

Раздел 4. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ в CO₂ КОРОТКОЙ ДУГОЙ.

4.5 Устройство импульсных стабилизаторов.

Импульсные стабилизаторы позволяют наиболее полно устранить недостатки процесса сварки, т.к. они реализуют способы сварки, в которых осуществляется строгое дозирование энергии плавления электрода и уменьшение сил отталкивания капли и ванны перед короткими замыканиями.

Импульсные стабилизаторы, реализующие представленные выше способы сварки, должны иметь следующие основные блоки:

- Источник постоянного тока для питания сварочной цепи и элементов блоков системы (может применяться любой серийный, имеющий жесткую или пологопадающую внешнюю характеристику, например, ПСГ-500, ВС-300, ВС-500, ВС-600, ВДГ-301, ВДГ-302, ВДУ-504 и др.);

- токоограничивающее устройство (в данном случае может использоваться стандартный сварочный дроссель, встроенный в источник питания типа ВС-300, ВС-600, ВДГ-302, ВДУ-504 и др.);

- тиристорный ключ с принудительной коммутацией последовательного типа [90–92], работающий с обратными связями по мгновенным показателям процесса и обеспечивающий требуемую форму тока короткого замыкания;

- секционированный резистор, необходимый для протекания тока паузы на интервале выключенного состояния тиристорного ключа;

- схему управления тиристорным ключом, обеспечивающую управление по мгновенным показателям процесса.

В общем случае схема управления ИС имеет: датчик непрерывного контроля размеров перемены, линии задержки, определяющие паузу в протекании сварочного тока и дозирование энергии плавления электрода, блоки задания, сравнения, интегрирования и др., необходимые для удовлетворения алгоритма управления разработанных методов сварки.

Разработанная блок-схема импульсного стабилизатора (рис. 3.12) [93] полностью удовлетворяет сформулированным выше требованиям, обеспечивает стабилизацию процесса на стадии каплеобразования и имеет высокую устойчивость при воздействии мгновенных возмущений.

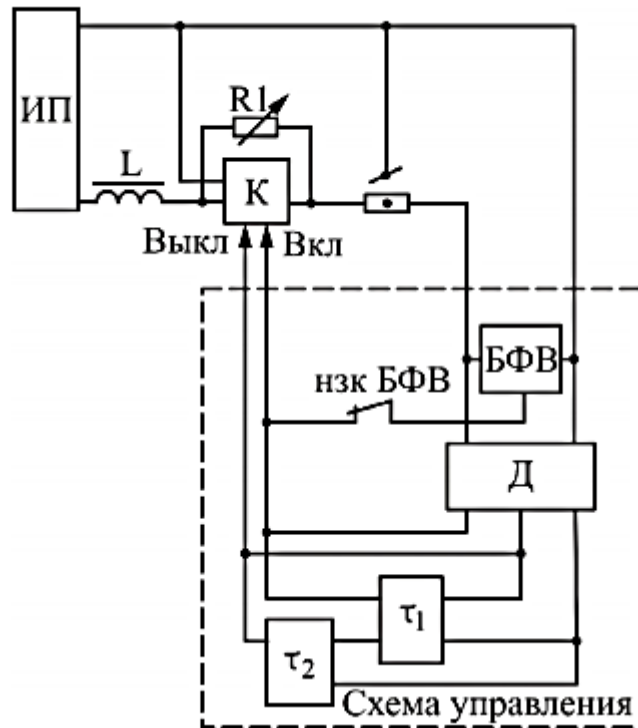


Рис. 3.12. Блок-схема импульсного стабилизатора:

ИП - источник питания; L – сглаживающий дроссель; K – тиристорный ключ; R – секционированный резистор; БФВ – блок форсированного возбуждения; Д - датчик непрерывного контроля размеров перемычки; τ_1 – линия задержки, определяющая паузу в протекании сварочного тока; τ_2 – линия задержки, дозирующая энергию плавления электрода

Процесс сварки в среде CO_2 носит импульсно-дуговой характер, поэтому для его стабилизации могут быть применены системы питания, используемые для импульсно-дуговой сварки [94, 95].

По характеру преобразования энергии такие системы могут быть разделены на два типа [94]:

- системы с накоплением энергии;
- системы с непосредственным преобразованием энергии электрической сети через выпрямитель и понижающий трансформатор.

