

УДК 621.3

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ РЕЛЕ В ПЕЧАХ Ш -70

Павлович Е.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Константинова С.В.

Твердотельное релé (ТТР) — электронное устройство, являющееся типом реле без механических движущихся частей, служащее для включения и выключения высокомогнотной цепи с помощью низких напряжений, подаваемых на клеммы управления. ТТР содержит датчик, который реагирует на вход (управляющий сигнал) и твердотельную электронику, включающую высокомогнотную цепь. Этот тип реле может использоваться в сетях постоянного и переменного тока. Устройство применяется для тех же функций, что и обычное реле, но не содержит движущихся частей [1].

Принцип действия и особенности конструкции

Разберемся в особенностях управления электроприборами с помощью твердотельного реле. От обычных реле они отличаются отсутствием механических замыкаемых и размыкаемых контактов. Вместо них в твердотельном реле используются полупроводниковые элементы, такие как транзистор, либо симистор.

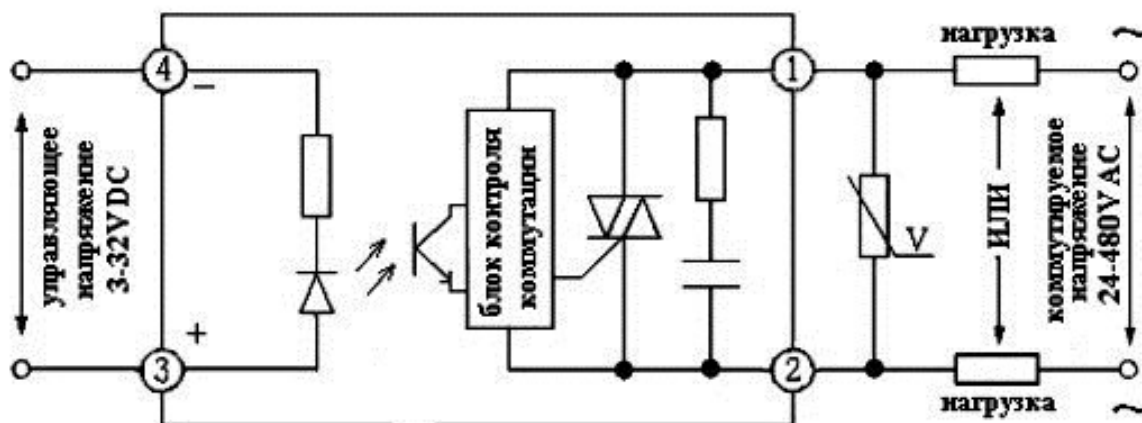


Рисунок 1. Схема управления постоянным током.

Принцип работы реле состоит в размыкании и замыкании цепи, передающей напряжение. Это осуществляется активатором, то есть, твердотельным устройством. Вид силового элемента зависит от свойства тока, который может быть, как переменным, так и постоянным. Для постоянного тока применяются транзисторы, для переменного тока – тиристоры и симисторы.

Через транзистор проходит ток. Симистор может пропускать ток в обоих направлениях, так же, как и тиристор.

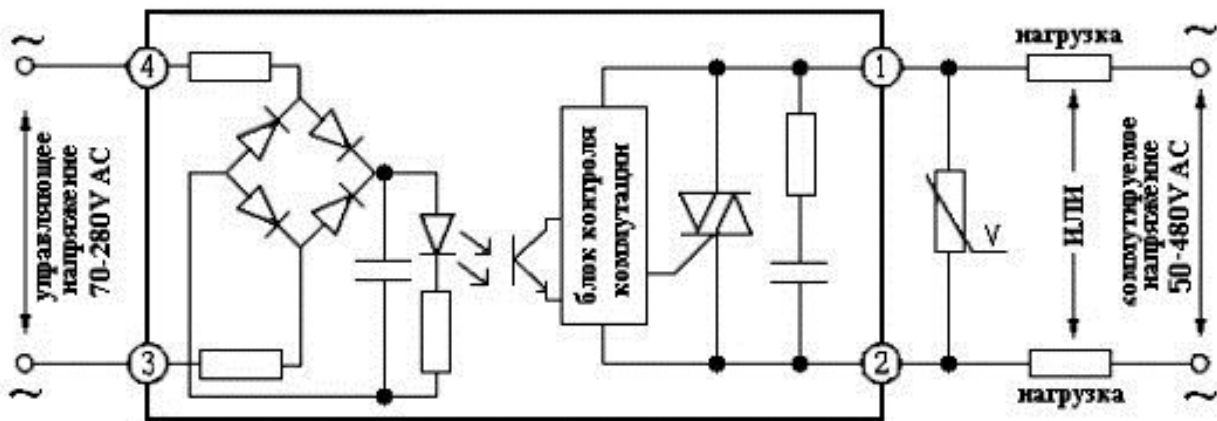


Рисунок 2. Схема управления переменным током.

На вход подается электрический сигнал, далее он идет на оптическую развязку на основе светодиода. Оптическая развязка позволяет изолировать входную цепь от промежуточной и выходной цепи. Далее в действие вступает цепь триггера, которая обеспечивает управление переключением выхода твердотельного реле.

Цепь переключения подает напряжение на нагрузку, представленную транзистором, либо симистором. Цепь защиты необходима для надежности работы реле при разных нагрузках [2].

#### Виды твердотельных реле

Имеется множество разных видов таких реле, отличающихся своими особенностями напряжения коммутации и контроля.

- Реле постоянного тока применяются в сети постоянного напряжения в интервале 3-32 ватта, характерны повышенными удельными свойствами, индикаторами на светодиодах, повышенной надежностью. Многие модели способны работать в широком интервале рабочих температур: -30 +70 градусов.

