



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008137326/02, 17.09.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.09.2008

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2010

(45) Опубликовано: 20.11.2010 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 461163 А, 11.04.1975. RU 2087585 С1,
20.08.1997. RU 2227173 С2, 10.11.2003. SU
663198 А1, 15.12.1994.

Адрес для переписки:
450039, Республика Башкортостан, г.Уфа,
а/я 66, ООО НПП "Уралавиаспецтехнология"

(72) Автор(ы):

Смыслов Анатолий Михайлович (RU),
Смыслова Марина Константиновна (RU),
Мингажев Аскар Джамилевич (RU),
Дыбленко Михаил Юрьевич (RU),
Селиванов Константин Сергеевич (RU),
Гордеев Вячеслав Юрьевич (RU),
Бегликчиев Павел Васильевич (RU),
Гонтюрев Василий Андреевич (RU),
Тарасюк Иван Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственное предприятие
"Уралавиаспецтехнология" (RU)

**(54) ПРОТЯЖЕННЫЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ИСПАРИТЕЛЬ ТОКОПРОВОДЯЩИХ
МАТЕРИАЛОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике ионно-плазменной, ионно-имплантационной обработки и нанесения ионно-плазменных покрытий и может быть применено в машиностроении, преимущественно для ответственных деталей, например рабочих и направляющих лопаток турбомашин. Протяженный электродуговой испаритель токопроводящих материалов содержит вакуумную камеру, являющуюся анодом, охлаждаемый катод электродугового разряда, вытянутый вдоль своей продольной оси, выполненный из испаряемого материала и имеющий расположенную вдоль продольной оси рабочую поверхность испарения, и расположенные с противоположных торцов катода токоподводы, подключенные к

управляемым ключам, электрически связанным через индивидуальные элементы включения и через датчики положения катодного пятна с блоком управления, и соединенные с источником постоянного тока, соединенным с анодом. Экран испарителя электроизолирован от анода и катода и выполнен с возможностью защиты от возникновения электрической дуги между стенками вакуумной камеры и нерабочими поверхностями электродугового испарителя металлов, между экраном и стенками камеры и между экраном и катодом. Предохранительное устройство испарителя выполнено с возможностью отключения электрического питания от катода при его замыкании с экраном. 10 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 404 284 C2

RU 2 404 284 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2008137326/02, 17.09.2008**(24) Effective date for property rights:
17.09.2008(43) Application published: **27.03.2010**(45) Date of publication: **20.11.2010 Bull. 32**

Mail address:

**450039, Respublika Bashkortostan, g.Ufa, a/ja 66,
OOO NPP "Uralviaspetstekhnologija"**

(72) Inventor(s):

**Smyslov Anatolij Mikhajlovich (RU),
Smyslova Marina Konstantinovna (RU),
Mingazhev Askar Dzhamilevich (RU),
Dyblenko Mikhail Jur'evich (RU),
Selivanov Konstantin Sergeevich (RU),
Gordeev Vjacheslav Jur'evich (RU),
Beglikcheev Pavel Vasil'evich (RU),
Gontjurev Vasilij Andreevich (RU),
Tarasjuk Ivan Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie
"Uralviaspetstekhnologija" (RU)****(54) EXTENSIVE ELECTROARC EVAPORATOR OF CURRENT-CONDUCTING MATERIALS**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: extensive electroarc evaporator of current-conducting materials comprises vacuum chamber, being an anode, cooled cathode of electroarc discharge extended along its longitudinal axis, made of evaporated material and having working evaporation surface arranged along longitudinal axis, and current contact jaws arranged at the opposite ends of cathode and connected to controlled keys electrically connected via individual connection elements and via sensors of cathode spot position with control unit, and connected to DC

source connected to anode. It is electrically insulated from anode and cathode by screen of evaporator and is arranged with the possibility of protection against generation of electric arc between walls of vacuum chamber and non-working surfaces of electroarc evaporator of metals, between screen and walls of chamber, and between screen and cathode.

EFFECT: safety device of evaporator is arranged with the possibility of power supply disconnection from cathode as it is closed with screen.

