

Изобретение относится к области электротехники, а именно к источникам питания для дуговой сварки с питанием от однофазной сети 220 В.

Известны однофазные выпрямители, содержащие понижающий силовой трансформатор, выпрямительный полупроводниковый блок и индуктивность в цепи выпрямленного тока [1]. Однако пульсация выпрямленного напряжения и тока у такого выпрямителя велики в случае его применения для дуговой сварки тонкой проволокой в углекислом газе. Процесс сварки сопровождается повышенным разбрызгиванием, формирование шва недостаточно хорошее. Причиной этого является как пульсация выпрямленного напряжения, так и большой разброс скоростей нарастания и амплитуд значений тока при коротких замыканиях разрядного промежутка каплями электродного металла.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования выпрямителя для дуговой сварки путем уменьшения пульсации выпрямленного напряжения и уменьшения разброса значений тока короткого замыкания, чем повышается стабильность процесса сварки и за счет этого уменьшается разбрызгивание, экономятся сварочные материалы и электроэнергия.

Поставленная задача решается тем, что в выпрямителе для дуговой сварки, содержащем понижающий силовой трансформатор, вентиляльные блоки и индуктивное сопротивление, согласно изобретению, вторичная обмотка силового трансформатора выполнена из основной и дополнительной секций, включенных последовательно, цепь основной секции выполнена с повышенным индуктивным сопротивлением, дополнительная секция выполнена с минимальным рассеянием и выходным напряжением меньше суммы анодного и катодного потенциала дуги, начало дополнительной секции и конец основной секции соединены через основной полупроводниковый вентиляльный блок с выходом выпрямителя, дополнительная секция вторичной обмотки соединена через дополнительный полупроводниковый вентиляльный блок с выходом выпрямителя параллельно основному вентиляльному блоку.

Выполнение вторичной обмотки силового трансформатора из двух секций с различными индуктивными сопротивлениями и дополнительной секции на напряжение, меньшее суммы анодного и катодного потенциала дуги, выведенных на выходы выпрямителя через отдельные полупроводниковые вентиляльные блоки, включенные параллельно, обеспечивает горение дуги на падающей внешней характеристике с меньшей пульсацией напряжения, что улучшает формирование шва, позволяет вести сварку с большими скоростями, чем в прототипе, а при коротких замыканиях дуги - каплями электродного металла за счет автоматического подключения дополнительной секции вторичной обмотки, уменьшает разброс значений скоростей нарастания и амплитуд тока короткого замыкания, что обеспечивает повышение стабильности дуговой сварки в углекислом газе, уменьшение разбрызгивания и за счет этого экономия сварочных материалов и электроэнергии.

На фиг. 1 приведена внешняя комбинированная характеристика выпрямителя (U_n - напряжение нагрузки, I_n - ток нагрузки, $I_{св}$ - сварочный ток), а на фиг. 2-7 - принципиальные электрические схемы выпрямителя.

В первом варианте реализации (см. фиг. 2а) предлагаемый выпрямитель состоит из силового понижающего трансформатора 1 с первичной обмоткой 2 и двумя секциями вторичной обмотки: основной 3 и дополнительной 4, включенными последовательно. Для регулирования напряжения холостого хода основная секция вторичной обмотки или первичная обмотка выполняются с отпайками. Выпрямление тока основной секции производится через основной полупроводниковый вентиляльный блок 5, а дополнительной секции - через дополнительный и полупроводниковый вентиляльный блок 6. Для получения повышенного индуктивного сопротивления в цепи основной секции вторичной обмотки в цепь выпрямленного тока этой обмотки устанавливают индуктивное сопротивление 7 или повышенное индуктивное сопротивление получают за счет повышенного рассеяния путем размещения основной секции вторичной обмотки 3 на расстоянии от первичной обмотки 2, либо за счет других известных приемов. В другом варианте исполнения (см. фиг. 2-б) в цепи выпрямленного тока основной и дополнительной секций вторичной обмотки встречно включены катушки индуктивных сопротивлений 8 и 9 так, что их магнитные потоки направлены встречно. Соотношение индуктивных сопротивлений этих катушек взято

