



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4641233/27
(22) 01.12.88
(46) 07.02.91 Бюл. № 5
(75) Д. А. Дудко, А. Г. Потапьевский
и А. П. Карпенко
(53) 621.791.75 (088.8)
(56) Оборудование для дуговой сварки.
Справочное пособие под ред. В. В. Смирнова — Л. Энергиздат, Ленинградское отделение, 1986, с. 485—487.

(54) ВЫПРЯМИТЕЛЬ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

(57) Изобретение относится к дуговой сварке плавящимся электродом. Цель изобретения — улучшение технологических характеристик, повышение производительности и уменьшение разбрызгивания. Выпрямитель содержит 3-х фазный силовой трансформатор, выполненный с пониженным рассеянием, соосным расположением первичной и вторичной обмоток и зазором между ними не более 2 мм. Выпрямитель снабжен дополнительным вентильным блоком, который входом подключен к силовому трансформатору, а выходом — к общему выходу выпрямителя. При этом дополнительный вентильный блок

по расчетному току нагрузки взят равным 0,3—2 расчетного тока основного вентильного блока. При выполнении вентильных блоков из тиристоров выпрямитель дополнительно снабжен блоком синхронизации изменения напряжения на дополнительном вентильном блоке. В цепи выпрямленных токов основного и вспомогательного вентильных блоков включены индуктивные сопротивления со встречно направленными магнитными потоками, коэффициентом магнитной связи от 0,5 до 1 и отношением индуктивности в цепи основного блока к индуктивности в цепи дополнительного блока от 0,05 до 0,7. При сварке обеспечивается нарастание тока короткого замыкания со скоростями от 150 до 400 кА/с, что обеспечивает быстрый переход капли в ванну и позволяет выполнять сварку вертикальных швов сверху вниз на повышенных режимах. Дополнительный узел синхронизации обеспечивает автоматическую настройку выпрямителя при изменении режима сварки. Две встречно включенные индуктивности обеспечивают ограничение тока при переходе капли, уменьшают силу взрыва и разбрызгивание. 2 з.п.ф-лы, 4 ил.

Изобретение относится к электротехнике, а именно к сварочным источникам питания, и может быть использовано на предприятиях машиностроения.

Целью изобретения является улучшение технологических характеристик сварочного оборудования и повышение производительности сварки в CO_2 за счет улучшения формирования шва и уменьшения разбрызгивания.

На фиг. 1 приведена внешняя характеристика выпрямителя (U_n — напряжение нагрузки, I_n — ток нагрузки), на фиг. 2—4 —

электрические принципиальные схемы выпрямителя.

Выпрямитель (фиг. 2) состоит из 3-х фазного силового трансформатора с секционированными первичной 1 и вторичной 2 обмотками, основного полупроводникового 3-фазного вентильного блока 3, функционального блока устройства 4 для создания падающей внешней характеристики и дополнительного 3-х фазного вентильного блока 5, вход которого подключен к части витков вторичной обмотки 2 силового трансформатора, а выход — к общему выходу

выпрямителя. Помимо этого в цепи выпрямленного тока основного и дополнительного вентильных блоков последовательно включены катушки 6 и 7 индуктивного сопротивления, расположенные так, что их магнитные потоки направлены встречно и коэффициент магнитной связи между ними лежит в пределах 0,5—1, а соотношение величин их индуктивных сопротивлений взято в пределах $L_6/L_7=(0,05—0,7)$, где L_6 и L_7 — индуктивные сопротивления в цепи основного и дополнительного вентильных блоков. В упрощенном варианте исполнения индуктивное сопротивление 8 включено в общую цепь выпрямленного тока основного и дополнительного вентильных блоков.

Выпрямитель во втором варианте реализации (фиг. 3) состоит из 3-х фазного силового трансформатора с малым рассеянием, достигнутым за счет соосного расположения первичной 1 и вторичной 2 обмоток, с зазором между ними не более 2 мм, вторичной обмотки, включенной звездой, основного 3-х фазного вентильного блока 3, устройства 4 для создания падающей внешней характеристики и дополнительного вентильного блока 9, выполненного в виде однопериодного выпрямителя, вход которого подключен к нулевой точке вторичной обмотки силового трансформатора, а выход через катушку 7 индуктивного сопротивления — к общему выходу выпрямителя (фиг. 3, а) или к выходу устройства, создающего падающую внешнюю характеристику (фиг. 3, б).

