

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **83 443** ⁽¹³⁾ **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[B23H 1/00 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.12.2012)
Пошлина: учтена за 1 год с 08.12.2008 по 08.12.2009

(21)(22) Заявка: [2008148265/22](#), 08.12.2008(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.12.2008(45) Опубликовано: [10.06.2009](#) Бюл. № 16

Адрес для переписки:
622031, Свердловская обл., г. Нижний
Тагил, ул. Красногвардейская, 59, НТИ (Ф)
УГТУ-УПИ, директору В.Ф. Пегашкину

(72) Автор(ы):

Астафьев Геннадий Иванович (RU),
Файншмидт Евгений Михайлович (RU),
Пегашкин Владимир Федорович (RU),
Пилипенко Владимир Васильевич (RU),
Журавлев Александр Владимирович (RU),
Поломошнов Павел Юрьевич (RU),
Пилипенко Василий Францевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU)

(54) МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ТРУБА С ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к технике нанесения защитных металлических покрытий, преимущественно на стальные трубы, баллоны, радиаторы и другие изделия с внутренними каналами и может использоваться в металлургии, машиностроении, строительной индустрии, нефтегазовой промышленности и коммунальном хозяйстве. Технической задачей полезной модели является повышение коррозионной стойкости и стойкости к абразивному износу металлических труб. Техническая задача достигается за счет того, что поверхность трубы выполнена в виде двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем твердость нижнего слоя составляет 48-55 HRC, а твердость верхнего слоя составляет 56-65 HRC. При этом толщина нижнего электроэрозионного слоя не превышает 0,20 мм, а общая толщина упрочненного покрытия не более 0,55 мм.

Полезная модель относится к технике нанесения защитных металлических покрытий преимущественно, на стальные трубы, баллоны, радиаторы и другие изделия с внутренними каналами и может использоваться в металлургии, машиностроении, строительной индустрии, нефтегазовой промышленности и коммунальном хозяйстве.

Известны способы нанесения защитных покрытий на металлические трубы (SU №1592384, C23C 2/14, 1987; №1637898, C23C 14/00, 1988; №1799398, C23C 2/38, 1990).

Указанные способы нанесения защитных покрытий на металлические трубы включают очистку поверхности, флюсование в растворе, содержащем, например,

хлориды лития и калия, нагрев до 350-450°C, проводку через расплав металлопокрытия и последующее охлаждение. При этом очистку поверхности труб от окалины, ржавчины, окисных пленок и других загрязнений проводят путем выполнения следующих операций: обезжиривание в щелочных растворах, промывка в воде, травление в кислоте и промывка в воде, что связано с определенными техническими и материальными затратами, а сам процесс очистки является экологически вредным.

Данные способы характеризуются низкими производительностью и качеством очистки внешней поверхности трубы, а нанесение на нее защитных покрытий связано с большими капитальными затратами и вызывает загрязнение окружающей среды.

Известен способ нанесения металлических покрытий (П-1799398, С23С 2/38, опубл. в бюлл. №8, 28.02.1993 г.), включающий нанесение металлических покрытий на трубы и изделия с внутренним каналом. Способ включает химическую очистку, предварительный нагрев в защитной атмосфере, обработку в расплаве флюса, находящемся в отдельной ванне, погружение в расплав металлопокрытия и скоростное охлаждение, причем обработку в расплаве флюса и в расплаве металлопокрытия осуществляют в защитной среде, в качестве которой используют инертный газ, в частности технический азот, в расплаве флюса изделия подогревают до температуры расплава металлопокрытия или выше ее. При нанесении алюминоцинкового покрытия, содержащего 55% алюминия, 43,5% цинка и 1,5% кремния, предварительный нагрев производят до 350-470°C, и подогрев в расплаве флюса до 640-650°C при температуре плавления флюса 500-520°C.

Недостатком данного технического решения является сложность осуществления и его невысокая производительность.