следующим: $\frac{L_o}{L_g} = 0,05 - 0,7$ (где: L_o и L_d - индуктивные сопротивления в цепях основной и дополнительной

секций вторичной обмотки, соответственно). В третьем варианте реализации (см. фиг. 3) основная и дополнительная секции вторичной обмотки выполнены каждая из двух обмоток: основная - обмотки 10 и 11 и дополнительная: обмотки 12 и 13. При этом каждая пара с одинаковым числом витков. Начала обмоток 12 и 13 соединены и выведены на первый общий выход выпрямителя. Концы этих обмоток через полупроводниковые вентили 14 и 15 выведены на второй общий выход выпрямителя. Обмотки основной секции вторичной обмотки 10 и 11 включены последовательно с обмотками 12 и 13 дополнительной секции и через полупроводниковые вентили 16 и 17 и индуктивное сопротивление 7 выведены на второй общий выход выпрямителя. Обмотки 10 и 11 могут быть выполнены с повышенным рассеянием и в их цепь выпрямленного тока индуктивное сопротивление 7 может быть не включено. В варианте реализации, приведенном на фиг. 4, первичная обмотка трансформатора выполнена из двух секций 18 и 19, при этом первая секция 18 размещена на одном сердечнике с обмотками 10 и 11 основной секции вторичной обмотки с повышенным рассеянием, а вторая секция 19 размещена с обмотками 12 и 13 дополнительной секции вторичной обмотки с минимальным рассеянием. В другом варианте реализации (см. фиг. 5) выпрямитель состоит из тех же элементов, но последовательно в цепь выпрямленного тока основных секций вторичной обмотки 10 и 11 включено дополнительное устройство 20 для создания падающей внешней характеристики, которое может быть выполнено в виде активного сопротивления, в виде транзисторов или тиристоров с блоками управления, одновременно совмещающих функцию выпрямительных блоков 16 и 17. В варианте реализации, показанном на фиг. 6, последовательно с первой секцией 18 первичной обмотки трансформатора включен дроссель 21 и при этом обмотка 18 и дроссель 21 включены параллельно с обмоткой 19. Выпрямитель в вариантах исполнения с двумя секциями первичной обмотки может работать от трехфазной сети переменного тока. Для этого обмотки 18 и 19 включают последовательно и все три вывода подключают к фазам А, В и С сети переменного тока (см. фиг. 7).

Работа выпрямителя при сварке осуществляется следующим образом.

К выходным клеммам выпрямителя подключается изделие 22 и электродная проволока 23 (см. фиг. 2-7). Перед началом сварки разрядный промежуток между электродом 23 и изделием 22 разомкнут. При подключении первичной обмотки 2 трансформатора 1 к питающей сети на вентили 5 и 6 (фиг. 2) или 14, 15, 16 и 17 (фиг. 3-7)

