

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **95 665** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[C21D 1/09 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 17.08.2018)
Пошлина: учтена за 10 год с 30.12.2018 по 29.12.2019

<p>(21)(22) Заявка: 2009149293/22, 29.12.2009</p> <p>(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 29.12.2009</p> <p>(45) Опубликовано: 10.07.2010 Бюл. № 19</p> <p>Адрес для переписки: 622031, Свердловская обл., г. Нижний Тагил, Красногвардейская, 59, НТИ (ф) УГТУ-УПИ, Е.Н. Сафонову</p>	<p>(72) Автор(ы): Сафонов Евгений Николаевич (RU), Дёмин Владимир Сергеевич (RU), Дружинин Игорь Семенович (RU), Чадин Леонид Валентинович (RU)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный технический университет-УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (УГТУ-УПИ) (RU)</p>
--	---

(54) УСТРОЙСТВО ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛИ И ЧУГУНА В АВТОМАТИЧЕСКОМ И РУЧНОМ РЕЖИМЕ ДВУХДУГОВЫМ ПЛАЗМОТРОНОМ**(57) Реферат:**

Полезная модель относится к области металлообработки и термообработки, конкретно, к плазменной закалке поверхностей изделий из стали и чугуна в автоматическом и ручном режиме. Технической задачей полезной модели является создание устройства для плазменной закалки рабочей поверхности изделий из электропроводящих материалов с целью увеличения ее твердости и износостойкости для продления эксплуатационного ресурса изделий. При использовании предложенного устройства закалка осуществляется путем перемещения над поверхностью изделия плазматрона с двумя одновременно горящими независимо регулируемые плазменными дугами прямого и косвенного действия. При этом сопло плазматрона и ферромагнитные губки сканирующего устройства принудительно охлаждаются водой, с помощью сканирующего устройства управляют формой плазменного потока, обеспечивая целенаправленное отклонение пятна нагрева для обработки труднодоступных участков поверхности закаливаемых изделий сложной конфигурации, при относительном перемещении плазматрона и изделия получают на его поверхности закаленную зону, ширину которой регулируют. Возможно регулирование ширины зоны за счет изменения расстояния от торца плазматрона до изделия и/или напряжения на электромагнитной катушке сканирующего устройства, а также изменения расхода плазмообразующего газа. Предусмотрен режим отклонения плазменного потока от оси плазматрона, что обеспечивает регулирование ширины и угла отклонения плазменного потока от центра сопла при неизменном положении оси плазматрона. Использование устройства обеспечивает увеличение глубины закаленного слоя при обработке без оплавления поверхности изделия, расширение

технологических возможностей и улучшение технико-экономических показателей процесса. Илл.1.

Полезная модель относится к области металлообработки и термообработки, конкретно, к плазменной закалке поверхностей изделий из стали и чугуна в автоматическом и ручном режиме.

Известно техническое решение (Патент РФ на изобретение №2069131, опубл. 20.11.1996), сущность которого заключается в том, что устройство для плазменной обработки металлов, содержит систему подачи рабочего газа, изолятор и электроды, один из которых является выходным и имеет внутренний канал, снабжено преобразователем потока рабочего газа, соединенным с выходным электродом и образующим с ним общий внутренний канал переменного сечения, причем торцевая поверхность преобразователя потока рабочего газа выполнена сопряженной обрабатываемой поверхности изделия. Внутренний канал данного устройства заканчивается щелью. Устройство функционирует следующим образом: известными способами возбуждают электрическую дугу между электродами. Рабочий газ последовательно проходит через разрядный промежуток, выходной электрод и преобразователь потока и производит нагрев поверхности изделия. Вследствие относительного перемещения плазмотрона и изделия происходит нагрев поверхности последнего.

