

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **048174**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- (45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.10.31**
- (21) Номер заявки  
**202292438**
- (22) Дата подачи заявки  
**2022.09.02**
- (51) Int. Cl. **C23C 14/50 (2006.01)**  
**C23C 14/48 (2006.01)**  
**C23C 14/34 (2006.01)**  
**C23C 14/02 (2006.01)**

(54) **СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ДЕТАЛИ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

- (43) **2024.03.29**
- (96) **KZ2022/047 (KZ) 2022.09.02**
- (71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**МАУСЫМБАЕВА АЛИЯ  
ДУМАНОВНА (KZ)**
- (56) **RU-C1-2693229**  
**EA-B1-002682**  
**EA-A1-201300566**  
**US-A1-20040168637**  
**US-A1-20100170781**
- (72) Изобретатель:  
**Маусымбаева Алия Думановна,  
Юров Виктор Михайлович, Портнов  
Василий Сергеевич (KZ)**

- (57) Изобретение относится к покрытиям для антикоррозионной защиты металлических конструкций и может быть использовано для деталей горно-шахтного оборудования, подвергающихся воздействию агрессивных сред. Технический результат достигается тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия, включающем размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между анодами и катодами, подключенными к индивидуальным источникам электрического питания, в отличие от прототипа, в процессе нанесения покрытия в качестве катодов используются два разнородных металла диаметром 120 мм и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник "ПИНК" с комбинированным накаливаемым и полым катодом, обеспечивая при этом увеличение коррозионной стойкости деталей горно-шахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала. Технический результат достигается также тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия в качестве детали горно-шахтного оборудования используют ниппель, втулку, плунжер, газораспределитель, муфту и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40 при следующих параметрах: состав раствора для полировки - 5% водный раствор сульфата аммония; температура раствора - 85°C; напряжение катод-анод - 300 В, ток - 40 А; длительность обработки - 6 мин. Перечисленные существенные признаки предлагаемого изобретения позволяют достичь поставленной технической задачи - увеличение коррозионной стойкости деталей горно-шахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала катодов за счет дополнительного применения плазменного источника "ПИНК" с комбинированным накаливаемым и полым катодом.

**048174**  
**B1**

**048174**  
**B1**

Изобретение относится к покрытиям для антикоррозионной защиты металлических конструкций и может быть использовано для деталей горно-шахтного оборудования, подвергающихся воздействию агрессивных сред. Около 20% общего количества металлов ежегодно теряется из-за коррозии, и огромные средства тратятся на защиту от коррозии. При выборе способа борьбы с коррозией учитываются не только особенности самого металла, но и условия его эксплуатации - шахтные агрессивные среды.

Шахтными агрессивными средами следует считать рудничную и промышленную атмосферу повышенной влажности с различным содержанием коррозионно-активных газов и пыли. (ГОСТР 55735-2013, Оборудование горно-шахтное; ГОСТР 57071-2016, Оборудование горно-шахтное; ГОСТ ISO 9223-2017, Коррозия металлов и сплавов. Коррозионная агрессивность атмосферы. Классификация, определение и оценка).

Шахтные воды можно разделить на три вида [3]:

кислые (рН ниже 6,5 со значительной минерализацией);

нейтральные пресные воды (рН=6,5-8,5, минерализация не выше 1 г/л);

солёные и солоноватые с повышенной минерализацией (рН=6,5-8,8, минерализация выше 1 г/л).

Наиболее активными по действию на металлические (стальные) конструкции являются кислые воды, и множество технических устройств угольной промышленности подвержены их влиянию.

Известен способ ионно-плазменного нанесения покрытий, включающий размещение изделий в вакуумной камере, подачу на них напряжения смещения, зажигание дугового разряда, очистку и разогрев изделия ионами испаряемого материала катода до температуры конденсации покрытия, подачу в камеру газа-реагента, снижение напряжения (А.С. 2061788, С23С 14/34, 09.03.93. Способ нанесения покрытий в вакууме).