подается напряжение от соответствующих секций вторичной обмотки. Напряжение на выходных клеммах выпрямителя будет равно напряжению холостого хода с основных блоков вентилях 5 (на фиг. 2) и 16 и 17 (на фиг. 3-7). Дополнительные вентиляные блоки 6 (на фиг. 2) или 14 и 15 (на фиг. 3-7) при этом заперты. В момент короткого замыкания электродной проволоки 23 с изделием 22 напряжение на разрядном промежутке и клеммах выпрямителя падает до напряжения короткого замыкания. В этот момент дополнительные вентиляные блоки 6 (на фиг. 2) или 14 и 15 (на фиг. 3-7) открываются, и обе секции: основная 3 (на фиг. 2) или 10 и 11 (на фиг. 3-7) и дополнительная 4 (на фиг. 2) или 12 и 13 (на фиг. 3-7) работают на нагрузку. При этом ток в общей цепи выпрямителя и электродной проволоки 23 будет равен сумме токов короткого замыкания основной и дополнительной секций вторичной обмотки трансформатора. Под действием этого тока происходит разогрев проволоки и ее перегорание. В этот момент зажигается дуга 24. Поскольку напряжение на клеммах дополнительных обмоток 4 (на фиг. 2) и 12 и 13 (на фиг. 3-7) задано ниже суммы анодного и катодного потенциалов дуги, то при зажигании дуги вентили дополнительного блока 6 (на фиг. 2) или 14 и 15 (на фиг. 3-7) закрываются. Дуга горит при напряжении U_d (фиг. 1), задаваемом секциями вторичной обмотки трансформатора 3 и 4 (на фиг. 2) или 10 и 12, 11 и 13 (на фиг. 3-7) и сопротивлением их цепей. Благодаря наличию в этих цепях повышенного сопротивления внешняя характеристика выпрямителя в это время падающая (см. фиг. 1 участок I). Под действием тепла дуги электродная проволока и изделие расплавляются. На электроде образуется капля, которая переходит в шов при коротком замыкании разрядного промежутка. В момент короткого замыкания напряжение на клеммах выпрямителя снижается. При значениях напряжения меньших, чем напряжение на выходах дополнительных секций вторичной обмотки, на фиг. 1 соответствует напряжениям меньше U_d , вентили дополнительных блоков 6 (на фиг. 2) или 14 и 15 (на фиг. 3-7) открываются автоматически, и ток в общей цепи выпрямителя и цепи сварки резко увеличивается, ускоряя переход капли с электрода на изделие. Внешняя характеристика выпрямителя в это время пологопадающая (участок II на фиг. 1). Под действием постоянного тока короткого замыкания между каплей и электродом быстро образуется шейка, которая перегорает. В этот момент снова зажигается дуга. Напряжение увеличивается до напряжения горения дуги U_d . При повышении напряжения выше U_d вентили 6 (фиг. 2) и 14 и 15 (на фиг. 3-7) автоматически запираются, и дуга горит снова на падающей части внешней характеристики выпрямителя. В дальнейшем весь цикл работы выпрямителя повторяется. При включении в цепь выпрямленного тока основной секции вторичной обмотки активного сопротивления 20 (фиг. 5) или при создании между обмотками 10-11 и 18 (фиг. 4) повышенного рассеяния, либо при включении последовательно с обмоткой 18 дросселя 21 (фиг. 6), в периоды горения дуги в контуре основной секции вторичной обмотки вследствие повышения сопротивления формируется падающая внешняя характеристика (см. фиг. 1, участок I). В остальных выпрямителях в этих вариантах работают так, как было описано выше. Благодаря горению дуги на падающей части внешней характеристики, шов формируется более широким с меньшим усилием, что позволяет вести сварку с большими скоростями и обеспечивает экономию сварочных материалов за счет уменьшения усиления шва. Работа выпрямителя в случае выполнения первичной обмотки из двух секций 18 и 19 (фиг. 6) с включением последовательно с секцией 18 дросселя 21 происходит с изменением полярности тока в обмотке дросселя 21, что позволяет уменьшить сечение сердечника и уменьшить габариты дросселя по сравнению со случаем, когда индуктивное сопротивление 7 включено в цепь выпрямленного пульсирующего тока (фиг. 2, 3 и 5).

Работа выпрямителя с первичной обмоткой, выполненной из двух секций, включенных последовательно и подключенных к трем фазам сети переменного тока (фиг. 7), осуществляется таким же образом, как описано выше. Однако, благодаря сдвигу напряжения в фазах, пульсация выпрямленного напряжения меньше, чем при питании от однофазной сети, соответственно, уменьшается разница между скоростями нарастания и величинами тока короткого замыкания при отдельных коротких замыканиях дуги каплями электродного металла.