К недостаткам рассматриваемого технического решения следует отнести невысокую эффективность нагрева поверхности изделия. В плазмотронах, генерирующих дугу косвенного действия, горящую между электродами (электродом и соплом) плазмотрона, теплопередача в деталь осуществляется струей газодинамического потока (плазменной струей) посредством теплопроводности, конвекции и излучения, поэтому эффективность нагрева ниже, чем у дуги прямого действия, горящей между электродом и поверхностью обрабатываемой детали. Так эффективный КПД нагрева поверхности аргонодуговой горелкой составляет 0,65...0,75, плазменной дугой - 0,60...0,75, а плазменной струей - только 0,10...0,50 (Королев Н.В. Расчеты тепловых процессов при сварке, наплавке и термической резке: Учеб. пособие. - Екатеринбург: УГТУ, 1996), что связано с большими потерями мощности в стенки плазмотрона и окружающую среду. Для надежной работы подобных плазмотронов требуется применение водоохлаждаемых межэлектродных вставок (изоляторов) с внутренним ребрением, увеличивающих габариты и массу. Кроме того, рабочее расстояние между соплом плазмотрона и обрабатываемой поверхностью не превышает нескольких миллиметров, что затрудняет наблюдение за процессом и не позволяет упрочнять детали с профилированной рабочей частью. Электропитание плазмотронов с дугой косвенного действия осуществляется от специализированных выпрямителей с напряжением холостого хода не менее 200 В. Устройство не обладает технологической универсальностью, поскольку профиль и размеры обрабатываемой поверхности жестко определяются сопряженной с ней поверхностью выходного электрода.

Известно техническое решение (Свидетельство на полезную модель РФ №74922, опубл. 20.07.2008) в соответствии с которым предложено устройство для электродуговой закалки изделий, содержащее газозлектрическую горелку, тугоплавкий электрод, источник питания дуги, щеточное устройство и охлаждаемую горелку, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит электромагнитное управление дугой в виде сканирующего устройства, а для защиты электрода и нагретого металла от окисления в дуговой промежуток подают инертный газ. Водоохлаждаемая газозлектрическая горелка устройства предназначена для поддержания электрического дугового разряда между поверхностью детали, служащей анодом, и неплавящимся вольфрамовым электродом (катодом).

Таким образом, газозлектрическая горелка устройства генерирует электрическую дугу прямого действия, горящую между электродом и поверхностью детали, теплопередача в деталь осуществляется за счет теплопроводности, конвекции, излучения и кинетической энергии заряженных частиц, запасенной в электрическом поле. Эффективный КПД дуги прямого действия на 10...30% выше, соответственно выше электрическая и тепловая мощность, подводимые к поверхности изделия, при прочих равных условиях.

К недостаткам рассматриваемого технического решения можно отнести сравнительно невысокую температуру столба свободно горящей электрической дуги, невысокую сосредоточенность теплового потока на обрабатываемой поверхности детали, возможность неконтролируемого перемещения анодного пятна дуги по поверхности изделия ввиду недостаточной стабилизации ее столба газодинамическим потоком, истекающим из сопла большого диаметра.

Известно техническое решение (Патент РФ на полезную модель №78193, опубл. 20.11.2008), наиболее близкое по совокупности существенных признаков к заявляемому и принятое за прототип, в соответствии с которым предложено устройство для поверхностной закалки изделий путем перемещения по поверхности изделия плазменной дуги прямого действия, возбуждаемой между электродом и изделием, содержащее систему подачи рабочего газа, изолятор, катодный узел, сопло, отличающееся тем, что устройство включает один или два малогабаритных плазмотрона прямого действия, устройства для крепления, поворота и настройки плазмотрона в процессе работы, систему охлаждения сопла и ферромагнитных губок плазмотрона, сканирующее устройство дуги, включающее генератор, электромагнитную катушку и ферромагнитные губки, выпрямитель с падающей внешней характеристикой и напряжением холостого хода 80-90 В, один или два пульта управления со встроенным осциллятором и измерительными приборами, указатель положения переменного напряжения на катушке, регулятор постоянного напряжения на катушке.

В сравнении с обычной свободно горящей дугой, генерируемой горелкой с неплавящимся электродом в защитной атмосфере аргона, температура которой достигает 5000...6000 К, плазменная дуга при сопоставимой электрической мощности имеет повышенную (15000...20000 К) температуру и более сосредоточенный тепловой поток. Это достигается уменьшением проводящего сечения дуги, сжатой в канале сопла потоком плазмообразующего газа, молекулы которого, в свою очередь, ионизируются в столбе дугового разряда, повышая тем самым долю ионного тока. Кроме того, сжатие поперечного сечения дуги позволяет также стабилизировать положение анодного пятна на детали, увеличить плотность теплового потока и скорость нагрева поверхности. Плазмообразующий газ, подаваемый в канал сопла, осуществляет тепловую и электрическую изоляцию столба дуги от стенок сопла, обеспечивая его термическую и эрозионную стойкость.