Известен также способ нанесения покрытий на лопатки турбомашин, включающий осаждение в вакууме на поверхности пера лопатки конденсированного покрытия (патент РФ № 2165475, С23С 14/16, 30/00, С22С 19/05, 21/04, 20.04.2001).

Известен также способ нанесения ионно-плазменного покрытия, включающий размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между катодами с индивидуальными источниками электрического питания и анодами (а.с. № 1468017, МПК5 С23С 14/48, БИ № 18, 1994 г.).

Недостатком известных способов является низкий коэффициент использования испаряемого материала катодов.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ нанесения ионно-плазменного покрытия, где в качестве катодов и анодов используют одинаковые длинномерные плоские охлаждаемые пластины-планары (а.с. № 2375493, МПК5 С23С 14/34, БИ № 34, 10.12.2009).

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение коэффициента использования испаряемого материала катодов за счет изменения конструкции наносимого материала.

Технический результат достигается тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия, включающем размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между анодами и катодами, подключенными к индивидуальным источникам электрического питания, в отличие от прототипа, в процессе нанесения покрытия в качестве катодов используются два разнородных металла диаметром 120 мм и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник "ПИНК" с комбинированным накалимым и полым катодом, обеспечивая при этом увеличение коррозионной стойкости деталей горно-шахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала.

Технический результат достигается также тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия в качестве детали горно-шахтного оборудования используют ниппель, втулку, плунжер, газораспределитель, муфту и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40, при следующих параметрах: состав раствора для полировки - 5% водный раствор сульфата аммония; температура раствора - 85°C; напряжение катод-анод - 300 В, ток - 40 А; длительность обработки - 6 мин.

Перечисленные существенные признаки предлагаемого изобретения позволяют достичь поставленной технической задачи - увеличение коррозионной стойкости деталей горно-шахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала катодов за счет дополнительного применения плазменного источника "ПИНК" с комбинированным накалимым и полым катодом.

Способ осуществляется следующим образом. Катоды из чистых металлов меди Cu и из стали 12Х18Н10Т изготавливались из цилиндров диаметром 100-120 мм на токарном станке (фиг. 1).

Детали горно-шахтного оборудования - ниппель, втулка, плунжер, газораспределитель, муфта и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40 (фиг. 2а) при следующих параметрах: состав раствора для полировки - 5% водный раствор сульфата аммония; температура раствора - 85°C; напряжение ка-

тод-анод - 300 В, ток - 40 А; длительность обработки - 6 мин. После выгрузки из ванны ЭПП-40, деталь промывается в ультразвуковой ванне (фиг. 2б) и обрабатывается паром при помощи пароструйного устройства УПС 4.3-гейзер (фиг. 2в).

Напыление проводилось одновременно из двух катодов в режиме 12Х18Н10Т+Cu на модернизированной установке ННВ-6.6И1 (фиг. 3) и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник "ПИНК" с комбинированным накаливаемым и полым катодом (фиг. 4). На фланце 6 смонтированы два водоохлаждаемых электроввода 3 для питания прямокального катода 2.

Цилиндрический экраный электрод 1 диаметром 90 мм и длиной 350 мм закреплен на вакуумной стороне фланца 6. Катод выполнен из вольфрамовой проволоки длиной 125 мм и толщиной 1,5 мм. Питание накала обеспечивается трансформатором с регулировкой переменного (50 Гц) напряжения по его первичной обмотке. Электрическое питание разряда осуществляется от источника напряжения, включающего в себя трехфазные трансформатор и выпрямитель.

Плазменный источник изолирован от корпуса установки и находится под плавающим потенциалом. Газ в источник газовой плазмы подается через газовод на фланце 6 от системы напуска газа, включающей два регулятора расхода газа РРГ-10.

Рентгено-флюоресцентный количественный анализ состава покрытий (РФЭС), проведенный на электронном микроскопе JEOL JSM-5910, показан на фиг. 5 и в табл. 1.

