



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **83313**

(13) **U**

(51) МПК

H01J 37/06 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **а 2011 04447**

(22) Дата подання заявки: **11.04.2011**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.09.2013**

(41) Публікація відомостей **25.10.2012, Бюл.№ 20**
про заяву:

(46) Публікація відомостей **10.09.2013, Бюл.№ 17**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Ладохін Сергій Васильович (UA),
Лапшук Тамара Володимирівна (UA),
Гладков Андрій Сергійович (UA),
Смірнов Максим Юрійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ,
бул. Вернадського, 34/1, м. Київ-142, 03680,
Україна (UA)**

(54) ГАЗОРОЗРЯДНА ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВА ГАРМАТА

(57) Реферат:

Газорозрядна електронна гармата складається з герметичного металевого 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, до цієї плити співвісно приєднаний магнітний екран, а також герметично приєднаний до корпусу променевід з розміщеними на ньому фокусуючими і відхиляючими котушками, який виконано з двох частин у вигляді коліна, причому фокусуючі котушки розташовано на першій частині променеводу, а котушки відхилення променя - на другій частині променеводу. Друга частина променеводу розміщується безпосередньо в технологічній камері, до якої вона герметично приєднується за допомогою фланця, на якому також герметично встановлено коліно, яке герметично з'єднує обидві частини променеводу, і кут якого дорівнює куту повороту променя, причому на цьому коліні розташовані котушки повороту променя на вказаний кут, а саме коліно виконано з можливістю заміни.

UA 83313 U

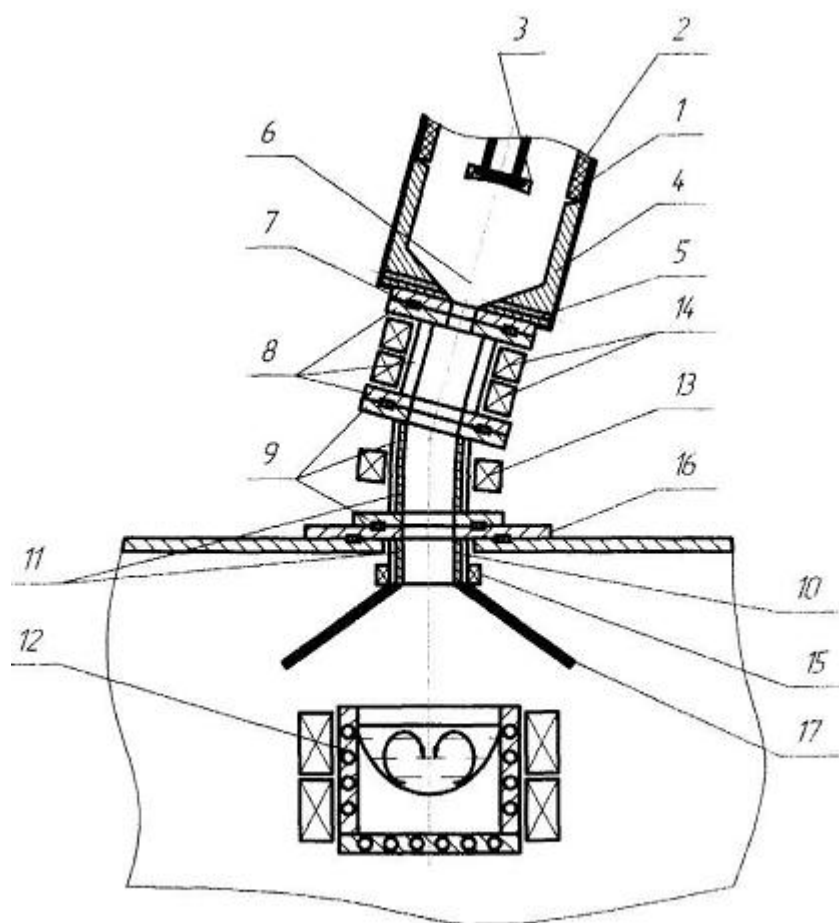


Fig. 1

Корисна модель належить до розробки газорозрядних електронних гармат технологічного призначення і може знайти застосування у спеціальній електрометалургії для електронно-променевої плавки металів та сплавів з електромагнітним перемішуванням розплаву у кристалізаторі або тиглі, в тому числі при підвищеному тиску залишкових газів у технологічній камері.