Устройство 4 для создания падающей внешней характеристики в описанных вариантах реализации может быть выполнено, например, в виде активного сопротивления или транзисторного ключа, включенных в цепь выпрямленного тока основного блока или же в виде управляемого тиристорного блока 10, одновременно выполняющего роль основного вентильного блока (фиг. 4). При выполнении силового трансформатора с секционированной первичной обмоткой 1 (как сделано в описанных выше вариантах реализации выпрямителя с изменением напряжения сварки, осуществляемым путем изменения числа витков первичной обмотки 1 силового трансформатора, одновременно изменяется также напряжение, подаваемое на дополнительный вентильный блок и соответственно изменяется напряжение перехода с падающей ветви на жесткую U_d (фиг. 1). Такой вариант реализации изобретения обеспечивает простоту настройки режима и получение стабильного процесса в широком диапазоне режимов. Однако при дистанционной регулировке напряжения сварки, выполняемой, например, тиристорным блоком 10 с блоком 11 управления (фиг. 4) или при использовании силового трансформатора с не секционированной первичной обмоткой, при изменении напряжения сварки U_d , напряже-

ние U_d не изменяется. Это затрудняет настройку режима сварки. С целью обеспечения одновременного изменения напряжения $U_{св}$ и U_d дополнительный вентильный блок 12 выполнен тиристорным. При этом для обеспечения необходимых строго определенных соотношений между $U_{св}$ и U_d в выпрямителе дополнительно установлен блок 13 синхронизации изменения напряжения U_d , вход которого подключен к блоку управления основного тиристорного вентильного блока 11, а выход подключен к входу цепи 14 регулирования напряжения блока управления дополнительного тиристорного блока 12 (фиг. 4). В данном варианте реализации силовой трансформатор выпрямителя может быть выполнен как с секционированной, так и с не секционированной вторичной обмоткой.

Для получения высоких скоростей нарастания тока короткого замыкания (с некоторой задержкой после касания капли с ванной) необходимых для сварки вертикальных швов и для ограничения тока короткого замыкания при перегорании перемычки между каплями и электродом (что необходимо для уменьшения разбрызгивания) в цепи выпрямленного тока основного и дополнительного вентильных блоков последовательно включены катушки 7 и 6 индуктивного сопротивления (фиг. 2, а и 3, а). Они расположены так, что их магнитные потоки направлены встречно, а коэффициент магнитной связи между ними в пределах 0,5—1. Помимо этого соотношение индуктивных сопротивлений катушек взято в пределах $L_6/L_7=0,05—0,7$ (где L_6 — индуктивное сопротивление катушки 6 в цепи основного вентильного блока, а L_7 — индуктивное сопротивление катушки 7 в цепи дополнительного вентильного блока). При выполнении сварки швов в нижнем положении и других случаях, когда нет необходимости в получении повышенных скоростей нарастания тока, в предлагаемых вариантах выпрямителя выходы основного и дополнительного вентильных блоков подключают через общее индуктивное сопротивление 8 к выходу выпрямителя (например, фиг. 2, б и 3, б).

Работа выпрямителя при сварке происходит следующим образом.

Перед началом сварки разрядный промежуток разомкнут, на вентильные блоки 3 и 5 (фиг. 2, а) подается напряжение от соответствующих частей вторичной обмотки. Напряжение на выходных клеммах выпрямителя будет равно максимальному напряжению холостого хода основного вентильного блока. Дополнительный блок 5 при этом заперт. В момент короткого замыкания электрода с изделием напряжение на клеммах выпрямителя будет равно напряжению короткого замыкания. В этот момент

оба блока работают на нагрузку и ток в сварочной цепи будет $I_{\text{кз}} = I_{\text{кзо}} + I_{\text{кзд}}$ (где $I_{\text{кзо}}$ и $I_{\text{кзд}}$ — соответственно токи короткого замыкания основного и дополнительного блоков). Ток $I_{\text{кзд}}$ ускоряет нагрев и перегорание электрода и соответственно, ускоряет начало сварки.

