УДК: 621.314.632

А.В. ВОРОНОВ, студент (ТюмГНГУ)
А.В. БОЛЬШАКОВА, студент (ТюмГНГУ)
А.Э. БРАНД, студент (ТюмГНГУ)
г. Тюмень

СИЛОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ

Основными элементами силовых преобразователей электроэнергии являются:

- силовые полупроводниковые ключи;
- электрические конденсаторы;
- резисторы;
- индуктивности.

Все перечисленные силовые преобразовательные устройства выполняются на основе силовых полупроводниковых ключей (управляемых или неуправляемых). Классификационная схема таких ключей представлена на рис. 1.

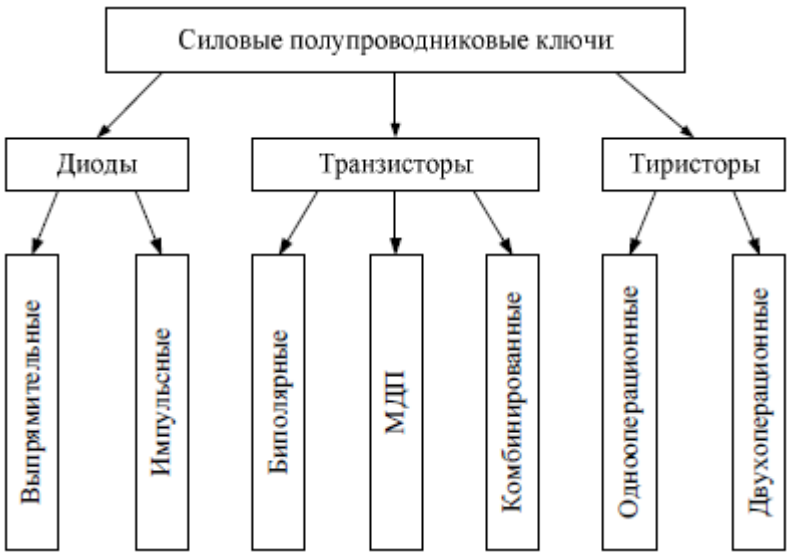

Рис. 1. Классификационная схема силовых ключей

В силовых преобразователях электрической энергии конденсаторы широко используются:

- как элементы фильтров постоянного и переменного тока;
- как накопители энергии;
- как элементы узлов принудительной коммутации;
- как элементы защиты полупроводниковых приборов и для
- решения ряда других задач.

Распространенными типами конденсаторов переменного тока в преобразовательной технике являются металлобумажные и бумажно-

фольговые конденсаторы. Металлобумажные конденсаторы типов МБГЧ, КЧ2У-2, К-75-10 и др. используются в преобразователях малой и средней мощности. Они выпускаются на напряжение от 0,25 до 1кВ и номинальную частоту 50 Гц. Фольговые конденсаторы типов КС, ЭС, ЭСВ и др. используют в преобразователях большой мощности. Они выпускаются на напряжения от 0,38 до 10 кВ и номинальные частоты от 50 Гц до 8 кГц.

Основным критерием при выборе типа конденсатора в преобразователях является обеспечение минимальных значений ихмассы и объема при заданных технических условиях и сроке службе.

Основными техническими параметрами, характеризующими режим работы конденсатора при синусоидальном напряжении, являются действующие значения напряжения, тока и частоты, при которых работает конденсатор. Напряжение и частота определяют мощность потерь в диэлектрике:

$$P_c = 2\pi U_c^2 f C tg\,\delta ,$$

где U_c – действующее значение напряжения на конденсаторе; f – рабочая частота; С – емкость конденсатора; $tg\delta$ – тангенс угла потерь в диэлектрике конденсатора (указывается в паспортных данных конденсатора).

В преобразовательной технике наибольшее распространение из электролитических конденсаторов получили конденсаторы типа К-50-12, которые широко используются в цепях постоянного тока низкого напряжения (до 100 В). В цепях с более высоким напряжением обычно используют металлобумажные конденсаторы постоянного тока, например, типа МБГО, но они обладают низкими значениями удельной емкости. Поэтому на высокие напряжения были также разработаны электролитические конденсаторы, например, типа К-75-12, имеющие лучшие массогабаритные показатели по сравнению с металлобумажными конденсаторами на такое же напряжение.

В цепях постоянного тока конденсаторы, как правило, работают с пульсирующими напряжениями, которые содержат как постоянную, так и переменную составляющие. Переменная составляющая содержит целый спектр высших гармоник, которые обусловливают дополнительные потери в конденсаторе. Кроме того, для высших гармоник электролитический конденсатор не обладает той емкостью, которая указана для постоянного тока. Это необходимо учитывать при использовании электролитических конденсаторов в цепях с пульсирующим напряжением, обеспечивая такой режим их работы, при котором амплитуды и частоты высших гармоник не превышают значений, указанных в паспортных данных на используемые конденсаторы.

В силовых преобразователях электроэнергии резисторы применяются в цепях управления, защиты, сигнализации. Как правило, в сило-

вых цепях резисторы используют в качестве датчиков тока, но из-за больших потерь мощности в них, они применяются редко и все интенсивнее вытесняются другими, более эффективными и экономичными способами измерения тока. В маломощных цепях вентильных преобразователей, так же как и в других электронных схемах, резисторы применяются очень широко. Они подразделяются на резисторы постоянные и резисторы переменные.