Відомі газорозрядні електронні гармати високовольтного тліючого розряду, які також називають гарматами з холодним катодом, робота яких базується на використанні електричного розряду між холодними електродами в середовищі газу низького тиску [1]. Основними конструкційними елементами цих гармат є катодний вузол з емітером електронів, анодний вузол з прозорим електродом для проходження променя, системи подавання робочого газу і охолодження електродів, променевід з системами фокусування і відхилення променя при проходженні його в технологічну камеру. В цих гарматах в результаті бомбардування поверхні катода швидкими частками, що виникають при прискоренні і перезарядженні іонів в області катодного падіння потенціалу, утворюється потік електронів. Регенерація і прискорення електронів відбувається в межах розряду за рахунок високої напруги, що підводиться між анодом і катодом. Пучок електронів, що утворюється, проходить у технологічну камеру до поверхні, яка обігривається, через променевід, на якому змонтовані котушки систем фокусування і відхилення пучка.

Недоліком гармати є те, що на шляху проходження електронного пучка від променеводу гармати до поверхні, що обігривається в технологічній камері, має місце суттєва втрата енергії внаслідок взаємодії електронів з залишковими газами, яка залежить від довжини цього шляху і тиску залишкових газів. Недоліком є також те, що з поверхні, яка обігривається електронним променем, відбувається інтенсивне теплове випромінювання і випаровування металу, які обумовлюють нагрівання поверхні камери в зоні випромінювання і формування на ній конденсату.

При плавці з електромагнітним перемішуванням розплаву гармату необхідно розміщувати на одній вертикальній вісі з об'єктом, який обігривається в технологічній камері [2], що обумовлює появу додаткових недоліків, які негативно впливають на працездатність гармати. Такими недоліками є перегрів конструктивних елементів гармати, які знаходяться в зоні прямої видимості з поверхні, що обігривається електронним променем в технологічній камері, внаслідок випромінювання з цієї поверхні і попадання у катодний проміжок гармати під час плавки газів, пари металу і іноді навіть бризок.

Відома також газорозрядна електронна гармата, яка складається з герметичного металевго корпусу, в якому розміщені високовольтний ізолятор, холодний увігнутий катод з розвиненою емісійною поверхнею і співвісний з ним порожнистий анод, донна частина якого виконана у вигляді плити з каналами для охолоджуючої води і отвором для проходження електронного пучка, а також приєднаного співвісного аноду променеводу з розміщеними на ньому котушками систем фокусування і відхилення електронного пучка. Канали для охолоджуючої води виконані всередині тіла плити і зв'язані між собою в єдину систему, розташовану навколо отвору для проходження електронного пучка. Охолоджуюча система виконана з чотирьох каналів, з'єднаних між собою у вигляді квадрата або прямокутника, кожний канал виконаний з можливістю виходу з герметичного металевго корпусу і оснащений знімною герметичною пробкою [3].

Недоліками відомої гармати є те, що на шляху проходження електронного пучка від променеводу гармати до поверхні, що обігривається, має місце суттєва втрата енергії внаслідок взаємодії електронів з залишковими газами, яка залежить від довжини цього шляху і тиску залишкових газів, а також проходять перегрівання елементів гармати, які знаходяться у зоні прямої видимості з поверхні, яка обігривається в технологічній камері електронним променем, і попадання у катодний проміжок гармати під час плавки газів, пари металу і бризок, тобто ті ж, що і у розглянутому вище прикладі. Перегрівання плити має місце, незважаючи на наявність ефективної системи охолодження, оскільки при використанні газорозрядних гармат відстань між катодом і поверхнею, яка обігривається променем у технологічній камері, менша, ніж у гармат з термокатодом. Зберігається і недолік, який полягає в тому, що з поверхні, яка обігривається електронним променем, проходять інтенсивне теплове випромінювання, яке витрачається на нагрів поверхні камери, а також випаровування металу з формуванням конденсату на цій поверхні.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що досягається, до рішення, що заявляється, є електронно-променева газорозрядна гармата, яка складається з герметичного металевго корпусу, в якому розміщені високовольтний ізолятор і холодний увігнутий катод з розвиненою емісійною поверхнею. Співвісно з катодом розміщено порожнистий анод, донна

