

Изобретение относится к области дуговой сварки, а именно к сварочным источникам питания.

В сварочном производстве для питания дуги при сварке плавящимся электродом в среде защитных газов (например, двуокиси углерода) широко применяются выпрямители с жесткой или пологопадающей внешней характеристикой (ВАХ), содержащие силовой трехфазный трансформатор с жесткой ВАХ, полупроводниковый вентильный блок и индуктивность в цепи выпрямительного блока (Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. - М.: Машиностроение, 1974. - С.178 - 179). Такие выпрямители обеспечивают стабильное протекание процесса сварки во всех пространственных положениях, однако, процесс сварки отличается значительным разбрызгиванием, и в ряде случаев неудовлетворительным формированием сварного шва.

Для питания дуги при сварке покрытыми электродами широкое распространение получили выпрямители, содержащие регулируемый сварочный трансформатор с падающей ВАХ и полупроводниковый вентильный блок (Оборудование для дуговой сварки / Под ред. В.В. Смирнова. - Л.: Энергоатомиздат, 1986. - С.453 - 464). Эти выпрямители обеспечивают стабильность процесса сварки и хорошее качество формирования сварного шва при токах свыше 100А. Однако из-за сравнительно низкой кратности (т.е. отношения тока короткого замыкания к току сварки) при использовании таких выпрямителей для сварки электродами диаметром 2 - 3мм возможны "примерзання" электрода и нарушения устойчивости процесса сварки, существенно затруднена сварка "короткой дугой", особенно в положениях, отличных от нижнего, а также при сварке в глубокую разделку. При удлинении же дуги возрастает объем капли расплавленного металла на торце электрода, снижается частота перехода капель в сварочную ванну и, вследствие этого, увеличивается разбрызгивание металла и ухудшается формирование шва.

Экспериментально установлено, что получить стабильный процесс сварки плавящимся электродом с низким разбрызгиванием и качественным формированием шва в широком диапазоне режимов сварки и во всех пространственных положениях можно при питании дуги от выпрямителей с комбинированной внешней ВАХ, крутопадающий участок которой соответствует области рабочих токов и напряжений, а пологопадающий - области токов и напряжений, соответствующей образованию перемычки расплавленного металла и отделению капель.

Известен выпрямитель для дуговой сварки плавящимся электродом с комбинированной внешней ВАХ, включающей крутопадающий и жесткий или пологопадающий участки (Ас. СССР №841178, кл. В23К9/00, 1978). Этот выпрямитель содержит трехфазный силовой трансформатор с секционированной вторичной обмоткой, одна часть которой выполнена с повышенным рассеянием и расположена на некотором расстоянии от первичной обмотки, а вторая часть - с минимальным рассеянием, при этом вся

вторичная обмотка подключена к основному трехфазному выпрямительному блоку, а часть вторичной обмотки с минимальным рассеянием через дополнительный трехфазный блок подключена на общий выход выпрямителя.

Основным недостатком такого выпрямителя является то, что угол наклона пологопадающего участка его вольтамперной характеристики нерегулируем. Это существенно сужает технологические возможности выпрямителя, особенно в диапазоне малых токов и соответствующих им диаметров электродов.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является выпрямитель с изменяющимся углом наклона падающей внешней характеристики (Алексеев Ю.Е., Кушкарёв Л.И. Оборудование для дуговой сварки под флюсом. - Л.: Энергия, 1975. - С.119). Этот выпрямитель содержит трехфазный силовой трансформатор с двумя вторичными обмотками, отдельные выпрямительные блоки и отдельные устройства для изменения наклона падающей характеристики в цепи каждой вторичной обмотки.

Недостатком такого выпрямителя является сложность настройки режима сварки, связанная с необходимостью выполнения предварительных экспериментальных сварок для определения параметров режима сварки, а также при переходе от одного режима к другому, что отрицательно сказывается на технологических возможностях выпрямителя и общей производительности процесса сварки при использовании этого выпрямителя.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования выпрямителя для дуговой сварки плавящимся электродом путем введения в схему выпрямителя трехфазного усилителя, что обеспечивает изменение индуктивного сопротивления рабочих обмоток магнитного усилителя источника питания адекватно изменению тока в сварочной цепи.

Суть предлагаемого изобретения в том, что в выпрямитель для дуговой сварки плавящимся электродом, содержащем регулируемый трехфазный силовой трансформатор с основной вторичной обмоткой с повышенным рассеянием и вспомогательной вторичной обмоткой с нормальным рассеянием, основной и вспомогательный выпрямительные блоки, дополнительно введен трехфазный магнитный усилитель, каждая рабочая обмотка которого подключена последовательно к соответствующей фазе вспомогательной вторичной обмотки силового трансформатора, а обмотка управления усилителя подключена между одними одноименными полюсами основного и вспомогательного выпрямительного блоков, вторые одноименные полюса которых соединены между собой.