Таблица 1

Количественный анализ элементного состава покрытий

Элемент	Fe	Cu	Cr	Mn	Ni	Ti	N
Вес. %	47.4	22.5	15.0	4.0	3.5	0.9	13.1

Детали горно-шахтного оборудования подвергаются коррозии в первую очередь за счет воздействия шахтных вод (фиг. 6). Для повышения коррозионной стойкости ряда деталей горно-шахтного оборудования было нанесено покрытие (FeCuCrMnNiTi)N (фиг. 7). Подобную технологию внедряют такие американские компании как Ktech, ASB Industries, Army Research Lab, Inovati, а также и фирмы других стран: Windsor University (Канада), Helmut Schmidt University (Германия), CSIRO (Австралия), Ecole de Mines (Франция).

В табл. 2 приведены результаты испытаний деталей с такими антикоррозионными покрытиями.

Сравним полученные результаты со скоростью коррозии некоторых коррозионно-стойких нержавеющих сталей (табл. 3).

Таблица 2

Свойства антикоррозионных покрытий (FeCuCrMnNiTi)N на деталях горно-шахтного оборудования

Деталь	Покрытие	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> ·ч
Сталь 35	без покрытия	3,21
Сталь 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Ниппель 12, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Муфта 12 с, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Пробка ГВУ 30.002, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Корпус г/распределителя Н13.07.130-01, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Плунжер КСН01.311, Ст. СИХ15	(FeCuCrMnNiTi)N	0,12
Втулка М130.07.149, Ст. 40	(FeCuCrMnNiTi)N	0,13
Толкатель М130.07.148, Ст. 40	(FeCuCrMnNiTi)N	0,13

Таблица 3

Скорость коррозии наиболее коррозионно-стойких сталей

Марка стали	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> ·ч
X23H28M3Д3Т	0,21
X23H27M3Т	0,26
X18H12M3Т	0,80

Из этого сравнения следует, что наше покрытие (FeCuCrMnNiTi)N значительно меньше нержавеющей стали по коррозии. Для деталей горно-шахтного оборудования используется, в основном, сталь 35 (табл. 2), которая значительно дешевле по стоимости коррозионно-стойких нержавеющих сталей (табл. 3). Таким образом, проведенные испытания показали экономическую целесообразность использования покрытия (FeCuCrMnNiTi)N в качестве коррозионно-стойкого покрытия для деталей горно-шахтного оборудования.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ нанесения ионно-плазменного покрытия, включающий размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между анодами и катодами, подключенными к индивидуальным источникам электрического питания, отличающийся тем, что в процессе нанесения покрытия в качестве катодов используются два разнородных металла диаметром 120 мм и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник (ПИНК) с комбинированным накаливаемым и полым катодом, обеспечивая при этом увеличение коррозионной стойкости деталей горно-шахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала.

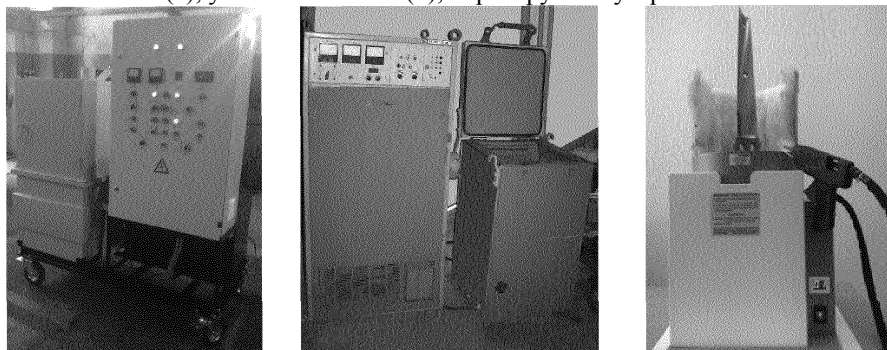
2. Способ нанесения ионно-плазменного покрытия по п.1, отличающийся тем, что в качестве детали горно-шахтного оборудования используют ниппель, втулку, плунжер, газораспределитель, муфту и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40 при следующих параметрах: состав раствора для полировки - 5% водный раствор сульфата аммония; температура раствора - 85°C; напряжение катод-анод - 300 В, ток - 40 А; длительность обработки - 6 мин.