В момент перегорания электрода зажигается дуга и начинается процесс сварки. Поскольку напряжение сварки $U_{\text{св}}$ берут выше напряжения $U_{\text{д}}$, то дополнительный блок заперт, а дуга горит на падающей части внешней характеристики. При ведении сварки на малых и средних токах $I_{\text{св}}$ и пониженных напряжениях переход капель в ванну на изделии происходит при коротких замыканиях. В этот момент напряжение на клеммах выпрямителя снижается до значений меньших $U_{\text{д}}$, дополнительный блок автоматически отпирается и ток в цепи резко увеличивается, ускоряя переход капли в ванну на свариваемой детали. При быстром переходе капли в ванну между каплями и электродом образуется шейка, которая перегорает со взрывом и при этом зажигается дуга. Напряжение $U_{\text{св}}$ между электродом и деталью повышается. При повышении напряжения $U_{\text{св}}$ выше $U_{\text{д}}$ дополнительный блок автоматически запирается в дальнейшее горение дуги основа происходит на крутопадающей ветви внешней характеристики. В дальнейшем весь цикл работы выпрямителя повторяется.

Экспериментальным путем было установлено, что для обеспечения стабильного процесса сварки в CO_2 проволоками диаметром 0,8—1,4 мм на повышенных скоростях за счет ведения сварки наклонных швов на «спуск» и вертикальным методом «сверху вниз» необходимо, чтобы выпрямитель обеспечивал скорость нарастания тока короткого замыкания в цепи, законченной на активное сопротивление 0,02 Ома, порядка 150—400 кА/с в течение первых 2—3 мс после закорачивания цепи.

При скоростях нарастания тока короткого замыкания меньше 150 кА/с процесс протекает нестабильно с повышенным разбрызгиванием. При скоростях нарастания тока короткого замыкания больше 400 кА/с процесс протекает стабильно, но имеет место повышенное разбрызгивание и ухудшается формирование шва. Оптимальные скорости нарастания тока короткого замыкания (в пределах 150—400 кА/с) в предлагаемых вариантах осуществления выпрямителей достигаются за счет выполнения силового трансформатора с малым рассеянием и дополнительного вентильного блока, взятого по расчетному току нагрузки в пределах (0,3—2) от расчетного тока нагрузки основного вентильного блока. При токах нагрузки дополнительного вентильного блока меньше 0,3 величина тока дополнительного блока, поступающего в общую цепь при коротком

замыкания дуги капель недостаточна для быстрого перехода капли в шов, что приводит к нарушениям процесса сварки. При величине расчетного тока дополнительного вентильного блока, превышающего величину расчетного тока основного вентильного блока, ток короткого замыкания дополнительного вентильного блока чрезмерно велик и настолько увеличивает общий ток в цепи перемычки между электродом и каплей, что приводит к большей силе взрыва перемычки. В результате увеличивается разбрызгивание и ухудшается формирование шва.

Величина зазора между первичной и вторичной обмотками силового трансформатора определяет величину потерь энергии на рассеяние. Чем больше зазор, тем больше потери и меньше скорости нарастания тока короткого замыкания во вторичной цепи трансформатора.

При зазоре между обмотками равном 2,5 мм и вентильном дополнительном блоке рассчитанном на ток, равный 0,3 расчетного тока основного блока скорости нарастания в сварочной (силовой) цепи равны 125—130 кА/с. При увеличении мощности дополнительного вентильного блока до значений расчетного тока, равного 2,0 расчетного тока основного блока при том же зазоре 2,5 мм скорости нарастания увеличиваются до 135—138 кА/с, а при увеличении расчетного тока дополнительного блока до 2,5 расчетного тока основного блока они увеличиваются до 140 кА/с. Однако во всех этих случаях формирование шва еще плохое и разбрызгивание велико. Причиной этого как показали данные скоростной киносъемки, является замедленный переход капли жидкого металла с электрода в ванночку на изделии, что характерно при недостаточных скоростях нарастания тока короткого замыкания и соответственно недостаточных электродинамических силах.