Изобретение отличается тем, что крутизна пологопадающего участка вольтамперной характеристики выпрямителя изменяется соответственно изменению крутопадающего участка ВАХ, что достигается посредством введения в состав выпрямителя магнитного усилителя и особенности подключения его обмоток в цепи источника питания.

На фиг.1 представлена ВАХ, отражающая изменение режима при сварке с использованием предлагаемого выпрямителя, на фиг.2 - его

принципиальная схема.

После возбуждения дуги ее горение обеспечивается режимами (например, рабочая точка A_1), соответствующими крутопадающему участку ВАХ (см. фиг.1). В результате расплавления электрода и образования капли происходит уменьшение дугового напряжения, что приводит к смещению рабочей точки режима точке В и далее на пологопадающий участок ВАХ. Вследствие этого ток в сварочной цепи резко нарастает и при замыкании капель дугового промежутка достигает значения тока короткого замыкания $I_{кз1}$. Происходит ускоренный переход капли в сварочную ванну с последующим взрывом перемычки, после этого напряжение на дуге скачкообразно увеличивается и рабочая точка режима вновь смещается на крутопадающий участок ВАХ. Затем весь цикл горения дуги, плавления электрода, образования капли и короткого замыкания повторяется.

При изменении режима сварки (например, рабочая точка A_2) адекватно изменению тока горения дуги меняется и ток короткого замыкания ($I_{кз2}$). Соответственно изменяются и скорости нарастания этих токов.

Выпрямитель содержит (фиг.2) регулируемый трехфазный силовой трансформатор 1 с основной вторичной обмоткой 2 с повышенным рассеянием и вспомогательной вторичной обмоткой 3 с нормальным рассеянием, основной и вспомогательные выпрямительные блоки 4 и 5 соответственно и трехфазный магнитный усилитель 6. Рабочие обмотки 7, 8 и 9 магнитного усилителя 6 подключены последовательно с соответствующими фазами вспомогательной вторичной обмотки 3, а обмотка 10 управления магнитного усилителя 6 подключена между одним полюсом, например, "минусом" основного выпрямительного блока 4 и одноименным полюсом вспомогательного выпрямительного блока 5, соединенным с одной выходной клеммой выпрямителя. Другие одноименные полюса - "плюсы" - основного и вспомогательных блоков 4 и 5 соединены между собой и со второй выходной клеммой выпрямителя.

Предлагаемый выпрямитель работает следующим образом.

В исходном состоянии, когда дуговой промежуток разомкнут, на выходные клеммы выпрямителя поступает напряжение холостого хода ($U_{ххосн}$) основного выпрямительного блока 4, при этом вспомогательный выпрямительный блок заперт, так как $U_{ххосн} > U_{ххвсп}$ (см. фиг.1). С момента закорачивания дугового промежутка (электрода с изделием) в начале процесса сварки автоматически отпирается вспомогательный выпрямительный блок 5 и в сварочной цепи начинает протекать ток короткого замыкания $I_{кз1}$ ($I_{кз2}$), значение которого определяется, в

основном, напряжением холостого хода $U_{ххвсп}$ вспомогательного блока 5 и индуктивным сопротивлением рабочих обмоток 7, 8 и 9 магнитного усилителя 6.

В результате воздействия тока короткого замыкания электрод обгорает и происходит возбуждение дуги, вследствие чего напряжение на дуговом промежутке резко нарастает до

значения U_{A1} (U_{A2}), при этом при достижении дуговым напряжением значения, превышающего U_{B1} (U_{B2}), вспомогательный выпрямительный блок 5 автоматически запирается.

После возбуждения дуги ее горение поддерживается в области рабочих токов и напряжений, причем рабочее напряжение $U_{раб}$ находится в функциональной зависимости от рабочего сварочного тока $I_{св.раб.}$ (например, для дуговой сварки покрытыми электродами $U_{раб} = 20 + 0,04 I_{св.раб.}$). На стадии горения

дуги ток в сварочной цепи, протекающий от основного выпрямительного блока 4, определяется, в основном, разностью напряжения холостого хода $U_{ххосн}$ основного выпрямительного блока 4 и дугового напряжения, а также индуктивностью рассеяния основной вторичной обмотки 2. Под воздействием этого тока происходит плавление электрода.

