

# Системы компенсации реактивной мощности фирмы SIEMENS-EPCOS



К.А. Федосенко, "Симметрон-Украина"

Концерн EPCOS (бывшее подразделение SIEMENS по производству пассивных компонентов) был образован в 1999 г. в результате реформирования совместного предприятия Siemens Matsushita Components. EPCOS AG, производитель пассивных электронных компонентов со штаб-квартирой в Мюнхене, является лидером на европейском рынке. EPCOS поставляет около 40 тыс. различных изделий – конденсаторы, резисторы, индуктивности, разрядники, варисторы – более чем 15 тыс. заказчикам.

Одним из приоритетных направлений EPCOS является производство компонентов для компенсации реактивной мощности (КРМ). Сюда входят: косинусные (силовые) металлопленочные конденсаторы шести различных типов исполнения, конденсаторные контакторы (механические и тиристорные), контроллеры для управления конденсаторными установками, а также фильтрующие дроссели для подавления высших гармоник сети. Основные производственные мощности EPCOS для европейского рынка по данному направлению размещены в городе Малага (Испания) и Хайдехайм (Германия).

Все косинусные конденсаторы EPCOS обладают такими важными свойствами, как самовосстановление и защита от превышения внутреннего давления. В случае локального электрического пробоя, который может произойти из-за тепловой, токовой перегрузки либо в конце срока службы конденсатора, под действием электрической дуги происходит испарение слоя металлизации с образованием нового защитного диэлектрического слоя, при этом потеря общей емкости составляет всего лишь десятые доли процента.

Предохранение от избыточного давления обеспечивается за счет размыкания специальных внутренних контактов при появлении опасного давления внутри корпуса конденсатора (рис.1).

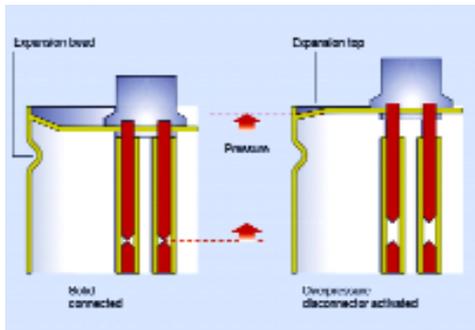


рис. 1

Избыточное давление приводит к вздутию крышки корпуса конденсатора и размыканию контактов, вследствие чего конденсатор отключается от электрической сети и тем самым предотвращается возможность его взрыва.

Конденсаторы выполнены в цилиндрических металлических корпусах с крепежным болтом и снабжены двухсторонней изолированной клеммной колодкой (IP20). Модуль разрядных резисторов входит в комплект поставки. Все конденсаторы соответствуют международным стандартам МЭК/IEC 831-1/96, МЭК/IEC 831-2/95, EN 60831-1+2/96, VDE 560-46+47 3/95 и др. EPCOS выпускает шесть основных серий конденсаторов КРМ различной конструкции и назначения.



рис. 2

**PhaseCap**, серия B25667 – сухого исполнения (заполнены инертным газом). Наиболее распространенная серия. Трехфазное и однофазное исполнение. Диапазон напряжений от 230 до 525 В, мощность от 5 до 33 КВАР (рис.2).



рис. 3

**PhaseCap HD**, серия B25669 – сухого исполнения. Аналогичны по конструкции PhaseCap, но рассчитаны на большую

мощность. Трехфазное исполнение. Диапазон напряжений от 400 до 525 В, мощность от 40 до 60 КВАР (рис.3).

**WindCap**, серия B25669 – сухого исполнения. Предназначены для использования в ветроэнергетике. Трехфазное и однофазное исполнение. Диапазон напряжений от 690 до 800 В, мощность от 5 до 36 КВАР (рис.2).



рис. 4

**PhiCap**, серия B32343 – заполнены взрывобезопасной полиуретановой смолой. Меньшая стоимость. Трехфазное и однофазное исполнение. Диапазон напряжений от 230 до 525 В, мощность от 0,5 до 30 КВАР (рис.4).