11 cl, 1 dwg

Изобретение относится к области обработки изделий в вакууме и может быть использовано для нанесения покрытий, ионно-плазменной и ионно-имплантационной обработки изделий в машиностроении.

Известен электродуговой испаритель металлов, содержащий катод, выполненный из испаряемого материала и имеющий поверхность испарения и источник постоянного тока, соединенный с катодом и анодом [Патент США №3793179, МПК C23C 14/32, 1974].

При обработке изделий рассматриваемый испаритель работает при хаотически перемещающемся по поверхности катода катодном пятне электрической вакуумной дуги. Благодаря высокой концентрации энергии в катодном пятне дуги с поверхности катода происходит интенсивное испарение материала катода и осаждение испаренного материала катода на изделия, установленные напротив поверхности испарения катода.

Однако обработка указанным испарителем длинномерных изделий требует использования нескольких испарителей, расположенных вдоль длинномерного изделия, что создает определенные трудности при проведении процесса нанесения покрытия, а также приводит к повышению неравномерности слоя покрытия.

Известен электродуговой испаритель металлов, содержащий анод, охлаждаемый катод электродугового разряда, вытянутый вдоль своей продольной оси, выполненный из испаряемого материала и имеющий поверхность испарения, расположенную вдоль продольной оси, и токоподводы с противоположных торцов катода, подключенные к управляемым ключам, электрически связанным через индивидуальные элементы включения с блоком управления, и соединенные с источником постоянного тока, соединенным также с анодом [А.С. СССР №461163, МПК C23C 14/32, 1975].

В известном электродуговом испарителе катодное пятно под воздействием электромагнитного поля тока, протекающего по катоду, всегда движется в направлении токоподвода. Когда катодное пятно достигает торца катода, средство определения положения катодного пятна вырабатывает электрический сигнал, который поступает на блок управления. Блок управления обеспечивает включение управляемого ключа, расположенного у торца катода, противоположного тому, где находится катодное пятно, одновременно отключая другой ключ. Необходимость постоянного переключения полярности катода создает неблагоприятные условия для протекания процесса и перегрузку источников постоянного тока.

Однако известные электродуговые испарители не обеспечивают стабильного и надежного процессов ионно-плазменной обработки и нанесения покрытий на детали машин и аппаратов, поскольку в процессе работы установки с известными испарителями возникает вероятность возникновения дуги между анодом и нерабочей частью испарителя. Кроме того, известные испарители не обеспечивают постоянства геометрических параметров области испарения материала катода и скорости ее перемещения, что также отрицательно сказывается на надежности технологических процессов обработки деталей.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение стабильности и надежности процессов ионно-плазменной обработки и нанесения покрытий на детали машин и аппаратов.

Технический результат достигается тем, что протяженный электродуговой испаритель токопроводящих материалов, содержащий вакуумную камеру, являющуюся анодом, охлаждаемый катод электродугового разряда, вытянутый вдоль

своей продольной оси, выполненный из испаряемого материала и имеющий расположенную вдоль продольной оси рабочую поверхность испарения, и расположенные с противоположных торцов катода токоподводы, подключенные к управляемым ключам, электрически связанным через индивидуальные элементы включения и через датчики положения катодного пятна с блоком управления, и соединенные с источником постоянного тока, соединенным с анодом, в отличие от прототипа он снабжен экраном, электроизолированным от анода и катода, и выполнен с возможностью защиты от возникновения электрической дуги между стенками вакуумной камеры и нерабочими поверхностями электродугового испарителя металлов, между экраном и стенками камеры, а также между экраном и катодом, и снабжен предохранительным устройством, выполненным с возможностью отключения электрического питания от катода при его замыкании с экраном.

Технический результат достигается также тем, что в протяженном электродуговом испарителе экран электроизолирован от камеры и катода посредством керамических электроизоляторов.

Технический результат достигается также тем, что протяженный электродуговой испаритель снабжен электромагнитным устройством, выполненным с возможностью регулирования скорости перемещения области испарения материала с поверхности катода и ее размеров.