Известна металлическая труба с наружным покрытием, в состав которого входит смола пиролиза горючих ископаемых, при этом основой состава покрытия является модифицированная смола пиролиза твердых горючих ископаемых, содержащая аминные, эпокси- и гидроксильные, карбонильные и карбоксильные группы (П. модель №17021, 7 В32В 1/08, F16L 58/10, опубл. 23.11.2000).

Нанесение таких защитных покрытий связано с большими капитальными затратами и с загрязнением окружающей среды.

Наиболее близким аналогом к предлагаемому техническому решению является вакуумная обработка внутренней поверхности трубы (П-2039845, С23С 14/35, опубл. 20.07.1995).

Данное решение осуществляется путем ионного азотирования в разряде низкого давления. При реализации магнетронного разряда между внутренней поверхностью трубы и разрядным электродом-анодом образующиеся ионы азота, ускоряясь в катодном падении, попадают на внутреннюю поверхность трубы. Часть этих ионов, диффундируя внутрь, приводят к образованию в верхнем слое устойчивых нитридных соединений, которые и обуславливают изменение его свойств.

Разность потенциалов создается между катодом - изделием, изготовленным из немагнитной нержавеющей стали, и анодом, изготовленным из немагнитного материала с длиной не меньше длины обрабатываемого изделия, а воздействие плазмы осуществляют при наложении на разрядную зону скрещенного с электрическим потенциалом магнитного поля, при этом плотность тока разряда поддерживают равной 15-20 мА/см², давление азота равным 2-5 Па, а магнитную индукцию равной 10-20 мТл.

Недостатком данного способа является то, что создается защитное покрытие с недостаточной коррозионной стойкостью.

Кроме того, известные упрочняющие покрытия, обладающие хорошей адгезией к материалу трубы, имеют относительно низкую твердость и низкий уровень сжимающих напряжений, либо имеют высокую микротвердость, но недостаточную прочность сцепления с материалом изделия. В результате этого покрытие легко подвергается абразивному износу, в нем быстро зарождаются и распространяются трещины, приводящие к разрушению покрытия, что снижает стойкость труб.

Наибольший интерес при этом представляют методы, с помощью которых достигается значительное упрочнение поверхностных слоев труб, находящихся в агрессивной среде.

Основным достоинством такой поверхностной обработки является сочетание высокой твердости и прочности поверхностного слоя с вязкостью и высокой пластичностью основы упрочняемых труб. Значительный эффект поверхностного упрочнения достигается за счет повышения не только твердости, но и износо- и коррозионной стойкости рабочей поверхности труб.

Для реализации указанных достоинств в промышленных условиях представляют интерес методы упрочнения концентрированными потоками энергии, в том числе с использованием электрических разрядов.

Наиболее простым при этом является способ электроэрозионного легирования.

Электроэрозионное легирование особенно эффективно для повышения износостойкости и абразивной стойкости труб в условиях их острейшего дефицита.

Технической задачей полезной модели является повышение коррозионной стойкости и стойкости к абразивному износу металлических труб.

Техническая задача достигается за счет того, что поверхность трубы выполнена в виде двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем твердость нижнего слоя составляет 48-55 HRC, а твердость второго слоя составляет 56-65 HRC. При этом толщина нижнего электроэрозионного слоя не превышает 0,20 мм, а общая толщина упрочненного покрытия не более 0,55 мм.

Технология электроэрозионного легирования обладает рядом существенных достоинств:

- не требует специальной подготовки поверхностей, необходимо лишь полностью очистить их от грязи и полностью удалить следы жира и масла;
- обеспечивает высокую прочность сцепления слоя покрытия с основным материалом;
- не оказывает влияния на основную структуру металла;
- придает поверхностным слоям покрытия требуемые эксплуатационные качества;
- повышает стойкость упрочненных изделий в 2-4 раза в сравнении с не упрочненными;
- позволяет экономить дорогостоящие трубные стали;
- исключает нагрев или допускает незначительный нагрев обрабатываемой поверхности в процессе электроискрового легирования, который не может изменить ее геометрию и физико-механические свойства;
- отличается простотой технологического процесса, малогабаритностью и транспортабельностью оборудования.

