



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40664 (13) C2

(51) 7 H01J29/48

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЕЛЕКТРОННА ГАРМАТА З ЛІНІЙНИМ ТЕРМОКАТОДОМ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО НАГРІВАННЯ

(21) 97074063

(22) 31.07.1997

(24) 15.08.2001

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Гречанюк Микола Іванович, Дятлова Олена Костянтинівна, Кучеренко Павло Петрович, Піюк Євген Леонідович

(73) ГРЕЧАНЮК МИКОЛА ІВАНОВИЧ, КУЧЕРЕНКО ПАВЛО ПЕТРОВИЧ

(56) Заявка № 94076317(UA), 20.07.1994 р.

(57) 1. Електронна гармата з лінійним термододом для електронно-променевого нагрівання, яка містить прискорювальний анод, з'єднаний високоевольтними ізоляторами з катодним вузлом, до складу якого входять корпус, плоский ізолятор, змонтований в зазначеному корпусі, лінійний термодод, встановлений в двох катодотримачах на корпусі, один з яких рухомий і з'єднаний з корпусом через плоский ізолятор за допомогою щонайменше двох струмопровідних пружин кріпильними

з'єднаннями, фокусувальний електрод з клемним струмопідводом для подачі на нього регульованого негативного потенціалу по відношенню до співвісного розміщеного лінійного термододу і охоплюючий двогранною поверхнею вказаний лінійний термодод, клемні струмопроводи для подачі струму розжарювання, яка відрізняється тим, що рухомий катодотримач приєднаний до корпусу катодного вузла шарнірно.

2. Електронна гармата за п.1, яка відрізняється тим, що струмопровідні пружини забезпечують постійний натяг лінійного термододу і віддалені від його випромінювальної поверхні.

3. Електронна гармата за п.1 або 2, яка відрізняється тим, що її відхильна система виконана у вигляді кільцевого магнітопроводу.

4. Електронна гармата за одним з пп. 1, 2, 3, яка відрізняється тим, що променевід її відхильної системи виконано у вигляді тонкостінного циліндра з немагнітного матеріалу.

Даний винахід належить до вакуумної металургії і стосується електронної гармати з лінійним термододом для електронно-променевого нагріву, плавки і випаровування матеріалів у вакуумі.

В даний час відомі дві принципово різні системи електронних гармат:

1) без прискорюючого анода (з кільцевим катодом);

2) з прискорюючим анодом (електронно-променеві).

Системи гармат і основні засоби їх застосування детально описані у монографіях [1,3].

В промисловості широко застосовуються три основних типи гармат з прискорюючим анодом: кільцеві, аксіальні і лінійні.

В свою чергу лінійні гармати поділяються на два типи: гармати, розроблені в ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України, які дозволяють відхиляти пучок на кут до 45° і розраховані для розміщення над нагрівальною поверхнею і в стороні від неї [1,3,4,5]; гармати, розроблені фірмою "Стауфер-Темескол" (США), які дозволяють відхиляти пучок на кут 180-270° [3].

Порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик гармат різних конструкцій, виконаний в [3], показав, що для електронно-променевого переплаву і випаровування, і конденсації металевих і неметалевих матеріалів найбільш придатними є електронні гармати з прискорюючим анодом - аксіальні і лінійні.

Відносно малі габарити електронних гармат з лінійним термододом дають можливість монтажу на одній промисловій електронно-променевій установці до 7-8 гармат потужністю до 150 кВт кожна, що суттєво розширює технологічні можливості устаткування [1,3]. Основною проблемою більшості відомих гармат з лінійним термододом для електронно-променевого нагріву є забезпечення заданих електронно-променевих параметрів електронного променя при його початковому формуванні та на протязі тривалої роботи при проведенні технологічного процесу переплаву або випаровування матеріалів.

В найбільш досконалих конструкціях електронних гармат з лінійним термододом застосовуються засоби кріплення лінійного термододу в катодотримачах за допомогою плоских струмопідвідних пружин, здійснюючих його натягання.