При зазоре между первичной и вторичной обмотками, равном 2 мм, 1 мм и 0,8 мм и мощности дополнительного вентильного блока, равной от 0,3 до 2,0 расчетного тока основного вентильного блока скорости нарастания достигают 150—400 кА/с. При этом капли электродного металла переходят в шов быстро, формирование шва хорошее, разбрызгивание небольшое. При зазоре 2,0 мм и расчетном токе дополнительного блока 0,2 расчетного тока основного блока скорости нарастания снижаются до 120—130 кА/с. Формирование шва ухудшается, разбрызгивание увеличивается до 13%. При увеличении расчетного тока дополнительного блока до 2,5 расчетного тока основного блока и зазоре 2,0 мм скорости нарастания тока в цепи увеличиваются до 450—550 кА/с. Увеличивается взрыв перемычки между каплей и электродом, увеличивается взрыв перемычки между каплей и электродом. Увеличение

вается разбрызгивание и ухудшается формирование шва

При выполнении сварки в вертикальном положении для уменьшения разбрызгивания и улучшения формирования шва в цепи выпрямленного тока основного и дополнительного блока включают индуктивные катушки 6 и 7 с встречно направленными магнитными потоками, коэффициентом магнитной связи от 0,5 до 1, взятые при соотношении индуктивных сопротивлений $L_0/L_2=0,05-0,7$ (фиг. 2, б). В этом случае работа выпрямителя в периоды коротких замыканий и после них происходит следующим образом. В начале короткого замыкания, пока напряжение сварки уменьшается от $U_{д}$ до $U_{а}$ ток в сварочной цепи увеличивается со скоростью, определяемой параметрами контура основного блока. Для обеспечения спокойного слияния капли с ванной индуктивность катушки в цепи основного блока задают порядка $L_0=0,15-0,3$ мГн. При снижении $U_{д}$ ниже $U_{а}$ дополнительный блок открывается и в индуктивной катушке 7, включенной в цепь дополнительного блока, начинает течь суммарный ток, определяемый ЭДС дополнительного блока и ЭДС взаимной индукции. Взаимодействие магнитных потоков катушек L_0 и L_2 приводит к уменьшению индуктивного сопротивления катушки 6 в цепи основного блока, в результате ток в сварочной цепи резко увеличивается. Это обеспечивает ускорение перетекания капли с электрода в ванну. После достижения установившегося значения тока короткого замыкания основного блока, которое берется равным 1,5-1,8 от номинального значения сварочного тока, скорость нарастания тока в сварочной цепи определяется параметрами контура дополнительного блока и задается небольшой. При этом сравнительно небольшом токе короткого замыкания заканчивается переход капли в ванну и перегорание перемычки между каплей и электродом. В этот момент зажигается дуга, и весь цикл сварки и работы выпрямителя повторяется. Надежный регулярный переход капель в шов и малая сила взрыва при перегорании шейки между каплей и электродом, определяющие стабильное протекание процесса сварки, малое разбрызгивание и хорошее формирование шва определяются коэффициентом магнитной связи индуктивностей 6 и 7 и соотношением их величин, взятых при коэффициенте магнитной связи от 0,5 до 1 и $L_0/L_2=0,05-0,7$. При коэффициентах магнитной связи, меньших 0,5 и соотношениях $L_0/L_2=0,05-0,7$ катушки 7, включенная в цепь дополнительного вентильного блока мало влияет на повышение скорости нарастания тока во время короткого замыкания и соответственно скорость перехода капли в ванну не увеличивается. Катушек индуктивностей, имеющих коэффициент магнитной связи

выше 1 не бывает. Выполнение катушек с соотношением индуктивностей менее 0,05 приводит к резкому увеличению скорости нарастания тока в самом начале короткого замыкания. Резкое увеличение тока затрудняет слияние капли с ванной. В результате время перехода капли в шов увеличивается, что затрудняет выполнение сварки вертикальных швов и приводит к увеличению разбрызгивания. При выполнении катушек 6 и 7 с соотношением индуктивностей более 0,7 и коэффициентом магнитной связи от 0,5 до 1 скорость нарастания тока при коротком замыкании замедляется. В результате длительность перехода капли в шов увеличивается. Это затрудняет выполнение сварки вертикальных швов «сверху вниз» с повышенными скоростями.

Работа вариантов исполнения выпрямителя, показанных на фиг. 3 и 4, происходит таким же образом, как описано выше. Отличие состоит лишь в схемах получения подающей части внешней характеристики и выполнении операций настройки на заданный режим сварки.