Для управления процессом сварки в среде CO_2 с короткими замыканиями дугового промежутка применяется много схем. Основными их недостатками являются большие габариты и вес, большая инерционность, низкая устойчивость в работе и плохие энергетические показатели. Кроме того, большинство устройств созданы для решения частных вопросов по уменьшению основных недостатков процесса сварки и не обеспечивают всех требований к устойчивому и стабильному его протеканию.

Работа тиристорного ключа в сварочной цепи постоянного тока имеет свою специфику, которая обуславливается статическими и динамическими характеристиками источника питания и дуги, характером плавления и переноса электродного металла, процессом возбуждения, технологическими требованиями и т.д. [94].

Устройства, использующие схему тиристорного ключа с принудительной коммутацией (рис. 3.13), могут работать по любой программе определяемой ходом процесса сварки, что выгодно отличает их от применявшихся ранее для этой цели устройств. Они имеют меньше массогабаритные и лучшие энергетические показатели, обладают высокой устойчивостью и надежностью работы [94]. Характерные эпюры напряжений на элементах схемы при работе такого устройства представлены на рис.3.14.

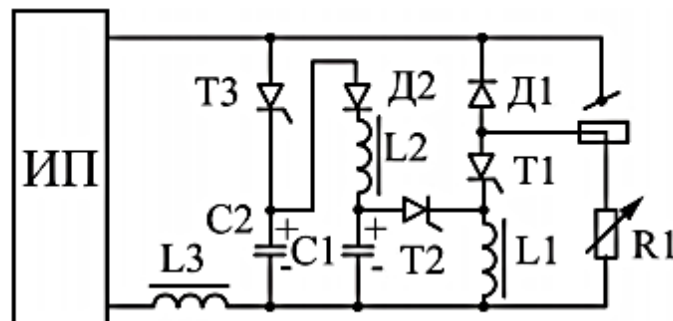


Рис. 3.13. Схема тиристорного ключа с принудительной коммутацией последовательного типа: ИП – источник питания постоянного тока; T_1 – силовой тиристор; T_2 – вспомогательный тиристор; T_3 – тиристор импульсного фильтра; L_1 – коммутирующий дроссель; L_2 – зарядный дроссель; L_3 – сглаживающий дроссель; C_1 – коммутирующий конденсатор; C_2 – фильтрующий конденсатор; R_1 – балластный резистор; D_1 и D_2 – блокирующие диоды

Устройство работает следующим образом: по началу короткого замыкания переходит в открытое состояние силовой тиристор T_1 . При этом по цепи $(+)ИП - дуга - T_1 - L_1 - L_3 - (-)ИП$ протекает ток короткого замыкания. При достижении переключкой критических размеров в открытое состояние переходит тиристор T_3 . С этого момента по цепи $(+)ИП - T_3 - C_2 - L_3 - (-)ИП$ протекает ток заряда фильтрующего конденсатора C_2 а по цепи $(+)ИП - T_3 - D_2 - L_2 - C_1 - L_3 - (-)ИП$ ток заряда коммутирующего конденсатора с полярностью, указанной на рисунке 3.13.

Ток заряда коммутирующего конденсатора C_1 протекает с запаздыванием относительно тока заряда фильтрующего конденсатора C_2 на время, определяемое величиной индуктивного сопротивления зарядного дросселя L_2 и соотношением параметров конденсаторов C_1 и C_2 . На интервале открытого состояния тиристора T_3 в сварочной цепи будет иметь место ступенчатое уменьшение тока, что позволяет значительно уменьшить энергию, при которой происходит разрушение перемычки в момент повторного возбуждения дуги.