Така конструкція не забезпечує надійної стабільності положення лінійного термокатоду відносно фокусуючого електроду за такими головними причинами:

А) регулювання лінійного термокатоду відносно фокусуючого електроду засобом переміщення катодотримачів в пазах плоских пружин і жорсткої струмопідводної пластини з наступною фіксацією їх гвинтами не забезпечує необхідної точності фіксації лінійного термокатоду, так як прокручування головок зажимних гвинтів призводить до зміщення пружин і жорсткої струмопідводної пластини відносно фокусуючого електроду.

Б) близькість розміщення струмопровідних пружин до лінійного термокатоду призводить до постійного їх нагрівання від термокатоду при роботі електронної гармати. Циклічний нагрів-охолодження матеріалу пружин, в свою чергу, призводить до безумовного старіння і рекристалізації матеріалу пружин, що негативно позначається на пружних характеристиках останніх.

Зміни умов початкового формування електронного променя, викликані зміною положення лінійного термокатоду відносно граней фокусуючого електроду, призводять до зміни сходження електронного променя, збільшенню струму перехвату прискорюючим анодом і, таким чином, до зміни форми фокальної плями на поверхні нагрівання і, як наслідок, зміни питомої потужності електронного променя в фокальній плямі.

Подібні зміни вказаних електронно-оптичних параметрів електронної гармати не дозволяють отримати задані електронно-оптичні параметри електронного променя, що безумовно відбивається на стабільності і відворенні технологічних процесів нагріву, плавки і випаровування матеріалів.

Відома електронна гармата, описана в патенті США 38/4829, 1972 р.МПК Н01J 1/00, Н01J 29/46, вміщуюча фокусний електрод, включаючий витягнутий відкритий канал, не менше одного прискорюючого електроду (анод), розміщеного на відстані від відкритої сторони каналу фокусуючого електроду, двох лінійних термокатодів, розміщених паралельно один одному та виконаних у вигляді струмопідвідних пружин, засоби подачі потенціалу (клемні струмопроводи) на лінійні термокатоди, фокусуючий електрод.

В описаній електронній гарматі струмопровідні пружини (засоби підтримання лінійних термокатодів), на які кріпляться лінійні термопари, при нагріванні подовжуються.

Як наслідок, змінюється положення лінійних термокатодів відносно фокусуючого електроду.

Циклічний нагрів термокатодів до температур 2200...2300°C і, як наслідок, процеси кристалізації, що відбуваються при цьому, внутрішні напруження, що виникають в матеріалі термокатодів, призводять до додаткової зміни форми і положення їх відносно фокусуючого електроду.

Як вже відзначалося вище, нестабільність положення лінійних термокатодів відносно фокусуючого електроду призводить до зміни фокусної відстані електронної гармати і форми фокальної плями.

Відома також електронна гармата, що є описаною в патенті США № 4126811, 1978р.

Електронна гармата містить в собі прискорюючий анод, з'єднаний високовольтними ізоляторами з катодним вузлом, включаючий в себе лінійний термокатод, закріплений в катодотримачах на корпусі, одна частина якого звернена в сторону прискорюючого анода, а друга розміщена соосно з ним.

Фокусуючий електрод виконаний у вигляді двох встановлених з зазором частин. На розміщених протилежно торцевих поверхнях цих частин закріплені кінці двох плоских струмопідвідних пружин. При цьому інші кінці плоских струмопідвідних пружин з'єднані з клемним струмопідводом для подачі струму розжарювання.

На інших торцевих поверхнях фокусуючого електроду закріплені в катодотримачах кінці ще двох плоских пружин, електрично з'єднаних з виведеними струмопідводами і закріпленими на ізоляторі корпусу катодного вузла. Для даної конструкції електронної гармати характерні ті ж самі недоліки, а саме:

Неможливість чіткої фіксації лінійного термокатоду відносно фокусуючого електроду.

Найбільш близькою за технічним вмістом до заявленого винаходу є електронна гармата, що описана в заявці № 94076317 від 20.07.1994 р. авторів: Б. О. Мовчана, В. О. Тімашова та Є. Л. Піюка.