- Реле переменного тока, имеют особенность в пониженном уровне электромагнитных помех, не создают шума при эксплуатации, малый расход электроэнергии, и высокое быстродействие. Диапазон мощности составляет от 90 до 250 ватт.

- Реле с управлением вручную, дают возможность самостоятельной настройки типа действия.

Однофазное исполнение дает возможность подключать электрический ток в интервале от 10 до 120 ампер, либо от 100 до 500 ампер. Управление производится аналоговым сигналом и сопротивлением переменного типа.

3-фазные исполнения используют для подключения тока одновременно на трех фазах. Они могут работать в диапазоне 10-120 ампер. Среди них есть устройства реверсивного вида, отличающиеся обозначением и бесконтактной коммутацией. Их задача заключается в осуществлении надежного подключения всех цепей по-отдельности.

Чтобы защитить реле от ложных срабатываний, применяют специальные устройства.

Они применяются при запуске и эксплуатации асинхронного электродвигателя. При выборе такого устройства нужно сделать необходимый

запас мощности. Для защиты реле от перенапряжений также применяется предохранитель быстрого действия, либо варистор.

Реле трехфазного исполнения имеют срок службы больше, чем 1-фазные реле. Коммутация осуществляется после перехода тока через нулевую границу.

По методам коммутации реле делятся:

- Реле для емкостных и индуктивных нагрузок.
- Реле для мгновенных срабатываний, применяются при необходимости быстрого подключения.

• С фазным управлением, дающим возможность регулировки освещения, нагревательных элементов.

По конструктивным особенностям реле делятся:

- С возможностью монтажа на рейку DIN.
- Для переходных планок, универсальные [3].

### **Преимущества**

• Отсутствие каких-либо щелчков при переключении. Хотя отсутствие звуковой индикации для кого-то может быть и минусом.

• Полупроводниковые твердотельные реле не искрят, не дребезжат и механически не изнашиваются, благодаря чему получается срок службы как минимум десятки лет без какого-либо обслуживания.

• Благодаря свойствам полупроводниковых элементов, возможна коммутация с минимумом помех.

• Высокое быстродействие позволяет производить включение при переходе напряжения через ноль. А при выключении симистор закрывается не сразу, а ровно тогда, когда через ноль переходит ток, что тоже снижает уровень помех.

• Малый расход электрической энергии благодаря тому, что нет электромагнитной связи.

• Твердотельные реле имеют небольшие габариты, что позволяет упростить его установку и транспортировку.

• Длительный срок работы, не требующий технического обслуживания устройства.

• Широкая сфера применения для различных типов устройств и приборов.

• Возможность осуществления большого количества срабатываний (более одного миллиарда).

• Обеспечивает надежную изоляцию цепей входа и силовых цепей между собой.

• Повышает производительность устройства.

• Механическая прочность выражается в герметичной конструкции, вибрационной и ударной стойкости.

### **Применения в шахтных печах**

Особенностью печей Ш-70 является то, что крепление подвески деталей осуществляется внутри рабочего пространства печи на специальном жароупорном диске (Рис.3) [4]. Что в свою очередь приводит к нередким случаям короткого замыкания через заготовку. В связи с этим одним из главных условий использования ТТР в шахтных печах является использование

предохранителей класса gR/aR/gRL. Так же из-за большой теплоотдачи, больших токов и достаточно высокой температуры окружающей среды необходимо тщательно следить за охлаждением реле. Удобство же использования, по сравнению с контактной системой является бесшумность, возможность с помощью контроллера согласовывать температуру между зонами, возможность получения одинаковых диаграмм набора температур.

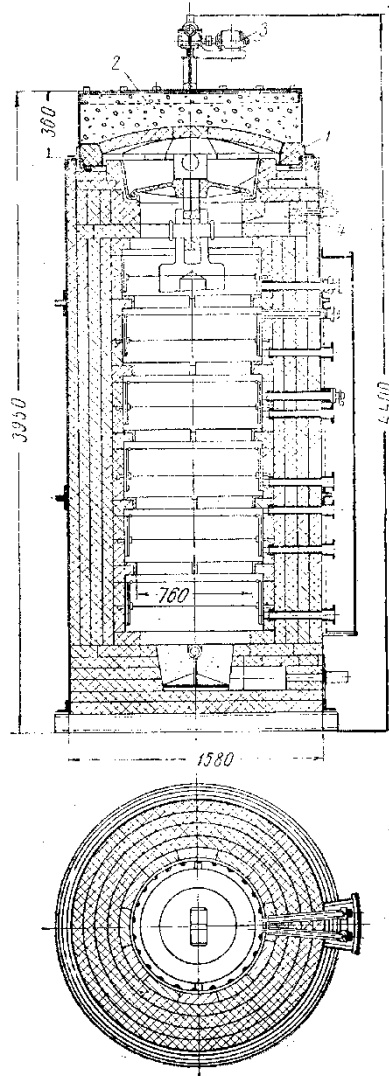


Рисунок 3 – Вертикальная электрическая печь Ш -70

#### Литература

1. Твердотельное реле / wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Твердотельное\\_реле](https://ru.wikipedia.org/wiki/Твердотельное_реле)– Дата доступа: 8.5.2019.
2. RELE DE ESTADO SOLIDO: DIAGRAMA DE CONEXIONES PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO / wikicomo.es [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wikicomo.es/rele-de-estado-solido-diagrama-de-conexiones-principio-de-funcionamiento.html/>. – Дата доступа: 5.5.2019.
3. Твердотельные реле / электросам.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/tverdotelnye-rele/>– Дата доступа: 5.5.2019.
4. Соколов, К. Н Оборудование термических цехов / К. Н. Соколов // Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. - Москва, 1957. - Гл. 7. - С. 111.