По мере плавления электрода образования и роста капли на его торце дуговое напряжение уменьшается и при его снижении до значения U_{B1} (U_{B2}) автоматически отпирается

вспомогательный выпрямительный блок 5, что вызывает резкое нарастание тока в сварочной цепи, который в момент закорачивания дугового промежутка капель достигает значения $I_{кз1}$ ($I_{кз2}$).

Ток, протекающий в сварочной цепи от вспомогательного выпрямительного блока определяется индуктивным сопротивлением рабочих обмоток 7, 8, 9 магнитного усилителя 6, которое зависит от тока, протекающего через обмотку управления 10 магнитного усилителя 6. С ростом рабочего сварочного тока индуктивное сопротивление рабочих обмоток 7, 8, 9 уменьшается и наоборот, снижение этого тока ведет к увеличению индуктивного сопротивления обмоток 7, 8 и 9.

При переходе капли в сварочную ванну и последующего взрыва перемычки дуговое напряжение вновь резко нарастает и при достижении им значения U_{B1} (U_{B2}) вспомогательный выпрямительный блок 5 запирается, а процесс вновь переходит в стадию горения дуги.

В дальнейшем все стадии процесса повторяются.

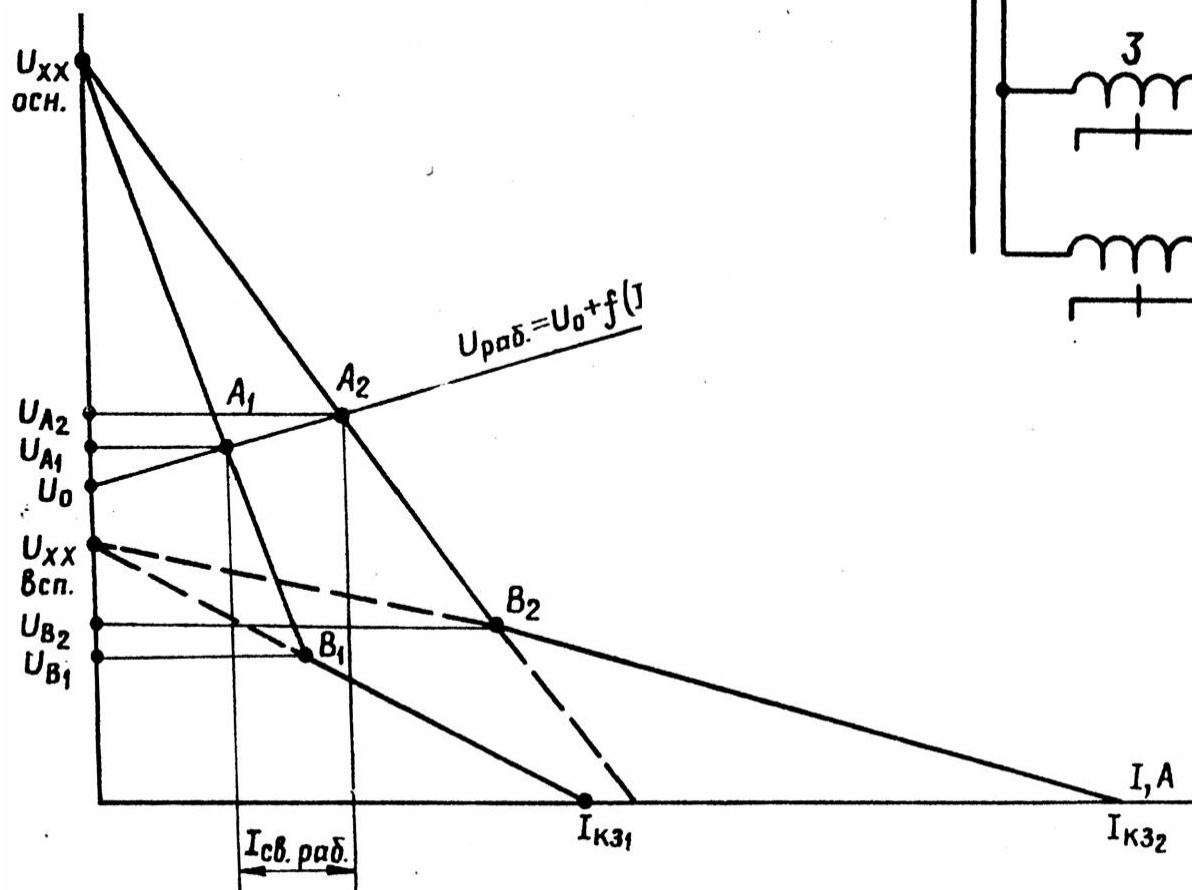
Одним из вариантов конструктивного исполнения трансформатора предлагаемого выпрямителя может быть трехфазный стержневой трансформатор 1 с неподвижной основной вторичной обмоткой 2 с повышенным рассеянием, которая расположена на некотором расстоянии от подвижной первичной обмотки, при этом на первичной обмотке размещена вспомогательная вторичная обмотка 3 с нормальным рассеянием. Регулирование рабочего сварочного тока в таком трансформаторе осуществляется перемещением по стержням первичной обмотки относительно основной вторичной обмотки 2.