Катоды Cu (слева) и 12Х18Н10Т (справа)



Фиг. 1

Установка ЭПП-40 (а), установка УЗГ-4 (б), пароструйное устройство УПС 4.3-гейзер (в)



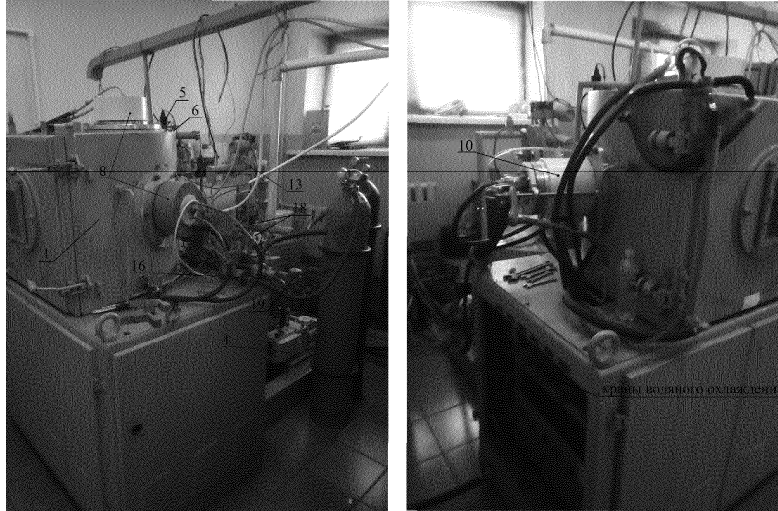
а)

б)

в)

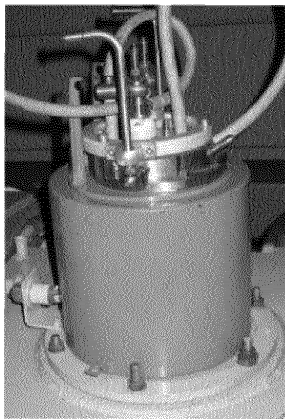
Фиг. 2

Установка ННВ-6.6И1 с двух сторон

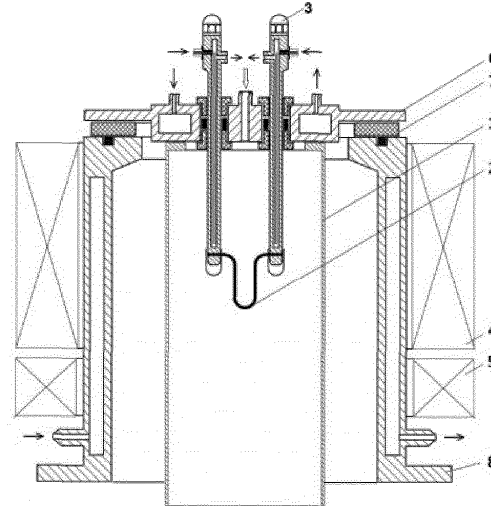


Фиг. 3

Внешний вид (а) и схема (б) источника "ПИНК"



