соединителей. Одно-, двухрядное или матричное расположение контактов. Общее число контактов – до 24.
- Кабельные колодки имеют возможность установки как штыревых, так и гнездовых контактов.
- Форма колодок исключает возможность неверного подключения.
- Возможность создания герметичных соединений до IP56 (достаточно

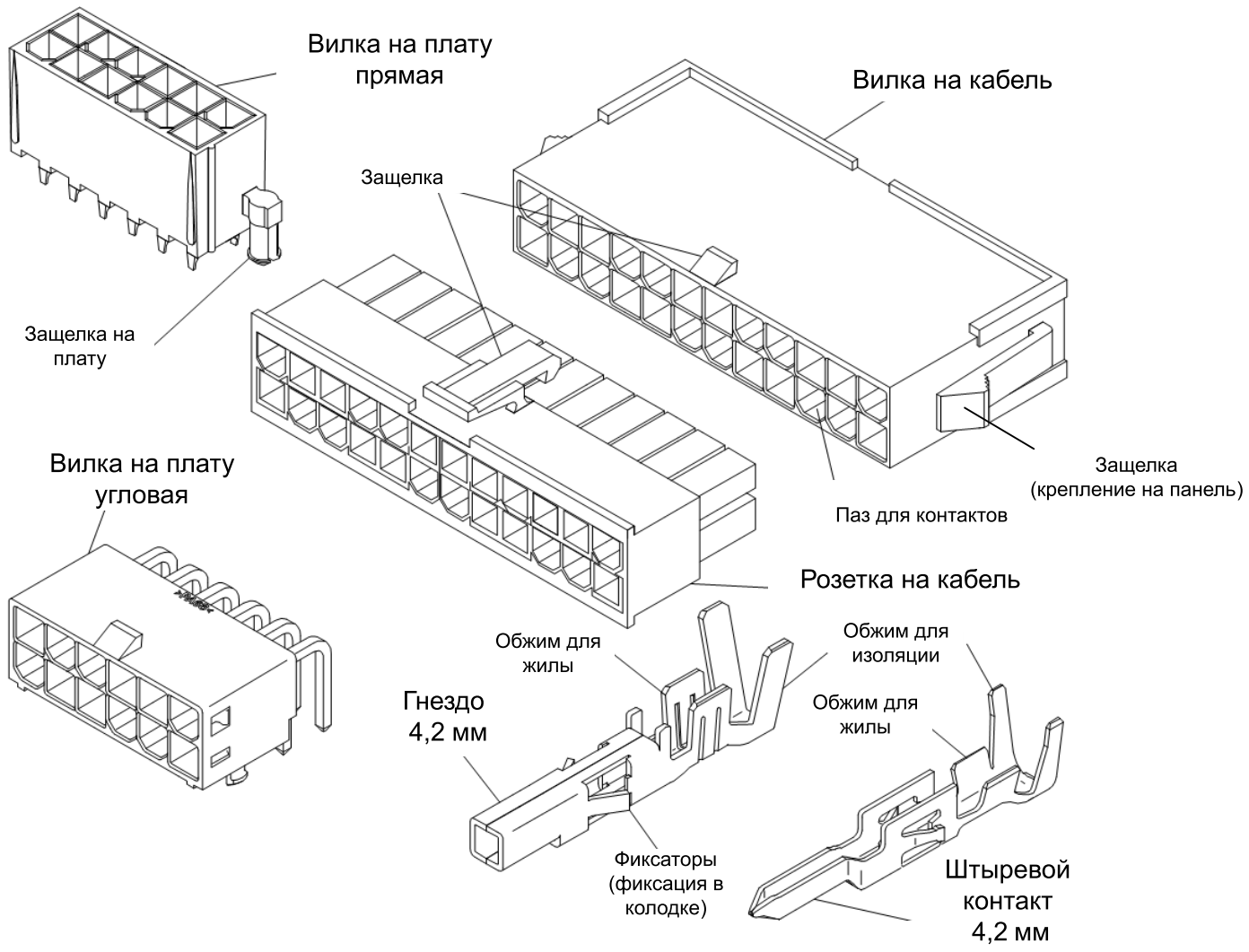


Рис. 3. **Система соединителей VAL-U-LOK**

Таблица 7. **Пример колодок Mini-Universal MATE-N-LOK**

Количество контактов	Расположение контактов						
	Однорядное			Двухрядное		Матричное	
	Вилка	Розетка	Розетка на панель	Вилка	Розетка	Вилка	Розетка
2	172165-1	172233-1	172157-1	–	–	–	–
3	172166-1	172234-1	172158-1	–	–	–	–
4	–	–	–	172167-1	172159-1	–	–
6	–	–	–	172168-1	172160-1	–	–
9	–	–	–	–	–	172169-1	172161-1
12	–	–	–	–	–	172170-1	172162-1

Таблица 8. **Разъемы Mini-Universal MATE-N-LOK для монтажа на плату**

Количество контактов	Расположение контактов					
	Однорядное		Двухрядное		Матричное	
	Вилка прямая	Вилка угловая	Вилка прямая	Вилка угловая	Вилка прямая	Вилка угловая
2	1-770166-0	1-770966-0	–	–	–	–
3	1-770170-0	1-770967-0	–	–	–	–
4	–	–	1-770174-0	1-770968-0	–	–
6	–	–	1-770178-0	1-770969-0	–	–
9	–	–	–	–	1-770182-0	–
12	–	–	–	1-770972-0	1-770186-0	–
15	–	–	–	–	1-770190-0	–

Таблица 9. **Пример контактов Mini-Universal MATE-N-LOK**

Сечение проводника, кв. мм	Диаметр изоляции, мм	Покрытие	Упаковка	Каталожный номер	
				Штыревой контакт	Гнездовой контакт
0,12…0,30	1,20…1,80	Олово	Лента/бобина	170359-1	170361-1
0,30…0,89 или 2x0,30	1,50…2,40 или макс 3,4	Олово	Лента/бобина	170360-1	170362-1
0,50…1,30 или 2x0,50	2,0…3,20 или 2x2,4	Олово	Лента/бобина	171636-1	171637-1

для применения в условиях попадания пены и брызг).

• Вибростойкое исполнение. Вилки и розетки имеют защелку и плотное соединение, что исключает разъединение при вибрационных нагрузках. Вилки для монтажа на плату снабжены дополнительными защелками на плату.

• Колодки соответствуют стандартам пожаробезопасности UL94V-0 или 94V-2.

Электрические характеристики позволяют использовать данные разъемы не только для сигнальных цепей, но и для линий питания (таблица 6). Максимальный ток через контакт составляет 9,5 А.

Mini-Universal MATE-N-LOK позволяет создавать разъемные соединения различных типов и комбинаций. Помимо обычных соединений “кабель-кабель” и “кабель-плата”, доступны соединения “кабель-панель”. Кроме того, с помощью Mini-Universal MATE-N-LOK можно создавать герметичные соединения.

Для создания соединений “кабель-кабель” используются колодки типа “вилка” и “розетка” (таблица 7). Колодки комплектуются контактами типа “гнездо” или “штекер”.

Колодки могут иметь различные исполнения: однорядное (1…3 контакта), двухрядное (4 или 6 контактов), и матричное (9 или 12 контактов).

Соединения плата-кабель. Для монтажа на плату используются прямые и угловые разъемы (таблица 8), в качестве ответной части должны использоваться кабельные вилки, укомплектованные контактами типа «гнездо». Разъемы на

Таблица 10. **Электрические и эксплуатационные характеристики VAL-U-LOK**

Параметр	Значение
Максимальный ток (на один контакт), А	9
Рабочее напряжение (постоянное/переменное), В	600
Максимальное сопротивление соединения, мОм	20
Напряжение пробоя (не менее), В	1500
Сопротивление изоляции между контактами, МОм	1000
Шаг контактов, мм	4,2
Покрытие контактов	золото/олово
Диаметр жилы проводника, мм^2	0,129…1,31
Диаметр изоляции проводов, мм	3,1
Диапазон температур, °С	-40…105
Число контактов	до 24
Число циклов соединений	до 30
Защита от неверного подключения	есть

Таблица 11. **Пример колодок VAL-U-LOK для монтажа на кабель**

Количество контактов	Расположение контактов					
	Однорядное			Двухрядное		
	Вилка на панель	Вилка на кабель	Розетка на кабель	Вилка на панель	Вилка на кабель	Розетка на кабель
2	–	–	–	794953-2	1586000-2	794954-2
3	1586101-3	1586103-3	1586105-3	–	–	–
4	1586022-4	1586024-4	1586026-4	794953-4	1586000-4	794954-4
5	1586022-5	1586024-5	1586026-5	–	–	–
6	–	–	–	794953-6	1586000-6	794954-6
8	–	–	–	794953-8	1586000-8	794954-8
10	–	–	–	1-794953-0	1-1586000-0	1-794954-0
12	–	–	–	1-794953-2	1-1586000-2	1-794954-2
16	–	–	–	1-794953-6	1-1586000-6	1-794954-6

Таблица 12. **Пример контактов VAL-U-LOK**

Сечение проводника, мм²	Покрытие	Упаковка	Каталожный номер	
			Штыревой контакт	Гнездовой контакт
0,12…0,40	Олово	Лента/бобина	794957-1	794958-1
		Поштучно	1586316-1	1586317-1
0,40…0,90 или 2x0,30	Олово	Лента/бобина	794955-1	794956-1
		Поштучно	1586314-1	1586315-1

Таблица 13. **Пример разъемов VAL-U-LOK для монтажа на плату**

Количество контактов	Тип	
	Вилка прямая	Вилка угловая
2	1586037-2	1586041-2
4	1586037-4	1586041-4
6	1586037-6	1586041-6
8	1586037-8	1586041-8
10	1-1586037-0	–
12	1-1586037-2	–
16	1-1586037-6	–

плату могут быть однорядные, двухрядные и матричные.

Для точного позиционирования и увеличения стойкости к вибрациям корпус разъема имеет специальную защелку на плату.

Контакты Mini-Universal MATE-N-LOK. Для колодок Mini-Universal MATE-N-LOK с монтажом на кабель используются контакты двух типов: гнезда и штекеры (таблица 9). Диапазон сечений жил составляет 0,05…1,2 мм², внешний диаметр изоляции – до 3,2 мм.

Описанные элементы Mini-Universal MATE-N-LOK доступны напрямую со складов КОМПЭЛ. Однако возможен заказ и других типов и конфигураций соединителей.

Обзор серии VAL-U-LOK

Серия VAL-U-LOK представляет собой полноценную систему, включающую все элементы, необходимые для создания различных типов соединений (рисунок 3).

VAL-U-LOK, по сравнению с Universal MATE-N-LOK и Mini-Universal MATE-N-LOK, имеет ограничения, среди которых стоит особо отметить невозможность создания герметичных соединений и произвольного расположения штекеров и гнезд в колодке. Несмотря на это, VAL-U-LOK имеет множество достоинств.

- Используя компоненты VAL-U-LOK можно создавать соединения типа “кабель-кабель” (в том числе и “кабель-панель”) и соединения “кабель-плата” с числом контактов до 24.
- Распространенный шаг контактов 4,20 мм делает VAL-U-LOK взаимозаменяемым с разъемами Molex Mini-Fit, Jr. и AMP-DUAC.
- Форма колодок исключает возможность неверного подключения.
- Прямые и угловые вилки на плату расширяют возможности конструктивного расположения платы в корпусе.
- Наличие защелок позволяет применять разъемы в приложениях с высокими вибрационными нагрузками.
- Возможен как ручной, так и автоматический монтаж, так как контакты могут поставляться как поштучно, так и в лентах.
- Материал колодок – нейлон, он соответствует стандартам пожаробезопасности UL 94V-2 и UL 94V-0.

Электрические и эксплуатационные характеристики позволяют применять VAL-U-LOK для сигнальных и силовых цепей с величиной протекающего тока до 9 А (таблица 10).

Соединения “кабель-кабель” производятся с помощью вилок и розеток (таблица 11). Существует три вида колодок для монтажа на кабель: вилка (комплектуется штыревыми контактами), вилка с возможностью монтажа на панель (комплектуется штыревыми контактами), розетка (комплектуется гнездовыми контактами). Исполнение колодок может быть однорядным (3…5 контактов) и двухрядным (2…24 контакта). Как вилки, так и колодки имеют специальные защелки, позволяющие применять разъемы при значительных уровнях вибрации.

Однорядная трехконтактная вилка **1586101-3** имеет особую форму положения среднего контакта. Он смещен относительно остальных контактов, и, в результате подключения розетки, всегда будет замыкаться первым, а при отсоединении размыкаться последним. Эту функцию удобно использовать для первоочередного подключения общего провода или заземления.

Как было сказано выше, колодки на кабель комплектуются контактами двух типов: штыревой контакт и гнездовой контакт (таблица 12). Контакты обжимаются на провода с проводящей жилой сечением 0,129…1,31 мм² и диаметром изоляции до 3,1 мм.

Для соединения “кабель-плата” используются вилки, предназначенные для монтажа на плату (таблица 13): вилка на плату прямая, вилка на плату угловая. Максимальное количество контактов – до 24. Угловые и прямые вилки имеют исполнение с защелкой на плату, это особенно полезно в приложениях с повышенным уровнем вибрации.

Отличные электрические и эксплуатационные параметры и конструктивные достоинства позволяют применять VAL-U-LOK в самых различных приложениях, таких как:

• бытовая электроника (микроволновые печи, духовки, сушки, холодильники);
• системные блоки ПК (питающие разъемы);
• внутреннее и внешнее освещение;
• системы сигнализации (центральные и интерфейсные блоки);
• промышленные системы (электроавтоматика, приводы электродвигателей, концевики и др.);
• автомобильная электроника (сигнализации, обогреватели и др.);
• системы контроля климата (кондиционеры, обогреватели и др.).

Заключение

Разъемы серий Universal MATE-N-LOK, Mini-Universal MATE-N-LOK и VAL-U-LOK предоставляют возможность создания надежных соединений для сигнальных и питающих цепей с максимальным током 19 А, 9,5 А и 9 А соответственно. Возможны различные варианты соединений: “кабель-кабель”, “кабель-плата”, “кабель-панель”. Все соединители этих серий подходят для приложений с повышенным уровнем вибрации. Серии Universal MATE-N-LOK и Mini-Universal MATE-N-LOK включают в себя колодки и аксессуары для герметичных соединений.

Для всех соединителей производства компании TE Connectivity доступен набор технической документации, чертежей и квалифицированной техподдержки, необходимый для реализации Ваших идей.

Все компоненты, представленные в таблицах 1…13 находятся на складе КОМПЭЛ.

Литература

1. Application Specificationи. Mini-Universal MATE-N-LOK* Connectors. 114—16017, Rev L. TE Connectivity, 2011
2. Application Specification. Mini-Universal MATE-N-LOK*. Splash-Proof Sealed Connectors. 114—13089, Rev C. TE Connectivity, 2011
3. Application Specification. VAL- U-LOK* Series. Headers and Connectors. 114—13172.Rev L. TE Connectivity, 2011
4. Application Specification Universal MATE-N-LOK Connectors. 114-1010, REV P. TE Connectivity, 2007
5. Quick reference guide Mini-Universal MATE-N-LOK Connector System. TE Connectivity.
6. Quick Reference Guide. VAL-U-LOK Connector System. TE Connectivity.
7. Документация на компоненты *http://www.te.com.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: passiv.vesti@compel.ru*



Миниатюрные автоматические выключатели с тепловыми и магнитными расцепителями



Вторичные автоматические выключатели с тепловыми и магнитными расцепителями производства компании **TE Connectivity** – это широкий модельный ряд компактных решений для защиты электрических цепей различного назначения в широком диапазоне рабочих токов и напряжений. Серии **W23, 28, 31, 33, 51, 54, 57** и **58,** оснащенные тепловыми расцепителями, перекрывают диапазон рабочих токов 0,5...50 А и напряжений 32...50 VDC/125...250 VAC. Время срабатывания зависит от величины перегрузочного тока и температуры окружающей среды. Серия W33 включает одно- и двухполюсные варианты исполнения. Также часть моделей W33 и W51 оснащается подсветкой клавиши взвода для визуального контроля. Серии W23, W31 предоставляют возможность принудительного ручного расцепления, т.е., функции обычного тумблера с сохранением основной функции – защитного отключения. Серии автоматов W6 и W9, оснащенные магнитными расцепителями, перекрывают диапазон рабочих токов 0,2...50 А и напряжений 65 VDC/277 VAC/480 VAC. Включают одно- и четырех-полюсные модели. Широкий диапазон времени срабатывания позволяет подобрать автомат под задачи, связанные с допустимым временным превышением рабочего тока, например, в случае индуктивных нагрузок. Расцепители всех автоматических выключателей серий Wxx независимы, т.е., защитное расцепление контакта происходит даже если рычаг механически заблокирован, например, удерживается пальцем. Различные конструктивные исполнения и компактность позволяют подобрать автомат, наиболее органично вписывающийся во внешний вид приборной панели или устройства. Автоматические выключатели производства компании TE Connectivity на протяжении 40 лет успешно конкурируют с аналогичной продукцией других компаний-лидеров мирового рынка электроники.

Андрей Булычев (г. Москва)

ПОПУЛЯРНЫЕ, БЫСТРОРАЗЪЕМНЫЕ: СОЕДИНИТЕЛИ СИСТЕМ FASTON, FASTIN-FASTON



Модульная организация электротехнических систем *де-факто является стандартом в современной электронике.* ***Соединители системы «фастон»*** *при таком типе организации пользуются заслуженной популярностью, особенно при распределении питающих силовых цепей с минимальным количеством контактных групп. Компания* ***TE Connectivity*** *предлагает сразу два семейства подобных соединителей –* ***FASTON*** *и* ***FASTIN-FASTON****.*

Разъемные соединители характеризуются следующим набором параметров: максимально допустимый ток контактной группы, рабочее напряжение, число контактов, количество циклов сочленения, безопасность эксплуатации, усилие стыковки-расстыковки и наличие запирающего механизма. Важность последних двух характеристик объясняется необходимостью сохранять высокие эксплуатационные показатели при воздействии ударных и вибрационных нагрузок. Это актуально, например, для железнодорожного, авто-, мото- и других видов транспорта, промышленных установок, бытовых приборов и т.д.

Перед проектировщиком часто встает задача выбора унифицированного решения, обеспечивающего как применение минимального количества вспомогательных инструментов для обжима или иной фиксации соединителей, так и соответствие электромеханическим требованиям. Для нетребовательных к герметичности соединения применений при коммутации одиночных (или небольшого числа) проводников фастонные соединения – отличный выбор.

Внешний вид наиболее распространенных представителей клеммных соединителей семейства FASTON представлен на рисунке 1.