частина якого виконана у вигляді плити з каналами для охолоджуючої води. Канали виконані всередині тіла плити і зв'язані між собою в єдину систему, розташовану навколо отвору для проходження електронного пучка. До цієї плити співвісно приєднаний магнітний екран, мінімальний діаметр отвору в якому збігається з діаметром отвору в аноді. До корпусу герметично приєднаний променевід з розміщеними на ньому фокусуєчими і відхиляючими котушками. Променевід виконано з двох частин у вигляді коліна, перша частина якого приєднана до металевого корпусу, а друга виконана з можливістю стикування з технологічною камерою. Кут повороту другої частини променеводу відносно першої вибрано таким, щоб виключити пряме проходження електронного променя через отвір в аноді до тигля, що знаходиться по центру приєднуваної технологічної камери. Друга частина променеводу виконана з можливістю збігання вертикальної осі з центром тигля в приєднуваній технологічній камері, причому фокусуєчі котушки розташовані на першій частині променеводу, а на другій частині променеводу розташовані котушки повороту променя на кут повороту другої частини променеводу відносно першої і котушки відхилення (сканування) променя [4].

Недоліками прототипу є ті ж, що і у розглянутих вище гарматах, тобто на шляху проходження електронного пучка від променеводу гармати до поверхні, що обігривається, має місце суттєва втрата енергії внаслідок взаємодії електронів з залишковими газами, яка залежить від довжини цього шляху і тиску залишкових газів, а з поверхні, яка обігривається електронним променем, проходять інтенсивне теплове випромінювання і випаровування металу, які обумовлюють нагрів поверхні камери в зоні випромінювання і формування конденсату на цій поверхні. Недоліком є також те, що кут повороту при безпосередньому з'єднанні частин променеводу фіксований і у разі потреби зміни цього кута необхідно виготовляти новий променевід.

В основу корисної моделі поставлена задача забезпечити:

- зменшення втрат енергії електронного пучка в технологічній камері внаслідок взаємодії з залишковими газами;
- можливість зміни кута повороту променя без заміни променеводу або гармати в цілому;
- зменшення теплового випромінювання на поверхню камери і формування конденсату за рахунок екранування поверхні розплаву у тиглі.

Поставлена задача вирішується тим, що газорозрядна електронно-променева гармата, яка складається з герметичного металевого 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 всередині 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 приєднаного до корпусу променеводу з розміщеними на ньому фокусуєчими і відхиляючими котушками, який виконано з двох частин у вигляді коліна, перша частина якого приєднана до металевого корпусу, а друга виконана з можливістю стикування з технологічною камерою, і кут повороту другої частини променеводу відносно першої вибрано таким, щоб виключити пряме проходження електронного променя через отвір в аноді до тигля, що знаходиться в приєднуваній технологічній камері, і друга частина променеводу виконана з можливістю збігання вертикальної осі з центром тигля в приєднуваній технологічній камері, причому фокусуєчі котушки розташовані на першій частині променеводу, а котушки відхилення променя;

- на другій частині променеводу, що згідно з винаходом розміщується безпосередньо в технологічній камері, до якої вона герметично приєднується за допомогою фланця, на якому також встановлено коліно, яке герметично з'єднує обидві частини променеводу, і кут якого дорівнює куту повороту променя, причому на цьому коліні розташовані котушки повороту променя на вказаний кут, а саме коліно виконано з можливістю заміни. Друга частина променеводу оснащена тепловим екраном з тугоплавкого матеріалу. Також друга частина променеводу і коліно можуть бути футеровані тугоплавким матеріалом або друга частина променеводу може бути виготовлена водоохолоджуваною.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 наведено схему газорозрядної електронної гармати у розрізі з кутом повороту коліна 15° , а на фіг. 2 - схему коліна з кутом повороту 30° .

Газорозрядна гармата містить в герметичному металевому корпусі 1 ізолятор 2, на якому закріплений катод 3 з розвиненою сферичною емісійною поверхнею. Катод 3 встановлено співвісно з порожнистим анодом 4, донна частина якого виконана у вигляді плити 5 з каналами для охолоджуючої води. Канали виконані всередині тіла плити і зв'язані між собою в єдину