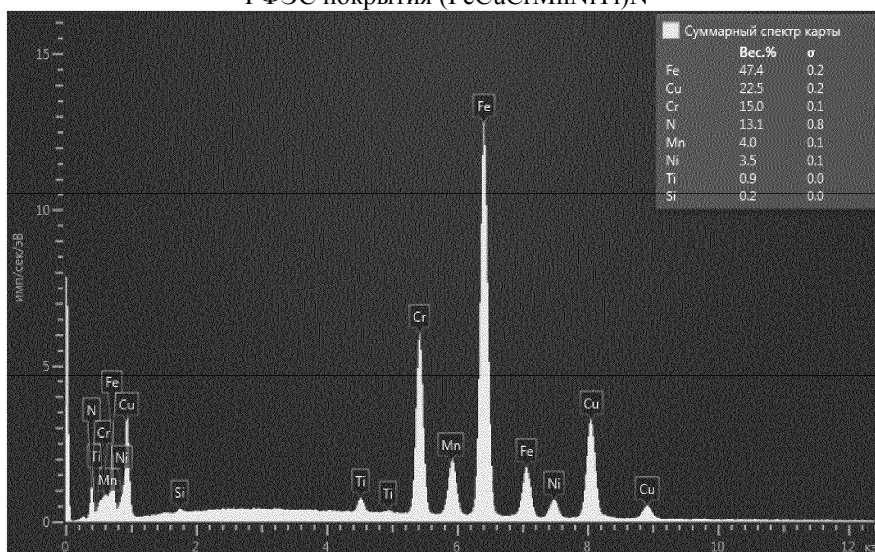
а



б

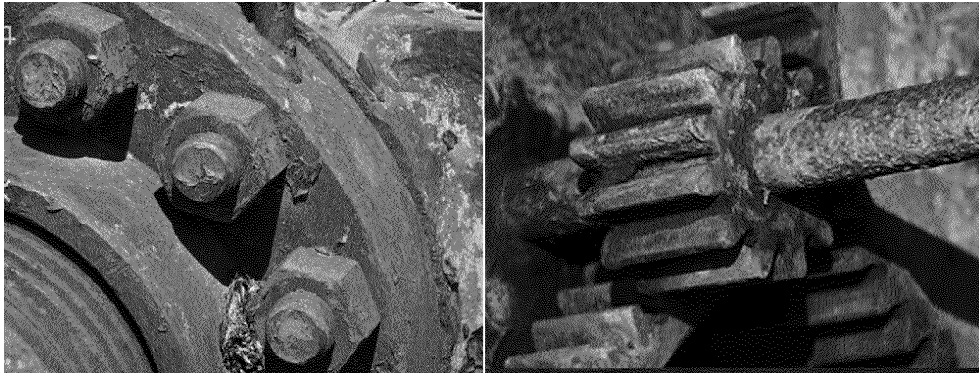
Фиг. 4

РФЭС покрытия (FeCuCrMnNiTi)N



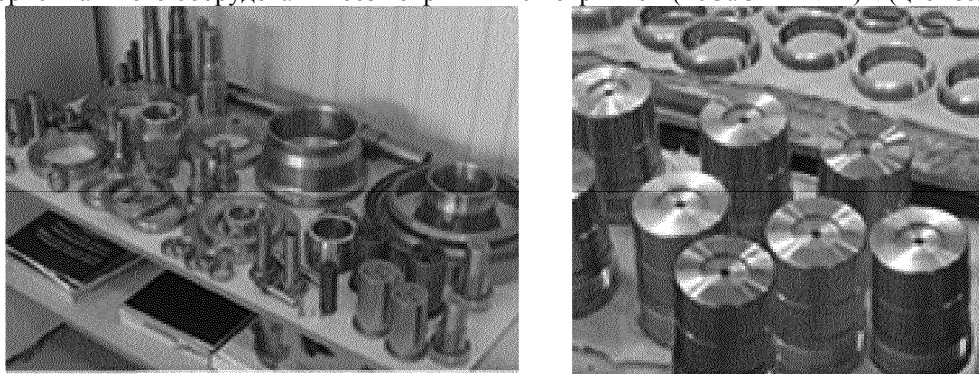
Фиг. 5

Коррозия деталей в шахтах



Фиг. 6

Детали горно-шахтного оборудования без покрытия и с покрытием (FeCuCrMnNiTi)N (цвет золотистый)



Фиг. 7