К недостаткам рассматриваемого технического решения следует отнести ограниченную (0,8...1,2 мм) глубину закаленного слоя при обработке без оплавления поверхности. Закалка из жидкой фазы (с оплавлением поверхности обрабатываемого изделия) позволяет увеличить глубину упрочненного слоя, но, как правило, требует последующей механической обработки поверхности, что усложняет технологический процесс упрочнения и снижает его технико-экономические показатели.

В отличие от прототипа, заявляемое техническое решение с целью увеличения глубины закаленного слоя при обработке без оплавления поверхности изделия, расширения технологических возможностей и улучшения технико-экономических показателей процесса плазменной закалки предусматривает ее осуществление двухдуговым плазмотроном с одновременно горящими дугами прямого и косвенного действия, причем электрическая (и тепловая) мощность каждой дуги регулируется независимо. Блок-схема устройства представлена на фигуре, где:

1 - дуга косвенного действия; 2 - дуга прямого действия; Аг - плазмообразующий рабочий газ (аргон); И - обрабатываемое изделие; ИП1 - источник питания дуги косвенного действия; ИП2 - источник питания дуги прямого действия; ОСЦ - импульсный возбудитель дуги; П - двухдуговой плазмотрон.

Устройство функционирует следующим образом: высоковольтный высокочастотный разряд импульсного возбудителя дуги пробивает промежуток между вольфрамовым электродом и медным соплом плазмотрона П, находящимися под напряжением источника тока ИП1. При наличии плазмообразующего рабочего газа Аг в промежутке электрод - сопло возбуждается дуга косвенного действия 1. За счет ионизации в горячей дуге атомов плазмообразующего газа, подаваемого в плазмотрон под давлением, образуется плазменная струя, которая выдувается из сопла потоком газа и, при наличии напряжения источника тока ИП2, приложенного к электроду и обрабатываемому изделию И, между ними возникает дуга прямого действия 2. Сопло плазмотрона предназначено для обжатия и стабилизации столба дуги прямого действия, формирования плазменной струи от дуги косвенного действия, образующих совместно единый газодинамический плазменный поток. На торце сопла плазмотрона имеются ферромагнитные губки сканирующего устройства, которые при прохождении между ними электромагнитного потока, формируемого катушкой индуктивности сканирующего устройства, расположенной в хвостовой части плазмотрона, отклоняют плазменный поток попеременно влево и вправо, воздействуя на его собственное электромагнитное поле. За счет попеременного отклонения плазменного потока (и связанного с ним пятна нагрева на поверхности изделия) перпендикулярно вектору поступательного перемещения плазмотрона, ширина закаленной зоны на поверхности обрабатываемого изделия существенно

увеличивается (с 5...6 мм до 10...20 мм), что повышает производительность процесса поверхностного упрочнения в диапазоне больших токов.

Для удобства настройки, доступа к закаливаемой поверхности сложной конфигурации, плазмотрон выполнен в малогабаритном исполнении, что позволяет использовать его и для закалки в ручном режиме эксплуатации.

Осуществление процесса плазменной закалки плазмотроном с двумя одновременно горящими независимо регулируемые дугами прямого и косвенного действия (плазменной дугой прямой полярности, горящей между электродом (катодом) плазмотрона и поверхностью обрабатываемого изделия (анодом), а также дугой, горящей между катодом и соплом (анодом) плазмотрона соответственно) позволяет:

1. Существенно расширить пределы регулирования тепловложения в обрабатываемую поверхность. Минимальное тепловложение обеспечивается при минимальных токах устойчивого горения обеих дуг, причем оно меньше, чем при использовании каждой дуги в отдельности, поскольку при совместной работе удается обеспечить меньшие минимальные токи устойчивого горения каждой из дуг вследствие термической ионизации дугового промежутка действием другой дуги. Максимальное тепловложение достигается при максимальных токах каждой из дуг, причем оно естественно больше, чем при раздельном горении дуг, при прочих равных условиях. Внутри диапазона тепловложение плавно регулируется изменением мощности каждой дуги в отдельности или обеих вместе, причем, в зависимости от технологических задач обработки, закон изменения тепловложения может быть различным, поскольку термические КПД при нагреве дугой прямого действия и косвенного действия (плазменной струей), как отмечалось выше, существенно различаются. Технический эффект заключается в расширении технологических возможностей процесса и улучшении его технико-экономических показателей за счет увеличения диапазона толщин обрабатываемых деталей - уменьшается минимальная толщина (толщина стенки) деталей, упрочняемых без дополнительного принудительного охлаждения. При обработке массивных деталей в диапазоне максимальных токов удается увеличить производительность процесса за счет повышения скорости обработки при сохранении удельного тепловложения на единицу площади.

