



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 121969

(13) C2

(51) МПК

H01J 37/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2016 11080

(22) Дата подання заявки: 04.11.2016

(24) Дата, з якої є чинними  
права на винахід: 25.08.2020

(41) Публікація відомостей  
про заявку: 10.05.2018, Бюл.№ 9

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: 25.08.2020, Бюл.№ 16

(72) Винахідник(и):

Ладохін Сергій Васильович (UA)

(73) Власник(и):

ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ,

бул. Вернадського, 34/1, м. Київ-142, 03680  
(UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:

UA 102765 C2, 12.08.2013

UA 93625 C2, 25.02.2011

US 2004/0061051 A1, 01.04.2004

US 2002/0036264 A1, 28.03.2002

US 3869636 A, 04.03.1975

GB 1145013 A, 12.03.1969

GB 1413611 A, 12.11.1975

WO 2008/050321 A2, 02.05.2008

US 3869636 A, 04.03.1975

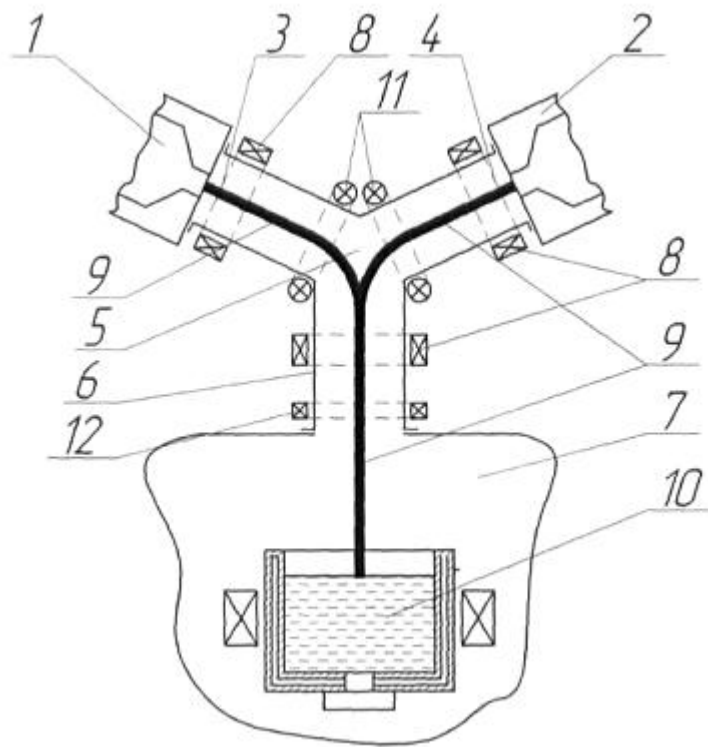
WO 2014/193207 A1, 04.12.2014

## (54) КОМБІНОВАНИЙ ГАЗОРОЗРЯДНИЙ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВИЙ НАГРІВАЧ

(57) Реферат:

Винахід належить до електронної техніки, а саме до розробки газорозрядних електронних нагрівачів, і може знайти вживання у спеціальній електрометалургії, переважно в потужних плавильних установках для плавки і рафінування тугоплавких і хімічно активних металів, а також кремнію, міді, сплавів на основі заліза, нікелю, кобальту. Комбінований газорозрядний електронно-променевий нагрівач складається з низьковакуумної та середньовакуумної газорозрядних електронних гармат, що мають загальний променевід, виконаний у вигляді трійника, два патрубки якого герметично стикуються з металевими корпусами гармат, а третій патрубок герметично стикується з технологічною камерою. На патрубках розміщені котушки фокусування, повороту та відхилення променя. Технічним результатом винаходу є проведення технологічного процесу у вельми широкому діапазоні зміни тиску залишкових газів в технологічних камерах плавильних установок від 1000 Па до  $10^{-3}$  Па, що повинно сприяти помітному підвищенню продуктивності. Нагрівач відрізняється також порівняльною простотою конструктивного виконання, що забезпечує можливість його виготовлення без використання спеціального обладнання.

UA 121969 C2



Винахід належить до електронної техніки, а саме до розробки газорозрядних електронних нагрівачів, і може знайти вживання у спеціальній електрометалургії, переважно в потужних плавильних установках для плавки і рафінування тугоплавких і хімічно активних металів, а також кремнію, міді, сплавів на основі заліза, нікелю, кобальту.