**MKV Cap**, серия B25836 – заполнены маслом. Высокотемпературные (до +70°С), устойчивы к воздействию гармоник. Трехфазное исполнение. Диапазон напряжений от 400 до 690 В, мощность от 5 до 18 КВАР (рис.3).



рис. 5

**PoleCap**, серия B25671 – сухого исполнения (заполнены инертным газом), повышенная степень защиты – IP54, все конденсаторы комплектуются защитной пластиковой крышкой с кабельным сальником, предназначены для наружного использования. Диапазон температур –40...+55°С. Трехфазное исполнение. Диапазон напряжений от 230 до 525 В, мощность от 0,5 до 30 КВАР (рис.5).

Наиболее распространенными являются серии PhaseCap и PhiCap, основные технические характеристики которых приведены в табл. 1.

Параметр	Значение
Импульсный (пусковой) ток	200xIном (max)
Перенапряжение	Uном +10% (до 8 ч ежедневно), Uном +15% (до 30 мин ежедневно), Uном +30% (до 1 мин.)
Тестовое напряжение (AC) между выводами	2.15xUном (AC), 10 сек.
Испытательное напряжение между клеммами и корпусом	U=3000 В, 10 сек.
Температура окружающей среды	-25 ... +55°C <sup>0</sup>
Охлаждение	Естественное
Влажность	95% (max)
Высота над уровнем моря	4000 м (max)

табл. 1

Конденсаторы сухого исполнения серий **PhaseCap** выпускаются по запатентованной концерном EPCOS МКК-технологии (Metalized Kuststoff Kompakt). Технология предусматривает волнистую обрезку торцевых частей металлизированной пленки, а также вакуумную пропитку, утолщение диэлектрика и специальную металлизацию, в результате чего значительно повышается устойчивость конденсатора к импульсным токовым перегрузкам. "Сухое" исполнение позволяет монтировать конденсаторы в любом положении, а не только вертикально.

**PhiCap** – проверенная временем серия экономичных МКК-конденсаторов (metalized polypropylene), которую EPCOS (SIEMENS) выпускает более 15 лет. Диапазон мощности составляет от 0,5 до 30 КВАР для трехфазного исполнения и от 0,7 до 6 КВАР для однофазного, номинальное напряжение от 230 до 525 В (50 Гц). Основное назначение этой серии конденсаторов – компенсация реактивной мощности и детюнинг (защита от действия гармоник). В конструкции конденсатора применяется металлизированная полипропиленовая лента и цилиндрический алюминиевый корпус с крепежным болтом, заполненный пожаробезопасной, экологически безвредной полиуретановой смолой. Срок службы конденсаторов более 100 тыс. ч. Конденсатор имеет две степени защиты: предохранитель избыточного давления и свойство самовосстановления после локального пробоя вследствие возможных перегрузок по току, напряжению или температуре (стандарт IEC 831).

EPCOS выпускает дополнительные аксессуары для конденсаторов, такие, как защитные пластиковые крышки, корпуса (степень защиты до IP54) и разрядные дроссели. Разрядные дроссели выполнены в корпусе для монтажа на DIN-рейку и позволяют ускорить время разряда конденсаторов КРМ, при этом, в отличие от классических резисторов, выделяют гораздо меньше тепла. Так, например, разряд конденсатора 25 КВАР происходит за 5 с, при этом рассеиваемая мощность составляет менее 1,8 Вт.

Конденсаторные контакторы EPCOS механического типа снабжены вспомогательными дугогасящими контактами предварительного замыкания – "предконтактами", а также демпфирующими проволочными резисторами.



рис.6

Номинальное напряжение Уном – до 690 В, коммутируемая мощность – от 12,5 до 70 КВАР, частота включения – до 240 коммутаций в час (рис.6). Все контакторы имеют встроенные или присоединяемые дополнительные контакты, что облегчает параллельное соединение контакторов и снижает нагрузку на выходные каскады управляющего контроллера-регулятора. Параллельное включение контакторов также позволяет использовать регулятор РМ, рассчитанный на меньшее число конденсаторных ступеней.