По сравнению с известным данный выпрямитель обеспечивает получение при сварке в CO_2 дуги с большей величиной внешней составляющей длины дуги и большей подвижностью дуги. Это обеспечивает получение более широкого шва с меньшей высотой усиления и более плавным переходом к основному металлу. Благодаря этому можно вести сварку с большими скоростями, не опасаясь появления краевых несплавов и подрезов, кроме этого, достигается уменьшение расхода сварочных материалов на 1 пог. м длины шва.

Формула изобретения

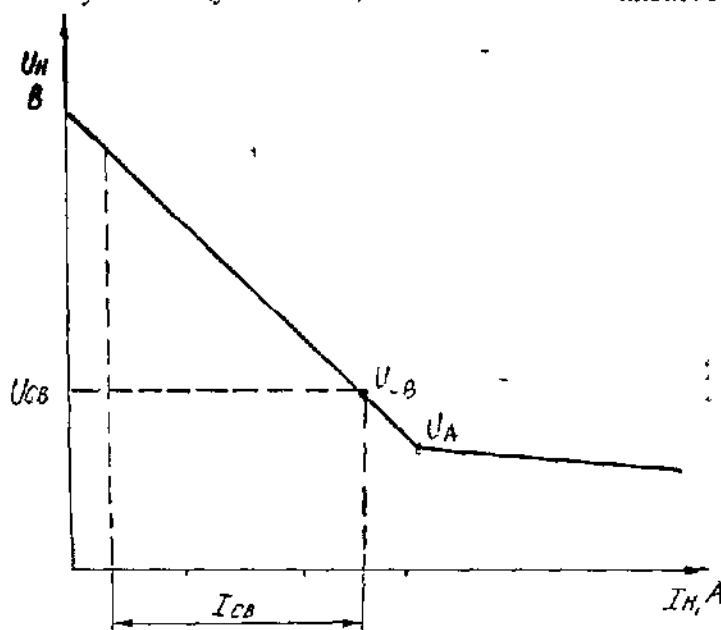
1. Выпрямитель для дуговой сварки плавящимся электродом, содержащий трехфазный силовой трансформатор, основной вентильный блок и функциональный блок, отличающийся тем, что, с целью улучшения технологических характеристик и повышения производительности сварки в CO_2 за счет улучшения формирования шва и уменьшения разбрызгивания, он снабжен дополнительным вентильным блоком, который входом подключен к трехфазному силовому трансформатору, а выходом — к основному вентильному блоку и функциональному блоку, при этом дополнительный вентильный блок выполнен на ток, равный 0,3—2 номинального тока основного вентильного блока, трехфазный силовой трансформатор выполнен с соосным расположением первичной и вторичной обмоток и с зазором между ними не более 2 мм.

2. Выпрямитель по п. 1, отличающийся тем, что основной полупроводниковый вентильный блок и дополнительный вентильный блок выполнены на тиристорах и снаб-

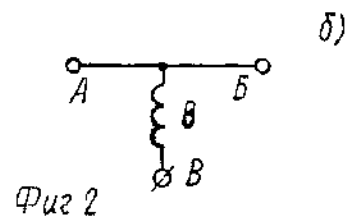
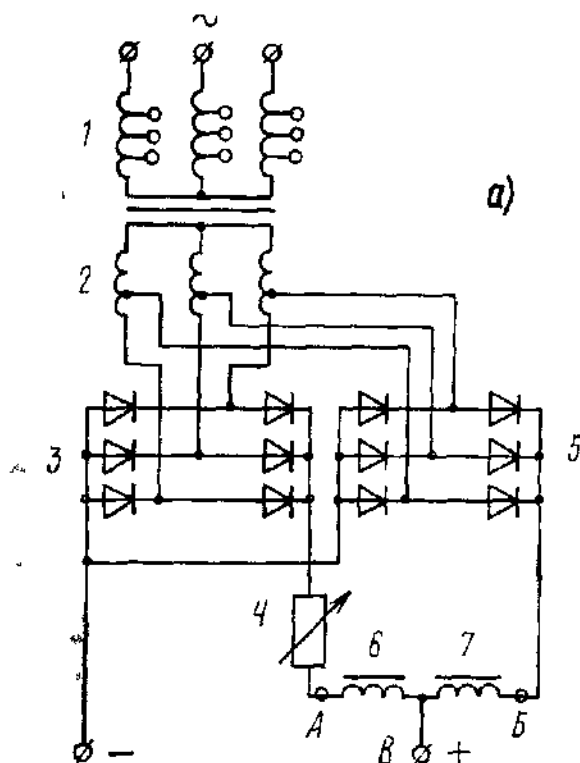
жены блоками управления и блоком синхронизации