Соединительные системы FASTON и FASTIN-FASTON представляют собой одиночные ножевые клеммы или их набор, объединенный корпусом. Доступен следующий размерный ряд ножевых клемм и ответных гнездовых частей: 2,8 мм, 4,8 мм и 6,3 мм (серии **0,110”, 0,187”** и **0,250”**).

Покрытия контактов не содержат свинца и отвечают требованиям директивы RoHS о применяемых материалах; выполнены из латуни, фосфористой бронзы или стали, могут быть покрыты оловом или никелированы. Контакты из латуни или фосфористой бронзы рассчитаны на номинальный ток до 20 А; из стали и никелированные – на ток до 16 А. Допустимое сечение провода – до 2,5 мм^2. Материалом изоляционного корпуса служит полиамид, поликарбонат или полиэтилен, соответствующий группе материалов UL94V2 или UL94V0. Материал с индексом V0 является трудновоспламеняемым. Его температура горения составляет около 700°С.

Пространственная ориентация ответных частей клеммных соединителей в изолирующих корпусах исключает возможность неправильной стыковки разъемных соединителей.

Семейство соединителей, получившее название **FASTIN-FASTON,** обладает всеми преимуществами быстроразъемных клеммных соединений, но значительно расширяет область их применения за счет расположения в одном разъемном корпусе сразу нескольких клемм. Фиксирующие элементы конструкции наконечника обеспечивают надежное удержание контактов в изолирующем корпусе. Ответные гнездовые части и ножевые клеммы полностью совместимы с технологией FASTON и частично – с изделиями многих других производителей.

Соединители FASTIN-FASTON представлены рядом ножевых клемм и гнездовых наконечников шириной 2,8…6,3 мм. Подобно системе FASTON, клеммные наконечники рассчитаны на ток до 20 А и максимальное сечение провода 2,5 мм^2. В качестве основного материала используется латунь или фосфористая бронза. Изолирующий корпус изготовлен из полиамида, соответствующего стандарту UL94V2 или UL94V0.

Варианты наиболее распространенных клеммных ножевых наконечников FASTON и FASTIN-FASTON и их параметры представлены в таблице 1.

Система соединения FASTIN-FASTON показала свои преимущества для стыковок типа «провод-провод» и «провод-модуль». В результате область ее применения была расширена и на печатные узлы. Для стыковки типа «провод-плата» применяются ножевые клеммы для печатного монтажа, внешний вид и технические данные которых приведены в таблице 2.

Применение изолирующих корпусов предохраняет клеммы от механических воздействий, обеспечивает дополнительную изоляцию контактных групп от случайного замыкания, исключает неправильную коммутацию и упрощает соединение и разъединение. Внешний вид и характеристики приведены в таблицах 3 и 4.

Благодаря удобной и надежной конструкции, легкой стыковке и надежному удержанию контактов технология стыковки FASTIN-FASTON получила наибольшее распространение в автомобильной промышленности.

Большинство электрических модулей – таймеры, сетевые фильтры, контактные панели регулирующих и защит-



Рис. 1. **Внешний вид фастонных соединителей**

Таблица 1. **Популярные наконечники системы FASTON**

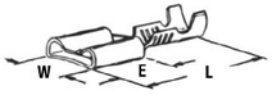
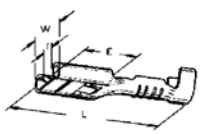
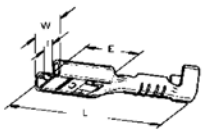
Исполнение	Сечение провода, мм²	Диаметр изоляции провода, мм	Толщина плоского наконечника, мм	Материал	Размер			Артикул
					W	L	E	
Прямые гнездовые наконечники шириной 6,3 мм серии 0,250”								
 A - стандартное исполнение				 B - с пониженным усилием стыковки - расстыковки				
A	0,5…1,5	2,3…3,3	0,8	Латунь	7,6	19,1	7,7	5-160432-3
				Луженая латунь				5-160432-4
				Никелированная сталь				6-160432-3
	1,0…2,5	3,0…4,3		Латунь				2-160256-1
				Луженая латунь				280001-9
				Никелированная сталь				4-160256-2
B	0,5…1,5	2,3…3,3		Луженая латунь				100495-2
Прямые гнездовые наконечники шириной 4,8 мм серии 0,187” (рис. см. выше)								
A	0,5…1,5	2,3…3,3	0,8	Латунь	5,6	15	6,3	6-160430-6
				Луженая латунь				5-160430-7
				Никелированная сталь				5-160430-4
	1,0…2,5	3,0…4,3		Латунь				5-160429-1
				Луженая латунь				5-160429-2
	0,5…1,5	2,3…3,3	0,5	Луженая латунь				5-160433-6
Прямые гнездовые наконечники шириной 2,8 мм серии 0,110” (рис. см. выше)								
A	0,15…0,35	0,9…1,6	0,8	Луженая латунь	3,7	14	6,3	160772-3
	0,2…0,56	2,0…3,0	0,5	Луженая латунь		15,4		150500-2
	0,3…0,5	1,3…2,0		Луженая латунь		14		5-160316-2
	0,3…0,8	1,5…2,5		Латунь		16,1		140717-1
	0,5…1,0	2,0…3,0		Луженая латунь		14		160484-4
Прямые гнездовые наконечники шириной 6,3 мм серии 0,250” с фиксирующими распорными язычками наборные								
								
A	0,5…1,0	1,4…2,3	0,8	Луженая латунь	7,4	19,2	7,8	160928-2
	0,5…1,5	2,3…3,3						5-160526-7
	0,8…2,5	3,1…4,1						42100-2
	1,0…2,5	3,4…5,1						6-160448-5
B	1,0…1,5	2,3…3,3						5-160558-2
	0,8…2,5	3,1…4,1						42281-2
	1,0…2,5	3,1…4,1						5-160446-5

Таблица 1. **Популярные наконечники системы FASTON** *(окончание)*

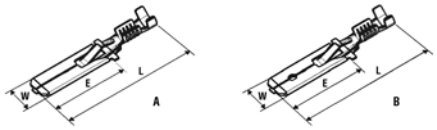
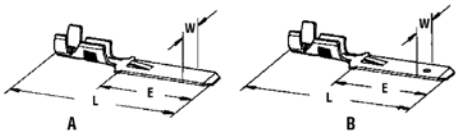
Исполнение	Сечение провода, мм²	Диаметр изоляции провода, мм	Толщина плоского наконечника, мм	Материал	Размер			Артикул
					W	L	E	
Прямые гнездовые наконечники шириной 2,8 мм серии 0,110" с фиксирующими распорными язычками наборные								
								
A	0,3…0,6	1,3…2,0	0,8	Луженая латунь	3,7	14	6,3	160173-2
	0,5…1,5	2,0…3,1						160655-2
Плоские ножевые наконечники шириной 6,3 мм серии 0,250" с фиксирующими распорными язычками наборные								
								
A	0,8…2,5	3,0…4,0	0,8	Луженая латунь	6,3	28	15,8	42098-2
B	0,3…1,0	0,9…2,3		Латунь		27		293041-1
Плоские ножевые наконечники шириной 2,8 мм серии 0,110" с фиксирующими распорными язычками наборные								
								
B	0,5…1,0	1,4…2,3	0,8	Луженая латунь	2,8	22	12,7	160887-4
	0,5…1,5	2,3…3,1			3,7	14	6,3	160743-4

Таблица 2. **Технические данные клемм FASTON для печатного монтажа**

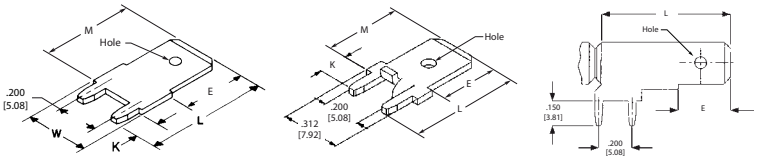
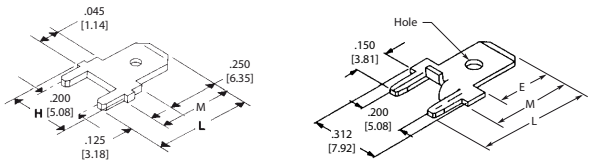
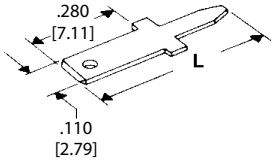
Материал	Размеры					Артикул
	W	L	K	E	M	
Ножевые клеммы серии 0,250"						
						
Олово, покрытое латунью	7,92	13,89	3,99	7,92	10,16	63986-1
	7,11	12,37	3,18	7,92	9,19	62650-1
	7,92	14,02	3,81	7,92	10,21	63862-1
	–	20,32	3,81	7,92	–	63951-1
Ножевые клеммы серии 0,187"						
						
Олово, покрытое латунью	толщина 0,81	12,37	3,18	9,19	7,11	63525-1
	толщина 0,51	12,45	3,81	6,35	8,64	63823-1
Ножевые клеммы серии 0,110"						
						
Олово, покрытое латунью	2,79	12,45	–	7,11	–	62395-1

Таблица 3. **Изолирующие корпуса для клеммных наконечников FASTIN-FASTON**

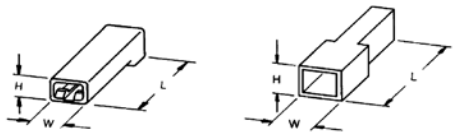
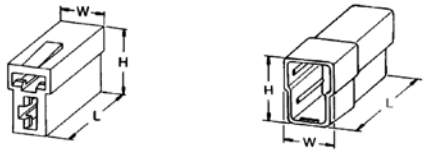
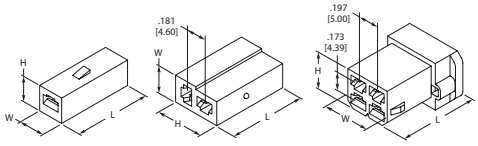
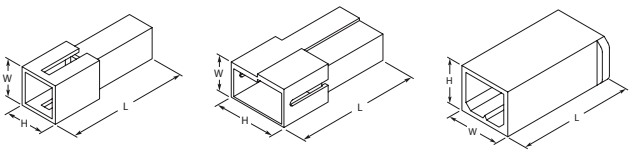
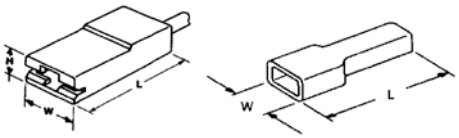
Исполнение	Кол-во контактов	Материал	Размер			Артикул
			W	L	H	
для соединения плоских ножевых клемм и их ответных частей серии 0,250” одной цепи						
						
A	1	Полиамид UL94V2	9,9	24,1	6,5	925324-2
B	1		12,5	31	9,4	180916
для соединения плоских ножевых клемм и их ответных частей серии 0,250” двух цепей						
						
C	2	Полиамид UL94V2	10,2	22,9	16,6	180907
D	2		12,7	31,5	20,1	180908
для соединения плоских ножевых клемм и их ответных частей серии 0,250” трех цепей						
						
G	3	Полиамид UL94V2	15,2	22,9	17,9	180941
E	3		15,2	31,8	19,9	180940
для соединения плоских ножевых клемм и их ответных частей серии 0,250” четырех цепей						
						
L	4	Полиамид UL94V2	23,1	24,1	15,4	180900
M	4		26,2	31,5	16,5	180901
для плоских ножевых клеммных наконечников серии 0,110”						
						
A	1	Нейлон	8,31	8,31	25,43	626062
B	2		6,71	13,11	25,43	626064
D	4		13	11	27,33	626056
для гнездовых ответных частей клеммных наконечников серии 0,110”						
						
A	1	Нейлон	5,99	5,99	18,01	626063
B	2		6,3	11,23	18,01	626065
D	4		10,74	8,74	17,98	626057

Таблица 4. **Изолирующие корпуса для клеммных наконечников FASTON**

Исполнение	Ширина клеммы, мм	Диаметр изоляции, мм	Материал	Размер			Артикул
				W	L	H	
							
A	2,8	3,2	Полиамид	5	20	5	925387-1
	4,8		Полиамид UL94V2	5,8	20	5,7	1-480417-0
				7,8	19,7	5,5	1-480435-0
				9	25,3	4,8	280232
				9,2	24,4	6	926539-1
							1-926539-7
B	6,3	2,5	Полиэтилен	9	22,5	5	2-180930-0
		3		9	21,6	5	1-925017-0

ных устройств — оснащены клеммами, совместимыми с серией FASTON. Источники питания и другие устройства с аккумуляторным резервированием — еще одна обширнейшая область применения, т.к. выводы аккумуляторных батарей также представляют собой «фастон»-соединение.

С полной номенклатурой клеммных соединителей и корпусов можно ознакомиться на официальных сайтах компаний TE Connectivity [2], и КОМПЭЛ [1]. Самые востребованные позиции являются частью нашей складской программы.

Заключение

Идеология разъемов типа «фастон» стала универсальным стандартом для производителей электрического и электронного оборудования в различных отраслях приборостроения. Надежность, доступность, удобство сервисного обслуживания и высокая ремонтопригодность изделий позволили ножевым клеммникам занять достойное место среди быстроразъемных соединительных систем. FASTON и FASTIN-FASTON производства компании TE Connectivity являются одними из самых лучших представителей этого семейства, предлагая стабильную геометрию, качество исполнения и полное соответствие заявленным техническим характеристикам.

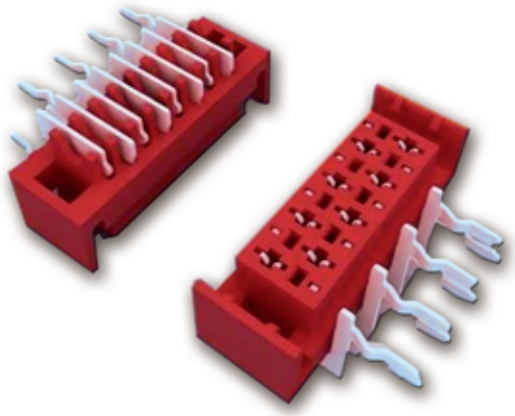
Литература

1. *www.compel.ru*
2. *www.te.com*
3. Faston Catalog 82004 Rev. 3-11, p.p. 60-68.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: passiv.vesti@compel.ru*

TE connectivity

РАЗЪЕМЫ СЕМЕЙСТВА MICRO-MATCH



- Компактные разъемы с шагом 1,27 мм
- Превосходное соотношение качество/цена
- Любой вид монтажа: от ручного до полностью автоматического
- Отсутствие эффекта фреттинг-коррозии
- Полностью луженые контакты, защищенные полиэстеровым корпусом
- Возможность использования плоского кабеля AWG28 как с одножильным, так и с многожильным проводником
- SMD-разъемы не требуют дополнительного крепления

• Более 30 вариантов разъемов семейства Micro-MaTch постоянно на складе
• Подбор разъемов под ваши потребности

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2502
Лебедев Илья
E-Mail: i.lebedev@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-94-04, доб. 4523
Бойков Алексей
E-mail: boikov.spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Андрей Булычев (г. Москва)

МАЛОГАБАРИТНЫЕ, НО СИЛОВЫЕ: ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ РЕЛЕ СЕРИИ PT



***Коммутация** и **защита цепей питания** и управления, реализация алгоритмов **релейной логики** – все это задачи для электромеханических реле с различными комбинациями контактных групп. Компания **TE Connectivity** – один из крупнейших производителей электромеханических реле для самой широкой области применений – имеет в своем ассортименте и **силовые реле,** в частности – популярную серию **PT**.*

В процессе совершенствования технологий и повышения требований к компактности, числу срабатываний и качеству контактов, электромеханические реле превратились в элегантные высокотехнологичные изделия. Устойчивость к электроэрозии и низкое сопротивление контактных пар, способность коммутировать высокие напряжения и большие токи промышленных частот и частот ВЧ-диапазона позволяют электромеханическим реле по-прежнему оставаться одним из популярнейших способов для управляемой коммутации электрических цепей.

Силовые реле характеризуются тем же набором параметров, что и сигнальные: напряжением и мощностью управляющей катушки, рабочим и максимально допустимым коммутируемым напряжением, рабочим и предельным током, предельной частотой коммутации, максимальным количеством срабатываний, электрической прочностью изоляции и т.д. Большое значение имеет набор контактных групп: нормально замкнутые (Normal Closed – NC), нормально разомкнутые (Normal Open – NO), переключающие (Change Over – CO) и их количество.

Габаритные размеры реле как показатель стали актуальными в связи с миниатюризацией электро- и радиоаппаратуры. В настоящее время многие компании-производители прикладывают значительные усилия по уменьшению габаритных размеров своих изделий при сохранении эксплуатационных характеристик.

Хорошим примером такой работы является серия PT производства компании TE Connectivity. Конструктивно реле серии PT представляют собой сменный картридж габаритами 28x22,5x29 мм. Такое решение хорошо зарекомендовало себя в отношении ремонтопригодности аппаратуры и удобства монтажа. При применении коммутационных колодок вышедшее из строя реле может быть заменено в считанные секунды и без использования инструмента. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рисунке 1.

Идентификация отказавшего реле дополнительно упрощается наличием контрольного светодиода (опция). Тестовая кнопка на корпусе позволяет замкнуть все контактные группы и, таким образом, проконтролировать дальнейшее прохождение сигнала в цепи. Опционально кнопка может быть фиксируемой, с возвратом посредством повторного нажатия. Также на корпусе реле есть небольшое поле для нанесения маркировки.