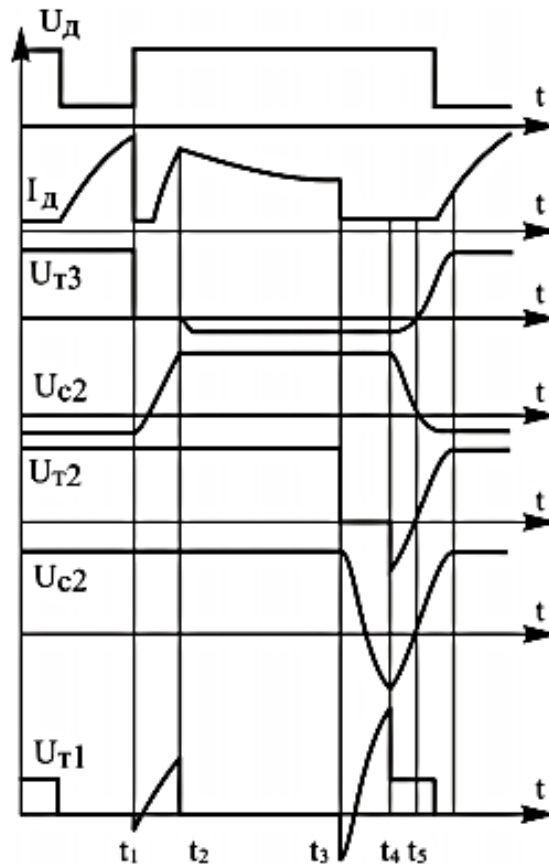


Рис. 3.14. Эюры напряжений на основных элементах схемы тиристорного ключа

Процесс заряда фильтрующего C_2 и коммутирующего C_1 конденсаторов носит резонансный характер, поэтому величины напряжений, до которых заряжаются эти конденсаторы, превышают напряжение источника ИП. Тиристор T_3 переходит в непроводящее состояние в тот момент, когда к нему прикладывается в обратном направлении напряжение большее, чем напряжение источника питания ИП.

Энергия, запасенная в эквивалентном индуктивном сопротивлении источника питания ИП во время короткого замыкания и во время заряда

фильтрующего C_2 и коммутирующего C_1 конденсаторов, выделяется на дуговом промежутке и способствует значительной интенсификации плавления электродной проволоки, что значительно улучшает его энергетические показатели.

После расплавления требуемого количества электродного металла в открытое состояние переходит вспомогательный тиристор T_2 , который обеспечивает закрытие силового тиристора T_1 в момент положительной полуволны колебательного процесса в коммутирующем контуре $C_1 - T_2 - L_1$. После перехода тиристора T_1 в закрытое состояние ток в сварочной цепи протекает $(+)ИП - дуга - R_1 - L_1 - (-)ИП$. Величина тока в этот момент определяется параметрами секционированного резистора R_1 , который выбирается таким, чтобы значительно уменьшить скорость плавления электродного металла.

Диод D_1 необходим для надежного выключения силового тиристора T_1 , т.к. в случае его отсутствия обратный ток, создаваемый контуром коммутации, протекает через дуговой промежуток и при небольшом удлинении сварочных проводов силовой тиристор из-за увеличения активно-индуктивного сопротивления последних не выключается.

Вспомогательный тиристор T_2 переходит в непроводящее состояние в момент отрицательной полуволны колебательного процесса в коммутирующем контуре $C_1 - T_2 - L_1$. Полярность напряжения на коммутирующем конденсаторе при этом устанавливается противоположной указанной на рисунке 3.13. С этого момента происходит восстановление напряжения на коммутирующем конденсаторе C_1 с полярностью, указанной на рисунке, по цепи $C_1 - C_2 - D_2 - L_1 - C_1$. Контур коммутации готов к новому циклу срабатывания.

Особенности работы данного устройства заключаются в том, что к моменту разрыва переключки напряжение на фильтрующем конденсаторе C_2 будет близко к нулю, либо иметь полярность, противоположную указанной на рисунке 3.13. Это достигается соответствующим подбором параметров конденсаторов C_1 и C_2 . Поэтому в момент включения тиристора T_3 будет происходить резонансный заряд фильтрующего конденсатора C_2 , чем обеспечивается крутой спад на кривой сварочного тока от своего максимального значения до минимального, при котором происходит разрушение переключки. Параметры фильтрующего конденсатора и сглаживающего дросселя L_3 выбираются такими, чтобы обеспечивалось открытое состояние тиристора T_3 на время разрыва переключки и возбуждения дуги, т.е. на том интервале, на котором необходимо ступенчатое уменьшение тока.

Поскольку добротности зарядного контура коммутирующего конденсатора ($D_2 - L_2 - C_1$) коммутирующего контура ($C_1 - T_2 - L_1$) и переза-

рядного контура $C_1 - C_2 - D_2 - L_2 - C_1$ достаточно высокие, потери в них будут небольшими, поэтому вся энергия источника питания в основном используется для плавления электродного металла и лишь незначительная её часть тратится на потери в активном сопротивлении секционированного резистора R_1 на интервале паузы сварочного тока и небольшие потери в перечисленных выше контурах. Все это обуславливает высокие энергетические показатели устройства.