Електронна гармата з лінійним термокатодом для електронно-променевого нагріву включає в себе прискорюючий анод, з'єднаний високовольтними ізоляторами з катодним вузлом, що містить в собі корпус, плоский ізолятор, змонтований з зазначеному корпусі, при цьому один з катодотримачів приєднаний до корпусу через плоский ізолятор за допомогою якнайменше двох плоских струмопідвідних пружин кріпильними з'єднаннями; фокусуючий електрод, який охоплює двогранною поверхнею лінійний термокатод і розміщений з ним соосно; клемні струмопроводи для подачі струму розжарювання на лінійний термокатод. При цьому фокусуючий електрод жорсткою струмопідводною пластиною приєднаний до корпусу через плоский ізолятор, другий катодотримач приєднаний до корпусу кріпильними з'єднаннями через жорстку струмопідвідну пластину, а лінійний термокатод встановлено в двох катодотримачах з можливістю переміщення відносно осі фокусуючого електроду шляхом регулювання положення плоских пружин і жорсткої струмопідводної пластини в місцях її кріплення.

Фокусуючий електрод також забезпечений клемним струмопідводом для подачі на нього регульованого від'ємного потенціалу по відношенню до лінійного термокатоду.

Отвори кріпильних з'єднань плоских пружин і жорсткої струмопідводної пластини катодотримача виконані у вигляді пазів, що дає, на думку авторів, можливість регулювання положення лінійного термокатоду відносно фокусуючого електроду.

Регулювання лінійного термокатоду відносно фокусуючого електроду шляхом переміщення катодотримачів в пазах плоских пружин і жорсткої струмопідводної пластини, з наступною фіксацією їх гвинтами не забезпечує необхідної точності фіксації лінійного термокатоду, так як прокручування головок зажимних гвинтів завжди веде до зміщен-

ня пружин і жорсткої пластини відносно фокусуємого електроду.

Окрім цього як зазначалося вище, близькість розміщення плоских струмопідводних пружин до лінійного термокатоду негативно впливає на пружні характеристики пружин.

В зазначеній електронній гарматі струмовід виконаний у вигляді прямокутного водоохолоджуємого корпусу; навколо якого розташований магнітопровід також прямокутної форми, на осерді якого розміщені катушки відхилення електронного променя та його корекції.

В цьому випадку відхиляюча система має велике зовнішнє магнітне поле, що приводить до взаємного впливу однієї гармати на другу при їх близькому розміщенні.

Метою цього винаходу є створення такої електронної гармати, яка б не мала недоліків, характерних для описаних вище конструкцій електронних гармат.

Запропонована електронна гармата з лінійним термокатодом для електронно-променевого нагріву включає в себе: прискорюючий анод, з'єднаний високовольтним ізолятором з катодним вузлом, який містить корпус, плоский ізолятор, змонтований в зазначеному корпусі; лінійний термокатод, встановлений в двох катодотримачах на корпусі, один з яких є рухомих і з'єднаний з корпусом через плоский ізолятор; фокусуємий електрод з клемним струмопідводом для подання на нього регулюємого від'ємного потенціалу по відношенню до соосно розміщеного лінійного термокатода і охоплюючий двогранною поверхнею зазначений лінійний термокатод, клемні струмові підводи для подання струму розжарювання, та відрізняється від відомих тим, що для компенсації подовження термокатода рухомий катодотримач встановлений відносно корпусу катодного вузла шарнірно.

Пружини, які забезпечують натяг лінійного термокатода, віддалені від випромінюючої поверхні і не являються струмопідвідними.

Відхиляюча система променевої гармати виконана у вигляді кільцевого магнітопроводу, а променевід відхиляючої системи виконаний у вигляді тонкостінного циліндру із немагнітного матеріалу.