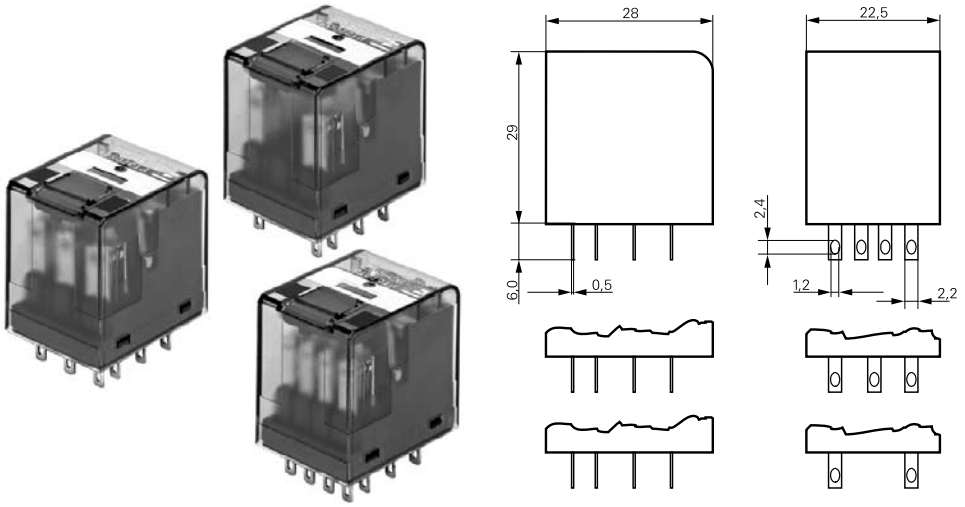


Рис. 1. **Внешний вид и габаритные размеры реле**

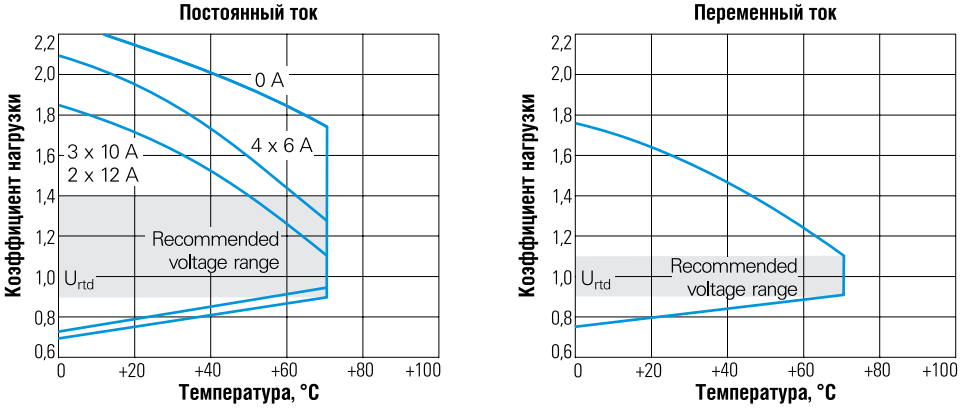


Рис. 2. **Зависимость рассеиваемой мощности от коэффициента нагрузки и температуры окружающей среды для катушки постоянного и переменного тока**

Таблица 1. **Обобщенные технические характеристики реле серии PT**

Контактные группы				
Исполнения контактных групп реле		PT2	PT3	PT5
Тип контактной группы		2 переключающих контакта	3 переключающих контакта	4 переключающих контакта
Номинальное коммутируемое напряжение, В		~240		
Максимально допустимое коммутируемое напряжение, В		~400	~400	~240
Номинальный ток контактной группы, А		12	10	6
Предельно допустимый протекающий ток контактной группы в течение 20 мс, А		24	20	12
Ток короткого замыкания нагрузки, А		300 в течение 30 мс		
Максимальная коммутируемая мощность, ВА		3000	2500	1500
Частота переключения под нагрузкой (без нагрузки), ч-1		360 (36000)		
Время срабатывания контактов, мс		15		
Минимальная рекомендуемая нагрузка на контакты		12 В при 10 мА		
Начальная электрическая прочность изоляции, В	между разомкнутыми контактами	1200	1200	1200
	между контактами и катушкой	2500	2500	2500
	между соседними контактами	2500	2500	2000
Начальное напряжение пробоя изоляции между контактами и катушкой, кВ		5 (1,2/50 мкс)		
Катушка				
Ряд номинальных напряжений катушки реле, В		6, 12, 24, 48, 60, 115, 230		
Род тока катушки реле		постоянный или переменный		
Номинальная рассеиваемая мощность, мВт		750*		
Общие параметры реле				
Рабочая температура окружающей среды, °С		-40…70		
Температура хранения, по IEC 60068-2		-40…85		
Степень защиты по IEC 61810		RTII – стойкость к воздействию агрессивных сред		
Материал контактов		AgNi (90/10), AgNi (90/10) с золочением		
Тип выводов реле		Соединитель AMP 2,8 / штыри для пайки в печатную плату		
Вес, г		30		
Термостойкость при пайке по IEC 60068-2-20		270°С в течение 10 с		
Вибростойкость нормально разомкнутых/ нормально замкнутых контактов		7g/4g		
Ударопрочность нормально разомкнутых/ нормально замкнутых контактов		20g/5g		
Механическая износостойкость реле с катушкой постоянного / переменного тока, циклов		30x106/20x106		
Монтажное расстояние между соседними реле		5 мм		

* – В исполнениях со встроенным светодиодом мощность выше на величину, потребляемую индикатором.

Таблица 2. **Наиболее востребованные со склада КОМПЭЛ модели реле серии PT**

Наименование	Конфигурация контактов	Материал контактов	Напряжение катушки
PT270024	2 CO	AgNi 90/10	24 VDC
PT570012	4 CO		12 VDC
PT570024			24 VDC
PT570220			230 VDC
PT570524			24 VAC
PT570730			230 VAC

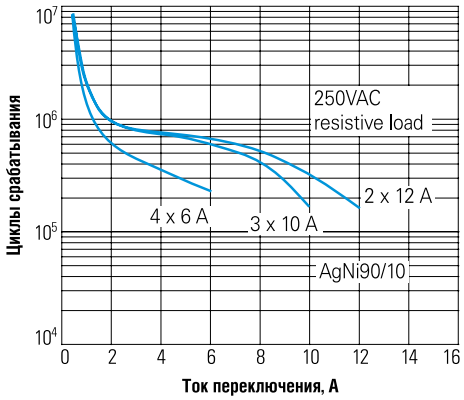


Рис. 3. **Электроэрозионная стойкость контактной системы реле**

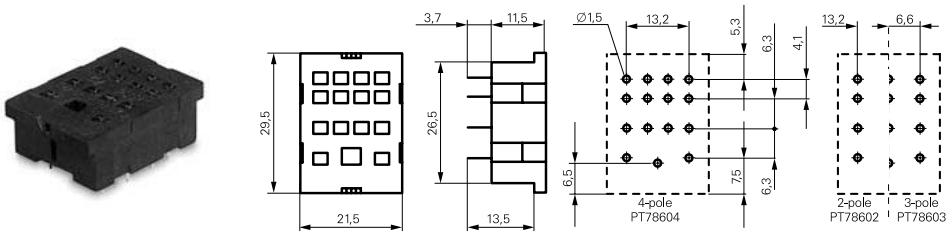


Рис. 4. **Колодка для пайки на печатную плату и разметка посадочного места**

Электрические параметры имеют большое значение для выбора реле в зависимости от условий применения. Рассматриваемая серия относится к силовым реле средней мощности, способным коммутировать нагрузку до 3000 ВА.

Обобщенные технические характеристики приведены в таблице 1.

Как любое активное сопротивление, катушка реле выделяет и способна рассеивать строго определенную мощность. Рассеивающая способность катушки во многом зависит от температуры окружающей среды. Номограммы зависимости рассеиваемой мощности от температуры окружающей среды и коэффициента нагрузки катушки для постоянного и переменного тока приведены на рисунке 2.

Коэффициентом нагрузки для обеих диаграмм (Кн) является отношение действующего напряжения, приложенного к катушке реле, к рекомендуемому номинальному значению. Как видно из диаграмм, с ростом коэффициента нагрузки и температуры допустимая рассеиваемая мощность катушки реле снижается. Кривые 2x12 А, 3x 10 А, 4x6 А характеризуют максимальную мощность контактов реле, а 0 А – холостую работу (без нагрузки на контактные группы).

Важным параметром является минимальная рекомендуемая нагрузка на контакты. Данное требование актуально, когда одна из контактных групп силового реле используется для коммутации информационного сигнала – подтверждения срабатывания реле. Это бывает необходимо, когда система управления питается от одного источника питания, а силовая часть, содержащая реле, от другого. В этом случае важно учесть падение напряжения на контактной группе. При малых значениях напряжения переходное сопротивление контактов может оказаться достаточно большим и внесет значительное затухание в информационный сигнал. Реле с позолоченными контактами позволяют решить не только эту проблему, но и добиться минимальных потерь при коммутации

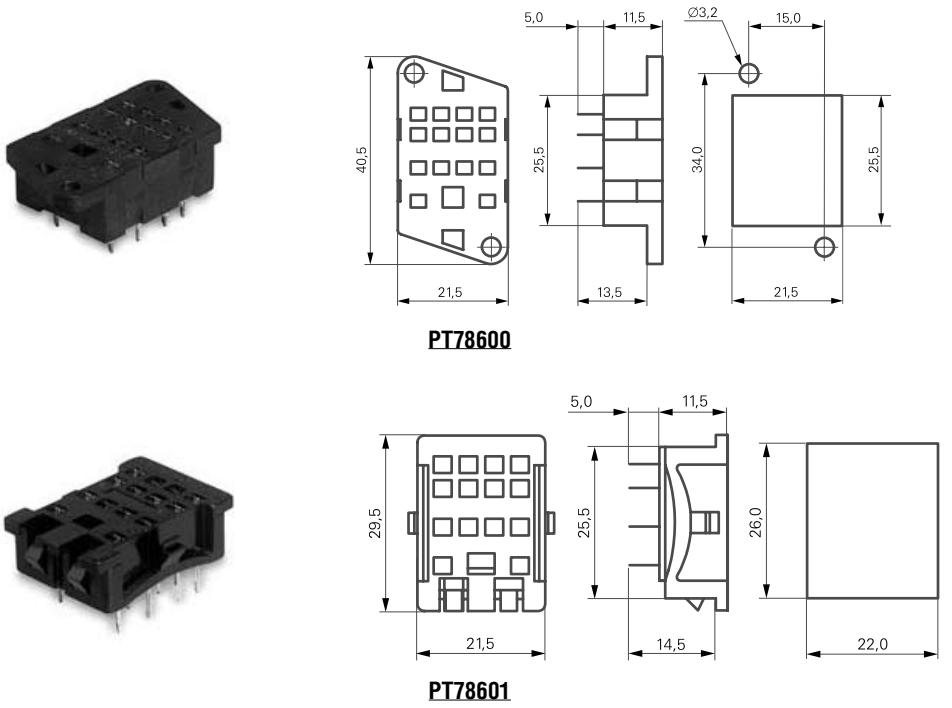


Рис. 5. **Габаритные размеры посадочного места на панели и внешний вид колодки для реле серии PT**

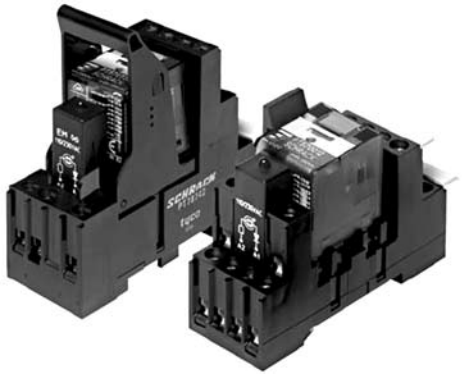


Рис. 6. **Варианты колодок реле для установки на DIN-рейку**

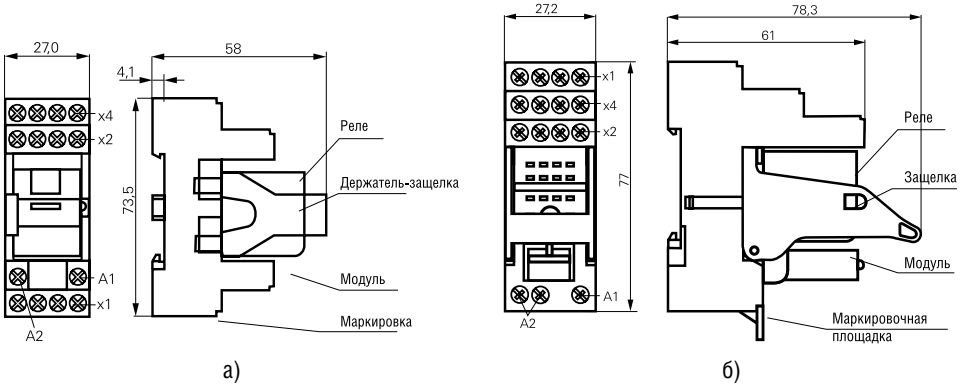


Рис. 7. **Габаритные размеры держателей реле PT 78 720/PT 78 730/PT 78740 (а) и PT 78 722/PT 78 742 (б) для установки на DIN-рейку**

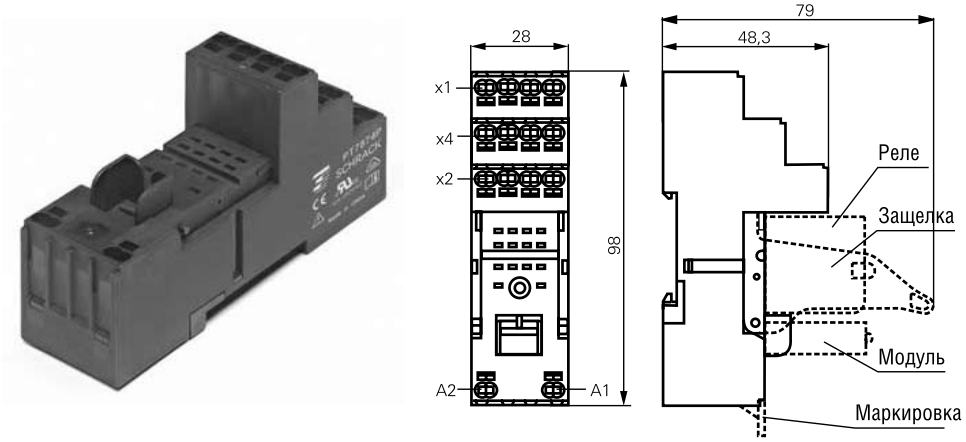


Рис. 8. **Держатель реле с подпружиненными контактами**



Рис. 9. **Дополнительные модули индикации и защиты для колодок реле серии PT**

за счет неокисляемого стойкого к электроэрозии позолоченного покрытия контактной группы.

Напряжение на катушке реле может варьироваться в пределах 90…110% от номинального значения.

Эксплуатационные показатели реле соответствуют стандартам IEC 61810, UL508 и EN 60947-4-1.

Высокая износостойкость контактов, широкий диапазон коммутируемых токов и низкое контактное сопротивление обеспечиваются применением высококачественных материалов и защитных покрытий.

Электрическая стойкость контактов реле приведена на рисунке 3.

Не стоит забывать, что нельзя использовать параллельное включение контактных групп реле: точность сборки не обеспечивает абсолютно синхронного срабатывания всех контактов, следовательно, к какой-то контактной группе на короткое время будет приложена вся коммутируемая мощность. Важно правильно выбрать реле, исходя из параметров электрической цепи. Параметрический каталог на сайте КОМПЭЛ позволяет значительно упростить эту задачу – достаточно задать требования к реле.

Следует отметить, что в промышленной автоматике наиболее часто применяются реле с катушками, номинальным напряжением 12/24 В постоянного тока и 24/230 В переменного тока. Эти позиции оперативно поддерживаются на складе КОМПЭЛ в достаточном количестве для быстрой комплектации в соответствии с потребностями заказчика и приведены в таблице 2.

Преимуществом реле PT, по сравнению с другими сериями, является их высокая унификация. Серия представлена рядом аксессуаров, позволяющих значительно повысить удобство, скорость монтажа и ремонтопригодность оборудования. Разнообразие аксессуаров включает в себя колодки на печатную плату и DIN-рейку, дополнительные модули индикации и защиты, защелки и т.д.

Все малогабаритные силовые реле серии PT могут быть установлены в колодки, предназначенные для пайки на печатную плату. Это значительно расширяет область применения реле и позволяет повысить коммутируемую мощность в требуемом конструктиве устройства.

Внешний вид колодок для пайки на печатную плату приведен на рисунке 4.

Реле также могут крепиться на конструктив типа «панель». В этом случае колодки устанавливаются в вырезы панели. Габаритные размеры посадочного места и внешний вид колодки приведены на рисунке 5.

Варианты колодок реле для установки на DIN-рейку приведены на рисунке 6.

Габаритные и установочные размеры колодок показаны на рисунке 7.

Доступны колодки с подпружиненными контактами (рисунок 8).

Все колодки для установки на DIN-рейку допускают использование дополнительных модулей, обеспечивающих визуальный контроль функционирования реле и защиту катушки от напряжения самоиндукции. Модули индикации имеют различное свечение и напряжение питания для соответствия выбранному питанию катушки. Защитные модули представлены RC-цепочками, варисторами и защитными диодами и также выбираются исходя из типа питающего напряжения. Внешний вид дополнительных модулей приведен на рисунке 9.

Реле серии PT могут поставляться в виде уже скомплектованных наборов с различным числом контактных групп и аксессуаров.

Заключение

Миниатюрные электромагнитные силовые реле серии PT – это простое и надежное решение для коммутации электрических цепей силового оборудования и построения систем релейной автоматики. Невысокая цена и постоянное наличие востребованных позиций на складе КОМПЭЛ – залог успешности серии PT на российском рынке промышленной автоматики и системотехники.

Литература

1. *www.te.com*
2. *www.compel.ru*
3. TE Connectivity Relay Products – General Purpose Relays – Industrial Relays 04/2011 rev.0411
4. Tyco Electronics General Purpose Relay – Relay Package PT – Datasheet 10/2009 rev. IJ1
5. Tyco Electronics General Purpose Relay – Accessories Miniature Relay PT – Datasheet 11/2010 rev. JK1.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: passiv.vesti@compel.ru



Алексей Попов, Сергей Попов (г. Воронеж)

СИЛОВЫЕ РЕЗИСТОРЫ В АЛЮМИНИЕВОМ КОРПУСЕ СЕРИИ HS. КАЧЕСТВО, ПРОВЕРЕННОЕ ВРЕМЕНЕМ

***Силовые резисторы** – неотъемлемая часть силовых цепей, от качества и надежности которой зависит не только работа приборов силовой электроники, но и безопасность жизни людей. Компания **TE Connectivity** предлагает силовые резисторы серии **HS** в алюминиевом корпусе. Серия HS – отличное решение, сочетающее в себе качество, надежность и превосходные технические характеристики.*

Резисторы мощностью до нескольких кВт выпускаются серийно, для широкого применения, в то время как более мощные приборы, как правило, изготавливаются на заказ. В энергетике силовые резисторы (СР) применяются в коммутационной и защитной аппаратуре, обеспечивая демпфирование переходных процессов при штатных и аварийных переключениях в энергосистемах. Это приводит к снижению токов коротких замыканий, коммутационных токов и перенапряжений, скорости нарастания восстанавливающихся напряжений, повышению динамической устойчивости систем электроснабжения [1] и, в конечном итоге, значительно улучшает характеристики и уменьшает стоимость основного оборудования (силовых трансформаторов, автоматических выключателей и т.д.), а также повышает безопасность [2, 3]. СР нашли очень широкое применение в электроприводах постоянного и переменного тока (в тормозных резисторах, резисторах гашения возбуждения синхронных машин, наборах пусковых резисторов для ступенчатого регулирования тока и момента двигателей постоянного тока, резисторах для регулирования механических характеристик асинхронных двигателей с фазным ротором, резисторах для уменьшения просадки напряжения в маломощных электросетях при прямом пуске асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором), в машиностроении (особенно транспортном), в автономных системах электроснабжения (в качестве нагрузки для проверки технического состояния генераторов и аккумуляторов) [4,5].