При включении в цепи выпрямленного тока основной и дополнительной секций вторичной обмотки отдельных катушек индуктивности 8 и 9 встречно в периоды горения дуги, когда вентили 6 (на фиг. 2) или 14 и 15 (на фиг. 3-7) заперты, работает только катушка 8, обеспечивая уменьшение пульсации напряжения и сдвиг по фазе между напряжением и током. В периоды коротких замыканий дуги открываются вентили 6 (фиг. 2) или 14 и 15 (фиг. 3-7), и по катушке 9 протекает ток, сдвинутый по фазе от тока в катушке 8. В результате магнитный поток в катушке 8 и ее индуктивное сопротивление уменьшаются и скорость нарастания тока короткого замыкания увеличивается, что ускоряет переход капли в ванну. При достижении максимального значения тока в катушке 9 магнитный поток в ней уменьшается, соответственно увеличивается магнитный поток в катушке 8, ее индуктивное сопротивление увеличивается, и скорость увеличения тока короткого замыкания уменьшается. В результате перегорание шейки происходит при значительно меньшем токе короткого замыкания, чем в варианте с одной катушкой (см. фиг. 2-а). Соответственно, разбрызгивание при наличии двух катушек 8 и 9 меньше, чем при одной катушке. Экспериментами установлено, что уменьшение разбрызгивания наблюдается в диапазоне отношений индуктивности в цепи основных секций вторичной обмотки L_o к индуктивности в цепи дополнительных

секций L_d вторичной обмотки, равных $\frac{L_o}{L_g} = 0,05 - 0,7$. При отношениях $\frac{L_o}{L_g} = 0,04$ и меньше, наблюдается

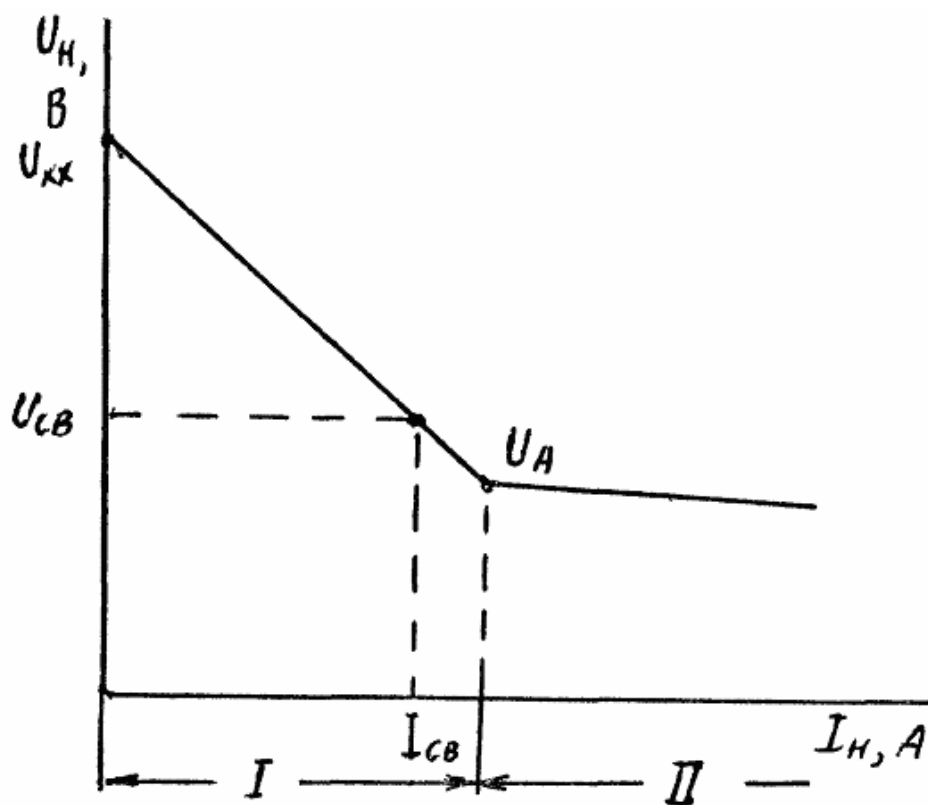
увеличение скоростей нарастания тока короткого замыкания в самом начале короткого замыкания. Возникающие электродинамические силы препятствуют слиянию капли с ванной. Время перехода капли в шов увеличивается. Это затрудняет выполнение сварки вертикальных швов, увеличивает разбрызгивание. При соотношениях

индуктивностей $\frac{L_o}{L_g} = 0,8$ и выше, скорость нарастания тока короткого замыкания на клеммах выпрямителя