В запропонованій конструкції електронної гармати положення термокатоду в потрібному положенні забезпечується точністю виготовлення деталей і не залежить від маніпуляцій в процесі закріплення катодотримачів. Виконання струмопроводу у вигляді циліндра з тонкими стінками значно спрощує виготовлення і, з іншого боку, дозволяє покращити частотні характеристики відхиляючої системи.

Наявність кільцевого магнітопроводу з намотаними катушками відхилення і корекції електронного променя зменшує зовнішнє магнітне поле і покращує рівномірність магнітного поля в променеводі.

Винахід пояснюється описом з заданими кресленнями:

Фіг. 1 - загальний вигляд електронної гармати.

Фіг. 2 - катодний вузол електронної гармати.

Запропонована електронна гармата (фіг. 1) складається з катодного вузла А та анодного вузла Б, з'єднаних між собою високовольтними ізоляторами 7.

Катодний вузол А (фіг. 2) складається із фокусуємого електроду 1, закріпленого на ізоляторі 2, рухомого катодотримача 3, також закріпленого на ізоляторі 2, і рухомого катодотримача 4, шарнірно з'єднаного з корпусом, в якому закріплений ізолятор 2, і який встановлюється і кріпиться на анодному вузлі Б. На осі 6, зафіксованій в корпусі 2, крутиться лівий катодотримач 4, на бокових приливах якого закріплені пружини 7, попередньо заневолені таким чином, що впираючись вільними кінцями в корпус 5, заставляють катодоприймач прагнути повернутись по годинниковій стрілці навколо осі 6, що забезпечує натяг катоду 8.

Пружини віддалені від лінійного термокатоду і не знаходяться в зоні його опромінення.

Положення фокусуємого електроду 1 відносно ізолятора і, відповідно, відносно лівого катодотримача регулюється за допомогою прокладок 9. За допомогою прокладок 10 регулюється положення правого нерухомого катодотримача.

Таким чином, регулювання термокатоду по висоті відносно фокусуємого електроду за допомогою прокладок забезпечується значно точніше, ніж в електронній гарматі, яку ми брали за прототип.

Лінійний термокатод закріплюється в катодотримачах 3 та 4 гвинтами 11 через притискну пластину 12.

Клемні струмопроводи розжарювання термокатода фіксуються на кожному вузлі гвинтами 13. Гвинт 14 служить для подачі від'ємного потенціалу (по відношенню до термокатоду) з метою підфокусування електронного променя.

Анодний вузол Б складається:

1. З немагнітного водоохолоджуємого корпусу 15, зверху якого закріплюється мідна анодна накладка 16, інтенсивний нагрів якої від випромінювання термокатоду знімається завдяки щільному приляганню до корпусу 15;

2. Тонкостінного корпусу променевода 17.

Катушка відхилення 18 навіта на кільцевий магнітопровід і має дві обмотки відхилення розгортки електронного променя. Використання статторних пластин серійних електродвигунів здешевшує виготовлення системи відхилення, так як відпадає необхідність виготовлення магнітопроводу індивідуальної конструкції.

На відміну від реальної конструкції прототипу, в запропонованій гарматі змінена конструкція взаємного кріплення катодного та анодного вузлів.

В прототипі використані ізолятори, котрі потребують напресовки металевих утримувачів з різьбовими кінцями. Після двох, трьох десятків циклів розігріву та охолодження електронної гармати явище обжиму утримувачами ізолятора зникає і катодний блок перестає жорстко фіксуватися відносно аноду, що при установці гармати в перевернутому чи нахиленому вигляді призводить до самочинного випадання катодного вузла.

Крім того, використання в запропонованій конструкції керамічної втулки 18 замість ребристого ізолятора в прототипі дозволяє скоротити габарити гармати.

Конструктивно фіксація катодної плити 19 відносно анодної плити 20 представлена на фіг. 1. Стакан 21 та кришка 22 виконують роль захисних екранів від запилення керамічної втулки 23 продук-

тами розпилу термокатоду та випаровуємих (виплавляємих) матеріалів.

