



## ТИРИСТОРНЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Компенсаторы реактивной мощности тиристорные типа ТКРМ нового поколения на основе применения микропроцессорной системы управления предназначены для улучшения качества электрической энергии промышленных сетей напряжением 6,3 и 10,5 кВ, питающих мощные тиристорные электроприводы прокатных станков и шахт, дуговые сталеплавильные и рудотермические печи, прочие нагрузки с переменным потреблением реактивной мощности.

Применение ТКРМ позволяет:

- улучшить качество электроэнергии, за счет уменьшения амплитуды колебаний напряжения сети от номинального значения и улучшения гармонического состава тока и напряжения;
- уменьшить токовые нагрузки элементов системы электроснабжения, тем самым уменьшив потери в них, а значит, и сэкономить на плате за активную энергию, которая шла на покрытие потерь;
- симметризовать по фазам сети потребляемую активную и реактивную мощности при резкопеременном и несимметричном характере нагрузок;
- уменьшить потери в электродвигателях, трансформаторах, кабелях,
- увеличить срок службы изоляции и электрооборудования за счет уменьшения в сети высших гармоник;
- снизить плату электроснабжающей организации за потребленную и генерируемую реактивную мощность практически до нуля и устранить возможные надбавки к тарифу на электроэнергию за потребление реактивной мощности, превышающее договорные значения, за счет автоматической компенсации реактивной мощности;
- повысить надежность и энергоэффективность энергоснабжения за счет уменьшения полного тока;
- обеспечить режим стабилизации напряжения (по отдельному требованию заказчика), что актуально для «слабых» сетей.



**Стоимость изделия** является оптимальной, поскольку ТКРМ и фильтры гармоник проектируются индивидуально для каждого отдельного случая их применения, что гарантирует достижение наилучших результатов фильтрации высших гармоник и коррекции коэффициента мощности и исключает переплату за «запас по мощности», как в случае выбора из стандартного ряда изделий.

**Средний срок окупаемости** ТКРМ составляет около 2 лет.

Каждое изделие проходит **детальное компьютерное моделирование** с параметрами конкретного применения (в штатной схеме электроснабжения и характерными режимами работы оборудования), с целью проверки и выявления возможных резонансных и аварийных явлений.

## ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Нелинейные приемники электрической энергии (например, тиристорные преобразователи, дуговые и индукционные электропечи) в процессе их работы являются источниками гармонических искажений в сети питания. Присутствие высших гармоник оказывает влияние на работу электрооборудования:

- вызывает дополнительные потери в электрических машинах, трансформаторах и сетях,
- затрудняет компенсацию реактивной мощности,
- сокращает срок службы изоляции электрических машин и аппаратов,
- ухудшает работу устройства автоматики, телемеханики и связи,
- вносит погрешность измерений электроизмерительных приборов.

Для решения этих проблем используют тиристорные компенсаторы реактивной мощности **ТКРМ** (при резкопеременной нагрузке) или **фильтры гармоник (ФГ)** (при изменениях реактивной мощности в небольших пределах). ТКРМ состоит из полупроводникового стабилизатора мощности (ПСМ), компенсирующих реакторов и фильтров гармоник.