Характерные задачи, решаемые с помощью СР в составе частотно-регулируемого электропривода (используется стандартная структура преобразователя частоты с промежуточной шиной постоянного тока), показаны на рисунке 1 [4].

Рассмотрим классы применения СР.

Фильтровые резисторы используются в составе RC-цепочек для уменьшения высокочастотных помех на шинах переменного тока. Возможно также их применение совместно с LC-цепями, настроенными на выделение токов определенных (нежелательных) гармоник сетевой частоты, генерируемых в процессе работы электропривода. При этом фильтровые резисторы поглощают и рассеивают мощность этих гармоник в [5, 6]. Фильтровые резисторы выбирают по допустимой средней мощности (импульсные перегрузки этих СР сравнительно невелики и обычно вполне достаточно стандартной перегрузочной способности «пятикратная мощность в течение пяти секунд»).

Резисторы для ограничения перенапряжений и разряда емкостей на шинах переменного тока «crowbar» служат для подавления кратковременных и длительных перенапряжений на шинах переменного тока [4, 5, 6]. СР «soft crowbar» ограничивают перенапряжения во время переходных процессов. Если же имеется длительное превышение напряжения, шина отключается от сети автоматическим выключателем (или контактором) и затем СР «hard crowbar» разряжает емкость шины до безопасного уровня напряжения [4, 5]. СР «crowbar» должны выдерживать значительные импульсные напряжения (между выводами СР), иметь высокую электрическую прочность изоляции и большую допустимую энергию, поглощаемую на интервалах времени порядка десятков мкс…единиц мс. При этом средняя мощность рассеивания может быть сравнительно невелика [4, 5]. Она определяется интенсивностью протекания переходных процессов, величиной емкостей на шинах и требуемым временем снижения напряжений до безопасных значений.

Резисторы для ограничения пускового тока входного выпрямителя и резисторы для первоначального заряда фильтрового (накопительного) конденсатора на шине постоянного тока имеют сходное назначение: обеспечивают приемлемую, безопасную величину тока через вентили входного выпрямителя и накопительный конденсатор при подключении преобразователя к питающей сети, а также демпфируют этот процесс [4]. После завершения заряда конденсатора, резисторы шунтируются замыкающимися контактами. Эти СР могут иметь весьма небольшую допустимую среднюю мощность, но должны надежно поглощать значительную энергию (примерно равную энергии заряжаемого конденсатора на шинах постоянного тока $0{,}5*C_{накопит}*(U_{пост\ макс})^2$) в течение короткого времени порядка единиц…десятков мс.

Резистор для разряда накопительного конденсатора подключается параллельно конденсатору для обеспечения безопасности[4]. После отключения преобразователя от питающей сети, этот СР обеспечивает гарантированное снижение напряжения на шине постоянного тока до безопасного значения в течение нормированного (не большого) интервала времени. Этот СР проектируется по средней мощности рассеивания $P_{средн} = (U_{пост\ макс})^2/R_{разр}$. В свою очередь $R_{разр}$ выбирается достаточно малой величины для получения приемлемого времени разряда конденсатора. При большой емкости конденсатора требуется разрядный СР значительной мощности.

Токоизмерительный резистор $R_{изм}$ служит для контроля и измерения тока в силовой цепи по величине падения напряжения: $I = U_{изм}/R_{изм}$. Этот СР должен иметь весьма малое номинальное сопротивление (номинальное падение напряжения на $R_{изм}$ порядка нескольких десятков мВ), высокую начальную точность и стабильность при изменении внешних условий и в течение срока службы преобразователя, а также небольшую величину паразитной индуктивности резистора. Более подробно вопросы применения токоизмерительных

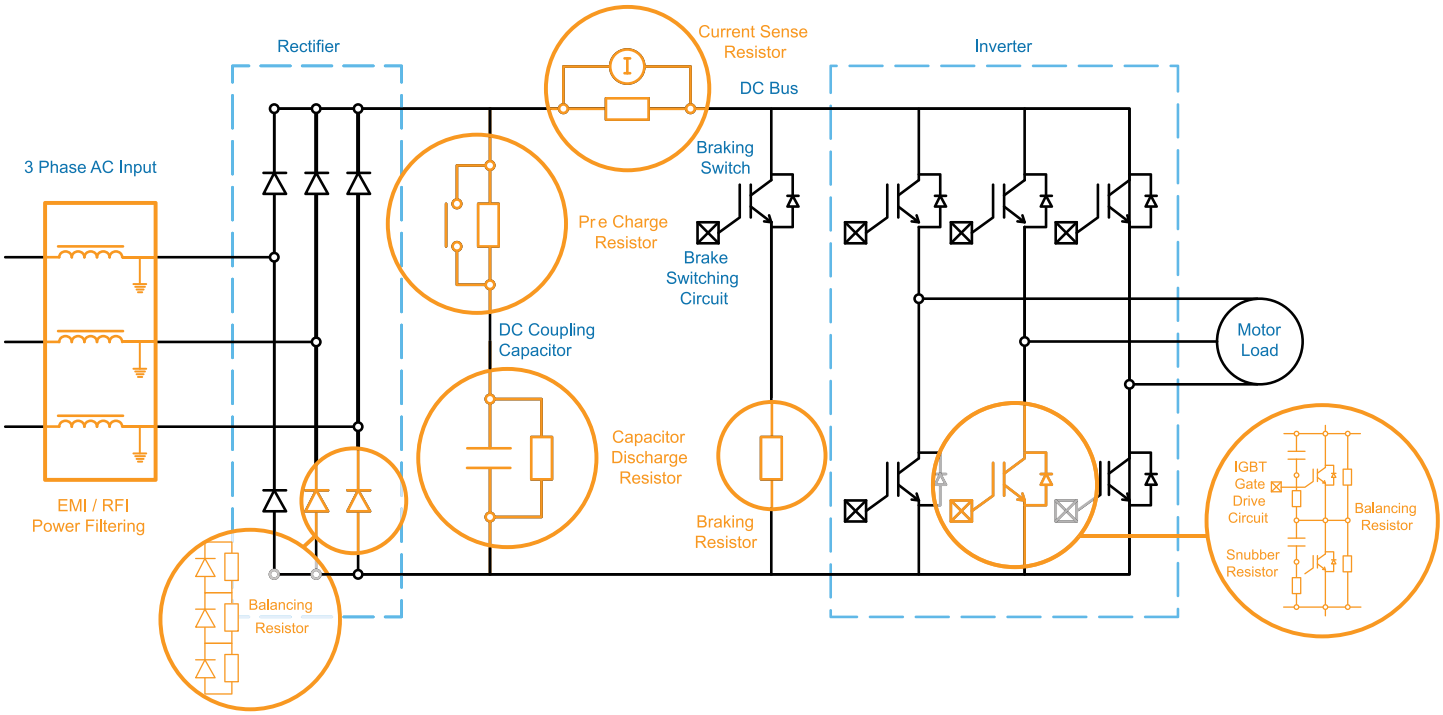


Рис. 1. **Применение СР в частотно-регулируемом электроприводе**

резисторов в силовых преобразователях рассмотрены в статье [7].

Тормозной резистор служит для поглощения кинетической энергии электропривода при необходимости его быстрого торможения. Соответственно, наиболее важным требованием к этому СР является большая допустимая энергия, поглощаемая на интервале торможения (обычно порядка единиц…десятков с). Если торможения привода происходят достаточно часто и с большим изменением скорости, то тормозной СР должен быть способен рассеивать значительную среднюю мощность. Стандартное соотношение ($P_{имп\ торм}/P_{средн}$) для тормозных СР равно 10 [5].

Балансные резисторы служат для выравнивания распределения напряжения между несколькими последовательно соединенными однотипными силовыми компонентами преобразователя (вентилями или конденсаторами). Последовательное соединение применяется, если величина допустимого напряжения одного компонента не достаточна для его надежной работы в составе преобразователя, а применить более высоковольтный тип технически невозможно или экономически нецелесообразно. Балансные СР отличаются сравнительно большой величиной сопротивления (единицы…десятки кОм) и должны иметь хорошую точность и стабильность. При этом требования по средней и импульсной мощности этих СР сравнительно невысокие.

Снабберные резисторы предназначены для ограничения выбросов напряжения и демпфирования высокочастотных колебаний, возникающих при коммутациях силовых ключей в составе преобразователей [4, 6, 8]. Имеется несколько характерных схем применения снабберных СР, обычно совместно с конденсаторами [8]. По величине сопротивления требования к этим СР могут варьироваться в очень широком диапазоне – доли Ом…десятки кОм. Но во всех случаях они должны иметь очень большую допустимую импульсную мощность (при длительности импульсов сотни наносекунд…десятки микросекунд), предельно малую паразитную индуктивность и рассеивать значительную среднюю мощность.

Одним из лидеров среди производителей СР является компания **TE Connectivity,** более полувека выпускающая СР с торговой маркой **CGS.** Она располагает одним из наиболее широких наборов конструктивных и технологических решений СР, позволяющих производить низко- и высокоомные СР с различными величинами по начальной точности сопротивления, температурному коэффициенту и стабильности, с малой паразитной индуктивностью и различными вариантами корпусирования и монтажа [9]. Стандартные СР выпускаются на номинальную мощность до 2200 Вт и с напряжением изоляции до 12 кВ. В конструкции СР TE-Connectivity используются только лучшие материалы, что гарантирует их качество, надежность и долговечность. Эти СР массово поставляются на автомобильное производство, используются в инверторах на электровозах, в снабберных цепях тиристоров в энергосистемах и в качестве тормозных резисторов в мощных электроприводах [9]. Показательно, что их можно без ограничений применять в электрооборудовании лифтов и эскалаторов, а также на железнодорожном транспорте, т.е. они полностью соответствуют требованиям к системам, критическим по безопасности большого количества людей [4].

Среди всего многообразия стандартных СР, наиболее сбалансированные характеристики имеют резисторы в алюминиевом корпусе. В таблице 1 представлены основные серии СР в алюминиевом корпусе, выпускаемые TE Connectivity [9, 10].

Исполнение резисторов серии **HSC300** с жидкостным охлаждением позволяет удвоить их номинальную мощность (серия **HS600**).

Резисторы серий **HSA5…HSA75** полностью заменяют более раннюю разработку (серии **THS10…THS75**).

Серии резисторов **HSX25** и **HSX50** являются модификацией серий **KHSA25** и **KHSA50** с увеличенным значением длины пути по поверхности изоляторов выводов (до 10 мм). Они предназначены для работы в условиях повышенной загрязненности.

Сопротивление изоляции резисторов не менее 10 ГОм, а сразу после испытаний на влагостойкость – не менее 1 ГОм.

Резисторы стандартного исполнения выпускаются с допуском на отклонение величины сопротивления резистивного элемента от номинального значения ±5%. На заказ возможна поставка резисторов с допуском ±0,25%, ±0,5%, ±2%, ±3% и ±10%.

Температурный коэффициент сопротивления резисторов не более $\pm 30 * 10^{-6}/°C$

Таблица 1. **Стандартные СР в алюминиевом корпусе производства TE Connectivity**

Наименование	$P_{ном}$, Вт[1]	Стандартный теплоотвод,		Мощность без радиатора, Вт	Диапазон значений сопротивления	$U_{раб\ макс}$, В[2]	$U_{изол}$, В[3]	Стабильность, %[4]
		S, кв. см	H, мм					
HSA5	10	415	1	5,5	10 мОм…10 кОм	160	1400	1
HSA10	16	415	1	8	10 мОм…15 кОм	265	1400	1
HSA25	25	535	1	12,5	10 мОм…36 кОм	550	2500	1
KHSA25	25	535	1	12,5	10 мОм…36 кОм	550	3500	2
HSA50	50	535	1	20	10 мОм…100 кОм	1250	2500	1
KHSA50	50	535	1	25	10 мОм…100 кОм	1250	3500	2
HSC75	75	995	3	45	50 мОм…50 кОм	1400	5000	2
HSC100	100	995	3	50	50 мОм…100 кОм	1900	5000	2
HSC150	150	995	3	55	0,1 Ом…100 кОм	2500	5000	2
HSC200	200	3750	3	50	0,1 Ом…50 кОм	1900	5600	3
HSC250	250	4765	3	60	0,1 Ом…68 кОм	2200	5600	3
HSC300	300	5780	3	75	0,1 Ом…82 кОм	2500	5600	3

[1] — Номинальная мощность резисторов (в продолжительном режиме работы) со стандартным теплоотводом (нормируется эффективная площадь S и толщина теплоотвода H) без обдува. Применение радиаторов с меньшим тепловым сопротивлением, чем у стандартного теплоотвода, возможно и целесообразно (рекомендуется), что улучшает характеристики резисторов (главным образом надежность и стабильность), но, в любом случае, не следует превышать номинальную мощность. Также рекомендуется использование теплопроводящей пасты (компаунда) для уменьшения теплового сопротивления между корпусом резистора и радиатором, что особенно эффективно для резисторов большой мощности.

[2] —Максимально допустимое напряжение между выводами резистора (постоянное или действующее значение для переменного тока).

[3] — Максимально допустимое напряжение между выводами резистора и его корпусом (пиковое значение переменного напряжения).

[4] — Предельное значение возможного изменения сопротивления резистора за 1000 часов работы с номинальной нагрузкой. Если уменьшить нагрузку до 0,7*Рном, можно снизить скорость старения вдвое. Если уменьшить нагрузку до 0,5*Рном — скорость старения уменьшится в четыре раза.

(для резисторов с сопротивлением менее 100 Ом — не более $\pm 50*10^{-6}/°C$).

Резисторы имеют достаточно малые паразитные параметры — последовательную индуктивность и параллельную емкость. Например, резистор сопротивлением 44 Ом имеет индуктивность не более 3,8 мкГн и емкость 130 пФ. На заказ возможно изготовление резисторов с особенно малой величиной последовательной индуктивности (в обозначении серий добавляется префикс **N (NHS…)**).

СР производства компании TE Connectivity способны рассеивать большую мощность в продолжительном режиме работы при малых размерах и сравнительно невысокой температуре корпуса. Допустимая импульсная мощность этих СР при длительности перегрузки порядка единиц секунд $P_{имп} = P_{ном}*(25*c/t_{имп})$. Величины допустимой энергии, которую СР способны утилизировать на коротком интервале времени (микросекунды…единицы миллисекунд), сильно различаются для разных серий СР, а также — в зависимости от величины их сопротивления. В общем случае, наибольшую допустимую энергию имеют резисторы с сопротивлением менее 100 мОм, поскольку они наматываются самой толстой проволокой или шинкой, что дает большой объем резистивного элемента. В зависимости от серии СР (номинальной мощности), допустимая энергия низкоомных резисторов в коротком импульсе составляет 40 Дж (**HSA5, HSA10, THS10, THS15**)…320 Дж (**HSC100…HSC300, HSX50, KHSA50**). Напротив, сравнительно высокоомные СР, резистивный элемент которых изготавливается из очень тонкой проволоки, имеют весьма малую допустимую величину поглощаемой энергии короткого импульса. Особенно это относится к сравнительно маломощным сериям СР (**HSA5…HSA25**), у которых она меньше 1 Дж при сопротивлениях более 100 Ом. Для применений, требующих большой допустимой энергии СР одновременно с повышенным значением сопротивления, наиболее интересна серия **HSC250:** величина допустимой энергии не опускается ниже 100 Дж в диапазоне сопротивлений 100 мОм…5 кОм, а в диапазоне 200 мОм…25 Ом она больше 1000 Дж. Впрочем, и другие серии СР HS выглядят в этом отношении сравнительно неплохо. Для диапазона сопротивлений свыше 10 кОм наибольшую допустимую энергию, утилизируемую в коротком импульсе, обеспечивают СР серий **HS600, HSC300, HSX50, KHSA50** [10].

Отличные технические характеристики, надежность и качество СР в алюминиевом корпусе производства компании TE Connectivity обеспечивают их широкое применение. Из рассмотренных выше классов применения СР в составе частотно регулируемого электропривода, эти резисторы используются практически везде, разве что кроме задачи измерения тока [10]. Они выделяются очень высокой удельной мощностью, работоспособностью при жестких внешних воздействиях, стойкостью к перегрузкам и циклическим нагрузкам [9].

Литература

1. Врублевский Л.Е. и др. Силовые резисторы/Врублевский Л.Е., Зайцев Ю.В., Тихонов А.И.//Энергоатомиздат, 1991, 256 с.
2. Шейко П. Трансформаторы высокого напряжения. Повреждения вследствие коммутационных перенапряжений//Новости электротехники, №1 (79), 2013.
3. Титенков С. Четыре режима заземления нейтроли в сетях 6-35 кВ. Изолированную нейтраль объявим вне закона//Новости электротехники, №5 (23), 2003.
4. Power filtering and resistive solutions for elevators and escalators. Resistive solutions for railway applications. Literature No.4-1773460-6. TE-Connectivity, 2011.
5. Материалы (сайта) фирмы Cressal Resistors.
6. Энергетическая электроника: Справочное пособие: Пер. с нем./Под ред. Лабунцова В.А.//Энергоатомиздат, 1987, 464 с.
7. Савельев А. Резисторы для силовой электроники//Силовая электроника, №1, 2005, с. 4-7.
8. Уильямс Б. Силовая электроника: приборы, применение, управление. Справочное пособие: Пер. с англ.// Энергоатомиздат, 1993, 240 с.
9. Passive components. Resistor catalogue. Literature No.4-1773442-9. TE-Connectivity, 2006.
10. Aluminium housed power resistors. Type HS series. Literature No.1773035. TE-Connectivity, 2011.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: passiv.vesti@compel.ru

Андрей Булычев (г. Москва)

УБИРАЕМ ПОМЕХИ: ПРОМЫШЛЕННЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ОДНО- И ТРЕХФАЗНЫХ СЕТЕЙ



*Проблема **электромагнитных и радиочастотных помех** возникла одновременно с развитием электротехники и, в особенности, радиопередающей аппаратуры. С ростом мощностей промышленного оборудования и одновременным снижением напряжений в питающих и сигнальных цепях контрольно-измерительных приборов и систем управления проблема подавления помех становится все более острой. Решение – линейка **фильтров** от **TE Connectivity**.*

Импульсные источники питания, тиристорные регуляторы, коммутаторы, мощные радиопередатчики, электродвигатели, подстанции, любые электроразряды вблизи линии электропередач (молнии, сварочные аппараты, и т.д.) генерируют узкополосные и широкополосные помехи различной природы и спектрального состава. Это затрудняет функционирование слаботочной чувствительной аппаратуры, вносит искажения в результаты измерений, вызывает сбои и даже выход из строя как узлов приборов, так и целых комплексов оборудования.