систему, розташовану навколо отвору 6 для проходження електронного пучка. До плити 5 приєднано магнітний екран 7 з феромагнітної сталі, мінімальний діаметр отвору в якому співпадає з діаметром отвору 6 в аноді і який зменшує поперечний розмір пучка в зоні його транспортування, що дозволяє зменшити діаметр каналу, через який пучок транспортується. До корпусу 1 гармати герметично приєднано променевід, який складається з двох частин, перша з яких 8 (на фіг. 1 показано разом з фланцями) герметично з'єднується з корпусом 1 гармати і через коліно 9 (на фіг. 1 і фіг. 2 також показано разом з фланцями) - з другою частиною 10 променеводу, яка розміщується в технологічній камері 11 на одній вертикальній вісі з тиглем 12 з системою електромагнітного перемішування, в якому знаходиться розплав, що обігрівается електронним променем. Кут α коліна 9 між частинами 8 і 10 променеводу вибирають таким, щоб виключити пряму видимість отвору 6 з поверхні розплаву у тиглі 12, і він може змінюватись в залежності від потреби. На фіг. 2 як приклад наведена схема коліна 9 з кутом повороту 30° . На коліні 9 розміщують котушки 13 повороту променя на кут α . Фокусуючі котушки 14 (фіг. 1) встановлено на частині 8 променеводу, що стикується з корпусом 1 гармати, а котушки 15 відхилення променя - на частині 10 променеводу, що розміщується в технологічній камері 11. Гармата герметично монтується на технологічній камері 11 за допомогою фланця 16, який є елементом частини 10 променеводу і на якому також герметично змонтовано коліно 9. На частині 10 променеводу встановлено тепловий екран 17, який забезпечує захист стінок технологічної камери 11 від випромінювання і утворення на них конденсату. Для попередження перегріву частини 10 променеводу, а також коліна 9, поверхні яких знаходяться у зоні прямої видимості з поверхні розплаву у тиглі 12, що обігрівается променем у технологічній камері, ці поверхні футеровані тугоплавким матеріалом 18.

Запропонована газорозрядна електронна гармата працює таким чином.

Після створення у технологічній камері 11 потрібного вакууму в катодно-анодну порожнину гармати подають робочий газ, а на катод 3 - прискорюючи постійну напругу 20-30 кВ. При тиску у діапазоні від 10^{-2} Па до одного Па виникає тліючий розряд, сила струму якого регулюється шляхом регулювання тиску робочого газу і який приводить до створення електронного пучка. Цей пучок поступає у частину 8 променеводу, що стикується з корпусом 1 гармати, і за допомогою фокусуючих котушок 14 направляється у коліно 9, з якого за допомогою котушок повороту променя 13-у частину 10 променеводу, яка розміщена в технологічній камері 11 на одній вертикальній вісі з тиглем 12. Процесом нагрівання поверхні розплаву у тиглі можна управляти за допомогою котушок 15, які дозволяють створювати різні конфігурації нагріву.

У порівнянні з гарматами, що використовуються в промисловості в даний час, запропонована гармата забезпечує більш ефективний нагрів. Крім того, гармата достатньо проста з точки зору конструктивного виконання, що дає змогу її виготовлення в умовах більшості підприємств без залучення спеціального обладнання.

При необхідності гармата легко переобладнується на гармату без повороту променя.

Джерела інформації:

1. Плазменные процессы в технологических электронных пушках / М.А. Завьялов, Ю.Э. Крейндель, А.А. Новиков, Л.П. Шантурин. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - С. 97-145.
2. Электронно-лучевая плавка в литейном производстве / С.В. Ладохин, Н.И. Левицкий, В.Б. Чернявский и др. - К.; Изд-во "Сталь", 2007. - С. 102-107.
3. Патент України № 83514, МПК 8 H01J 37/06, Бюл. № 14, 2008 р.
4. Патент України № 93625, МПК 8 H01J 37/06, Бюл. № 4, 2011 р.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. 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 всередині 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, який виконано з двох частин у вигляді коліна, перша частина якого приєднана до металевго корпусу, а друга виконана з можливістю стикування з технологічною камерою, і кут повороту другої частини променеводу відносно першої вибрано таким, щоб виключити пряме проходження електронного променя через отвір в аноді до тигля, що знаходиться в приєднуваній технологічній камері, і друга частина променеводу виконана з можливістю збігання вертикальної осі з центром тигля в

приєднуваній технологічній камері, причому фокусуючі котушки розташовано на першій частині променеводу, а котушки відхилення променя - на другій частині променеводу, яка **відрізняється** тим, що друга частина променеводу розміщується безпосередньо в технологічній камері, до якої вона герметично приєднується за допомогою фланця, на якому також герметично встановлено коліно, яке герметично з'єднує обидві частини променеводу, і кут якого дорівнює куту повороту променя, причому на цьому коліні розташовані котушки повороту променя на вказаний кут, а саме коліно виконано з можливістю заміни.

