

# ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ POLYSWITCH ДЛЯ ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

С. Пряхин

**Для современного автомобиля характерно непрерывно растущее число электроприводов. Это, например, электродвигатели и соленоиды для регулировки положения кресел, подъема и опускания антенн, открывания и закрывания окон и т. д. С учетом жестких массогабаритных требований к автомобильному электрооборудованию диаметр обмоточных проводов электродвигателей обычно выбирается с минимальным запасом по току, достаточным только для работы в нормальном режиме эксплуатации.**

**Для предотвращения выхода из строя электрооборудования предлагается свободный от недостатков традиционных средств защиты самовосстанавливающийся предохранитель PolySwitch фирмы Raychem (США).**

Большинство автомобильных электроприводов, используемых для перемещения какого-либо устройства, при достижении предела диапазона перемещения (например, открывания или закрывания окна) отключаются вручную. Из-за этого возможны случаи, когда привод остается под напряжением и после того, как механизм достигнет предела перемещения. В таких обстоятельствах ток, потребляемый электродвигателем, быстро повышается до уровня, в несколько раз превышающего нормальное рабочее значение, и так же быстро повышается температура обмотки. За несколько секунд она может повыситься настолько, что вызовет повреждение изоляции обмоточного провода и как результат – выход двигателя из строя.

Надо сказать, что обмотки электродвигателей рассчитаны на работу в заторможенном состоянии в течение небольшого промежутка времени, который под воздействием ряда факторов, например температуры окружающей среды, может оказаться всего несколько секунд. Однако ряд обстоятельств часто приводит к более продолжительной работе электродвигателя в заторможенном состоянии. Поэтому для предотвращения выхода из строя электрооборудования необходимы средства защиты. В большинстве случаев – это плавкие предохранители или термозлектрические прерыватели тока (биметаллические предохранители). Но этим традиционным средствам защиты присущи серьезные недостатки. Так, длительная работа биметаллического предохранителя в режиме ограничения тока приводит к

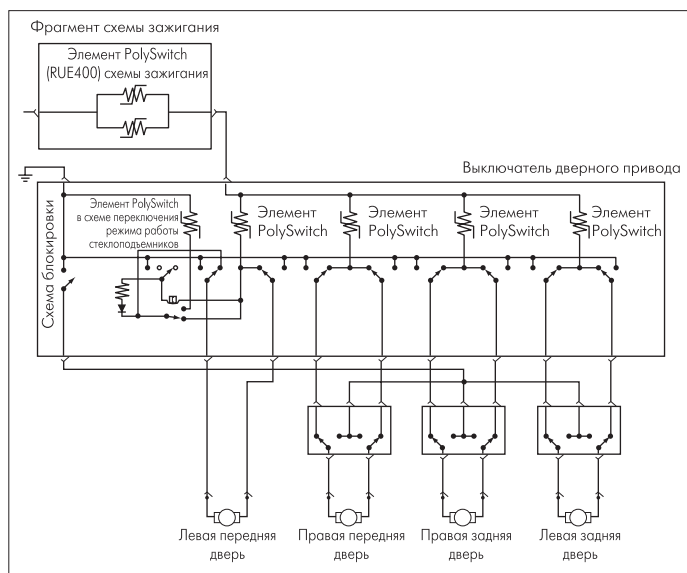
разрушению механических контактов и выходу его из строя. Кроме того, периодическое воздействие большого тока при повышенной температуре окружающей среды даже при нормальной работе предохранителя может нарушить работу защищаемого электродвигателя.

От недостатков биметаллического предохранителя свободен самовосстанавливающийся предохранитель PolySwitch производства фирмы Raychem (рис.1). Это устройство, включенное в электрическую цепь последовательно с нагрузкой, срабатывает при превышении тока номинального значения, переходя из состояния с низким сопротивлением в состояние с высоким сопротивлением. Такое изменение состояния элемента – результат быстрого повышения его температуры, обусловленного внутренней теплогенерацией при нагреве.

Основа элемента PolySwitch – полимерный материал с положительным температурным коэффициентом (ПТК), содержащий произвольно расположенные цепочки из токопроводящих частиц. В нормальном режиме работы, т.е. в холодном состоянии, токопроводящие частицы соприкасаются между собой. При относительно низкой температуре тепло, генерируемое элементом, и тепло, рассеиваемое в окружающей среде, находятся в равновесии. Возрастание тока, температуры окружающей среды или одновременное воздействие этих факторов вызывает повышение температуры элемента. Любой дальнейший рост тока или внешней температуры приводит к тому, что скорость генерации тепла в элементе превышает возможную скорость его рассеивания в окружающей среде. При этом возрастает объем аморфной фазы и разрушается структура токопроводящих цепочек, что вызывает резкое увеличение сопротивления элемента. На этой стадии даже небольшое повышение температуры приводит к очень значительному (до  $10^7$  Ом) увеличению сопротивления, что, в свою очередь, вызывает снижение тока в цепи и обеспечивает ее защиту от повреждения. Пока напряжение на элементе остается достаточно высоким, он находится в активном состоянии (т.е. обеспечивает защиту), а его температура достигает предельного значения  $120-125^{\circ}\text{C}$ . При снижении напряжения до уровня, когда количество теплоты, генерируемое элементом, и теплоты, рассеиваемой в окружающей среде, уже не уравниваются, происходит разрушение полимерных изолирующих участков, и предохранитель переключается в исходное состояние (самовосстанавливается). Максимальное время возврата в состояние с низким сопротивлением – от долей секунды до нескольких секунд,



**Рис. 1. Самовосстанавливающийся предохранитель PolySwitch серии RUE**



**Рис.2. Типовая схема применения предохранителя PolySwitch**

в зависимости от степени перегрузки по току, вызвавшей срабатывание предохранителя.