3 Выпрямитель по п 2, отличающийся тем, что в цепи выпрямленного тока обоих вентильных блоков последовательно соединены катушки индуктивности, включенные

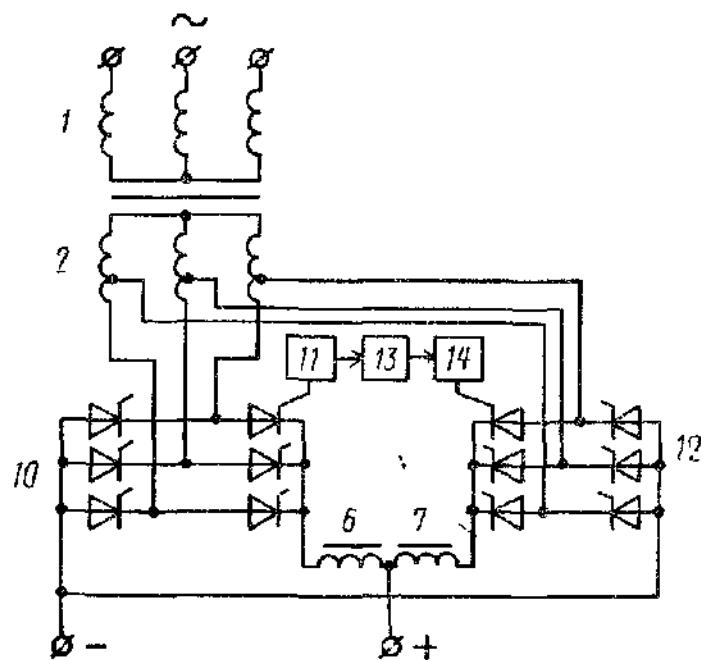
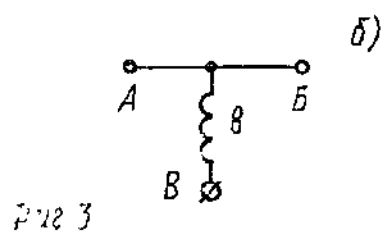
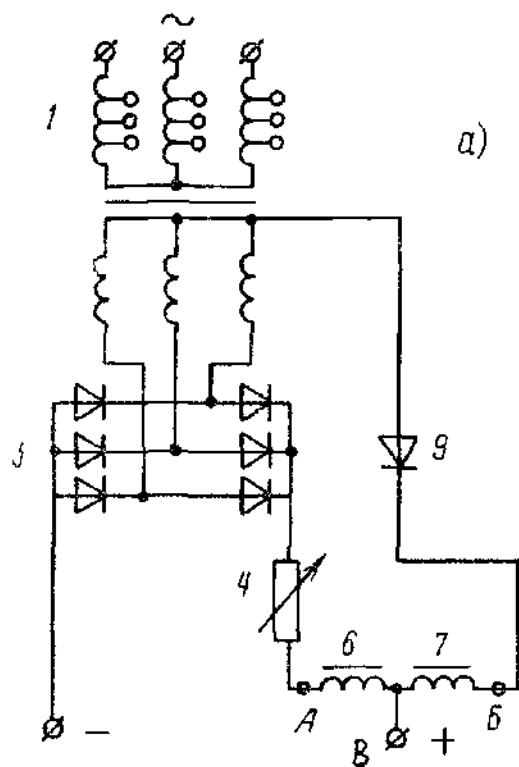
5 встречно с коэффициентом магнитной связи от 0,5 до 1 и отношением индуктивных сопротивлений $L_0/L_2=0,05-0,7$, где L_0 — индуктивное сопротивление в цепи основного вентильного блока, L_2 — индуктивное сопротивление в цепи дополнительного вентильного блока



Фиг 1



Фиг 2



Фиг 4

Создатель В. Пучинский
 Редактор Г. Гербер Техред А. Кравчук Корректор Н. Коробь
 Заказ 247 Тираж 519 Подписок
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035 Москва Ж-35 Рязанская наб. д. 4/5
 Производственно-издательский комбинат «Патент» г. Ужгород ул. Гагарина 101