Відомі так звані низьковакуумні електронні гармати, які можуть працювати при тиску до 1000 Па. Ці гармати складаються з герметичного металевго корпусу, в якому розміщені високовольтний ізолятор із закріпленими на ньому водяним реостатом і високовольтним увідом з роз'ємними ізоляторами, холодний катод, анод, система піддування робочого газу і фокусуючі електроди і до якого приєднаний променевід з розміщеними на ньому котушками систем фокусування і відхилення електронного променя. Вирішення проблеми підвищення робочого тиску в технологічній камері до 1000 Па при використанні цих гармат здійснюється шляхом встановлення впливу на формування електронного променя параметрів залишкового газу, прискорюючої напруги, граничних умов, геометрії області формування електронного променя [1].

Недоліком цих гармат є те, що вони стабільно працюють при тиску залишкового газу в технологічній камері в межах 10-20 Па і при його подальшому зниженні перестають функціонувати.

Відома також низьковакуумна електронна гармата, яка складається з герметичного металевго корпусу, в якому розміщені високовольтний ізолятор із закріпленим на ньому водяним реостатом, холодний катод з розвиненою емісійною поверхнею і співвісно з ним анод, система піддування робочого газу і фокусуючі електроди і до якого приєднаний променевід з розміщеними на ньому котушками систем фокусування і відхилення електронного променя, в якій катод є водо охолоджуванним металевим блоком, сферична емісійна поверхня якого утворюється вмонтованими в цей блок змінними катодами і який відокремлений від герметичного металевго корпусу високовольтним ізолятором з виконаними у ньому отворами для вказаних змінних катодів, а анод виконаний у вигляді сферичної металевої пластини, яка концентрична поверхні змінних катодів, і захищений від електричного пробоя високовольтним ізолятором, і в аноді та ізоляторі аноду виконані отвори, розміщені співвісно и навпроти вказаних змінних катодів [2].

Недоліком цієї гармати залишається той же, що і в розглянутому вище випадку, а саме, вона перестає стійко функціонувати при тиску залишкових газів в технологічній камері менше 10-20 Па.

Відома також газорозрядна електронна гармата, яка складається з герметичного металевго корпусу, в якому розміщені високовольтний ізолятор, холодний увігнутий катод з розвиненою емісійною поверхнею, співвісний з ним порожнистий анод, донна частина якого виконана у вигляді плити з каналами для охолоджуючої води, які виконані в середині тіла плити і зв'язані між собою в єдину систему, розташовану навколо отвору для проходження електронного пучка, і до цієї плити співвісно приєднаний магнітний екран, мінімальний діаметр отвору в якому збігається з діаметром отвору в аноді, а також герметично приєднаний до корпусу променевід з розміщеними на ньому фокусуючими і відхиляючими котушками, в якій променевід виконано з двох частин у вигляді коліна, перша частина якого приєднана до металевго корпусу, а друга виконана з можливістю стикування з технологічною камерою, кут повороту другої частини променеводу відносно першої вибрано таким, щоб виключити пряме проходження променя через отвір в аноді до тигля, що знаходиться по центру приєднуваної технологічної камери, і друга частина променеводу виконана з можливістю збігання вертикальної осі з центром тигля в приєднуваній технологічній камері, причому фокусуючі котушки розташовані на першій частині променеводу, а на другій його частині розташовані котушки повороту променя на кут повороту другої частини променеводу і котушки відхилення променя [3].

Недоліком цієї гармати залишається той же, що і в розглянутих вище випадках, тобто гармата перестає функціонувати при тиску залишкового газу в технологічній камері менш за 10-20 Па.

В основу винаходу поставлена задача забезпечити працездатність електронно-променевого нагрівача при зміні тиску залишкових газів в технологічній камері в діапазоні від 1000 Па до  $10^{-3}$  Па, тобто при роботі в низькому і середньому вакуумі. Для цього пропонується комбінований електронно-променевий нагрівач, який складається з низьковакуумної газорозрядної гармати, що включає герметичний металевий корпус з розміщеними в ньому високовольтним ізолятором, холодним катодом у вигляді металевго блока, сферична емісійна поверхня якого утворюється вмонтованими в цей блок змінними катодами і який відокремлений від герметичного металевго корпусу високовольтним ізолятором з виконаними в ньому отворами для вказаних змінних