Технический результат достигается также тем, что экран выполнен в виде открытого со стороны испарения материала катода тонкостенного кожуха коробчатой формы с толщиной стенки от 0,3 мм до 1,5 мм и дистанцирован от катода от 5 мм до 100 мм, а катод электродугового разряда имеет размеры, выбираемые из диапазонов: длина от 300 мм до 2000 мм, ширина от 100 мм до 300 мм, толщина от 10 мм до 70 мм, причем катод электродугового разряда может быть выполнен из одного из следующих металлов, и/или их сплавов, и/или их соединений: Ti, Zr, Hf, Cr, Y, Yb, V, Nb, Ta, Mo, W, Al, La, Eu, а также их сплавов и соединений с С.

Технический результат достигается также тем, что токоподводы с каждой из противоположных торцов катода подключены к двум источникам питания постоянного тока, причем каждый из токоподводов с источником питания и катодом образуют собственную электрическую цепь, снабженную системой управления подключения источников к катоду, выполненную с возможностью комбинации вариантов подключения противоположных торцов катода к каждому из источников, при условии исключения одновременного подключения к противоположным торцам катода тока одноименной полярности.

Такое выполнение патентуемого испарителя обеспечивает более стабильные условия работы вакуумно-плазменной установки и повышает ее надежность.

Обеспечение дополнительной электроизоляции экран от анода, а также выполнение электродугового испарителя с возможностью защиты от возникновения электрической дуги между стенками вакуумной камеры и нерабочими поверхностями электродугового испарителя металлов, между экраном и стенками камеры, а также между экраном и катодом, а также снабжение его предохранительным устройством, выполненным с возможностью отключения электрического питания от катода при его замыкании с экраном позволяет повысить надежность и стабильность работы установки. Это связано с тем, что при испарении токопроводящих материалов на изоляторах возникает токопроводящий слой осажденного материала, что приводит к нарушению их функций. Это может привести к сбою или остановке процесса в результате реализации следующих нежелательных случаев нарушения

электроизоляции: между катодом и экраном (возникновение дуг между анодом и экраном); между экраном и анодом (возникновение дуг между катодом и экраном); между анодом и катодом (в том числе и через экран).

Кроме того, высокие температуры вблизи зон испарения материалов катода могут привести к выходу из строя изоляторов, выполненных из нетермоустойчивых материалов, которые, например, в результате их оплавления также теряют свои функции. Поэтому использование электроизоляторов из керамических материалов также приводит к повышению надежности процесса обработки работы установки.

Использование электромагнитного устройства, выполненного с возможностью регулирования скоростью перемещения области испарения материала с поверхности катода и ее размерами за счет введения дополнительного управляющего фактора также приводит к повышению надежности и стабильности процесса обработки деталей.

Выполнение экрана в виде тонкостенного, открытого со стороны испарения материала катода, кожуха коробчатой формы, толщиной стенки от 0,3 мм до 1,5 мм, с дистанцией между катодом и экраном от 5 мм до 100 мм, как показали проведенные авторами исследования, реализует оптимальные для приводимых значений катода стабильные условия работы установки. Указанные же характеристики собственно катода электродугового разряда определяются следующими размерами, выбираемыми из диапазонов: длина от 300 мм до 2000 мм, ширина от 100 мм до 300 мм, толщина от 10 мм до 70 мм, и электропроводящими материалами катода электродугового разряда, выбираемыми из следующих металлов, и/или их сплавов, и/или их сочетаний: Ti, Zr, Hf, Cr, Y, Yb, V, Nb, Ta, Mo, W, Al, La, Eu, а также их с С.

Кроме того, подключение токоподводов с каждым из противоположных торцов катода к двум источникам питания постоянного тока при обеспечении каждого из токоподводов с источником питания и катодом собственной электрической цепью, снабженной системой управления подключения источников к катоду, выполненной с возможностью комбинации вариантов подключения противоположных торцов катода к каждому из источников, при условии исключения одновременного подключения к противоположным торцам катода тока одноименной полярности также содействует повышению управляемости, стабильности и надежности технологического процесса обработки деталей.