2. Увеличить глубину зоны закалки без оплавления поверхности обрабатываемого изделия (до 2...2,5 мм в реализованном диапазоне режимов) при максимальном токе дуги косвенного действия. Глубина закаленной зоны возрастает вследствие уменьшения средней скорости нагрева до предзакалочной температуры за счет меньшей эффективности нагрева и плотности теплового потока дуги косвенного действия. Когда ее вклад в суммарный тепловой поток, вводимый в изделие, возрастает, удается снизить скорость основного поступательного перемещения пятна нагрева, при которой начинается оплавление поверхности. Совокупность этих факторов расширяет интервал режимов термообработки, обеспечивающий изменение структуры и свойств в зоне термического влияния, вследствие более полной гомогенизации аустенита при увеличенной продолжительности нагрева. Использование одной дуги косвенного действия для достижения аналогичной глубины зоны закалки при прочих равных условиях требует существенного увеличения ее тока, что сопровождается перегревом и разрушением плазмотрона сопоставимых габаритов и массы, так как более 50% тепловой мощности такой дуги расходуется на нагрев плазмотрона, при этом соответственно ухудшаются технико-экономические показатели процесса.

Учитывая изложенное, использование для плазменной закалки плазмотрона с двумя одновременно горящими независимо регулируемые дугами прямого и косвенного действия обеспечивает синергетический эффект увеличения глубины закаленного слоя при обработке без оплавления поверхности изделия, расширения технологических возможностей и улучшения технико-экономических показателей процесса.

Таким образом, предлагается техническое решение для поверхностной закалки изделий путем перемещения над поверхностью изделия плазмотрона с двумя одновременно горящими независимо регулируемые дугами прямого и косвенного действия. При этом сопло плазмотрона и ферромагнитные губки сканирующего устройства принудительно охлаждаются водой, с помощью сканирующего устройства управляют формой плазменного потока, обеспечивая целенаправленное отклонение пятна нагрева для обработки труднодоступных участков поверхности закаливаемых изделий сложной конфигурации, при относительном перемещении плазмотрона и изделия получают на его поверхности закаленную зону, ширину которой регулируют. Возможно регулирование ширины зоны за счет изменения расстояния от торца плазмотрона до изделия и/или напряжения на электромагнитной катушке

сканирующего устройства, а также изменения расхода плазмообразующего газа. Предусмотрен режим отклонения плазменного потока от оси плазматрона, что позволяет обеспечить регулирование ширины и угла отклонения плазменного потока от центра сопла при неизменном положении оси плазматрона.

Пример осуществления заявляемого технического решения.

Устройство содержит систему подачи рабочего газа, изолятор, катодный узел, сопло с ферромагнитными губками сканирующего устройства конструктивно объединенные в малогабаритный двухдуговой плазмотрон; устройства для крепления, поворота и настройки плазматрона в процессе работы; систему охлаждения сопла плазматрона; сканирующее устройство, включающее генератор, электромагнитную катушку и ферромагнитные губки; два выпрямителя с падающей внешней характеристикой и напряжением холостого хода 80...90 В; пульт управления со встроенным импульсным возбудителем дуги, указателем положения переменного напряжения на катушке, регулятором постоянного напряжения на катушке и измерительными приборами - амперметрами и вольтметрами.