катодів, і анодом, виконаним у вигляді сферичної металевої пластини, яка концентрична поверхні змінних катодів, і захищений від електричного пробоя високовольтним ізолятором, і в аноді і ізоляторі виконані отвори, які розміщені співвісно і навпроти вказаних змінних катодів, і системами подачі робочого газу і охолоджуючої води, і з середньовакуумної газорозрядної гармати, яка включає герметичний металевий корпус з розміщеними в ньому високовольтним ізолятором, холодним увігнутим катодом з розвиненою емісійною поверхнею, співвісним з ним порожнистим анодом, донна частина якого виконана у вигляді плити з каналами для охолоджуючої води, які виконані в середині тіла плити і зв'язані між собою в єдину систему, розміщену біля отвору для проходження електронного променя, і системами подачі робочого газу і охолоджуючої води, в якому згідно з винаходом вказані низьковакуумна і середньовакуумна газорозрядні електронні гармати мають загальний променевід, виконаний у вигляді трійника, два патрубків якого герметично стикуються з металевими корпусами гармат, а третій патрубок герметично стикується з технологічною камерою, і на трійнику розміщені котушки повороту електронних променів на кути, рівні кутам між патрубками, що стикуються з металевими корпусами гармат, і патрубком, що стикується з технологічною камерою, і на всіх трьох патрубках розміщені котушки фокусування променя, а на патрубку, що стикується з технологічною камерою, - також котушки відхилення (розгортки) променя, причому вказані кути між патрубками можуть бути різними.

Суть винаходу пояснює креслення.

Комбінований газорозрядний електронно-променевий нагрівач складається з низьковакуумної газорозрядної гармати 1 і середньовакуумної газорозрядної гармати 2, з металевими корпусами яких герметично стикуються патрубки 3 і 4 променевого, виконаного у вигляді трійника 5. Третій патрубок 6 цього трійника герметично стикується з технологічною камерою 7. На всіх трьох патрубках (3, 4 і 6) трійника 5 встановлені котушки 8 фокусування електронного променя 9, що йде від гармат 1 або 2 до об'єкту 10, що обігривається, встановленому в технологічній камері 7. Поворот променя 9, що йде від гармат 1 або 2 по патрубках 3 або 4 в патрубок 6, здійснюється за допомогою котушок 11, встановлених на трійнику 5, а відхилення променя 9, що надходить в технологічну камеру 7 з патрубка 6, здійснюється за допомогою котушок відхилення 12, встановлених на патрубку 6.

Комбінований газорозрядний електронно-променевий нагрівач працює таким чином. Після завершення підготовки установки до плавки і її герметизації при тиску в технологічній камері 7 близько 1000 Па в низьковакуумну газорозрядну гармату 1 подають робочий газ та охолоджуючу воду, а на катод - напругу порядку 30 кВ. Електронний промінь 9, що виникає при цьому в гарматі 1, надходить в патрубок 3, в якому під впливом поля, що наводиться котушкою 8, він фокусується і в трійнику 5 під дією поля, що наводиться котушкою 11, повертає в патрубок 6. У патрубку 6 під впливом поля, що наводиться котушкою 8, промінь фокусується і надходить в технологічну камеру 7 до об'єкту 10. При необхідності під впливом поля, що наводиться котушкою 12, здійснюється відхилення променя 9. Гармата 1 продовжує генерувати електронний промінь 9 аж до зниження тиску в камері 7 до значень порядку 10-100 Па, при якому її робота стає спочатку нестабільною, а потім взагалі може припинитися. У цей період аналогічні описаним вище операції починають здійснювати з гарматою 2, а саме, подають в неї робочий газ та охолоджуючу воду, а на катод гармати - високу напругу до 30 кВ. При тиску в камері 7 приблизно в 10 Па і менше в гарматі 2 генерується електронний промінь 9, який аналогічно описаному вище спочатку надходить в патрубок 4, потім з нього - в патрубок 6 і далі в камеру 7 до об'єкта 10. При цьому на всьому шляху проходження променя 9 він фокусується в патрубках 4 і 6 під дією полів, що наводяться котушками 8, а в патрубку 6 може відхилятися під впливом полів, що наводяться котушкою 12. Таким чином, гармата 1 забезпечує генерування електронного променя при низькому вакуумі в технологічній камері 7, а гармата 2 - при середньому.

