



Контакторы, симисторы... Кто лидирует?

↓ Если ТЭН можно назвать сердцем электрокотла, то его мозгом, несомненно, является система управления мощностью, основанная на том или ином коммутационном устройстве. Есть ли среди них безусловные лидеры — попробуем разобраться.

Начнем с теории

Коммутационный аппарат — это электрическое устройство, предназначенное для включения и отключения тока в электрической цепи. Казалось бы, чего проще — просто выключатель, однако человечество придумало огромное количество устройств, предназначенных для этих целей.

Глобально все эти устройства можно разделить на две группы:

1. Контактный коммутационный аппарат, осуществляющий коммутацию путем перемещения его контакт-деталей относительно друг друга

2. Бесконтактный коммутационный аппарат, осуществляющий коммутацию без перемещения его деталей

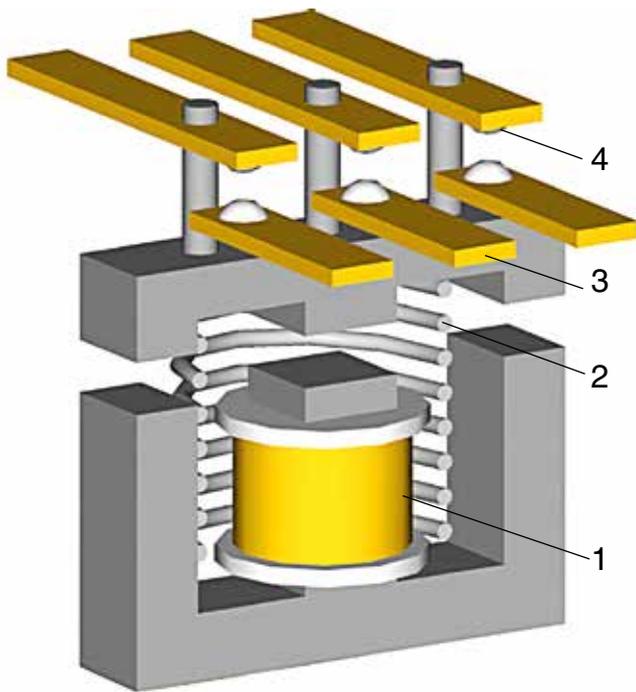
Виды же коммутационных аппаратов гораздо более многочисленны — выключатели, контакторы, реле, реостаты, тиристоры, симисторы.

ЭВАН в своих электроотопительных котлах использует два вида контактной коммутации — это контакторы и реле, а также бесконтактную коммутацию на основе симисторов.

Контактор (лат. *contāctor* «соприкасатель») — двухпозиционный электромагнитный аппарат, предназначенный для частых дистанционных включений и выключений силовых электрических цепей в нормальном режиме работы.

Контактор состоит из катушки медных проводов, внутри которой находится цилиндр (сердечник) из мягко-магнитного сплава. Этот цилиндр механически подсоединен к одному или нескольким электрическим контактам. Когда катушка получает питание, благодаря электромагнитному эффекту сердечник движется вверх, и контакт замыкается (цепь работает).

Основными техническими данными контакторов являются номинальный рабочий ток и номинальное напряжение



Принципиальная схема конструкции трёхфазного контактора:

- 1 — Катушка
- 2 — Пружина
- 3 — Подвижная часть
- 4 — Замыкающиеся контакты

коммутируемой цепи. Ключевое достоинство контакторов — это широкий диапазон коммутируемых токов, что позволяет использовать данное устройство на очень мощных приборах.

Ещё одна важная характеристика контактора — его износостойкость, т.е. способность обеспечить работу при большом числе операций. Контактёр обеспечивает порядка миллиона срабатываний. Хотя это число и кажется достаточно большим, оно всё равно конечно. Ограниченный ресурс — один из недостатков контактора. Одна из задач, которые решают конструкторы ЭВАН, — увеличение срока жизненного цикла используемых контакторов за счет снижения числа срабатываний. Это возможно, например, путем оптимизации гистерезиса — разности температур между отключением и включением. Ещё один способ снижения числа срабатываний — увеличение числа ступеней мощности. Учитывая, что потребность в работе котла на полную мощность возникает в основном только в пиковые наиболее холодные периоды, в остальное время прибор может работать на уменьшенной нагрузке. При одноступенчатом управлении мощностью котел, нагрев температуру до требуемых значений, выключается, при снижении температуры ниже уровня гистерезиса включается на полную мощность. При невысоких температурах наружного воздуха эти циклы сокращаются — прибору требуется мало времени для нагрева до нужных температур, соответственно, растет число срабатываний контактора. В случае многоступенчатого управления мощностью, которое реализовано в электрокотлах классов КОМФОРТ, ЛЮКС,