рис. 7

Для систем динамической компенсации реактивной мощности (крановое, сварочное оборудование, электромагнитные прессы и др.) EPCOS выпускает интеллектуальные тиристорные коммутаторы – тиристорные контакторы – с функций контроля и самоконтроля. Тиристорные контакторы обеспечивают на несколько порядков большую скорость переключения конденсаторных батарей – время реакции составляет 5 мс, коммутация происходит в момент перехода сетевого напряжения через ноль, вследствие чего пусковые токи сводятся к минимуму (рис.7).

Интеллектуальная схема обеспечивает контроль напряжения, правильности чередования фазы, ток конденсаторной батареи, с выдчей предупреждений в случае сбоев. При выходе контролируемого параметра за допустимые пределы коммутируется аварийный контакт либо производится отключение нагрузки (конденсатора). Конденсатор вновь подключается после исчезновения опасности аварии. Предусмотрен также тест самопроверки. EPCOS выпускает два типа тиристорных контакторов: на 25 и 50 КВАР для стандартных сетей 400 В/50 Гц.

Применение тиристорных контакторов имеет ряд особенностей: требуются особо быстрые предохранители, высоковольтные разрядные резисторы (выпускаются EPCOS), запрещается применение разрядных дросселей. Номинальное напряжение коммутируемых конденсаторов в случае применения тиристорных контакторов должно составлять 440 В для сетей 400 В, или даже 525 В для того же напряжении сети при наличии систем детюнинга.

Для управления автоматическими конденсаторными установками EPCOS выпускает несколько видов микропроцессорных контроллеров-регуляторов на различное количество ступеней. Ввиду сложности представления в данной статье полного объема



рис. 8

информации, рассмотрим наиболее распространенную модель BR6000 (рис.8). Данная модель имеет несколько вариантов исполнения: количество ступеней 6 либо 12, выходные цепи для управления классическими или тиристорными контактами, опция – возможность передачи данных по стандартному интерфейсу (RS232 или RS485). Контроллеры снабжены удобным в использовании ЖК-дисплеем с подсветкой, на который могут выводиться следующие параметры: напряжение, реактивная и полная мощность, текущий и запрограммированный cosφ, суммарное значение коэффициента нелинейных искажений, все нечетные гармоники (1–19), ток каждой секции, температура. Имеется дополнительный аварийный контакт для сигнализации о следующих опасных ситуациях: недостаточная компенсация, перекомпенсация, выход за допустимые пределы значения тока, температуры, уровня гармоник, внутренняя ошибка. Для контроля оператору доступны сохраняющиеся в памяти такие величины, как количество включений и время работы ступеней конденсаторной установки, максимальные пиковые значения активной, реактивной и полной мощности, тока, напряжения и температуры.



рис. 9

EPCOS выпускает широкую номенклатуру антирезонансных дросселей (реакторов) для борьбы с гармониками в электрических сетях. Дроссели предназначены для защиты конденсаторов КРМ от вредного действия гармоник сети методом “детюнинга” – смещением резонансной частоты контура “трансформатор-конденсатор” ниже частоты доминирующей гармоники. Дроссели выпускаются в диапазоне мощностей от 10 до 100 КВАР, с рабочими напряжениями 400, 440 и 480 В и предназначены для эксплуатации в сетях с частотой 50 и 60 Гц (рис.9). Такие дроссели имеют большую нагрузочную способность и низкий уровень собственных потерь. Они снабжены встроенным нормально замкнутым тепловым контактом для сигнализации о превышении допустимой температуры. Срок службы составляет десятки лет при условии правильной эксплуатации.

По материалам EPCOS AG, [www.epcos.de](http://www.epcos.de).  
Официальный дистрибутор продукции EPCOS компания “Симметрон-Украина”, [www.symmetron.ua](http://www.symmetron.ua)



## Компоненти для компенсації реактивної потужності



**Симметрон-Україна**

Київ  
вул. М.Росконої, 13, оф. 903  
тел.: (044) 239-2565, 491-2525  
факс: (044) 239-2069  
info@symmetron.com.ua  
www.symmetron.com.ua

Харків  
пл. Свободи, 1, "готель "Харків",  
корпус 2, поверх 6, к.391  
тел./факс: (057) 758-0690, 758-0391  
khar.kov@symmetron.com.ua