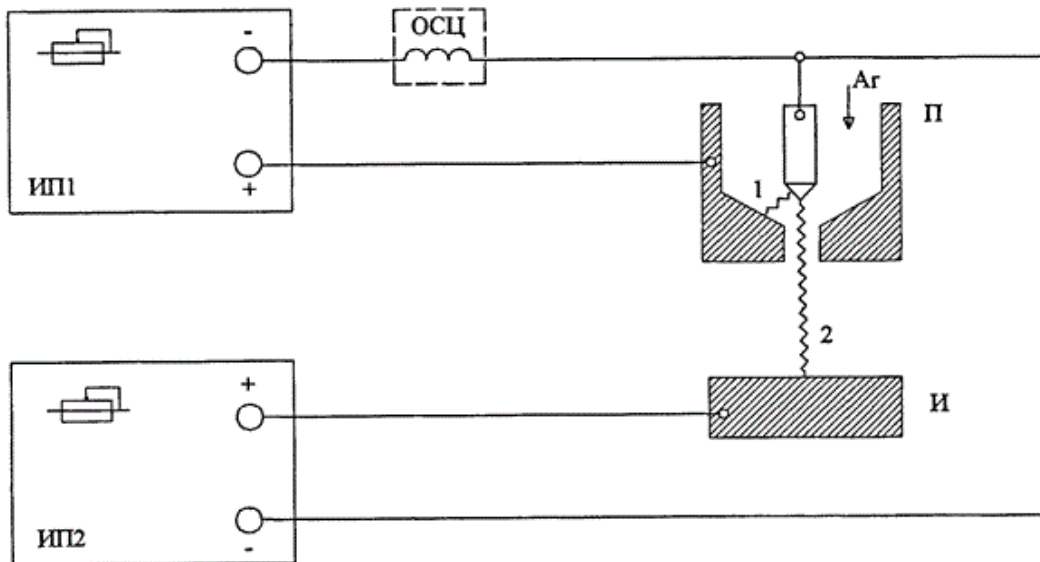
В таблице приведены параметры режима и результаты плазменной закалки поверхности прокатного валка из стали типа 60ХН, произведенной с помощью заявляемого устройства. Процесс обработки обеспечивает получение закаленного из твердого состояния (без оплавления) поверхностного слоя с мелкозернистой мартенситно-аустенитной структурой, высокими микротвердостью (8000...10000 МПа), износо- и трещиностойкостью. За счет увеличения глубины закаленного слоя повышаются износостойкость рабочей поверхности и срок службы валков, сокращаются расходы на их приобретение.

Показатель	Однодуговой плазмотрон с дугой прямого действия	Однодуговой плазмотрон с дугой косвенного действия	Заявляемое устройство - плазмотрон в двухдуговом режиме, в том числе	
			Дуга прямого действия	Дуга косвенного действия
			Минимальный ток устойчивого горения дуги, А	100...120
Максимальный ток дуги, А	350	250	150	200
Среднее значение тока дуги, А	170	150	70	150
Скорость перемещения плазматрона, см/с	3...4	0,3...0,5	1...3	
Глубина закаленного слоя, мм	0,8...1,2	1,5...1,8	1,6...2,5	
Твердость поверхности закаленного слоя, НRC	55...60	45...50	50...55	

Формула полезной модели

Устройство плазменной закалки изделий, содержащее систему подачи рабочего газа, изолятор, катодный узел, сопло с ферромагнитными губками сканирующего устройства, конструктивно объединенные в малогабаритный плазмотрон, устройства для крепления, поворота и настройки плазматрона в процессе работы, систему охлаждения сопла и ферромагнитных губок, сканирующее устройство дуги, включающее генератор, электромагнитную катушку и ферромагнитные губки, пульт управления со встроенным осциллятором и измерительными приборами, указатель положения переменного напряжения на катушке, регулятор постоянного напряжения на катушке, отличающееся тем, что закалку осуществляют перемещением над поверхностью изделия малогабаритного двухдугового плазматрона с одновременно горящими дугами прямого и косвенного действия, причем электрическая мощность

каждой дуги регулируется независимо за счет питания от отдельного выпрямителя.

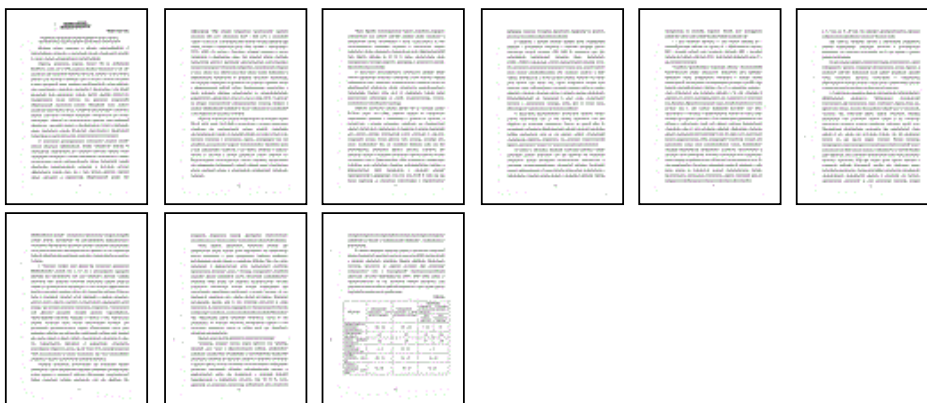


ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:



Описание:



Рисунки:

