



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18148 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H01J 37/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ГАЗОРОЗРЯДНА ЕЛЕКТРОННА ГАРМАТА

1

2

(21) u200607407

(22) 04.07.2006

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Кондратій Микола Петрович, Васюра Віктор Миколайович, Тур Олександр Олексійович, Чайка Микола Васильович, Ірха Євген Юрійович, Скляр Олександр Леонідович, Чернявський Вадим Борисович

(73) Кондратій Микола Петрович, Васюра Віктор Миколайович, Тур Олександр Олексійович, Чайка Микола Васильович, Ірха Євген Юрійович, Скляр Олександр Леонідович, Чернявський Вадим Борисович

(57) Газорозрядна електронна гармата, що містить герметичний металевий корпус, в якому розміщені високовольний ізолятор, холодний увігнутий катод з емітуючою електроні поверхнею і співвісний з ним порожнистий анод, встановлений на донній плиті, яка містить канали для проходження охолоджуючої води і отвір для проходження електронного пучка, а також приєднаний співвісно аноду променевід з розміщеними на ньому фокусними і відхиляючими котушками, яка **відрізняється** тим, що відстань від верхньої точки емітуючої електроні поверхні катода до верхньої кромки отвору в донній плиті анода складає 1,1-1,2 радіуса кривизни катода, а діаметр отвору в донній плиті анода складає 0,2-0,3 діаметра катода.

Корисна модель відноситься до електронної техніки, а саме до розробки газорозрядних електронних гармат технологічного призначення і може знайти застосування у області спеціальної електрометалургії, а конкретно для могутніх електронно-променевих установок, призначених для плавлення різного класу матеріалів.

Відома газорозрядна електронна гармата, електронна система якої складається з холодного металевго катода з розвиненою емітуючою електроні поверхнею і порожнистого циліндричного або конусного анода, донна частина якого є плитою з каналами для проходження охолоджуючої води і отвором для проходження електронного пучка [див. Плазменные процессы в технологических электронных пушках, М. А. Завьялов, Ю.Э. Крейнделъ, А.А. Новиков, Л.П. Шантурин) М.: Энергоатомиздат, 1989. - 97 - 145с.].

Робота такої гармати заснована на використуванні електричного розряду між холодними електродами в середовищі газу низького тиску (високовольного тліючого розряду). Електронний пучок утворюється внаслідок бомбардування поверхні катода швидкими частинками (позитивними іонами і нейтральними частинками), що виникають при прискоренні і перезарядці іонів у області катодного падіння потенціалу. Як генерація, так і прискорення електронів відбувається в межах розряду за

рахунок високої напруги, що підводиться між анодом і катодом. З розрядного проміжку виходить пучок електронів з енергією, практично рівною прикладеній різниці потенціалів. Величина потужності в пучку, що виводиться в робочу технологічну камеру, на об'єкт, що нагрівається, визначається часткою загальної потужності в розряді, що припадає на іонну складову розрядного струму.

У області катодного падіння потенціалу електроні швидшають і залежно від конфігурації поля, визначуваного геометричними параметрами холодного катода, порожнистого анода, а також положенням і формою анодної плазми, формуються в пучок з відповідною точкою сходження електронного проміння в анодному отворі донної плити анода і розміром діаметру отвору в донній плиті анода.

Основними недоліками вказаної газорозрядної електронної гармати є:

- низька енергетична характеристика за рахунок неоптимального вибору геометричних параметрів, а саме, відстані точки сходження електронних пучків відносно холодного катода і отвору в донній плиті анода, що спричиняє розсіювання електронного пучка в отворі донної плити анода і її перегрів;

- перегрів донної плити анода, як найбільш термонавантаженого елементу конструкції елект-

(19) UA (11) 18148 (13) U

ронної гармати, через високий рівень струму перехвату в отворі донної плити анода за рахунок розштовхування однойменно заряджених частинок (потік електронного пучка). Це виникає із-за невідповідності параметра отвору в донній плиті анода для проходження електронного пучка радіусу сфери катода.

Найближчим по технічній суті і результату, що досягається, до заявленого рішення є газорозрядна електронна гармата, що містить герметичний металевий корпус, в якому розміщені високовольтний ізолятор, холодний увігнутий катод з емітуючою електрони поверхнею і співвісний з ним порожнистий анод, що містить донну плиту з каналами для проходження охолоджуючої води і отвором для проходження електронного пучка, а також приєднаний співвісний аноду променевід з розміщеними на ньому фокусними і відхиляючими катушками [див. Патент України №38451, МПК Н01J37/06, Бюл. №1, 2004р].

Основним недоліком прототипу є, те, що, точка сходження електронних пучків припадає на центр отвору донної плити анода, що спричиняє розсіювання електронного пучка в отворі донної плити анода і її перегрів. У донній плиті анода за рахунок розштовхування однойменно заряджених частинок електронного пучка електрони попадають на внутрішню поверхню отвору, обумовлюючи виникнення «струму перехвату», унаслідок чого ця ділянка нагрівається. Вона є найбільш термонавантаженим елементом конструкції електронної гармати. Вказаний недолік обумовлений особливостями геометричних параметрів катодно-анодної системи газорозрядної електронної гармати і є наслідком неоптимальної відстані точки сходження електронних пучків відносно холодного катода і діаметру отвору в донній плиті анода.

Задачею корисної моделі є створення такої газорозрядної електронної гармати, в якій шляхом оптимізації геометричних параметрів катодно-анодної системи досягається зміщення точки сходження електронних пучків вище отвору в донній плиті анода. Це забезпечує те, що в отвір потрапляє вже впорядкований сформований електронний потік, унаслідок чого досягається найменший рівень «струму перехвату» на кромках отвору донної плити, що усуває перегрів донної плити анода при забезпеченні потужності електронної гармати до 750кВт. Це забезпечує стабільність енергетичних параметрів потужного електронного пучка.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомій газорозрядній електронній гарматі, що включає герметичний металевий корпус, в якому розміщені високовольтний ізолятор, холодний увігнутий катод з емітуючою електрони поверхнею і співвісний з ним порожнистий анод, що містить донну плиту з каналами для проходження охолоджуючої води і отвором для проходження електронного пучка, а також приєднаний співвісний аноду променевід з розміщеними на ньому фокусними і відхиляючими катушками, згідно з корисною моделлю, відстань від верхньої точки емітуючої електрони поверхні катода до верхньої кромки отвору в донній плиті анода складає 1,1 - 1,2 радіусу кривизни катода, а діаметр отвору в донній плиті анода складає 0,2 - 0,3 діаметру катода.

У такій газорозрядній електронній гарматі при тиску робочого газу (водень, кисень) одиниці - десятки Па і прискорюючій напрузі в десятки кВ виникає високовольтний тліючий розряд з областю катодного падіння потенціалу і областю плазми негативного тліючого свічення, що самопідтримується, які пронизуються потоком електронів. Те, що потоки електронів сходяться вище кромки отвору в донній плиті анода, а розмір діаметру отвору в донній плиті анода становить 0,2 - 0,3 діаметри катода, усуває перегрів донної плити анода, а це гарантує безпечні умови експлуатації електронної гармати і її високі енергетичні параметри.

Співвідношення діаметру отвору в донній плиті і діаметру катода визначене експериментально в процесі тривалої експлуатації електронних гармат подібного типу виходячи з умов досягнення найменшого рівня "струму перехвату" на кромках отвору донної плити анода. Це пояснюється зменшенням розштовхування однойменно заряджених частинок (потік електронного пучка), що необхідно враховувати при розрахунку електронної оптики виробу.

Недотримання цієї умови приводить до перегріву донної плити анода і порушення стабільності роботи газорозрядної електронної гармати.

Таким чином, конструктивні особливості газорозрядної електронної гармати забезпечують високі енергетичні характеристики і стабільність її роботи.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де

На Фіг.1 представлений схематичний розріз конструкції газорозрядної електронної гармати;

На Фіг.2 - схема її електродної системи.

Газорозрядна електронна гармата включає герметичний металевий корпус, в якому розміщені високовольтний ізолятор 1, охолоджувальний водою увігнутий катод 2 з сферичною емітуючою електрони поверхнею. За допомогою циліндричного корпусу катод 2 встановлений співвісно на порожнистому аноді 3, що містить донну плиту 4, в якій виконані канали для проходження охолоджуючої води і отвір 5 для проходження електронного пучка.

Катодно-анодна система газорозрядної електронної гармати виконана таким чином, що відстань Н від верхньої точки емітуючої електрони поверхні катода 2 до верхньої кромки отвору 5 в донній плиті 4 анода 3 складає  $1,1 - 1,2R_{\text{сф}}$  кривизни катода 2, що забезпечує знаходження точки 6 сходження електронних пучків вище за верхню кромку отвору 5 в донній плиті 4 аноду 3 (Фіг.2), це одночасно з виконанням умови, що діаметр d отвору 5 в донній плиті 4 аноду 3 складає 0,2 - 0,3 діаметру Dk катода 2 усуває розштовхування однойменно заряджених частинок, і як наслідок, перегрів донної плити 4 аноду 3.

У нижній частині порожнистого анода 3 встановлений розподільник робочого газу (на кресленні не показаний), який поступає через штуцер на стінки корпусу анода 3. Співвісно електродній системі газорозрядної електронної гармати закріплений циліндровий канал променевода 7, на якому розміщені фокусні катушки 8 і катушки 9 відхилен-

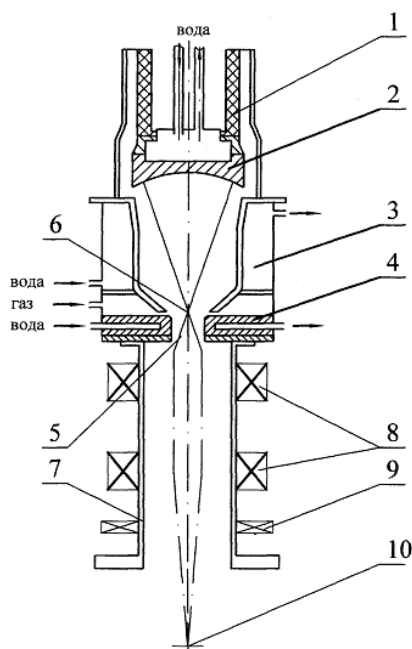
ня електронного променя. Нижній торець променеводу 7 забезпечений фланцем, за допомогою якого пушку встановлюють на технологічній камері електронно-променевої установки.

Для роботи пропонується газорозрядної гармати при безперервному її відкачуванні через штуцер в стінці катодно-анодної порожнини подається робочий газ, що складається з водню, активованого невеликою добавкою кисню, на катод 2 прискорююча напруга 25-30кВ. У діапазоні тиску одиниці - десятки Па виникає високовольтний тліючий розряд, сила струму якого регулюється зміною тиску (величиною потоку газу, який поступає в пушку). При цьому за рахунок пропонується геометричних параметрів гармати точка 6 сходження електронних пучків знаходиться вище за верхню кромку отвору 5 в донній плиті 4 аноди 3.

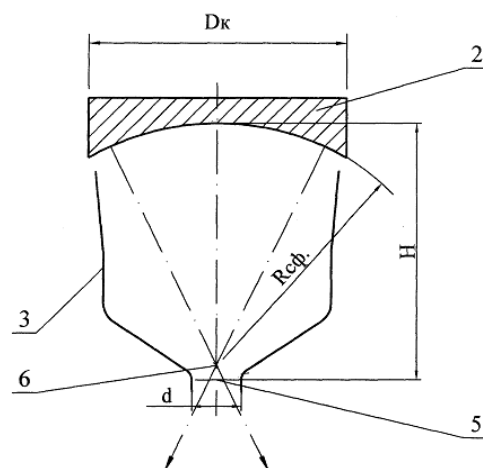
За допомогою фокусних котушок 8 електронний пучок виводиться через променевід 7 в технологічну камеру і фокусується на поверхні об'єкту 10, що нагрівається. При необхідності за допомо-

гою котушок 9 відхилення і відповідної програми розгортки електронного пучка можна реалізувати різні види розгортки для обробки об'єкту 10, що нагрівається (розплавлення металу в каталізаторі, проміжній ємності, плоскій ізложниці і т.д.). При регулюванні потужності електронного пучка вимірюванням тиску (витрати робочого газу) конструктивна особливість гармати не порушує його фокусування і забезпечує високі енергетичні параметри і стабільність її роботи.

Запропонована газорозрядна електронна гармата, в основному призначена для електронно-променевої виплавки металів і сплавів масою до 16т, де необхідна велика потужність електронного пучка. Потужність запропонованої газорозрядної електронної гармати в умовах її стабільної роботи складає 750кВт. При цьому гармата відрізняється високою стабільністю електричних і геометричних параметрів електронного пучка, проста і надійна в експлуатації.



Фиг. 1



Фиг. 2