Електронна гармата працює наступним чином. При подачі напруги від джерела розжарювання до клем 13 на катодотримачах 3 та 4 струм розжарювання проходить через термокатод 8 та нагріває його до 2200...2300°C. При цьому відбувається подовження катоду на величину порядку 0,007 мм при довжині катоду 60 мм. Катодотримач 4, прокручуючись під дією пружин 7 по годинниковій стрілці, компенсує подовження термокатоду, не дозволяючи йому деформуватись в поздовжньому напрямі.

При цьому переміщенням катоду в вертикальній площині (з-за переміщення катодотримача не строго вздовж катоду, а по радіусу навколо осі 6) можна знехтувати, так як переміщення складає, в даному разі, нескінченно малу величину (долі мікрону).

В разі необхідності підфокусування фокальної плями електронного променя для компенсації незначної деформації розігрітих деталей електронної гармати виконується подача на фокусуючий електрод від'ємного по відношенню до термокатоду потенціалу.

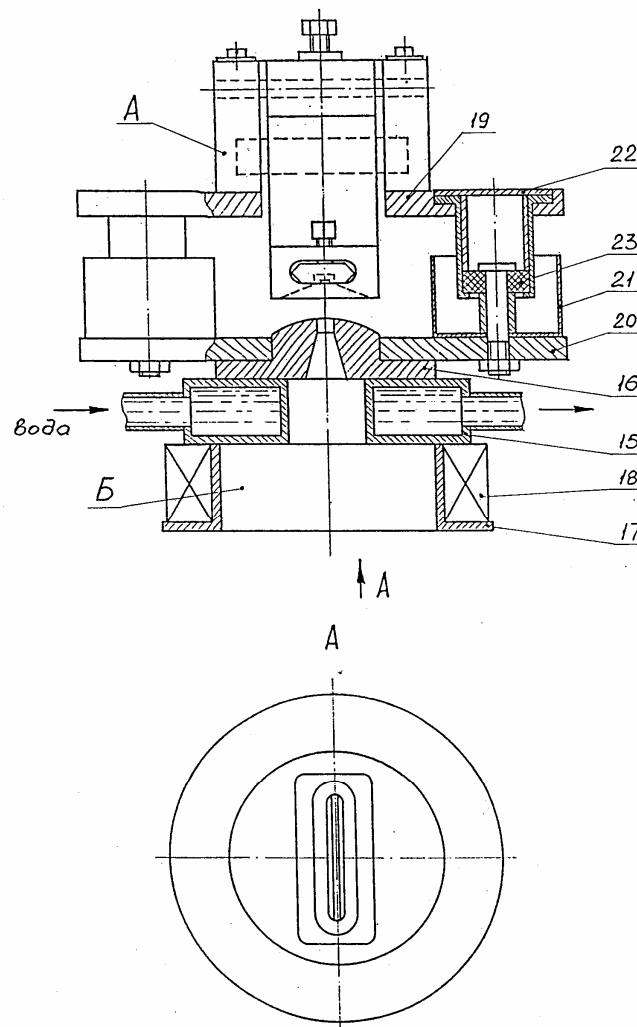
В цілому запропонована електронна гармата, згідно винайденому, володіє більш високими

електронно-оптичними параметрами електронного променя, так як дозволяє сформувати фокальну пляму більш правильної геометричної форми.