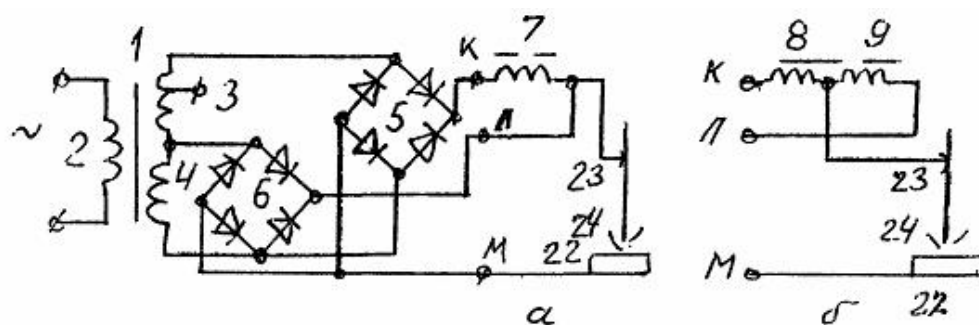
уменьшается. В результате уменьшается скорость перехода капли с электрода в ванну. Это также затрудняет выполнение сварки вертикальных швов и увеличивает разбрызгивание.

По сравнению с прототипом данный выпрямитель обеспечивает меньший разброс скоростей нарастания и величин тока короткого замыкания при переходе капель с электрода в ванну на изделия, что значительно повышает стабильность процесса сварки тонкой проволокой в CO_2 , улучшает внешний вид швов и уменьшает разбрызгивание. Предлагаемый выпрямитель намного проще по устройству и в эксплуатации по сравнению с выпрямителем, содержащим машину постоянного тока или батарею конденсаторов. Выпрямитель обеспечивает возможность сварки в защитных газах и без защиты дуги тонкой проволокой, обладающей более высокими

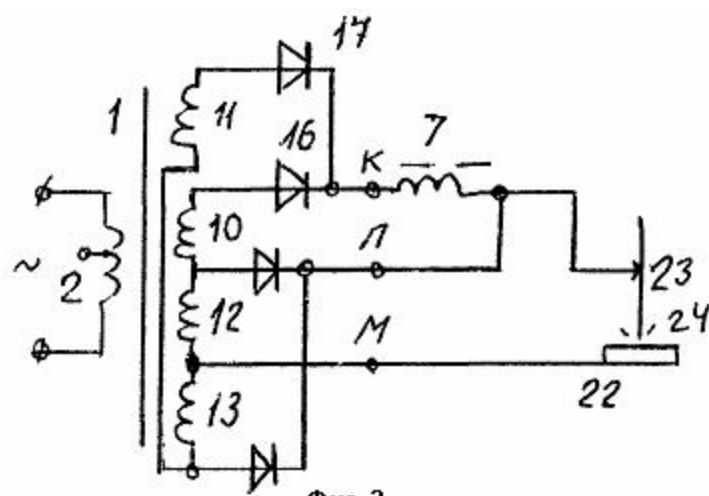
технологическими характеристиками, чем ручная дуговая сварка с питанием от серийных выпрямителей типа "Универсал".