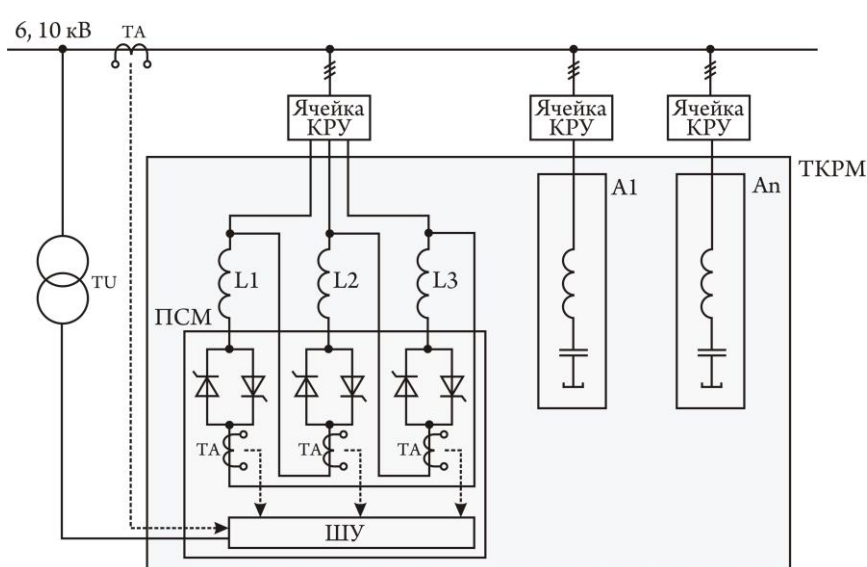
Фильтры гармоник:

- Снижают полный коэффициент гармонических искажений (THD), приближая форму напряжения к синусоидальной,
- компенсируют реактивную мощность до определенного уровня.

**ТКРМ** позволяет поддерживать заданный уровень реактивной мощности (или коэффициент мощности) при ее изменениях в широких пределах (от 0 до 100%). Обработка возмущения происходит практически мгновенно (около 10 мс).



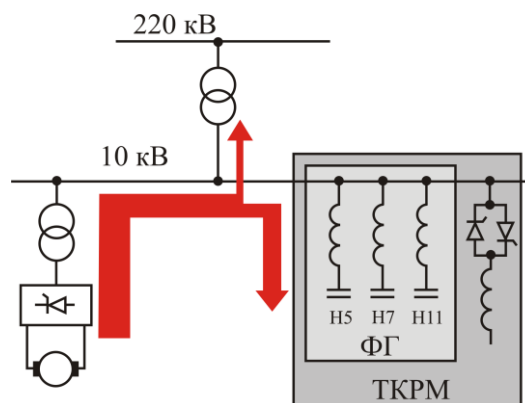
Компенсатор, структурно-функциональная схема которого приведена на рисунке, выполнен по схеме косвенной компенсации. Процесс регулирования и стабилизации реактивной мощности на вводе распределительной сети осуществляется с помощью силовой схемы в шкафу ПСМ (полупроводникового стабилизатора мощности), а источником реактивной мощности служит конденсаторная установка, образующая совместно с фильтровыми реакторами силовой резонансный фильтр высших гармоник А1...Аn.



Индуктивность фильтрового реактора и емкость конденсаторной установки образуют последовательную резонансную цепь, которая при подключении параллельно нагрузке минимизирует определенную высшую гармонику в напряжении сети.

ПСМ и компенсирующие реакторы 1.1...1.3 образуют три цепи из последовательно соединенных компенсирующего реактора и пары встречно-параллельных тиристоров, соединенных в треугольник и подключенных параллельно нагрузке и силовым фильтрам. Компенсатор обеспечивает стабилизацию величины, потребляемой из сети реактивной мощности, а также симметрирование по фазам сети, потребляемой активной и реактивной мощностей при резкопеременном и несимметричном характере нагрузок. При этом на вход системы управления подаются сигналы напряжения и токи сети (и нагрузки) со вторичных обмоток трансформаторов напряжения ТУ и трансформаторов тока ТА.

Таким образом, перетоки реактивной мощности происходят только между потребителями реактивной мощности и ТКРМ. Из сети реактивная мощность не потребляется и не генерируется, соответственно счетчик ее не регистрирует. Обмен энергией с сетью идет только активной мощностью. Визуально это показано на рисунке, где красной линией изображена полная мощность.



### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Управление полупроводниковым стабилизатором мощности (ПСМ), защита и сигнализация, автоматическое регулирование осуществляется микропроцессорной системой управления (СУ), реализованной на базе плат управления, размещенных в шкафу управления. Печатные платы системы управления легко заменить и настроить.