По характеру возникновения помехи подразделяют на противофазные и синфазные. Первые образуются как паразитное напряжение между прямым и обратным проводами сети. Они возникают, например, при большой паразитной емкости между полупроводниковым элементом и землей и при быстрых изменениях сигнала с большой амплитудой напряжения. Ток противофазной помехи в сигнальных проводах совпадает по направлению с током полезного сигнала. Напряжение синфазной помехи возникает как разность потенциалов между фазным проводом, обратным проводом (так называемая масса или нейтральный провод) и землей (корпус прибора, радиатор и т.п.). Ток синфазной помехи имеет одинаковое направление в прямом и обратном проводах сети.

В симметричных электрических цепях (незаземленные цепи и цепи с заземленной средней точкой) противофазная помеха проявляется в виде симметричных напряжений (на нагрузке) и называется симметричной, в иностранной литературе она называется «помехой дифференциального типа» (differential mode interference). Синфазная помеха в симметричной цепи называется асимметричной или «помехой общего типа» (common mode interference).

Симметричные помехи в линии обычно преобладают на частотах до нескольких сотен кГц. На частотах же выше 1 МГц преобладают асимметричные помехи.



Рис. 1. **Внешний вид фильтров серии B**

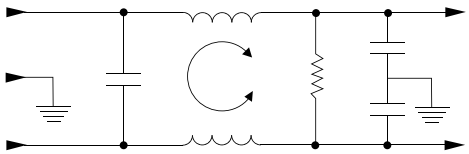


Рис. 2. **Электрическая схема фильтра серии B**

Таблица 1. **Основные технические характеристики сетевых фильтров серии B**

Наименование	Максимальный ток утечки, мА		Рабочий диапазон частот, МГц	Электрическая прочность изоляции (в течение 1 минуты), В		Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
	~120 В 60 Гц	~250 В 50 Гц		«проводник-корпус»	«проводник-проводник»		
VB	0,4	0,7	0,1…30	2250	1450	~250	1…30
EB	0,21	0,36					

Таблица 2. **Основные технические характеристики сетевых фильтров серии T**

Наименование	Максимальный ток утечки, мА		Рабочий диапазон частот, МГц	Электрическая прочность изоляции (в течение 1 минуты), В		Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
	~120 В 60 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)	~250 В 50 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)		«проводник-корпус»	«проводник-проводник»		
ET	0,3	0,5	0,01…30	2250	1450	~250	3…20
VT	0,75 (1,2)	1,2 (2,0)					

Таблица 3. **Основные электрические параметры сетевых фильтров серии K**

Наименование	Максимальный ток утечки, мА		Рабочий диапазон частот, МГц	Электрическая прочность изоляции (в течение 1 минуты), В		Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
	~120 В 60 Гц	~250 В 50 Гц		«проводник-корпус»	«проводник-проводник»		
VK	0,5	1,0	0,1…30	2250	1450	~250	1…60
EK	0,21	0,36					

Таблица 4. **Основные электрические параметры сетевых фильтров серии EMC**

Номинальные токи фильтра, А	Максимальный ток утечки, мА		Рабочий диапазон частот, МГц	Электрическая прочность изоляции (в течение 1 минуты), В		Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
	~120 В 60 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)	~250 В 50 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)		«проводник-корпус»	«проводник-проводник»		
3; 6; 10	0,21	0,43	0,1…30	2250	1450	~250	3…30
15; 20; 30	0,73	1,52					

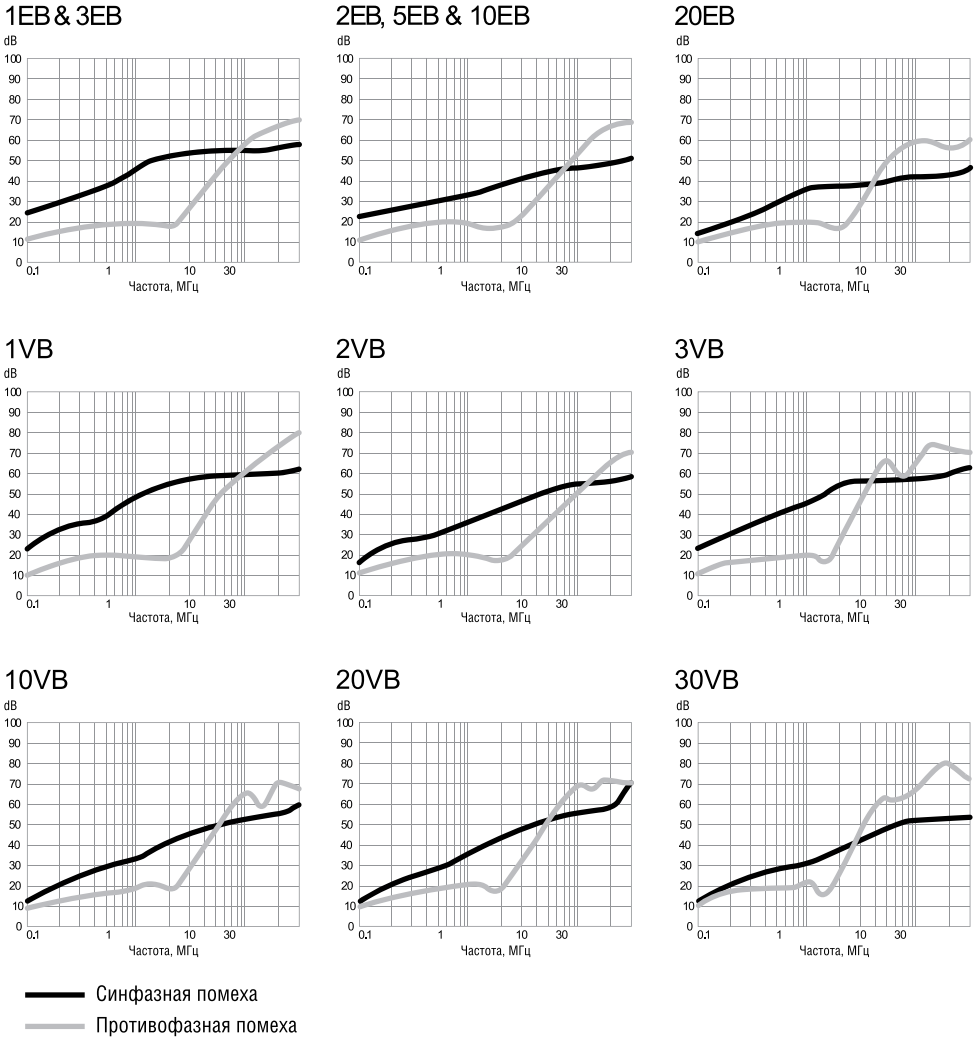


Рис. 3. **Ослабление сигнала помехи фильтрами серии B**



Рис. 4. **Внешний вид фильтра серии T**

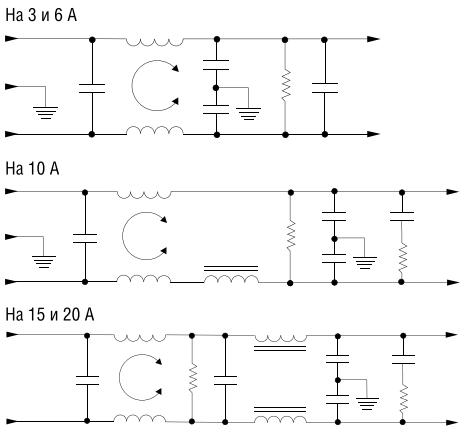


Рис. 5. **Электрическая схема фильтра серии T**

Довольно простым случаем являются узкополосные помехи, устранение которых сводится к фильтрации основной (несущей) частоты помехи и ее гармоник. Гораздо более сложный случай — высокочастотные импульсные помехи, спектр которых занимает диапазон до десятков МГц. Борьба с такими помехами представляет собой довольно сложную задачу.

Устранить сильные комплексные помехи поможет только системный подход, включающий в себя перечень мер по подавлению нежелательных составляющих питающего напряжения и сигнальных цепей: экранирование, заземление, правильный монтаж питающих и сигнальных линий и, конечно же, фильтрацию. Огромное количество фильтрующих устройств различных конструкций, добротности, области применения и т.д. выпускаются и используются во всем мире.

В зависимости от типа помех и области применения, различаются и кон-

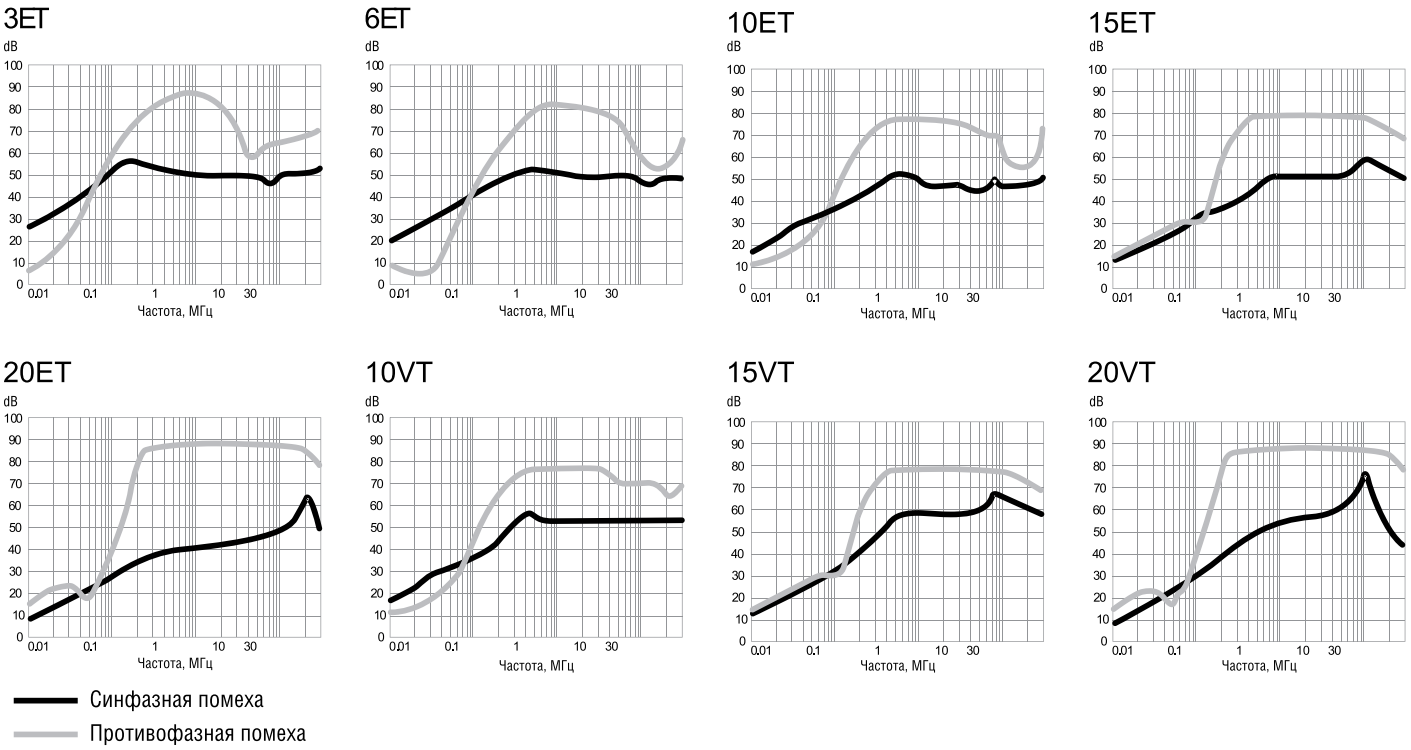


Рис. 6. **Ослабление сигнала помехи фильтрами серии T**

Таблица 5. **Основные электрические параметры сетевых фильтров серии EDP**

Максимальный ток утечки, мА		Рабочий диапазон частот, МГц	Электрическая прочность изоляции (в течение 1 минуты), В		Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
~120 В 60 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)	~250 В 50 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)		«проводник-корпус»	«проводник-проводник»		
0,22	0,38	0,1…30	2250	1450	~250	1…10

Таблица 6. **Основные электрические параметры сетевых фильтров серии FC**

Тип фильтра	Максимальный ток утечки, мА		Рабочий диапазон частот, МГц	Электрическая прочность изоляции (в течение 1 минуты), В		Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
	~120 В 60 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)	~250 В 50 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)		«проводник-корпус»	«проводник-проводник»		
Без индекса	3,80	6,70	0,01…30	2250	1450	~250	6…50
Индекс B	3,90	7,00					

струкции фильтров. Но, как правило, устройство представляет собой комбинацию LC-цепей, образующих фильтрующие каскады и фильтры П-типа.

Важной характеристикой сетевого фильтра является максимальный ток утечки. В силовых приложениях этот ток может достигать опасной для че-



Рис. 7. **Внешний вид сетевых фильтров серии K**

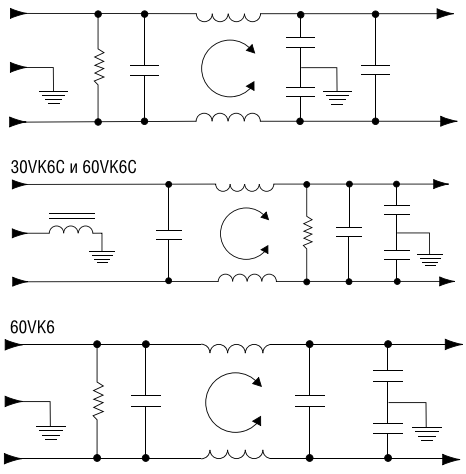


Рис. 8. **Электрическая схема фильтра серии K**

Таблица 7. **Основные технические характеристики сетевых фильтров серии AYO**

Номинальные токи фильтра, А	Максимальный ток утечки, мА		Рабочий диапазон частот, МГц	Электрическая прочность изоляции (в течение 1 минуты), В		Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
	~120 В 60 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)	~250 В 50 Гц для токов 3; 6; 10 А (15; 20 А)		«проводник-корпус»	«проводник-проводник»		
3; 6; 10	2,00	3,00	0,1…30	1500	1450	~440	3…20
20	3,50	5,50					

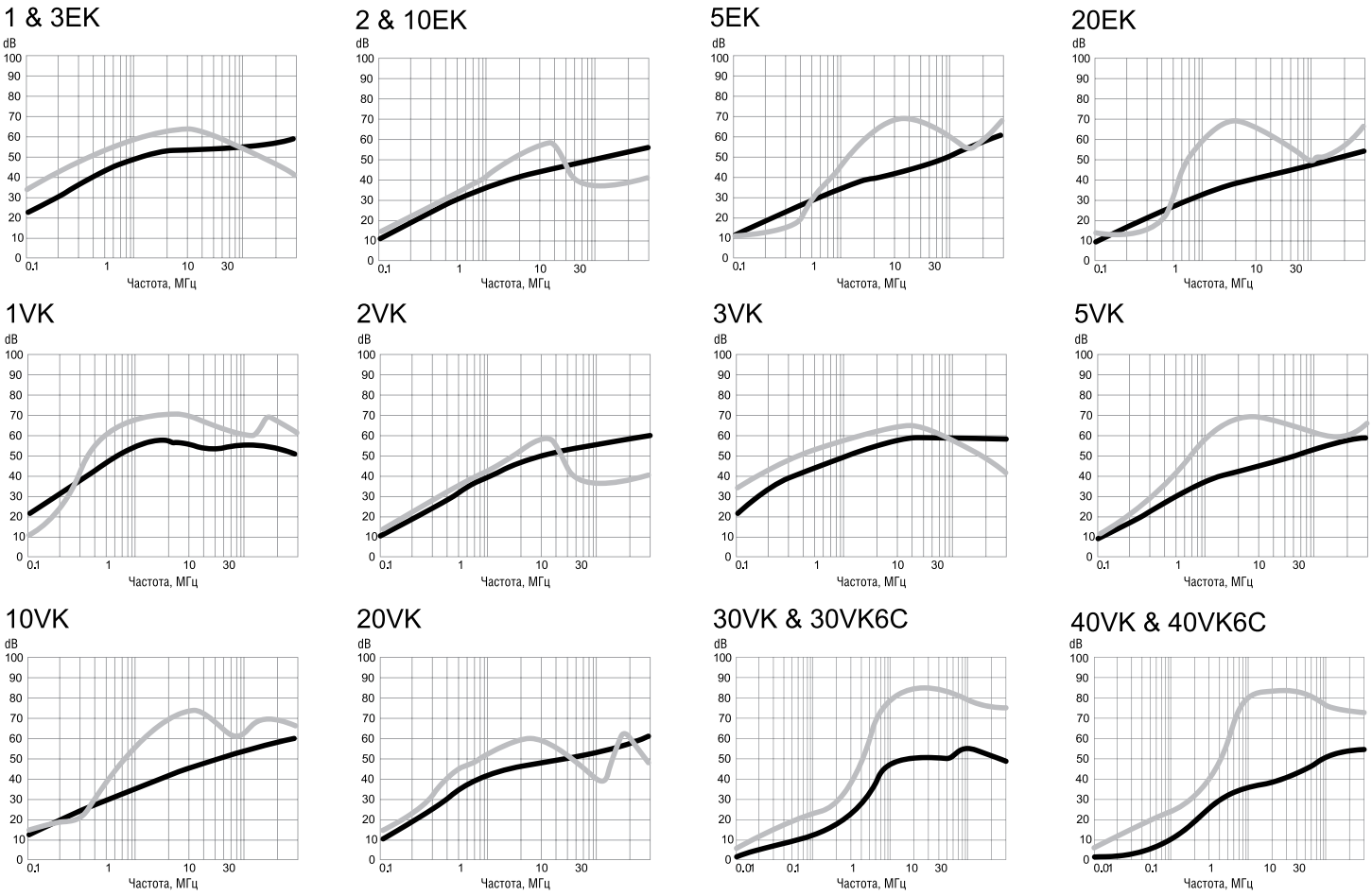


Рис. 9. **Ослабление помехи фильтрами серии К**

ловека величины. Исходя из значений тока утечки, фильтры классифицируются по уровням безопасности: применения, допускающие контакт человека с корпусом устройства и применения, где контакт с корпусом нежелателен. Важно помнить, что корпус фильтра требует обязательного заземления.

Компания TE-Connectivity, основываясь на более чем 50-летнем опыте компании Corcom в проектировании и разработке электромагнитных и радиочастотных фильтров, предлагает широчайший спектр устройств для применения в различных отраслях промышленности и узлах аппаратуры. На российском рынке представлен ряд популярных серий от этого производителя.