Для расширения диапазона регулирования тока короткого замыкания выпрямителя вспомогательная вторичная обмотка 3 может быть выполнена секционированной.

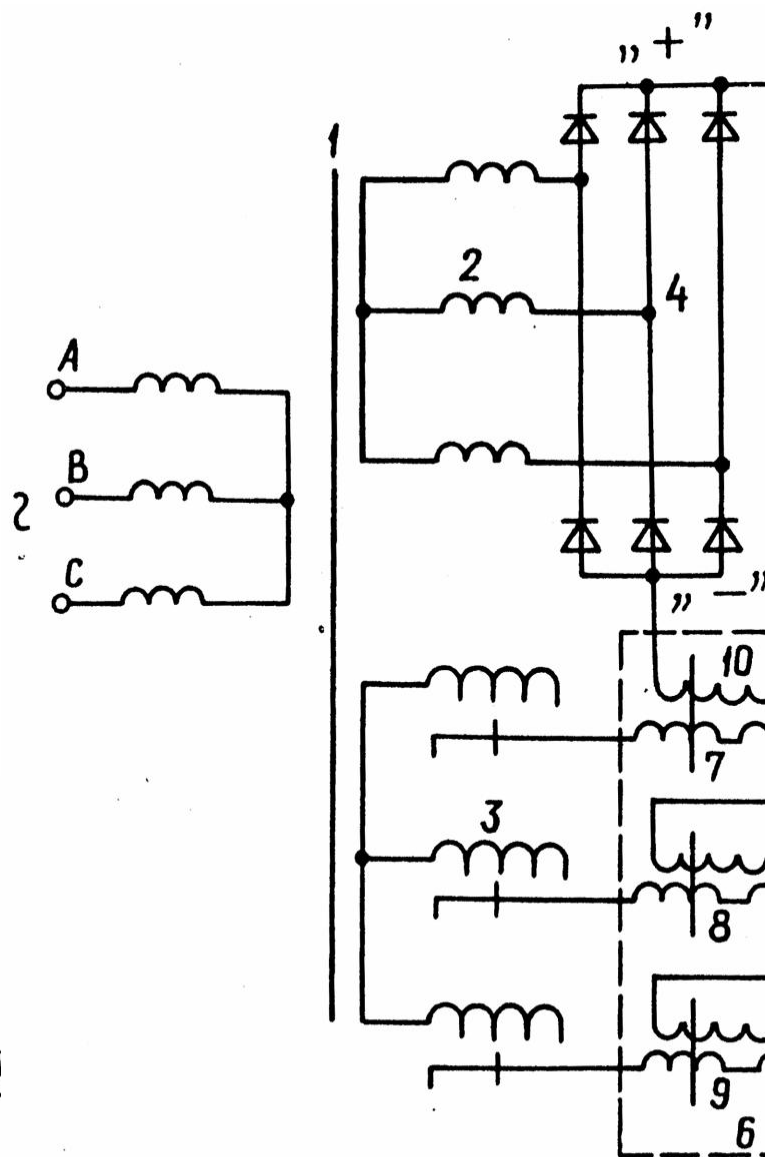
Предлагаемый выпрямитель может быть выполнен и на базе трехфазного стержневого

трансформатора, у которого первичная обмотка с размещенной на ней вспомогательной обмоткой 3 жестко закреплена на некотором расстоянии относительно основной вторичной обмотки 2, а основной выпрямительный блок 4 при этом выполнен в виде управляемой тиристорной выпрямительной схемы.

Испытания макетов предлагаемого выпрямителя показали, что по сравнению с выпрямителями с крутопадающей ВАХ при сварке покрытыми электродами значительно уменьшились размеры переходящих в сварочную ванну капель, в 2 - 2,5 раза снизилось разбрызгивание, значительно улучшилось формирование шва во всех пространственных положениях, особенно при сварке "короткой" дугой, на 20 - 40% повысилась производительность сварки, удалось практически исключить "примерзания" электрода. При механизированной сварке электродными проволоками в среде защитных газов (например, двуокиси углерода) по сравнению с прототипом существенно увеличивается диапазон регулирования сварочного тока, повышается на 20 - 25% производительность сварки, существенно улучшается формирование шва во всех пространственных положениях.



Фиг. 1



Фиг. 2