СУ имеет:

- встроенную систему диагностики и записи «аварийного следа»,
- полнофункциональную систему защит,
- быстродействующие двухпроводные интерфейсы для связи с оборудованием верхнего уровня, в том числе других поставщиков - ProfiBus DP, CAN, другие по заказу.

СУ позволяет реализовать любую объектную ориентацию по требованиям Заказчика.



Изготовитель в течение 1 года после ввода оборудования в эксплуатацию на бесплатной основе дополняет программное обеспечение преобразователя по просьбе служб эксплуатации (программы технологической объектной ориентации). Исполняемые файлы передаются изготовителем по сети Интернет. Службы эксплуатации самостоятельно программируют элементы ПЗУ преобразователей с помощью встроенного в систему управления программатора.

При пробое одного тиристора в плече система управления выдаёт предупредительный сигнал, но преобразователь остаётся в работе. Пробой второго тиристора в этом плече вызывает аварийное отключение с соответствующим аварийным сообщением пультового терминала.

Контроль пробоя тиристоров и импульсы управления передаются по оптоволоконным линиям связи.

Русскоязычный пультый терминал является основным средством, с помощью которого пользователь имеет возможность общаться с сервисными программами и служит для:

- вывода сообщений о режимах работы преобразователя;

- вывода аварийных и предупредительных сообщений;
- записи наладочных значений параметров.

## КОНСТРУКЦИЯ

Основными составными частями компенсатора ТКРМ являются:

- полупроводниковый стабилизатор мощности,
- компенсирующие реакторы,
- фильтры высших гармоник, состоящих из фильтрового реактора и конденсаторной установки.

Полупроводниковый стабилизатор мощности в зависимости от мощности выполнен в виде одного шкафа или нескольких, образующих секцию. Конструктивно ПСМ выполнено в виде шкафов двухстороннего обслуживания, со степенью защиты IP21.

Одношкафное исполнение ПСМ состоит из силовой части и блока с системой управления, регулирования, защиты и сигнализации. Секция ПСМ состоит из силовых шкафов и шкафа с системой управления, регулирования, защиты и сигнализации.

На лицевой двери блока и шкафа управления установлен пульт управления. Он содержит жидкокристаллический дисплей и блок клавиатуры, состоящий из семи герметизированных кнопок. Интерфейс с пользователем реализован в виде меню на ЖКИ дисплее.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала при эксплуатации двери шкафов ПСМ снабжены замками электромагнитной блокировки.

Силовая часть ПСМ состоит:

- последовательного набора встречно параллельно включенных тиристоров,
- ячеек управления тиристоров,
- демпфирующих RC-цепочек,
- вентиляторов системы охлаждения. Компенсирующие реакторы имеют исполнения:
- воздушное,
- с магнитопроводом.

Фильтровые реакторы имеют однофазную и трехфазную конструкции.

Конденсаторные установки силовых фильтров выполнены в виде рам с установленными в них параллельно соединенными конденсаторами и защищенных предохранителями.

## КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

В комплект поставки входят:

- шкаф силовой;
- система управления (блок в шкафу силовом или отдельный шкаф);
- компенсирующий реактор;
- фильтры гармоник, состоящие из фильтрового реактора и конденсаторной установки;
- комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей согласно ведомости ЗИП на соответствующий тип компенсатора;
- комплект эксплуатационных документов согласно ведомостям эксплуатационных документов.

Примечания:

- при указании в заказе одновременно с компенсатором может поставляться по одному фильтру каждого типа, но не более четырех фильтров на каждый заказываемый компенсатор,
- применяющиеся в компенсаторах ячейки КРУ в комплект поставки не входят, но при необходимости могут быть включены в комплект поставки,
- в комплект поставки может быть включена система диагностики и мониторинга, отображающая режим работы оборудования с возможностью управления им.