Такое выполнение патентуемого испарителя обеспечивает повышение стабильности и надежности процессов ионно-плазменной обработки и нанесения покрытий на детали машин и аппаратов, что указывает на достижение технического результата заявляемого изобретения.

На чертеже изображена общая схема испарителя с усилением двумя индивидуальными источниками постоянного тока (вакуумная камера показана в продольном разрезе).

Устройство для электродугового испарения металлов согласно предлагаемому изобретению описано на примере выполнения испарителя для электродугового нанесения покрытий на изделия в вакууме.

Предлагаемое устройство для электродугового испарения металлов содержит вакуумную камеру 1 (чертеж), являющуюся анодом, в которой размещены катод 2, вытянутый вдоль своей продольной оси, выполненный из испаряемого материала, например из титана, и имеющий поверхность 3 испарения, вытянутую вдоль его продольной оси. Поверхность 3 испарения катода 2 ограничивается изолированным от катода 2 экраном 4. Катод 2 имеет соответственно на своих торцах токоподводы 5,

6, выведенные через изоляторы 7, 8, вмонтированные в стенки камеры 1.

Токоподводы 5, 6 подключены к управляемым ключам 9 и 10, электрически связанным через индивидуальные элементы 11 и 12 включения с блоком управления 13 и соединенным с отрицательными полюсами соответствующих источников 14 и 15 постоянного тока, положительные полюса которых соединены с вакуумной камерой 1, служащей, как было отмечено выше, анодом.

Блок управления 13 содержит также средство определения и управления положением катодного пятна 16, электрически связанное с концевыми датчиками 17 и 18.

Протяженный электродуговой испаритель снабжен электромагнитным устройством 20, выполненным с возможностью регулирования скорости перемещения области испарения 16 материала с поверхности катода 2 и размеров области испарения 16.

Экран 4 может быть выполнен в виде тонкостенного, открытого со стороны испарения материала катода кожуха коробчатой формы. Толщина стенки может быть выполнена от 0,3 мм до 1,5 мм (были испытаны экраны толщиной 0,2 мм; 0,3 мм; 1,2 мм; 1,5 мм; 1,8 мм. Толщины 0,2 мм и 1,8 мм показали неудовлетворительный результат (НР)) с дистанцией между катодом и экраном от 5 мм до 100 мм (были испытаны дистанции: 4 мм; 5 мм; 50 мм; 100 мм; 110 мм. Дистанции 4 мм и 110 мм - НР).

Катод 2 электродугового разряда может быть выполнен размерами, выбранными из диапазонов: длина от 300 мм до 2000 мм (290 мм - НР; 300 мм; 900 мм; 3000 мм; 3100 мм - НР), ширина от 100 мм до 300 мм (90 мм; 100 мм; 200 мм; 300 мм; 320 мм - НР;), толщина от 10 мм до 70 мм (8 мм; 10 мм; 40 мм; 70 мм; 80 мм - НР).

Катод 2 электродугового разряда может быть выполнен из одного из следующих металлов, и/или их сплавов, и/или их сочетаний: Ti, Zr, Hf, Cr, Y, Yb, V, Nb, Ta, Mo, W, Al, La, Eu, а также их сплавов и сочетаний с С (проведенные исследования показали на возможность испарения. этих материалов как отдельно, так и в виде сплавов или сочетаний, например в виде составных катодов).

Принцип работы устройства для электродугового испарения металлов заключается в следующем.

Вакуумная камера 1 системой откачки воздуха (не показана) откачивается до давления, определяемого технологическими задачами. Диапазон рабочих давлений с верхней стороны ограничен 10 Па, а с нижней стороны практически не ограничен потому, что рабочей средой, через которую осуществляется перенос тока в разряде, являются продукты эрозии катода 2, ионизированные дугowym разрядом. После достижения заданного рабочего давления на анод (вакуумная камера 1) и катод 2 подается напряжение от источника 14 (или 15) постоянного тока и с помощью поджигающего устройства (не показано) на поверхности 3 испарения катода 2 возбуждается катодное пятно 16. Катодное пятно 16, регулируемое электромагнитным устройством 20, генерирует поток 19 металлической плазмы, распространяющийся преимущественно в направлении, нормальном к поверхности 3 испарения катода 2.