Перевагою пропонованого комбінованого газорозрядного електронно-променевого нагрівача перед використовуваними в даний час газорозрядними гарматами є проведення технологічного процесу у вельми широкому діапазоні зміни тиску залишкових газів в технологічних камерах плавильних установок від 1000 Па до  $10^{-3}$  Па. Це повинно сприяти помітному підвищенню продуктивності. Нагрівач відрізняється також порівняльною простотою конструктивного виконання, що забезпечує можливість його виготовлення без використання спеціального обладнання.

Джерела інформації:

1. Тутик В.А. Низьковакуумні газорозрядні електронні гармати і їх використання в електронно-променевих технологіях: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. - Харків, 2009. - 40 с.

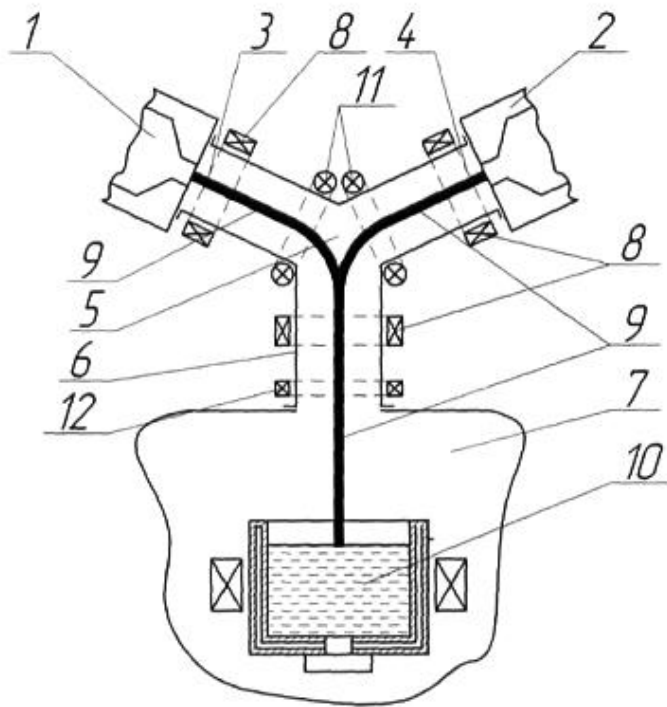
2. Патент України № 102765, МПК H01J 37/06. Газорозрядна електронна гармата. Опубл. 12.08.2013. Бюл. № 15, 2013 р.

3. Патент України № 93625, МПК H01J 37/06. Газорозрядна електронна гармата. Опубл. 25.02.2011. Бюл. № 4, 2011 р.

5

# ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Комбінований газорозрядний електронно-променевий нагрівач, що містить низьковакуумну газорозрядну електронну гармату, яка містить герметичний металевий корпус з розміщеними в ньому високовольтним ізолятором, холодним катодом у вигляді металевого блока, сферична емісійна поверхня якого утворена вмонтованими в цей блок змінними катодами, і який відокремлений від герметичного металевого корпусу високовольтним ізолятором з виконаними у ньому отворами для вказаних змінних катодів, і анодом, виконаним у вигляді сферичної металевої пластини, яка концентрична поверхні змінних катодів, і захищеним від електричного пробоя високовольтним ізолятором, причому в аноді та ізоляторі виконані отвори, які розміщені співвісно і навпроти вказаних змінних катодів, а також системи подання робочого газу і охолоджуючої води, і середньовакуумну газорозрядну гармату, яка включає герметичний металевий корпус з розміщеними в ньому високовольтним ізолятором, холодним увігнутим катодом з розвиненою емісійною поверхнею, співвісним з ним порожнистим анодом, і системи подання робочого газу і охолоджуючої води, який **відрізняється** тим, що також містить технологічну камеру, а вказані низьковакуумна і середньовакуумна газорозрядні електронні гармати мають загальний променевід, виконаний у вигляді трійника, два патрубкі якого герметично стикуються з металевими корпусами гармат, а третій патрубок герметично стикується з технологічною камерою, і на трійнику розміщені котушки повороту електронних променів на кути, рівні кутам між патрубками, що стикуються з металевими корпусами гармат, і патрубком, що стикується з технологічною камерою, і на усіх трьох патрубках розміщені котушки фокусування променя, а на патрубку, що стикується з технологічною камерою, - також котушки відхилення, тобто розгортки променя.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601