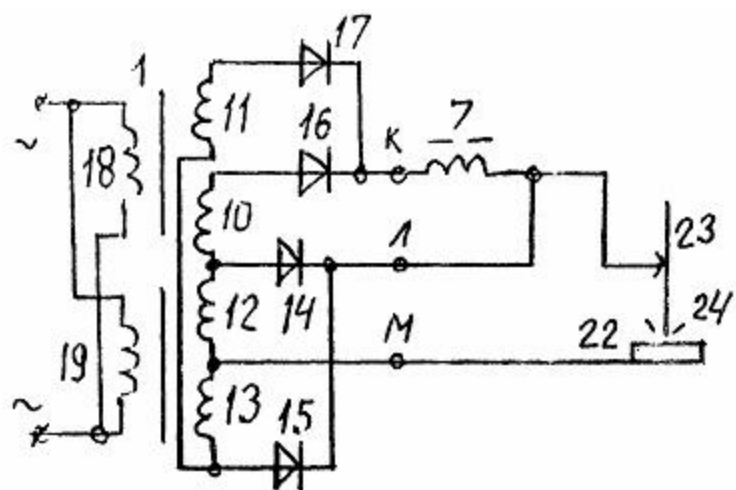
Фиг. 1



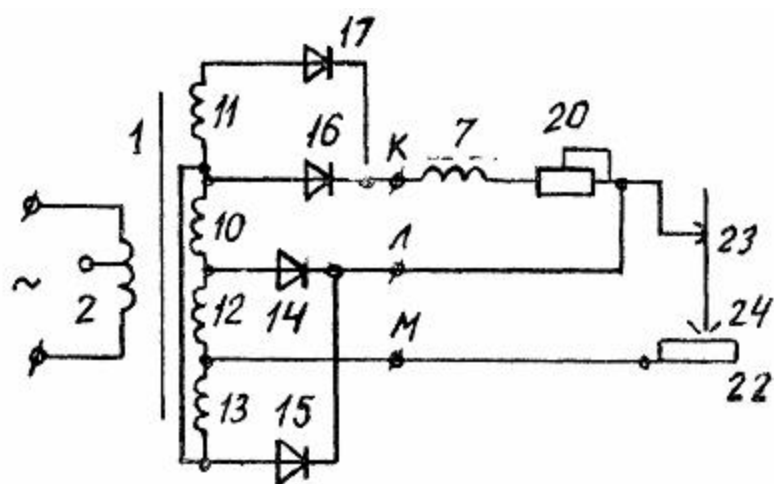
Фиг. 2



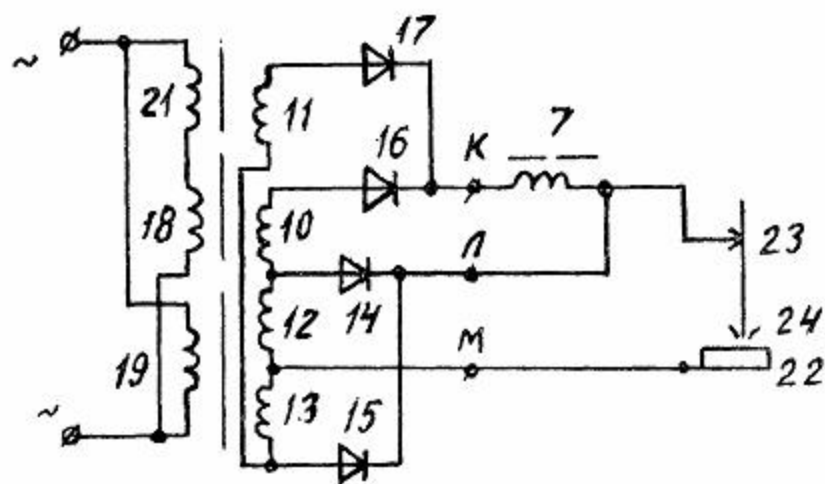
Фиг. 3



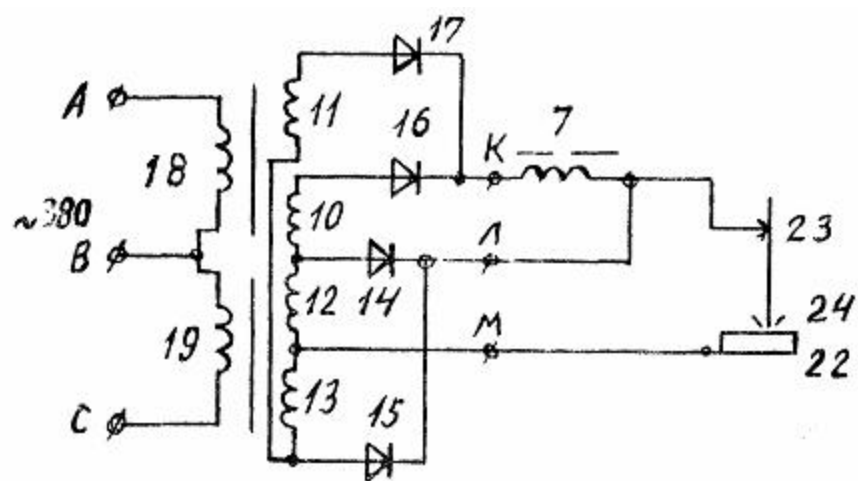
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7