ПРОФЕССИОНАЛ, пользователь может ограничить мощность котла. Если за окном достаточно тепло, котел работает на одной или нескольких ступенях мощности, продолжительность цикла нагрева увеличивается, число срабатываний коммутирующих устройств уменьшается. Чем больше ступеней мощности имеет прибор, тем более тонкая возможна подстройка. Наиболее совершенны в этом аспекте котлы класса VIP (PIKKUWATTI, TENOWATTI, ECOWATTI, FIL), производимые в Финляндии, в которых число ступеней мощности составляет от 7 до 15. Кроме того, погодозависимая автоматика, которой оснащены электрокотлы этого класса, на основании анализа внешней и внутренней температуры воздуха сама устанавливает то число ступеней мощности, на котором работа котла наиболее оптимальна в настоящий момент.

Есть у контакторов особенность, которая в ряде случаев может принести неудобства владельцу. Это звук щелчка, сопровождающий включение и выключение устройства. Справедливости ради нужно отметить, что уровень шума может быть и довольно незначительным — это зависит от производителя коммутационных устройств. Если котел располагается в котельной или в каком-то отдельном помещении, этим свойством контакторов вообще можно пренебречь. Однако часто, особенно когда речь идет об отоплении небольших объектов, выделить под котел отдельное помещение просто нет возможности.



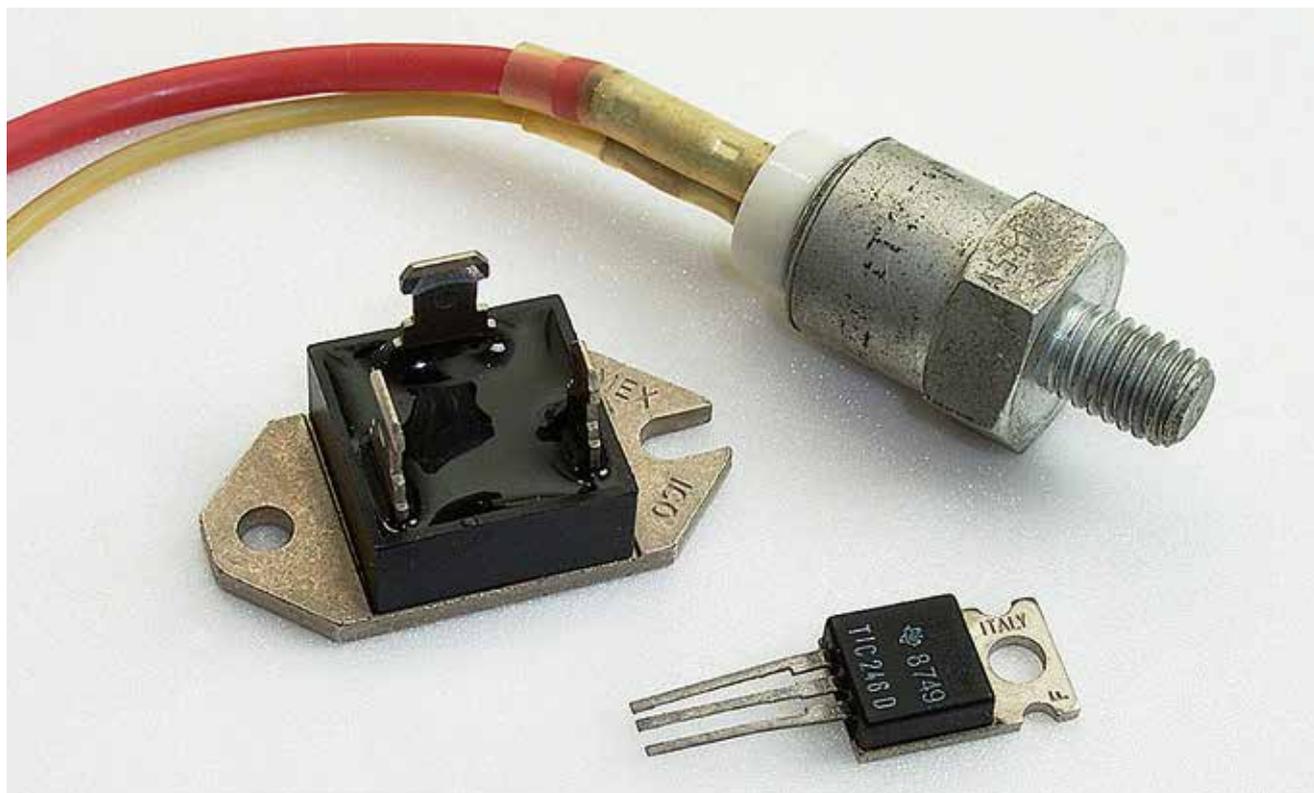
Котел WARMOS RX —
управление
на симисторах