Сущность предлагаемой полезной модели поясняется чертежом, где показана металлическая труба с упрочненной электроэрозионной поверхностью.

Металлическая труба состоит из основного материала 1, выполненного из трубных марок сталей и нанесенного твердосплавными электродами электроэрозионного покрытия в виде двух диффузионных слоев 2 и 3, которые имеют разную твердость.

Для осуществления предлагаемого технического решения обрабатываемую металлическую трубу подвергают электроэрозионной обработке известными способами. В зависимости от исходных физико-химических свойств обрабатываемой поверхности устанавливают режимы обработки и вид легирующего материала - электрода.

Опытное опробование предлагаемого решения проводили на бурильных трубах, произведенных из трубных марок стали. Трубы диаметром 150 мм имели длину 1200 мм. Общая площадь упрочнения составила 3200 см².

Процесс упрочнения проводили на разных режимах при емкостях разрядных конденсаторов 850, 950, 1200 мкФ и частоте 90 Гц.

На внутреннюю поверхность трубы наносили упрочняющее покрытие в виде двух слоев, имеющих разную твердость, причем твердость нижнего слоя составляла 48-55 HRC, а твердость второго слоя была 56-65 HRC. При этом толщина нижнего слоя не превышала 0,20 мм, а общая толщина упрочненного покрытия не превышала 0,55 мм.

В процессе электроискрового легирования были опробованы электроды из разных материалов и разной твердости, в том числе - твердые сплавы, высокоуглеродистые сплавы, белые чугуны, а также графитовые электроды, в т.ч. Ni, Cr, T15K6, BK6, BK8 и др.

Данные по твердости и толщине упрочняющих слоев были получены опытно-экспериментальным путем. Именно при соотношениях,

которые отмечены выше, были получены наилучшие показатели по прочностным характеристикам у упрочняемых труб.

Лучшие показатели были получены при нанесении нижнего слоя электродами Ni-Cr, и при нанесении верхнего слоя электродами из сплава BK8.

Опытно-экспериментальными проработками предлагаемого технического решения было установлено, что при реализации указанных параметров нанесения упрочняющего покрытия возникает эффект повышения качества покрытия.

Также установлено, что, для достижения технического результата полезной модели, толщина нижнего слоя не превышает 0,20 мм, а общая толщина защитного покрытия не более 0,55 мм.

Нанесение нижнего слоя защитного покрытия с толщиной более 0,20 мм и более 0,55 мм от общей толщины покрытия не обеспечивает хорошей сцепляемости слоев с материалом трубы и не способствует быстрому периоду приработки и снижает износостойкость покрытия.

Также установлено, что при нанесении нижнего покрытия толщиной менее 0,20 мм и общей толщиной менее 0,55 мм, защитное покрытие получается с недостаточной микротвердостью и с невысокой прочностью сцепления с основой материала трубы.

Пример конкретного выполнения

Электроискровое легирование стальных буровых труб D 150 мм проводили на токарном станке при следующих параметрах:

- скорость вращения трубы, обор./мин	- 12
- скорость перемещения суппорта с устройством легирования и электрод-инструментом, мм/ обор.	- 2
- технологический ток, А	- 65
- напряжение холостого хода, В	- 120
- емкость конденсаторов, мкФ	- 900
- частота искровых разрядов, Гц	- 90
- охлаждение электрода	технический азот
- скорость обработки, см ² / мин.	- 25
- сплошность покрытия за один проход, %	- до 93
- твердость материала трубы, HRC	- 45
- твердость 1-го диффузионного слоя, HRC	- 54
- твердость 2-го диффузионного слоя, HRC	- 63
- толщина 1-го упрочненного слоя, мм	- 0,20
- толщина 2-го упрочненного слоя, мм	- 0,30
- шероховатость покрытия, Ra мкм	- 8,5

При этом было установлено, что уровень износостойкости внутренней поверхности труб, легированных твердосплавными электродами, оказался значительно выше, чем у неупрочненных контрольных образцов.