Постоянные резисторы характеризуются следующими основными параметрами:

– номинальной мощностью рассеивания $P_{НОМ}$;

– номинальным сопротивлением $P_{НОМ}$;

– температурным коэффициентом сопротивления (ТКС).

Номинальная мощность рассеивания $P_{НОМ}$ – мощность, которую резистор может длительное время рассеивать в пределах допустимого значения перегрева, при условии, что температура окружающей среды $t_{ОКР}$ не превышает установленного значения.

Номинальное сопротивление Rном – это сопротивление, обозначенное на резисторе. Фактическое сопротивление резистора может отличаться от обозначенного на величину, не превышающую допустимого отклонения.

Температурный коэффициент (ТКС) характеризует относительные изменения сопротивления резистора при изменении температуры на 1°С. Если при увеличении температуры сопротивление увеличивается, а при уменьшении – снижается, то ТКС резистора положительный; если наоборот, то ТКС – отрицательный, а перед его численным значением ставят знак минус. Непроволочные постоянные резисторы широкого применения имеют ТКС в пределах (0,03-0,12 $\frac{\%}{^0C}$), при этом ТКС углеродистых и бороуглеродистых резисторов, как правило, отрицательный. ТКС проволочных резисторов ПЭ, ПЭВ и ПВТ не нормируется.

Проволочный эмалированный регулируемый резистор отличается от постоянного резистора наличием охватывающего корпус латунного хомутика, который может перемещаться вдоль корпуса и таким образом изменять величину используемого сопротивления.

Переменные резисторы могут использоваться либо в качестве регулируемого сопротивления (рис. 2, а), либо в качестве потенциометра (рис. 1.2, б) – регулируемого делителя напряжения.

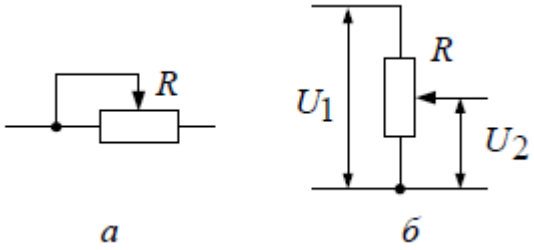

Рис. 2. Реостатное и потенциометрическое включение переменного резистора

Переменные резисторы выпускают с различными функциональными характеристиками – зависимостью введенного сопротивления переменного резистора от положения его подвижной части:

– тип А – сопротивление между средним и любым из крайних выводов резистора изменяется линейно (рис. 3, а);

– тип Б – сопротивление между средним и левым выводом изменяется по логарифмическому закону (рис. 3, а);

– тип В – сопротивление между средним и левым выводом изменяется по закону показательной функции (рис. 3, а);

– тип Е – сопротивление вначале изменяется незначительно, а затем резко возрастает (рис. 3, б);

– тип Н – сопротивление вначале изменяется резко, а затем незначительно (рис. 3, б).

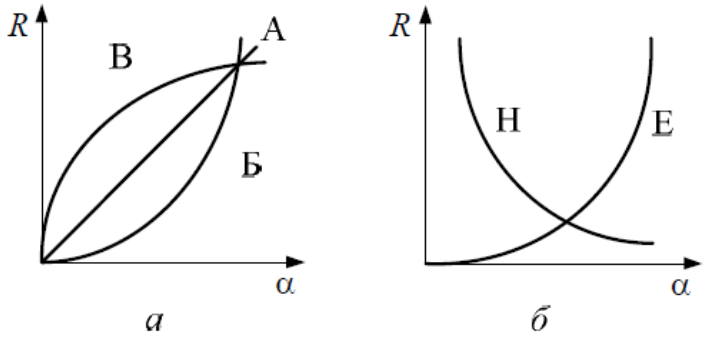

Рис. 3. Типовые характеристики переменных резисторов

Индуктивными элементами в преобразовательной технике являются трансформаторы и дроссели.

Трансформаторы в силовой преобразовательной технике широко используются для изменения уровня переменного напряжения и для обеспечения гальванической развязки между отдельными электрическими цепями.

Основной особенностью преобразовательных трансформаторов является то, что во многих случаях напряжения и токи в их обмотках имеют несинусоидальную форму, что привносит целый ряд особенно-

стей в их работу. В зависимости от схемы преобразователя, его режима работы и мощности параметры силового трансформатора могут оказывать большое влияние на протекающие электромагнитные процессы.

Дроссели в преобразовательной технике наиболее часто используются в качестве составных элементов фильтров постоянного и переменного тока. При этом на них выделяются отфильтрованные высокочастотные составляющие переменного напряжения несинусоидальной формы. Кроме того, они используются в цепях с импульсными напряжениями и токами в качестве составных элементов колебательных LC-контуров и элементов, ограничивающих скорость нарастания импульсных токов. В мощных преобразовательных устройствах часто применяются реакторы (дроссели) с малой индуктивностью, но работающие при больших значениях напряжения и тока. Такие реакторы обычно выполняют без магнитопровода – воздушные. В целях уменьшения потоков рассеяния воздушные реакторы конструктивно выполняются в виде тороидов.

Список литературы:

1. Петрович, В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В. П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с.