Рис. 10. **Внешний вид фильтров серии EMC**

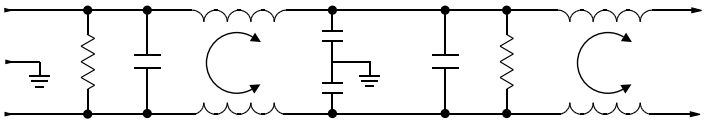


Рис. 11. **Электрическая схема двухступенчатых фильтров серии EMC**

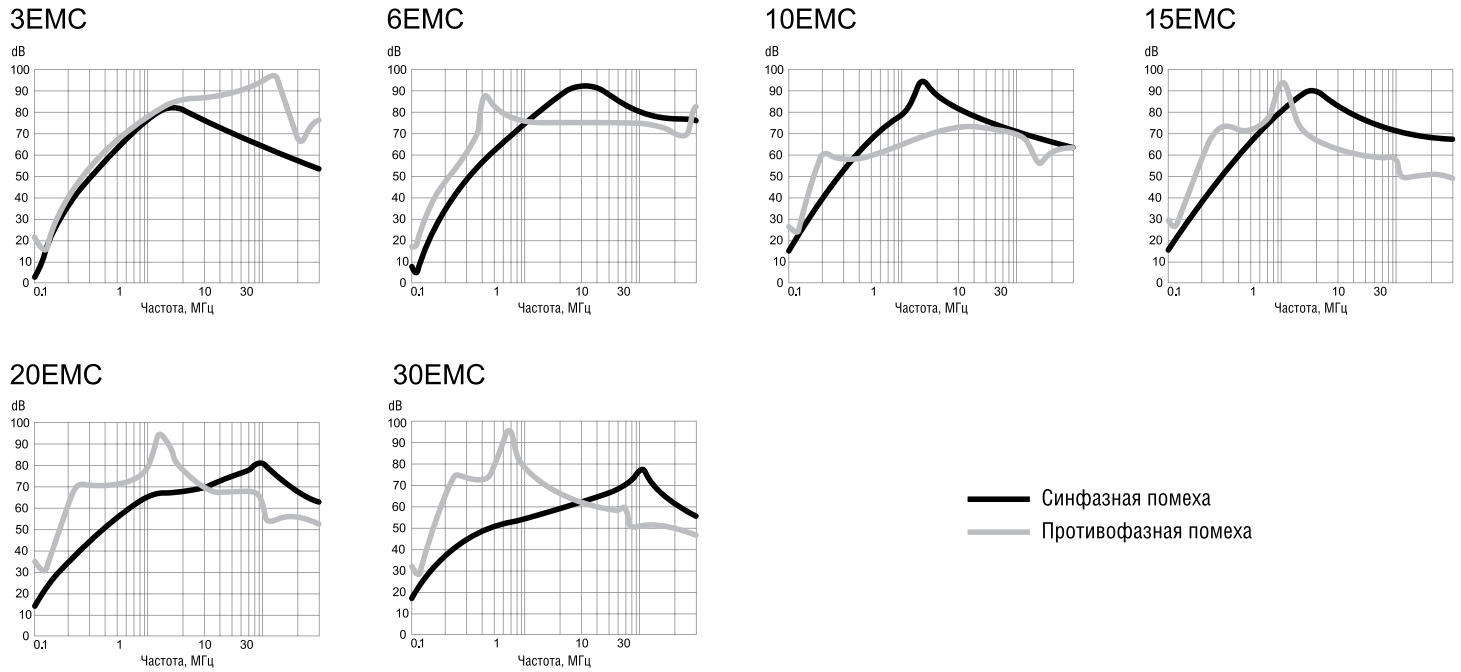


Рис. 12. **Ослабление сигнала помехи фильтрами серии EMC**

Фильтры общего назначения серии B

Фильтры серии B (рисунок 1) – надежные и компактные фильтры по доступной цене. Большой диапазон рабочих токов, хорошая добротность и богатый выбор типов присоединения обеспечивают широкую область применения этих устройств.

Серия B включает в себя две модификации – VB и EB, технические характеристики которых приведены в таблице 1.

Электрическая схема фильтра приведена на рисунке 2.

Ослабление сигнала помехи в дБ приведено на рисунке 3.

Фильтры серии T

Фильтры этой серии (рисунок 4) – высокопроизводительные радиочастотные фильтры для силовых цепей импульсных источников питания. Преимуществами серии являются превосходное подавление противофазных и синфазных помех, компактные размеры. Малые токи утечки позволяют применять серию T в устройствах с низким энергопотреблением.

Серия включает две модификации – ET и VT, технические характеристики которых приведены в таблице 2.

Электрическая схема фильтра серии T приведена на рисунке 5.

Ослабление сигнала помехи в дБ при нагрузке линии на согласующий резистор сопротивлением 50 Ом приведено на рисунке 6.

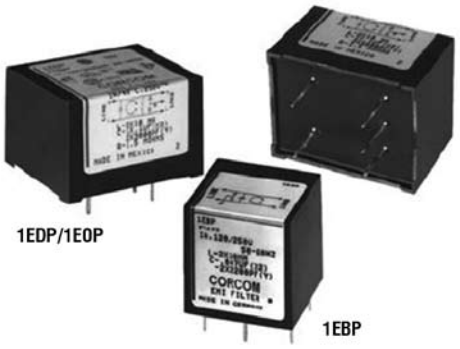


Рис. 13. **Внешний вид сетевых фильтров серии EDP**

Фильтры серии K

Фильтры серии K (рисунок 7) – силовые фильтры радиочастотного диапазона общего назначения. Они ориентированы на применение в силовых цепях с высокоомной нагрузкой. Отлично подходят для случаев, когда на линию наводится импульсная, непрерывная и/или пульсирующая помеха радиочастотного диапазона. Модели с индексом EK соответствуют требованиям стандартов для применения в портативных устройствах, медицинском оборудовании.

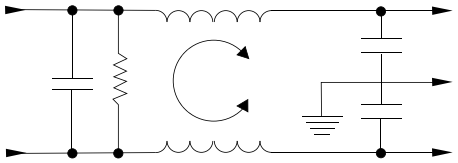


Рис. 14. **Электрическая схема сетевых фильтров серии EDP**

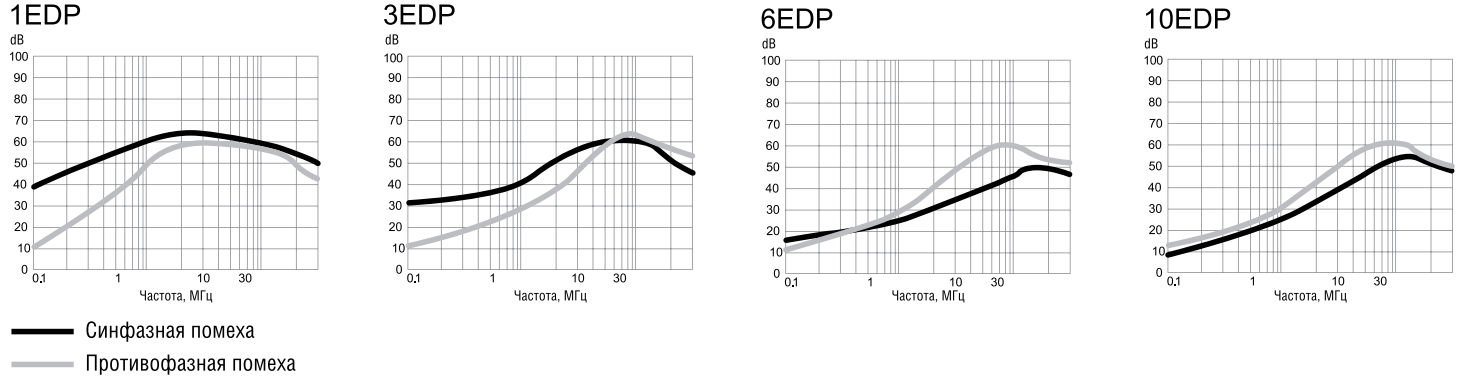


Рис. 15. **Ослабление сигнала помехи фильтрами серии EMC**

Таблица 8. **Складские позиции КОМПЭЛ**

Наименование	Серия	Количество фаз нагрузки	Номинальное напряжение фильтра, В	Номинальный ток, А	Размеры ДхШхВ, мм
1EB1	B	1	250	1	57x64x17
5EB1	B	1	250	5	66x64x19
6ET1	T	1	250	6	90x85x46
10ET1	T	1	250	10	119x113x45
15VT1	T	1	250	15	138x100x55
15VT6	T	1	250	15	151x100x55
10VK6	K	1	250	10	87x71x29
20VK6	K	1	250	20	87x85x38
40VK6	K	1	250	40	135x106x38
3EMC1	EMC	1	250	3	85x70x29
10EMC1	EMC	1	250	10	97x85x38
15EMC1	EMC	1	250	15	126x113x45
20EMC1	EMC	1	250	20	126x113x45
3EDP	EDP	1	250	3	36x31x24
6EDP	EDP	1	250	6	36x31x24
10EDP	EDP	1	250	10	36x31x24
6AYO1	AYO	3	440	6	85x85x38
10AYO1	AYO	3	440	10	85x85x38
20AYO1	AYO	3	440	20	85x85x38
6FC10	FC	1	250	6	116x78x45
12FC10	FC	1	250	12	139x100x55
16FC10	FC	1	250	16	139x100x55



Рис. 16. **Внешний вид фильтра серии FC**

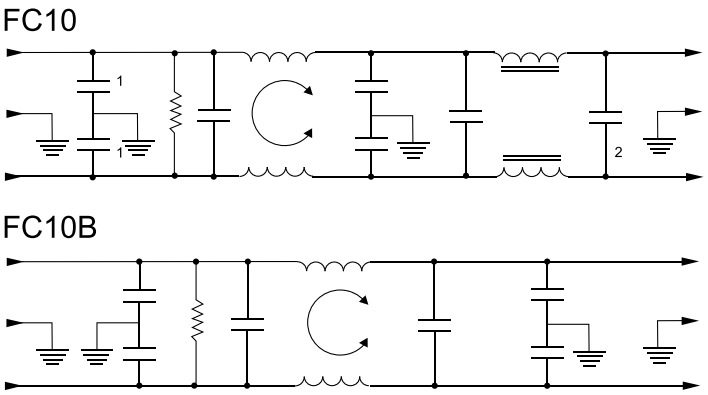


Рис. 17. **Электрическая схема сетевых фильтров серии FC**

Фильтры с индексом С оснащены дросселем между корпусом и заземляющим проводом. Основные электрические параметры сетевых фильтров серии К приведены в таблице 3.

Электрическая схема фильтра серии К приведена на рисунке 8.

Ослабление сигнала помехи в дБ при нагрузке линии на согласующий резистор сопротивлением 50 Ом приведено на рисунке 9.

Фильтры серии EMC

Фильтры этой серии (рисунок 10) – компактные и эффективные двухступенчатые силовые фильтры радиочастотного диапазона. Обладают рядом преимуществ: высоким коэффициентом ослабления синфазных помех в области низких частот, высоким коэффициентом ослабления противофазных помех, компактными размерами. Серия EMC ориентирована на применение в устройствах с импульсными источниками питания.

Основные технические характеристики приведены в таблице 4.

Электрическая схема фильтра серии EMC приведена на рисунке 11.

Ослабление сигнала помехи в дБ при нагрузке линии на согласующий резистор сопротивлением 50 Ом приведено на рисунке 12.

Фильтры серии EDP

Фильтры серии EDP (рисунок 13) – радиочастотные фильтры общего назначения для монтажа на печатные платы. Обладают миниатюрными габаритами и улучшенной фильтрацией синфазных помех при низкой себестоимости и малых токах утечки. Основные электрические параметры сетевых фильтров серии представлены в таблице 5.

Электрическая схема фильтра серии EDP приведена на рисунке 14.

Ослабление сигнала помехи в дБ при нагрузке линии на согласующий резистор сопротивлением 50 Ом приведено на рисунке 15.

Фильтры серии FC

Однофазный сетевой фильтр для частотных преобразователей применим в условиях повышенных электромагнит-

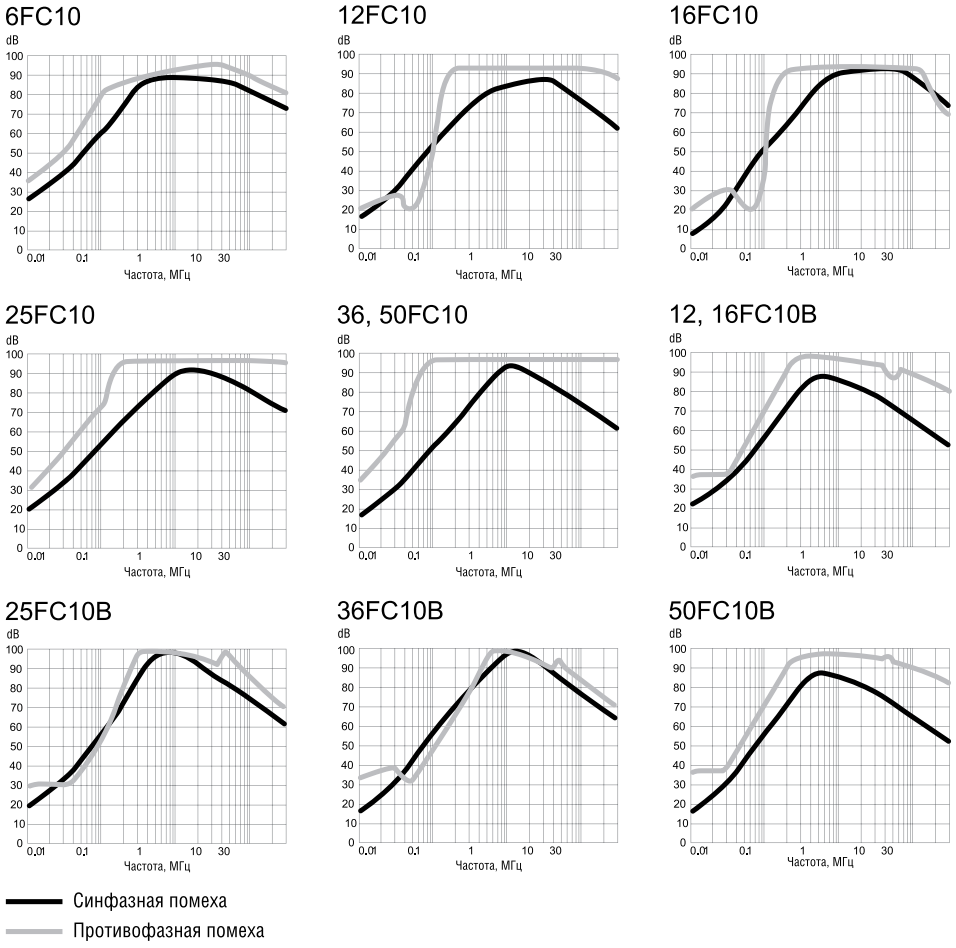


Рис. 18. **Ослабление сигнала помехи фильтрами серии FC**



Рис. 19. **Внешний вид трехфазного сетевого фильтра серии AYO**

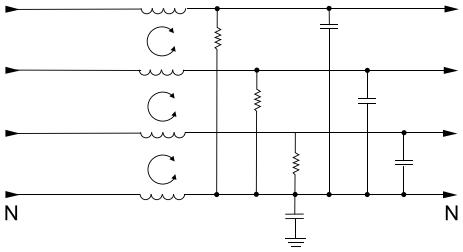


Рис. 20. **Электрическая схема трехфазного сетевого фильтра серии AYO**

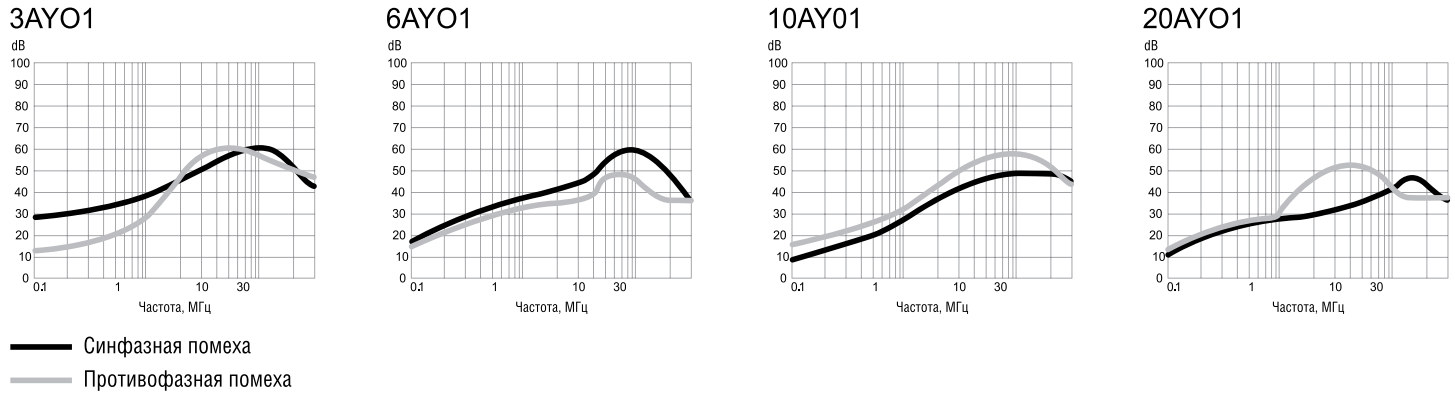


Рис. 21. **Ослабление сигнала помехи фильтрами серии AYO**

ных помех, защищает программируемые логические контроллеры (ПЛК) от негативных воздействий со стороны питающей сети переменного тока (рисунок 16). Особая конструкция соединительных клемм обеспечивает безопасность подключения и эксплуатации. Серия нашла широкое применение в области промышленной автоматики. Основные технические характеристики приведены в таблице 6.

Электрическая схема фильтра серии FC приведена на рисунке 17.

Ослабление сигнала помехи в дБ при нагрузке линии на согласующий резистор сопротивлением 50 Ом приведено на рисунке 18.

Фильтры серии AYO

Компактные трехфазные слаботочные сетевые фильтры предназначены для фильтрации сетевых помех в трехфазных общепромышленных сетях с нейтральным проводом (рисунок 19). Особенностью силовых фильтров серии AYO является наличие цепей фильтрации как силовых линий, так и нейтрали. Характеризуются малыми токами утечки, небольшими габаритными размерами, что позволяет использовать их в компактной аппаратуре. Фильтр обеспечивает эффективное подавление помех в широком диапазоне частот от 100 кГц. Основные технические характеристики сетевых фильтров серии AYO рассмотрены в таблице 7.

Электрическая схема фильтра серии AYO приведена на рисунке 20.

Ослабление сигнала помехи в дБ при нагрузке линии на согласующий резистор сопротивлением 50 Ом приведено на рисунке 21.

При выборе сетевого фильтра необходимо учитывать его рабочее напряжение, номинальный ток и полосу рабочих частот. Показателем эффективности является коэффициент ослабления помехи как отношение сигнала помехи на входе фильтра к его уровню на выходе.

Характерная рабочая температура для всех рассмотренных серий лежит в пределах -10…40°C. При температуре окружающей среды выше 40°C мак-

симально допустимый рабочий ток рассчитывается по формуле:

$$I_P = I_{ном} \cdot \sqrt{(85 - T_{среды}) / 45}$$

Компания КОМПЭЛ поддерживает на складе наиболее востребованные модели рассмотренных сетевых фильтров производства компании TE Connectivity. Эти позиции и их краткие характеристики показаны в таблице 8.

Заключение

Все сетевые фильтры производства TE Connectivity соответствуют стандартам UL, имеют сертификацию CSA и рекомендации по применению VDE, что свидетельствует о безопасности, эффективности и качестве изделий.

Следует еще раз отметить, что борьба с помехами – это комплекс мер. Применение одних только фильтров не гарантирует успеха, но является одним из эффективных способов подавления или значительного снижения наводимых и излучаемых помех для улучшения электромагнитной совместимости оборудования. Следует также помнить, что применимость конкретной модели фильтра для конечной задачи можно оценить только экспериментально. Наличие складских позиций у компании КОМПЭЛ дает возможность получить образцы и оценить их эффективность в кратчайшие сроки.

Литература

1. *www.compel.ru*
2. Corcom Product Guide, General purpose RFI filters for high impedance loads at low current B Series, TE Connectivity, 1654001, 06/2011, p. 15
3. Corcom Product Guide, PC board mountable general purpose RFI filters EBP, EDP & EOP series, TE Connectivity, 1654001, 06/2011, p. 21
4. Corcom Product Guide, Compact and cost-effective dual stage RFI power line filters EMC Series, TE Connectivity, 1654001, 06/2011, p. 24
5. Corcom Product Guide, Single phase power line filter for frequency converters FC Series, 1654001, 06/2011, p. 30
6. Corcom Product Guide, General purpose RFI power line filters – ideal for high-impedance loads K Series, 1654001, 06/2011, p. 49
7. Corcom Product Guide, High performance RFI power line filters for switching power supplies T Series, 1654001, 06/2011, p. 80
8. Corcom Product Guide, Compact low-current 3-phase WYE RFI filters AYO Series, 1654001, 06/2011, p. 111.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: passiv.vesti@compel.ru



Сетевые и сигнальные EMI/RFI-фильтры от TE Connectivity. От платы до промышленной установки

Компания **TE Connectivity** занимает лидирующие позиции в мире по разработке и производству сетевых фильтров для эффективного подавления электромагнитных и радиочастотных помех в электронике и промышленности. Модельный ряд включает в себя более 70 серий устройств для фильтрации как цепей питания от внешних и внутренних источников, так и сигнальных цепей в широчайшей сфере применений.

Фильтры имеют следующие варианты конструктивного исполнения: миниатюрные для установки на печатную плату; корпусные различных размеров и типов присоединения питающих линий и линий нагрузки; в виде готовых разъемов питания и коммуникационных разъемов сетевого и телефонного оборудования; индустриальные, выполненные в виде готовых промышленных шкафов.

Сетевые фильтры выпускаются для AC и DC приложений, одно- и трехфазных сетей, перекрывают диапазон рабочих токов 1...1200 А и напряжений 120/250/480 VAC, 48...130 VDC. Все устройства характеризуются низким падением напряжения – не более 1% от рабочего. Ток утечки, в зависимости от мощности и конструкции фильтра, составляет 0,2...8,0 мА. Усредненный частотный диапазон по сериям – 10 кГц...30 МГц. Серия **AQ** рассчитана на более широкий диапазон частот: 10 кГц...1 ГГц. Расширяя области применения своих устройств, TE Connectivity выпускает фильтры для цепей нагрузки с низким и высоким импедансом. Например, высокоимпедансные фильтры серий **EP, H, Q, R** и **V** для низкоимпедансных нагрузок и низкоимпедансные серии **B, EC, ED, EF, G, K, N, Q, S, SK, T, W, X, Y** и **Z** для высокоимпедансных нагрузок.

Коммуникационные разъемы со встроенными сигнальными фильтрами выпускаются в экранированном, спаренном и низкопрофильном исполнении.

Каждый фильтр производства TE Connectivity подвергается двойному тестированию: на этапе сборки и уже в виде готового изделия. Вся продукция соответствуют международным стандартам качества и безопасности.

Сергей Анисимов (г. Киров)

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ W28 И W54 – МИНИМАЛИЗМ, ДИКТУЕМЫЙ НЕОБХОДИМОСТЬЮ



Пропорционально увеличению сложности современных систем управления возрастает и количество составляющих их элементов, что не самым лучшим образом сказывается на совокупных показателях надежности. Часто на помощь приходят простые, проверенные временем решения. Такие, как ***миниатюрные биметаллические автоматические выключатели*** *от* ***TE Connectivity.***

При эксплуатации промышленного оборудования нередко возникают нештатные ситуации, которые, тем не менее, нельзя причислить к аварийным. Как правило, это связано с кратковременным нарушением в нормальной работе оборудования и сопровождается предельными эксплуатационными режимами. Например, лента транспортера, нагруженная неравномерно распределенным сыпучим материалом, способна привести к значительным токовым перегрузкам в обмотках силовых электродвигателей и, как следствие, к срабатыванию защиты и остановке конвейера. Легко предположить, что таких остановок за рабочую смену может быть довольно много, что негативно скажется на плановых показателях участка. Конечно, можно применить токовую защиту с более высоким порогом отключения, что, снизит количество «ложных» срабатываний, но также и уменьшит запас прочности данного участка цепи. Идеальным решением проблем с перегрузками для приводной техники, конечно, является частотный преобразователь, но применение ПЧ на малозначительных участках производственных линий экономически невыгодно. Кроме того, длительным токовым перегрузкам подвержена не только приводная техника, но и другие элементы систем управления.

Простым и недорогим решением этого технико-экономического противоречия является применение автоматических тепловых расцепителей (рисунок 1) – электромеханических приборов, в основу работы которых положен принцип деформации биметаллической пластины при нагреве протекающим по ней током. В отличие от обычных электромагнитных выключателей, обладающих почти мгновенной реакцией на превы-



Рис. 1. **Низкая цена и высокая надежность биметаллического выключателя – следствие простой, проверенной временем конструкции**

Таблица 1. **Популярные позиции серии W28**

Наименование	Максимальное рабочее напряжение, В	Срабатывание защиты при токе, А	Температурный диапазон, °С
W28-XQ1A-2	250	2	-20…60
W28-XQ1A-3		3	
W28-XQ1A-4		4	
W28-XQ1A-5		5	
W28-XQ1A-7		7	
W28-XQ1A-8		8	
W28-XQ1A-10		10	
W28-XQ1A-15		15	
W28-XQ1A-20		20	



Рис. 2. **Конструкция W28**

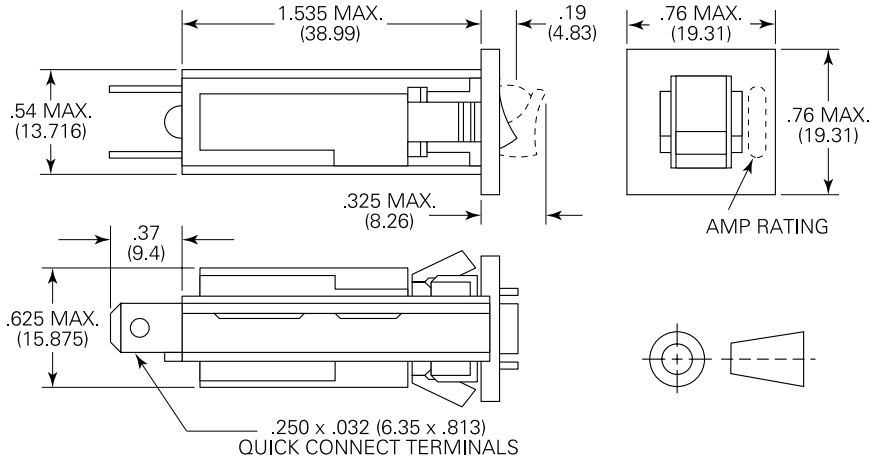


Рис. 3. **Габаритные размеры W28**

шение допустимого тока, эти приборы более инерционны (время срабатывания может достигать 1 часа). Эта особенность и используется, когда требуется обеспечить бесперебойную работу узла в условиях периодических перегрузок, но при этом гарантировать отключение, если перегрузка становится критической. Вообще, если сравнить оба типа выключателей по функциональным возможностям, то обнаруживается любопытная закономерность — недостатки, присущие магнитным выключателям, отсутствуют у тепловых, и наоборот. Поэтому на практике часто применяется комбинация из теплового и электромагнитного выключателя в одной цепи, чем достигается одновременная защита как от токовых перегрузок, так и от коротких замыканий.

Одним из производителей продукции подобного рода является компания **TE Connectivity,** до 2011 года носившая название Tyco Electronics. Это крупнейший производитель электромеханических и пассивных электронных компонентов. Линейка тепловых выключателей, производимых этой компанией, включает в себя, в частности, недорогие и компактные однополюсные серии **W28** (рисунок 2) и **W54.**

Несмотря на скромные размеры (40x19,3x19,3 мм), продемонстрированные на рисунке 3, изделия серии W28 рассчитаны на номинальный ток 0,25…20 А при напряжении 250 В AC и сохраняют электрическую прочность до 1500 В. Приборы серии выпускаются в двух вариантах исполнения: на рабочий ток 3…20 А и 0,25…2 А. Конструкция W28 идеально подходит для монтажа на пульте управления или приборной панели. Ниже на рисунке 4 приведены типовые значения времени срабатывания.

Как видно из графика, изделия сохраняют работоспособность даже при десятикратном превышении номинальной нагрузки, что обеспечивает необходимый запас прочности. Малый шаг порогового тока облегчает подбор и интеграцию выключателей в комплексы оборудования и конечные приборы. Серия W28 представлена рядом позиций на складе компании КОМПЭЛ (таблица 1).

Для более энергоемких применений специалистами TE Connectivity разработана модель W54 (рисунок 5), совмещающая в себе не только расширенный, по сравнению с предыдущей моделью, диапазон рабочего тока (5…40 А), но и весьма скромные размеры (рисунок 6). Это делает ее пригодной к установке в малогабаритных пультах управления или даже непосредственно на кожухе защищаемого оборудования.

Эта модель оснащена серебряно-кадмиевыми контактами, обеспечивающими переходное сопротивление всего в шесть тысячных долей Ома, что прак-

Таблица 2. **Популярные позиции серии W54**

Наименование	Максимальное рабочее напряжение, В	Срабатывание защиты при токе, А	Температурный диапазон, °C
W54-XB1A4A10-5	250	5	-20…60
W54-XB1A4A10-10		10	
W54-XB1A4A10-15		15	
W54-XB1A4A10-20		20	
W54-XB1A4A10-25		25	
W54-XB1A4A10-30		30	

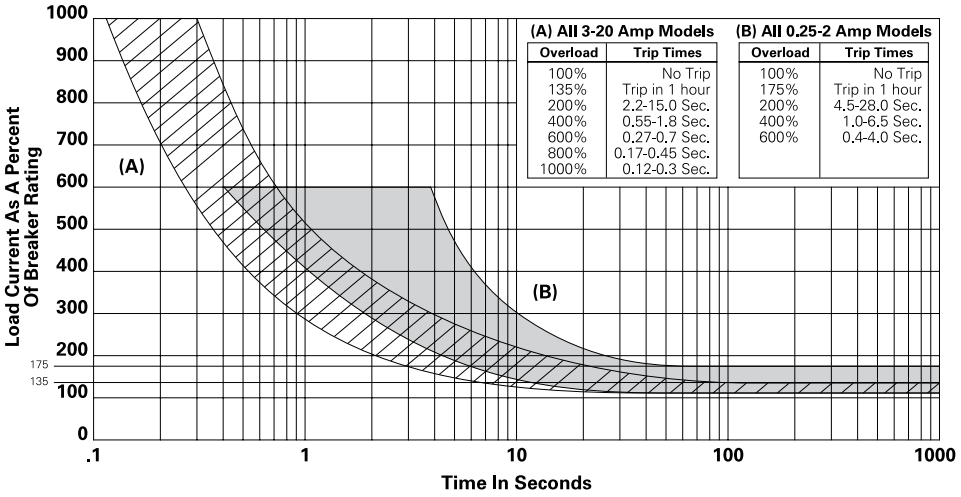


Рис. 4. **Зависимость времени срабатывания W28 от тока нагрузки**



Рис. 5. **Конструкция W54**

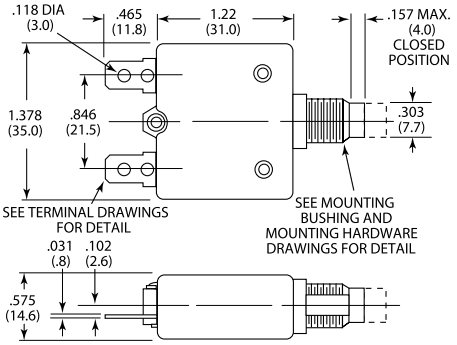


Рис. 6. **Габаритные размеры W54**

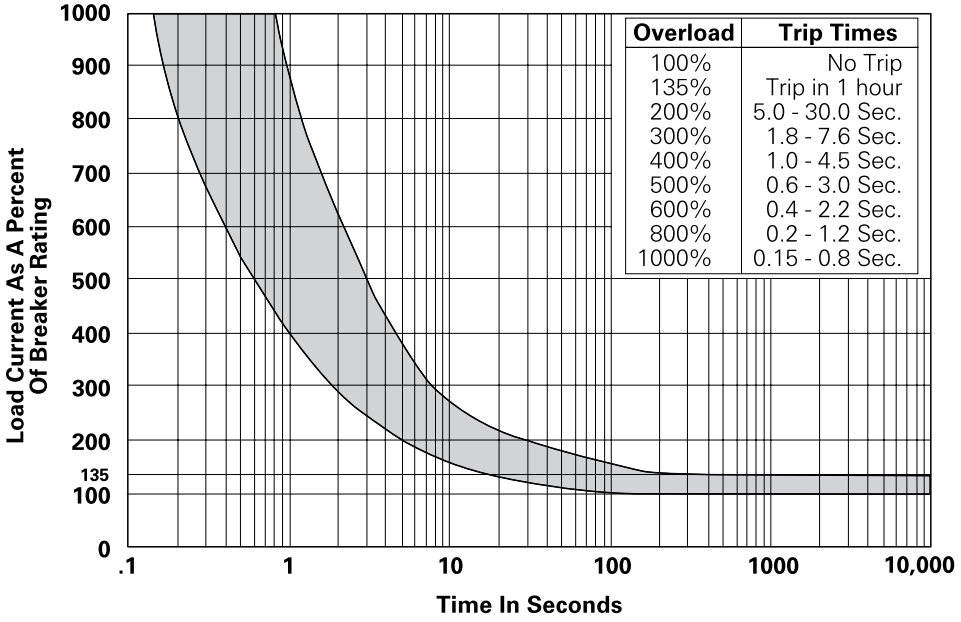


Рис. 7. **Зависимость времени срабатывания W54 от тока нагрузки**

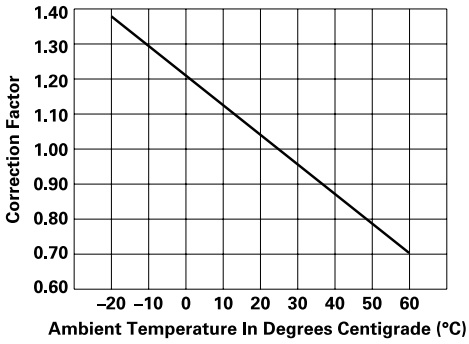


Рис. 8. **График для определения поправочного температурного коэффициента**

тически исключает нагрев и обгорание. Производители предусмотрели оптическую индикацию срабатывания защиты (аварийного режима) и легкое возвращение в рабочее состояние простым нажатием кнопки взвода. На рисунке 7 представлены типовые рабочие характеристики модели W54.

Подробный шаг сетки номинальных токов (через 5 А) (таблица 2) позволяет органично вписать W54 в любую систему управления или конечный прибор.

При выборе конкретной модели автоматического выключателя необходимо учитывать условия эксплуатации. Ключевым параметром для теплового расцепителя, помимо номинального тока, является температура окружающей среды, так как именно температура расцепителя определяет временные интервалы работы устройства. Технические показатели нормируются изготовителем для значения 25°C. При иных условиях для расчета времени срабатывания необходимо использовать поправочный коэффициент (рисунок 8), определяющий значение коррекции в зависимости от внешних факторов.

«Простое решение — лучшее решение» — этот девиз был изящно воплощен специалистами TE Connectivity при создании автоматических выключателей серий W28 и W54. Добавьте к этому доступную цену, миниатюрность, наличие на складе, и перед вами — выгодное и эффективное средство защиты электрооборудования от длительных токовых перегрузок. Высокое качество и безопасность автоматических выключателей производства компании TE Connectivity подтверждены многочисленными сертификатами и соответствием нормам директивы RoHS. Изделия пригодны для применения в медицинском и пищевом оборудовании, во взрывоопасных средах.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: passiv.vesti@compel.ru



Быстромонтируемые герметичные соединители IP67 с гелевым заполнением серии CoolSplice

Герметизирующие быстромонтируемые соединители с гелевым заполнением серии **CoolSplice** для 2-4 жильных кабелей от **TE Connectivity** увеличивают скорость выполнения монтажных работ, создавая герметичные соединения простым нажатием на фиксирующие элементы конструкции. Ножевые фиксаторы соединителя не требуют снятия изоляции при монтаже. При защелкивании соединителя изоляция прорезается, и место соединения погружается в герметизирующий гель. Левая и правая сторона обжимаются независимо, это дает возможность предустановки соединителей на оборудование для последующей коммутации. Прозрачный корпус позволяет визуально контролировать процесс соединения. Обтекаемая конструкция удобна для очистки при проведении сервисных работ. CoolSplice — это недорогое решение для герметичного и быстрого «сращивания» одножильного и многожильного кабеля в промышленных, бытовых и полевых условиях, не требующее применения специализированного инструмента. Корпус помещается в отверстие диаметром 15 мм. Единственным недостатком CoolSplice является его «одноразовость», что, учитывая невысокую цену, нисколько не умаляет его потребительские качества.

Соединители серии CoolSplice подходят для применения в системах внутреннего и наружного освещения, системах безопасности и аварийного оповещения, электрике, автоматике, акустических системах и многих других приложениях.

Технические характеристики:

- Степень защиты:
  - с гелевым наполнением: IP 67;
  - безгелевые: IP65,
  - на 4 проводника: IP66.
- Внешний диаметр кабеля 7,3 мм, диаметр проводника до 2,85 мм, сечение токопроводящей жилы до 0,75 мм^2.
- Электрические характеристики:
  - 230 В AC, 2,5 А;
  - 50 В AC/120 В DC, 5 А.
- Прочность изоляции: 2000 В AC.
- Рабочая температура: -40...85°C

Максим Держанский (г. Брест)

НАГРЕТЬ И ЗАИЗОЛИРОВАТЬ: ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫЕ ТРУБКИ ATUM И VERSAFIT



В электротехнике и электронике мелочей не бывает. В полной мере это относится к надежности ***изоляции электрических соединений.*** *В ассортименте компании* ***TE Connectivity*** *имеются изолирующие* ***термоусадочные трубки:*** *как тонкостенные из полиолефинов (серия* ***VERSAFIT****), так и клеевые с высоким коэффициентом усадки для наиболее надежной и герметичной изоляции (серия* ***ATUM****).*

К чему может привести неиспользование термоусаживаемых трубок при монтаже оборудования, ремонте кабеля, подключении разъемов? Приведу пример из собственной практики.

Переносили аппаратуру с небольшой железнодорожной станции в специальный контейнер рядом со станцией. Использовалось много кабелей, в том числе несколько магистральных с разным типом оболочки. Кабельщик был из областного центра. И по воле случая он то ли забыл, то ли ему просто не выдали термоусаживаемые трубки. При подготовке к основному переключению кабели были заведены в контейнер и временно вставлены в герметичные боксы (кабели разделаны, жилы зачищены, подготовлены к пайке).

Но так как не было термоусаживаемых трубок, воздух все же попадал в боксы. Через три дня кабельщик привез трубки и все сделал как положено.

Поскольку дело происходило в конце июля, в контейнере все это время на полную мощность работали кондиционеры. Изоляция жил четырех вставок магистральных кабелей была бумажной. Влагу бумага набрала мгновенно. Изоляция половины жил относительно друг друга и земли упала с 80…100 ГОм до 3…5 ГОм (у жил с полиэтиленовой оболочкой — менее существенно, но тоже уменьшилась).

В итоге — два дня простоя и два потраченных баллона с азотом (использованным для просушки кабелей).

Итак, виды затрат от неиспользования нескольких термоусаживаемых трубок:

- транспортные (доставка баллонов и людей);
- заправка баллонов;
- задержка плана (следствием могут быть выговоры, лишение премий и т.п.)
- простой специалистов (выдача зарплаты пяти квалифицированным специалистам, которые ничего не делали два полных рабочих дня);

Если бы один из специалистов не решил проверить еще раз изоляцию перед монтажом — последствия в будущем могли бы быть даже трагическими. А финансовые потери — на порядок существеннее.

Думаю, описания одного этого частного случая достаточно, чтобы показать необходимость применения качественных термоусаживаемых трубок.

Разновидности термоусаживаемых трубок и области их применения

Разновидностей трубок и способов их применения много, но все они основаны на главном свойстве термоусаживаемых трубок. Это изменение диаметра трубки (усадка) при ее нагреве. При этом материал трубки полностью сохраняет все свои антикоррозийные, защитные, изоляционные, декоративные свойства.

В качестве примера приведу основные виды термоусаживаемых трубок:

1. **Тонкостенные термоусаживаемые трубки из полиолефинов.** Наиболее распространены из-за простоты использования и невысокой цены. Имеют широкую цветовую гамму. Делятся на два вида: с подавлением горения и без подавления. Под «подавлением горения» понимается неспособность трубок к самовоспламенению и самостоятельное затухание при отсутствии открытого огня. Это достигается добавлением негорючих веществ в состав трубки.

2. **Клеевые термоусаживаемые трубки.** Также очень популярны. Главное отличие — внутренний клеевой слой. При нагреве этот слой расплавляется и герметизирует стыки. Это обеспечивает



Рис. 1. **Применение термоусаживаемой трубки серии ATUM (соединение «кабель-разъем»)**



Рис. 2. **Применение термоусаживаемой трубки серии ATUM (соединение «кабель-муфта»)**

Таблица 1. **Основные характеристики клеевых термоусаживаемых трубок серии ATUM**

Наименование	Коэффициент усадки	До усадки, мм	После усадки, мм	Вид поставки
ATUM-12/4-0-STK	3:1	12	4	отрезок 1,2 м
ATUM-16/4-0-STK	4:1	16	4	отрезок 1,2 м
ATUM-19/6-0-STK	3:1	19	6	отрезок 1,2 м
ATUM-24/8-0-STK	3:1	24	8	отрезок 1,2 м
ATUM-3/1-0-STK	3:1	3	1	отрезок 1,2 м
ATUM-40/13-0-STK	3:1	40	13	отрезок 1,2 м
ATUM-9/3-0-STK	3:1	9	3	отрезок 1,2 м
ATUM-12/3-0-SP	4:1	12	3	катушка 200 м
ATUM-12/3-0-STK	4:1	12	3	отрезок 1,2 м
ATUM-12/4-0-SP	3:1	12	4	катушка 200 м
ATUM-16/4-0-SP	4:1	16	4	катушка 200 м
ATUM-24/6-0-SP	4:1	24	6	катушка 200 м
ATUM-24/6-0-STK	4:1	24	6	отрезок 1,2 м
ATUM-24/8-0-SP	3:1	24	8	катушка 200 м
ATUM-32/8-0-STK	4:1	32	8	отрезок 1,2 м
ATUM-4/1-0-STK	4:1	4	1	отрезок 1,2 м
ATUM-40/13-0-SP	3:1	40	13	катушка 200 м
ATUM-52/13-0-SP	4:1	52	13	катушка 200 м
ATUM-3/1-0-SP	3:1	3	1	катушка 200 м
ATUM-6/2-0-STK	3:1	6	2	отрезок 1,2 м
ATUM-8/2-0-SP	4:1	8	2	катушка 200 м
ATUM-8/2-0-STK	4:1	8	2	отрезок 1,2 м
ATUM-9/3-0-SP	3:1	9	3	катушка 200 м

Таблица 2. **Основные характеристики полиолефиновых термоусаживаемых трубок серии VERSAFIT**

Наименование	Коэффициент усадки	До усадки, мм	После усадки, мм	Вид поставки
VERSAFIT-1/4-0-SP	2:1	7,11	3,2	катушка 152 м
VERSAFIT-1/16-0-STK	2:1	1,85	0,8	отрезок 1,2 м
VERSAFIT-2-0-SP	2:1	52,83	25,4	катушка 152 м
VERSAFIT-3/16-0-SP	2:1	5,21	2,4	катушка 152 м
VERSAFIT-3/32-0-SP	2:1	2,79	1,2	катушка 152 м
VERSAFIT-1-0-SP	2:1	25,53	12,7	катушка 152 м
VERSAFIT-1/16-0-SP	2:1	1,85	0,8	катушка 152 м
VERSAFIT-1/2-0-SP	2:1	13,72	6,4	катушка 152 м
VERSAFIT-1/4-0-STK	2:1	7,11	3,2	отрезок 1,2 м
VERSAFIT-1/8-0-SP	2:1	3,43	1,6	катушка 152 м
VERSAFIT-3-0-SP	2:1	78,49	38,1	катушка 152 м
VERSAFIT-3/4-0-SP	2:1	20,45	9,5	катушка 152 м
VERSAFIT-3/4-0-STK	2:1	20,45	9,5	отрезок 1,2 м
VERSAFIT-3/64-0-SP	2:1	1,63	0,6	катушка 152 м
VERSAFIT-3/64-0-STK	2:1	1,63	0,6	отрезок 1,2 м
VERSAFIT-3/8-0-SP	2:1	10,16	4,8	катушка 152 м
VERSAFIT-5/8-0-SP	2:1	16,9	8	катушка 152 м

плотное крепление трубки и повышенную влагозащищенность. Как правило, такие трубки имеют высокий коэффициент усадки (3:1 и более). Поэтому их лучше использовать при сопряжении элементов со значительной разницей в диаметрах. Обычно используются для защиты от внешней среды и влаги.

3. **Трубки специального назначения.** Изготавливаются для применения в определенных условиях и выполняют особые задачи.

В качестве примера трубок специального назначения можно привести несколько их видов:

• флуоресцентные (используются при низкой освещенности, светятся в темноте после облучения дневным светом, при этом имеют те же свойства, что и стандартные термоусаживаемые трубки);

• высоковольтные (применяются при высоких напряжениях);

• тефлоновые (используют при сверхвысоких температурах и в агрессивных средах);

• с рифленой поверхностью (используются для покрытия рукояток инструментов, приборов и т.д.)

Рекомендации по применению и усадке термоусаживаемых трубок компании TE Connectivity

Для усадки лучше всего использовать специализированный инструмент (промышленный фен, тепловой пистолет). Как правило, на этом инструменте есть регулятор температур и комплект различных насадок. В домашних же условиях обычно используют зажигалку, спички и даже кипяток, либо другие приспособления, благодаря которым можно добиться нагрева термоусаживаемой трубки до предусмотренной температуры.

Далее необходимо подготовить рабочую поверхность (обезжирить и зачистить при необходимости). При выборе типа трубки необходимо исходить из условий использования и удобства установки.

В таблицах технических характеристик трубок необходимо обратить внимание на диаметр трубки после усадки. Этот диаметр должен быть меньше на 20…30%, чем минимальный диаметр предмета, на который усаживается трубка. Если термоусаживаемая трубка толстостенная, то ее необходимо нагреть до половины температуры усадки непосредственно перед усадкой. Если тонкостенная — в этом нет необходимости.

Трубка должна быть отрезана аккуратно, чтобы на концах ее не было зазубрин, заусенец и надрезов, так как при усадке трубка иногда может пойти волнами и даже лопнуть.

Насадив трубку, нужно использовать предусмотренную температуру для ее усадки. Недопустимо превышение температур, предусмотренных в описании характеристик, так как это может вызвать перегрев материала трубки, оплавление, скручивание и образование волн.

Чаще всего усаживают трубку от середины к краям. Это особенно актуально для трубок с клеевым слоем. Термоусаживаемая трубка после усадки должна быть гладкой, без выпуклостей и бугорков.

Далее в статье будут рассмотрены термоусаживаемые трубки серии ATUM и VERSAFIT производства компании TE Connectivity.

Обзор серии ATUM

Данная серия представлена клеевыми термоусаживаемыми трубками с высокими коэффициентами усадки (3:1, 4:1) и средней толщиной стенок. Средняя толщина стенок обеспечивает повышенную механическую прочность и защиту от натяжения. Благодаря клеевому слою трубки обеспечивается защита от внешних воздействий окружающей среды, герметизация узлов, элементов кабельной сети и различных видов материалов (пластмассы, полиэтилена, резины, стали, меди и других металлов).

На рисунках 1 и 2 показаны способы применения термоусаживаемой трубки данной серии.

На рисунке 1 — защищено соединение кабель-разъем и тыльная сторона разъема. На рисунке 2 — защищена оболочка кабеля, соединение кабель-муфта и основная часть поверхности муфты, а также продемонстрирована гибкость термоусаживаемой трубки.

Далее приведены характеристики модельного ряда ATUM (таблица 1). Минимальная температура усадки данных термоусаживаемых трубок 80°C, температура полного обжатия 110°C. Диапазон рабочих температур от минус 55°C до плюс 110°C.

Сертификация: UL E85381 600V, 110°C, AMS-DTL-23053/4 Class 3.

Толщина стенки термоусаживаемых трубок серии ATUM после усадки зависит от полноты усадки и толщины клеевого слоя.

Чем больше диаметр трубки до усадки — тем больше толщина клеевого слоя (колеблется от 0,5 до 1,02 мм).

Обзор серии VERSAFIT

Серия VERSAFIT представлена очень гибкими термоусаживаемыми полиолефиновыми трубками, обладающими высокой огнестойкостью и низкой температурой усадки (рисунок 3).

Трубки действительно очень гибкие. При этом при сгибании отсутствуют складки. Обеспечивают хорошую защиту от натяжения. Благодаря низкой температуре усадки уменьшены время обжатия и риск повреждения термочувствительных элементов. Термически стабильны и устойчивы к физическим воздействиям. Коэффициент усадки 2:1.

Обычно применяются для создания гибких жгутов, изолированных проводов в разъемах и компонентов, которые встраиваются в разрывы проводников.

В таблице 2 указаны характеристики модельного ряда VERSAFIT.

Минимальная температура усадки трубок 70°C, температура полного обжатия 90°C. Диапазон рабочих температур от минус 55°C до плюс 135°C.

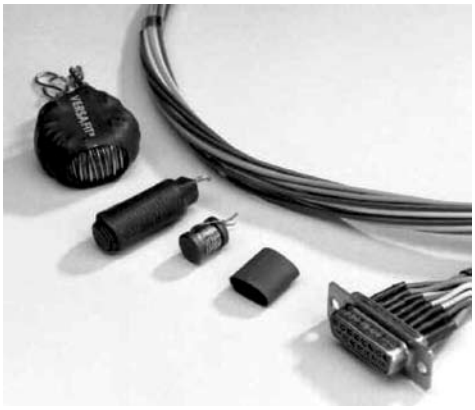


Рис. 3. **Термоусаживаемые трубки серии VERSAFIT**

Сертификация: UL E35586 VW-1 600V/125°C, AMS-DTL-23053/5 Class 1&3? CSA LR31929 VW-1 600V/125°C.

Толщина стенки термоусаживаемых трубок серии VERSAFIT после усадки зависит от полноты усадки. В зависимости от размера трубки толщина будет колебаться от 0,4±0,008 мм до 1,4±0,23 мм.

Конкурентные преимущества термоусадки от TE-Connectivity

Компания TE Connectivity образована на базе двух крупных компаний в области электроники с богатой историей (*AMP Incorporated и Raychem*). Первая изобрела метод электрического соединения без пайки, вторая является экспертом в области радиационной химии. Как раз благодаря радиационной химии и создаются термоусаживаемые трубки. А с учетом совместных наработок — получается продукт наивысшего качества. Продукция пользуется популярностью как в общегражданских, так и в специальных отраслях промышленности.

Теперь подробно о преимуществах термоусадки:

1. Термоусаживаемые трубки TE-Connectivity соответствуют RoHS (директиве Европейского союза по ограничению содержания потенциально опасных элементов в производстве, электронном и электротехническом оборудовании) и множеству других стандартов по всему миру;

2. Трубки имеют огромный диапазон размеров и цветов;

3. Полиолефиновые трубки быстры в установке, обладают низкой температурой усадки, очень гибки, огнеустойчивы, у них отсутствуют складки при сгибании;

4. Тонкостенные трубки позволяют провести компактную установку и сращивание;

5. Трубки с клеевым слоем могут устанавливаться в очень жестких условиях, при этом они термостойки, стойки к воздействию химических веществ

и истиранию, применимы к множеству материалов;

6. Жесткие и полужесткие трубки обеспечивают максимальную механическую защиту (это особенно актуально, если кабель постоянно перемещают или подвергают истиранию во время установки);

7. Трубки обеспечивают максимальную герметизацию, защиту от коррозии, обладают устойчивостью к растяжению, сжатию и вибрации, имеют высокие электроизоляционные свойства;

8. Большие степени усадки трубок позволяют компенсировать серьезную разницу в размерах кабеля, разъемов и муфт;

9. Трубки дают возможность сращивать несколько элементов;

10. Трубки обеспечивают качественную заглушку, инкапсуляцию, заполнение неровностей;

11. Трубки обладают отличным соотношением качества и цены;

Также не стоит забывать о центрах технической поддержки по всему миру и о достаточно развитом сайте компании, на котором можно найти любую информацию касательно термоусаживаемых трубок.

Заключение

Термоусаживаемые трубки TE-Connectivity очень просты в использовании и очень эффективны. Они с уверенностью заменят электроизоляционную ленту и «кембрики» из кусков изоляции кабеля. Прослужат значительно дольше конкурентов и продемонстрируют лучшие показатели по всем параметрам.

Литература

1. Описание и рабочие характеристики термоусаживаемой трубки серии ATUM. Полиолефиновая трубка с высоким коэффициентом усадки и нанесенным изнутри слоем клея. TE-Connectivity;

2. Описание и рабочие характеристики термоусаживаемой трубки серии VERSAFIT. Полиолефиновая трубка с низкой температурой усадки, очень гибкая с хорошей огнестойкостью . TE-Connectivity;

3. *http://www.compel.ru/catalog/cable-findings/heat-shrink-tubes/;*

4. *http://www.te.com/catalog/minf/en/767, http://www.raychem.te.com/CableProtection.asp, http://www.te.com/catalog/products/en?q=ATUM;*.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: passiv.vesti@compel.ru



Герметичные соединители SlimSeal SSL IP67

Герметичные соединители **SlimSeal SSL** от **TE Connectivity –** это однорядные пластиковые разъемы со степенью защиты IP67 для внутреннего и наружного применения. Выпускаются для 2-, 3- и 4-контактных соединений. Отлично подходят для быстрой и надёжной коммутации цепей питания в системах LED освещения и аналогичных задачах. Имеют удобный, компактный размер, фиксирующую защелку и элементы конструкции, исключающие неправильное соединение. TE Connectivity также предлагает SlimSeal SSL с уже предустановленными проводниками максимальной длиной провода 25 см для вилок и 35 см для розеток. Следует обратить внимание, что герметизирующая вставка со стороны кабельного ввода не цельная, т.е., оставлять неиспользуемые контактные позиции нельзя, либо необходима отдельная их герметизация. Серия имеет минималистичный набор корпусов и всего четыре типа контактов.

Герметичные соединители SlimSeal SSL от TE Connectivity отлично подходят для применения в светильниках внутреннего и наружного освещения, билбордах, осветительных приборах, подвергающихся регламентным мойкам, для предустановки на светодиодные ленты и сборки, многих других приложений, где требуются быстроразъемные герметичные соединения и небольшое число контактов.

Для неразъемных герметичных соединений в аналогичных сферах применения рекомендуем обратить внимание на серию соединителей CoolSplice от TE Connectivity.

Технические характеристики:

- Материал корпуса: термопластик UL 94V-0
- 30 циклов сочленения
- Сечение проводника: 0,2...0,75 мм²
- Допустимый диаметр изоляции: 1,3...2,1 мм
- Напряжение: 400 V AC/DC
- Ток: 5 А для сечения 0,75 мм²/3,5 А для сечения 0,2 мм²
- Прочность изоляции: 1500 VAC
- Рабочая температура: -40...105°C
- Соответствуют RoHS.