Таблица №1

Материал трубы	Кол-во слоев	Упрочняющий материал	Коэффициент повышения износостойкости
трубная сталь	2	ВК8 (верхний слой) Ni-Cr (нижний слой)	2,75
то же	2	ВК-15 (верхний слой) Ni-Cr (нижний слой)	2,30
	1	ВК6	2,25
то же	2	по прототипу	1,70
то же	-	контрольный образец	1,0

Как видно из таблицы №1 коррозионная стойкость буровых труб с упрочненной внутренней поверхностью выше в 2,25-2,75 раза в сравнении с обычными неупрочненными трубами и в 1,32-1,60 в сравнении с упрочненными по способу-прототипу.

Предлагаемое решение позволяет существенно повысить износостойкость труб и сократить расход дорогостоящих трубных сталей.

Кроме того, наилучшие показатели по износу и коррозионной стойкости труб были достигнуты при твердости 1-го упрочненного слоя 48-55 HRC, а твердость 2-го слоя составляет 56-65 HRC. При этом толщина нижнего диффузионного слоя не превышала 0,20 мм, а общая толщина упрочненного электроэрозионного покрытия была не более 0,55 мм.

Высокая мощность установки электроискрового легирования и обдув электрода азотом способствует образованию равномерного микрорельефа упрочненного слоя в каждый период обработки. Это обеспечивает увеличение стойкости труб и повышение производительности обработки.

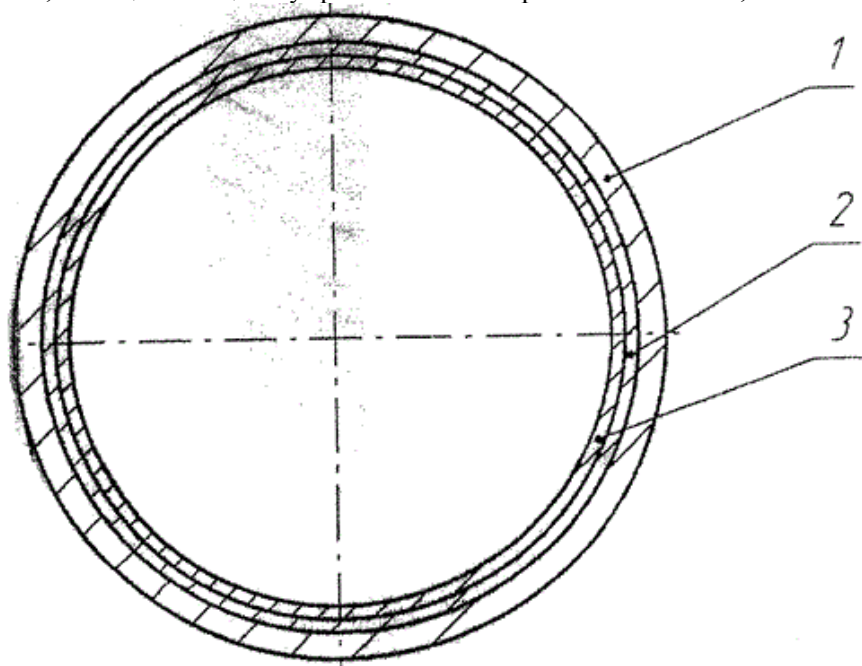
Достоинством данного технического решения является высокая прочность сцепления нанесенного материала электрода с основой материала трубы за счет оптимальных режимов процесса.

Таким образом заявляемое техническое решение полностью выполняет поставленную задачу.

Формула полезной модели

1. Металлическая труба с электроэрозионным покрытием, состоящая из металлической основы и нанесенного на нее защитного покрытия, отличающаяся тем, что защитное покрытие выполнено в виде двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем твердость нижнего слоя составляет 48-55 HRC, а твердость верхнего слоя составляет 56-65 HRC.

2. Труба по п.1, отличающаяся тем, что толщина нижнего слоя не превышает 0,20 мм, а общая толщина упрочненного покрытия не более 0,55 мм.

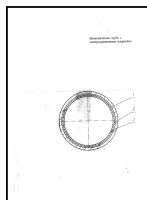


ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **09.12.2009**

Дата публикации: [10.12.2011](#)