2. Газорозрядна електронна гармата за п. 1, яка **відрізняється** тим, що друга частина променеводу оснащена тепловим екраном з тугоплавкого матеріалу.

3. Газорозрядна електронна гармата за пп. 1 і 2, яка **відрізняється** тим, що друга частина променеводу і коліно футеровані тугоплавким матеріалом.

4. Газорозрядна електронна гармата за пп. 1, 2 і 3, яка **відрізняється** тим, що друга частина променеводу виготовлена водоохолоджуваною.

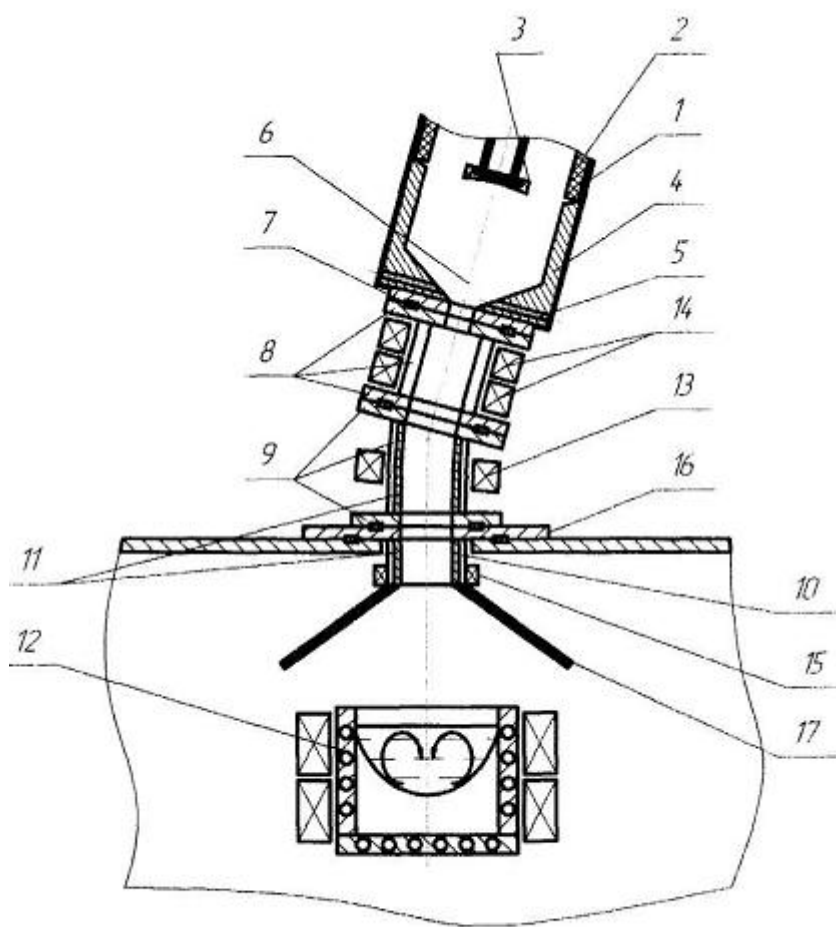
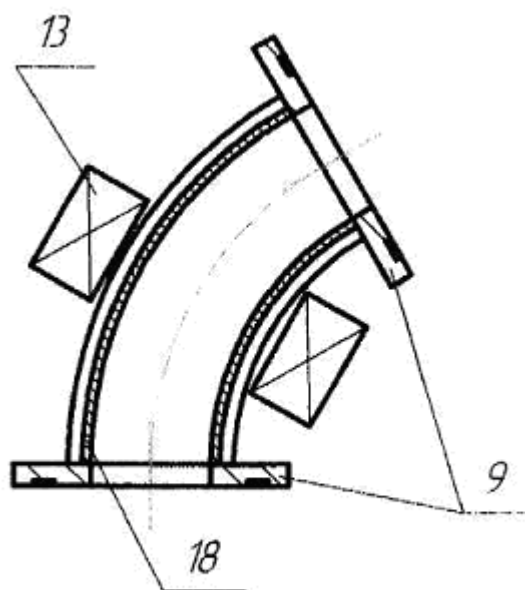


Fig. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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