Котел WARMOS QX —
управление на реле



**Котел ЭПО класс
Профессионал** —
только контакторы!



Чтобы обеспечить комфорт использования оборудования, для таких случаев в электрокотлах ЭВАН в качестве устройства коммутации используется реле.

Реле по механизму работы аналогично контакторам, однако элементы реле намного меньше и легче элементов контакторов, поэтому срабатывание происходит гораздо тише, на уровне, комфортном для пользователя. Вместе с тем, у реле есть и ограничения использования. Ресурс его существенно меньше, чем ресурс контактора, и, чем выше коммутируемый ток, тем меньше ресурс реле. Поэтому в котлах ЭВАН реле используется в основном на устройствах с невысокой мощностью, например, в WARMOS от 5 до 12 кВт. Отдельный случай это котел класса «ЛЮКС» WARMOS-QX, где для обеспечения комфорта потребителей вся мощностная линейка реализована на базе реле. Чтобы обеспечить и тихую работу прибора, и достаточный ресурс используемых реле, в WARMOS-QX установлено 9 ТЭНов, каждый



Интересный факт! Симистор был изобретен в городе Саранске на заводе «Электровыпрямитель» в 1962–1963 гг. начальником конструкторского бюро Василенко Валентиной Стефановной. Запатентован в СССР с приоритетом от 22 июня 1963 года, на полгода ранее, чем в США.

из которых управляется своим реле. В результате каждое отдельно взятое реле работает с небольшими токами, продлевая свой ресурс.

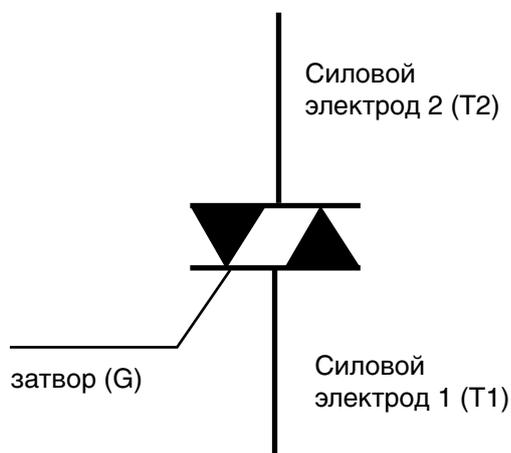
Решением, в котором отсутствуют недостатки контактных коммутационных устройств, является симистор.

Симистор (симметричный триодный тиристор), или триак (от англ. TRIAC — triode for alternating current) — полупроводниковый прибор, являющийся разновидностью тиристоров и используемый для коммутации в цепях переменного тока.

Симистор представляет собой «двунаправленный тиристор» и имеет три электрода: один управляющий и два основных для пропуска рабочего тока. Для управления нагрузкой основные электроды симистора включаются в цепь последовательно с нагрузкой. В закрытом состоянии проводимость симистора отсутствует, нагрузка выключена. При подаче на управляющий электрод отпирающего сигнала между основными электродами симистора возникает проводимость, нагрузка оказывается включенной.

Но для нас важнее не то, как работает симистор, а то, какие преимущества он привносит в работу электрокотла.

Первое и важнейшее достоинство — ресурс полупроводниковых приборов неограничен, т.е. число сра-





Михаил Лежин,

ведущий инженер конструкторско-технологического отдела:

— Если температура на поверхности ТЭН превышает 100°C и сохраняется таковой на протяжении длительного времени, слой теплоносителя, находящегося в контакте с ТЭН, может переходить в парообразное состояние. При снижении температуры ТЭН — возвращаться в жидкое. Когда в качестве теплоносителя используется вода, то такой процесс приводит к образованию накипи — соли жесткости, содержащиеся в воде в растворенном состоянии, при переходе в пар выпадают на поверхность ТЭНа. Если же в качестве теплоносителя используется незамерзающая жидкость, то её переход в парообразное состояние может нести необратимые последствия — при возврате обратно в жидкое меняется химический состав. При работе WARMOS-RX в режиме ограничения мощности снижается время работы ТЭНа на полной мощности, как следствие ограничивается удельная поверхностная нагрузка ТЭНов и температура их поверхности. В результате минимизируются процессы парообразования, что служит дополнительной защитой ТЭНа от накипи и позволяет безопасно применять незамерзающие теплоносители.