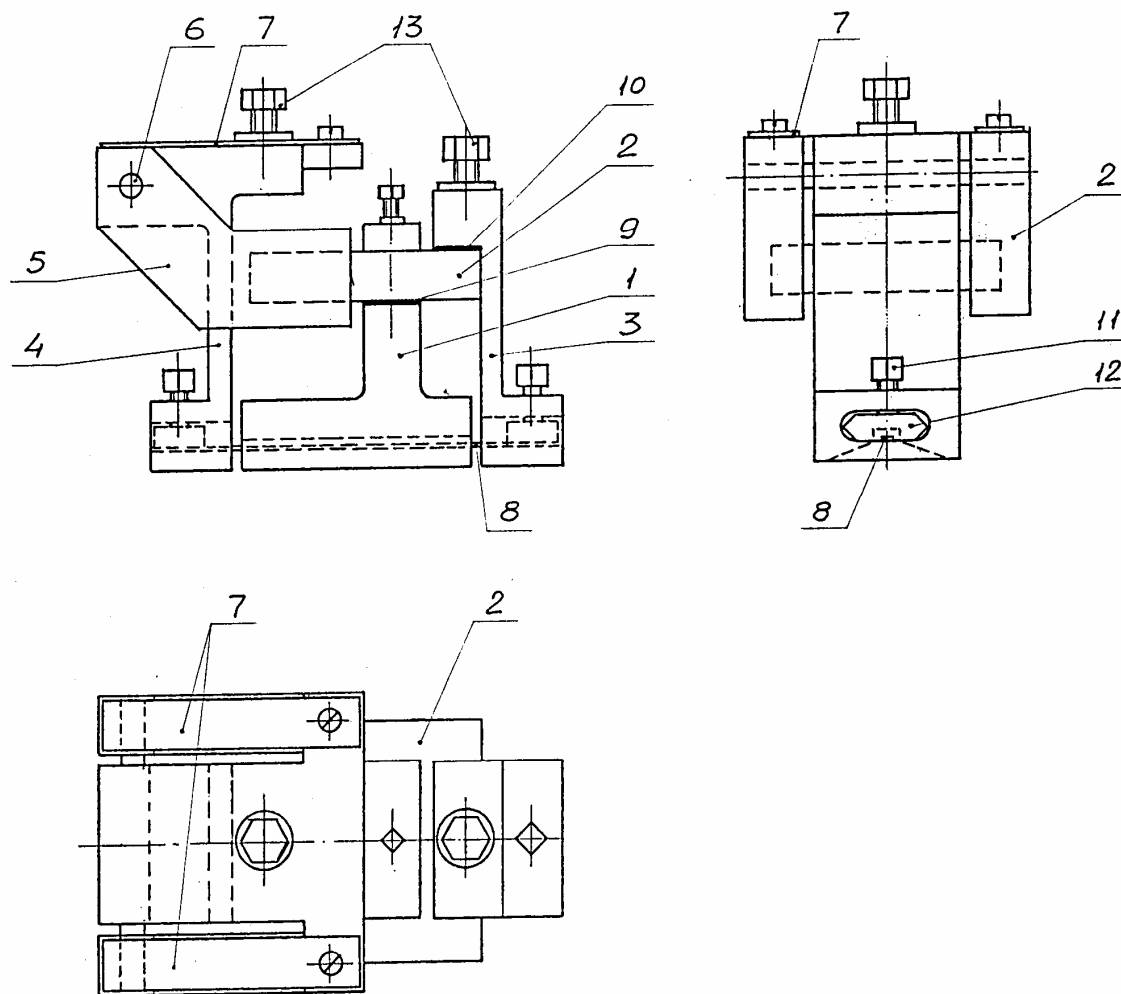
При цьому суттєво підвищується стабільність ведення та відтворення технологічних процесів плавки і випаровування металевих і неметалевих матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Б.О. Мовчан, І.С. Малащенко "Жаростійкі покриття, осаджувані в вакуумі". Київ: Наукова думка, 1983 р., 230 с.
2. 3. Шиллер, І. Гайзінг, 3. Панцер "Електронно-променева технологія". М.: Енергія, 1980, 528 с.
3. О.Л.Тихоновський, О.О.Тур "Рафінування металів і сплавів методом електронно-променевої плавки". Київ: Наукова думка, 1984, 271 с.
4. Б.О.Мовчан, В.О.Тімашов, В.Н.Германчук "Установка для електронно-променевого нагріву матеріалів в вакуумі". А. С. СРСР № 370899 від 28 листопада 1972 р.
5. Б.О.Мовчан, В.О.Тімашов, К.М.Клюєв "Установка для електронно-променевого нагріву матеріалів". А. С. СРСР № 705699 від 28 серпня 1979 р.



Фіг. 1



Фиг. 2

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
 (03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03