Формула изобретения

1. Протяженный электродуговой испаритель токопроводящих материалов, содержащий вакуумную камеру, являющуюся анодом, охлаждаемый катод электродугового разряда, вытянутый вдоль своей продольной оси, выполненный из испаряемого материала и имеющий расположенную вдоль продольной оси рабочую

поверхность испарения, и расположенные с противоположных торцов катода токоподводы, подключенные к управляемым ключам, электрически связанным через индивидуальные элементы включения и через датчики положения катодного пятна с блоком управления, и соединенные с источником постоянного тока, соединенным с анодом, отличающийся тем, что он снабжен экраном, электроизолированным от анода и катода, и выполнен с возможностью защиты от возникновения электрической дуги между стенками вакуумной камеры и нерабочими поверхностями электродугового испарителя металлов, между экраном и стенками камеры, и между экраном и катодом, и снабжен предохранительным устройством, выполненным с возможностью отключения электрического питания от катода при его замыкании с экраном.

2. Протяженный электродуговой испаритель по п.1, отличающийся тем, что экран электроизолирован от камеры и катода посредством керамических электроизоляторов.

3. Протяженный электродуговой испаритель по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что он снабжен электромагнитным устройством, выполненным с возможностью регулирования скорости перемещения области испарения материала с поверхности катода и ее размеров.

4. Протяженный электродуговой испаритель по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что экран выполнен в виде открытого со стороны испарения материала катода тонкостенного кожуха коробчатой формы с толщиной стенки от 0,3 до 1,5 мм и дистанционирован от катода от 5 до 100 мм.

5. Протяженный электродуговой испаритель по п.3, отличающийся тем, что экран выполнен в виде тонкостенного короба с толщиной стенки от 0,3 до 5 мм и дистанционирован от катода от 5 до 100 мм.

6. Протяженный электродуговой испаритель по любому из пп.2, 5, отличающийся тем, что катод электродугового разряда имеет размеры, выбираемые из диапазонов: длина от 300 до 2000 мм, ширина от 100 до 300 мм, толщина от 10 до 70 мм.

7. Протяженный электродуговой испаритель по п.1, отличающийся тем, что катод электродугового разряда имеет размеры, выбираемые из диапазонов: длина от 300 до 2000 мм, ширина от 100 до 300 мм, толщина от 10 до 70 мм.

8. Протяженный электродуговой испаритель по любому из пп.1 и 2, 5, 7, отличающийся тем, что катод электродугового разряда выполнен из одного из следующих металлов, и/или их сплавов, и/или их соединений: Ti, Zr, Hf, Cr, Y, Yb, V, Nb, Ta, Mo, W, Al, La, Eu, а также их сплавов и соединений с С.

9. Протяженный электродуговой испаритель по п.1, отличающийся тем, что катод электродугового разряда выполнен из одного из следующих металлов, и/или их сплавов и/или их сочетаний: Ti, Zr, Hf, Cr, Y, Yb, V, Nb, Ta, Mo, W, Al, La, Eu, а также их сплавов и соединений с С.

10. Протяженный электродуговой испаритель по п.1, отличающийся тем, что токоподводы с каждой из противоположных торцов катода подключены к двум источникам питания постоянного тока, причем каждый из токоподводов с источником питания и катодом образуют собственную электрическую цепь, снабженную системой управления подключения источников к катоду, выполненную с возможностью комбинации вариантов подключения противоположных торцов катода к каждому из источников, при условии исключения одновременного подключения к противоположным торцам катода тока одноименной полярности.

11. Протяженный электродуговой испаритель по любому из пп.2, 5, 7, 9, отличающийся тем, что токоподводы с каждой из противоположных торцов катода,

подключены к двум источникам питания постоянного тока, причем каждый из токоподводов с источником питания и катодом образуют собственную электрическую цепь, снабженную системой управления подключения источников к катоду, выполненную с возможностью комбинации вариантов подключения

5 противоположных торцов катода к каждому из источников, при условии исключения одновременного подключения к противоположным торцам катода тока одноименной полярности.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