Элементы PolySwitch рассчитаны на применение при относительной влажности окружающей среды до 95%, возможно их использование в цепях переменного тока с частотой до 100 МГц. Они обладают высокой прочностью к механическим ударам и вибрации. Благодаря небольшому размеру и способности к самовосстановлению элемент PolySwitch можно размещать в непосредственной близости от электродвигателя или даже встраивать в него. Для этого предохранители PolySwitch выпускаются в корпусах различных типов: с проволочными, плоскими выводами или в малагабаритных корпусах для поверхностного монтажа. Типовая схема применения элементов PolySwitch в автоэлектронике приведена на рис.2.

Важная черта предохранителя PolySwitch – температурная зависимость его параметров. Чем выше температура окружающей среды, тем меньшее изменение температуры необходимо для его срабатывания, что приводит к ускорению размыкания цепи при возникновении перегрузки по току. И наоборот, при снижении температуры окружающей среды время срабатывания предохранителя PolySwitch увеличивается. На первый взгляд может показаться, что в результате надежность защиты электродвигателей от перегрузки по току будет также меняться при изменении температуры. Однако это совсем не так: время нагрева обмотки электродвигателя до опасной температуры также обратно пропорционально температуре окружающей среды.

**Электрические параметры элементов серии RUE при 25°C**

Элемент	Макс. рабочее напряжение, В	Макс. рабочий ток, А	Ток пропускания, А	Ток срабатывания, А	Макс. время срабатывания при токе $5I_{НОМ}$ , с	Мощность рассеивания, Вт	Начальное сопротивление, Ом	Макс. габаритные размеры, мм
RUE090	30	40	0,90	1,8	5,9	0,6	0,07	7,4x12,2x3,0
RUE110	30	40	1,10	2,2	6,6	0,7	0,05	7,4x14,2x3,0
RUE135	30	40	1,35	2,7	7,3	0,8	0,04	8,9x13,5x3,0
RUE160	30	40	1,60	3,2	8,0	0,9	0,03	8,9x15,2x3,0
RUE185	30	40	1,85	3,7	8,7	1,0	0,03	10,2x15,7x3,0
RUE250	30	40	2,50	5,0	10,3	1,2	0,02	11,4x18,3x3,0
RUE300	30	40	3,00	6,0	10,8	2,0	0,02	11,4x17,3x3,0
RUE400	30	40	4,00	8,0	12,7	2,5	0,01	14,0x20,1x3,0
RUE500	30	40	5,00	10,0	14,5	3,0	0,01	14,0x24,9x3,0
RUE600	30	40	6,00	12,0	16,0	3,5	0,005	16,5x24,9x3,0
RUE700	30	40	7,00	14,0	17,5	3,8	0,005	19,1x26,7x3,0
RUE800	30	40	8,00	16,0	18,8	4,0	0,005	21,6x29,2x3,0
RUE900	30	40	9,00	18,0	20,0	4,2	0,005	24,1x29,7x3,0

Таким образом, предохранители PolySwitch обеспечивают защиту электродвигателей от перегрузки по току в условиях любой температуры.

Специально для защиты автомобильного электрооборудования выпускаются элементы PolySwitch серии RUE, которые также находят широкое применение в системах аварийной сигнализации, измерительной аппаратуре, средствах управления, акустических системах, приемниках спутниковой связи и другом электронном оборудовании.

При выборе элемента PolySwitch необходимо определить максимальное значение тока, который может протекать в защищаемой цепи, значение максимального рабочего тока, который могут безопасно пропускать печатные проводники, и температуру окружающей среды при эксплуатации. Например, для защиты медного печатного проводника шириной 0,12 мм рекомендуется применять предохранитель RUE400.

Другой важный параметр при выборе элемента ограничения тока – время срабатывания устройства, поскольку эффективное защитное устройство должно снижать ток до безопасного уровня прежде, чем произойдет повреждение проводников или электронных компонентов. Для этого серия элементов RUE имеет достаточное быстродействие. Например, печатный проводник шириной 0,18 мм в состоянии пропустить ток 20 А в течение приблизительно 85 с, после чего произойдет его полное разрушение. 20-амперный плавкий предохранитель может пропускать ток такой силы неопределенно долго. Таким образом, при протекании тока 20 А плавкий предохранитель не сработает, а элемент RUE400 разомкнется приблизительно за 8 с, т.е. задолго до повреждения печатного проводника.

Элементы PolySwitch отвечают всем требованиям к защитным устройствам, предъявляемым в автоэлектронике. Ведущие автомобильные корпорации уже применяют элементы PolySwitch в серийно выпускаемых моделях автомобилей, а также в новых перспективных разработках.

**ЛИТЕРАТУРА**

Using PolySwitch Devices to Protect Automobile Power Window Circuits. Проспект фирмы Raychem Corporation, Electronics OEM Components Division.  
 Raychem PolySwitch Resettable Fuses Motors Applications – Fans and Blowers. Проспект фирмы Raychem.  
 Raychem PolySwitch Resettable Fuses Applications – Actuators and Medium Motors. Проспект фирмы Raychem.

Контактный телефон: (095) 366-0922,  
 e-mail: icmarket@dodeca.ru