Андрей Гусаров,

директор по экспорту компании «Каукура»

— Как известно, из-за нагрева симистора его необходимо охлаждать, например, алюминиевым охладителем, который поддерживает внутреннюю температуру компонента на достаточно низком уровне. При этом чем больше мощность котла и, соответственно, тока, тем массивнее комплект компонентов в случае с симисторами, что требует большего пространства для безопасной и надежной работы. С учетом мощностей наших котлов, а она достигает 1600 кВт, мы не применяем симисторное подключение. В наших котлах мы используем контакторы одного из ведущих мировых производителей Eaton/Moeller.

В целом, я не могу отдать первенство ни контакторам, ни симисторам. В каждом случае производитель должен определять, чего он хочет добиться и какой механизм целесообразно использовать в том или ином приборе. Цена котла в любом варианте зависит от компоновки/задачи. И конечно, первостепенное значение имеет качество используемых компонентов и материалов.

бываний не имеет значения. Кроме того, у электро-механических устройств, помимо ограничения количества циклов переключений, есть и еще одно важное негативное свойство — низкая частота коммутации цепи нагрузки. Она определяется и механическими свойствами, и тем, что при возрастании частоты коммутации реле и контактор начинают нагреваться. В то время как симисторы допускают коммутацию нагрузки на каждом полупериоде сетевого напряжения.

Второе, и тоже важнейшее, — отсутствие щелчков, приборы на симисторной системе управления работают бесшумно, следовательно, могут располагаться в любом удобном для владельца помещении.

Еще одно преимущество симисторов в том, что бесконтактные коммутаторы, по определению, не искрят. В то время как коммутация при помощи электро-механических устройств неизбежно сопровождается искрообразованием, которое может приводить к обгоранию контактов.

Для управления мощностью в симистровой схеме на каждый ТЭН должен быть установлен свой симистор. И в этом, кстати, симистор проигрывает контакторам. Контакттор может управлять группой ТЭНов. Например, в продукции ЭВАН мощностью свыше 30-кВт один контактор устанавливается на 3 ТЭНа.

С другой стороны, симисторная схема позволяет использовать различные механизмы для ограничения мощности. Первый способ, аналогичный работе электро-механических коммутаторов, — симистр включает или выключает ТЭН, которым он управляет. Соответственно, число ступеней мощности равно или меньше числу симисторов и ТЭНов. Второй, вариант, реализованный в котлах WARMOS-RX, — широтно-импульсная модуляция (ШИМ). В этом случае управление средней мощностью нагрузки осуществляется с помощью серии импульсов. Усреднённая мощность регулируется изменением ширины импульсов (длительности импульсов и пауз между ними) при неизменной их величине. За счет использования ШИМ в WARMOS-RX на трех симисторах и трех ТЭНах реализовано пять ступеней мощности и обеспечена симметричность нагрузки.

Еще одно преимущество от использования симисторной схемы с широтно-импульсной модуляцией, которые отмечают конструкторы ЭВАН, — это возможность ограничения удельной поверхностной нагрузки ТЭН.

Казалось бы, вот он, идеальный коммутационный аппарат. Но и симистор не лишён минусов.

При своей работе симистор выделяет тепло — 1—1,5 Вт на 1А. Выделяемое тепло необходимо отводить. Это обстоятельство является самым серьезным недостатком бесконтактных коммутаторов, так как требует дополнительного места для элемента охлаждения. Соответственно, чем больше мощность приборов, тем существеннее сказывается данный недостаток — охлаждающие элементы увеличивают габариты прибора и его стоимость.

В котлах WARMOS-RX используется наиболее эффективный вариант — жидкостное охлаждение.

Что же в итоге? Любое из рассмотренных коммутационных устройств имеет как недостатки, так и достоинства. Именно поэтому ЭВАН предлагает электроотопительные котлы с различными типами управления мощностью. Выбор всегда остается за покупателем, наша задача — помочь ему сделать этот выбор осознанно.