



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61959 (13) C2

(51) 7 B22F9/08, B01J2/04, B05B17/04

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

(54) СПОСІБ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕТАЛІЧНОГО ПОРОШКУ

1

(21) 2000010296

(22) 18 01 2000

(24) 15 12 2003

(31) 70/99

(32) 19 01 1999

(33) AT

(46) 15 12 2003, Бюл. № 12, 2003 р

(72) Торнберг Клаес, SE

(73) БЬОЛЕР ЕДЕЛЬСТАЛЬ ГМБХ ЕНД КО КГ, AT

(56) Заявка SE 421 758, A, publ. 01 02 1982

EP, 0 131 688, A1, publ. 23 01 1985

EP, 0 192 383, A2, publ. 27 08 1986

WO 89/05197, publ. 15 06 1989

US, 2 968 062, A, publ. 17 01 1981

US, 4 272 463, A, publ. 09 06 1981

US, 4 382 903, A, publ. 10 05 1983

(57) 1 Спосіб виготовлення металічного порошку з розплаву того ж металу, в якому струмінь розплаву, який виходить із соплового пристрою металургійного резервуара (G), у розпилювальній камері роздрібнюють на краплини за допомогою струменів газу, і цим краплинам дають затвердіти у зерна порошку, що мають переважно купелоподібну форму, який відрізняється тим, що практично вертикальний струмінь розплаву (S), який витікає з соплового пристрою (D), піддають послідовно принаймні частковій дії принаймні трьох газових струменів (1, 2, 3), що мають різні напрями

2 Спосіб згідно з п 1, який відрізняється тим, що струмінь розплаву (S), який виходить із соплового пристрою (D), за допомогою принаймні одного першого газового струменя (1) відхиляють від початкового напрямку руху і розширюють, відповідно, потоншують та/або роздрібнюють на частини, після чого за допомогою принаймні одного другого газового струменя (2), який має ту ж складову напрямку і падає на розширений і/або роздрібнений струмінь розплаву (FS) під кутом, виконують підготовку форми сплющеного струменя розплаву, а також створюють бар'єр, який запобігає підсмоктуванню соплом (соплами) (3) принаймні одного третього газового струменя (3), котрий падає на підготовлений плаский струмінь розплаву (FS) під кутом від гострого до такого, який може забезпечувати навіть частково протилежний напрям відносно підготовленого плаского струменя розплаву, і, маючи високу

2

швидкість, забезпечує розпилення струменя розплаву на дрібні краплини (P), яким потім дають затвердіти

3 Спосіб згідно з пп 1 або 2, який відрізняється тим, що струмінь розплаву (S) діаметром (S₁) від 2,0мм до 15,0мм за допомогою принаймні одного першого газового струменя (1) відхиляють на кут (α) в межах від 5° до 85°, переважно від 15° до 30°, і розширюють, утворюючи плаский струмінь розплаву (FS) у формі сектора

4 Спосіб згідно з одним із пп 1-3, який відрізняється тим, що сектороподібний плаский струмінь розплаву (FS) після досягнення під впливом першого газового струменя (1) ширини (S₂), яка перевищує не менше ніж у 5 разів, переважно не менш ніж у 10 разів, ширину і, відповідно, товщину (S₁) вільно падаючого початкового струменя розплаву, за допомогою принаймні одного третього газового струменя (3), який являє собою газовий струмінь високої швидкості, відхиляють на кут (γ) в межах від 25° до 150°, переважно від 60° до 90°, і розпилюють або роздрібнюють з утворенням потоку краплин (P)

5 Спосіб згідно з одним із пп 1-4, який відрізняється тим, що на плаский струмінь розплаву (FS) перед зоною (31) зміни напрямку або розпилення третім газовим струменем високої швидкості (3) діють другим газовим струменем (2), що має ту ж складову напрямку, але спрямований під кутом (δ) в межах від 5° до 85°, переважно від 15° до 30°, до струменя розплаву, чим запобігають дії підсмоктуючого вихору від газового струменя високої швидкості (3), який захоплює краплини розплаву

6 Пристрій для виготовлення металічного порошку з розплаву того ж металу, що складається, в основному, з розпилювальної камери, до якої струмінь (S) розплавленого металу з металургійного резервуара (G) може бути введений або внесений за допомогою соплового пристрою (D), розпилювального пристрою, що розташований у розпилювальній камері зі сторони входу, з газовими соплами для дії на струмінь розплаву (S) газовими струменями з метою роздрібнення його на краплини, розташованого зі сторони виходу камери охолоджувального

(13) C2

(11) 61959

(19) UA

простору для охолодження цих крапель і утворення зерен порошку, а також розташованих за камерою пристроїв для переробки порошку, призначений, зокрема, для використання способу згідно з попередніми пунктами, який **відрізняється** тим, що розпилювальний пристрій обладнаний принаймні трьома газовими соплами (А, В, С), що дають газові струмені (1, 2, 3), які поспідовно спрямовані на введений струмінь розплаву і на струмінь розплаву, форма та напрям якого визначені дією попереднього газового струменя, під кутом від 5° до 170°

7 Пристрій згідно з п 6, який **відрізняється** тим, що перше газове сопло (А) розташовано так, що перший газовий струмінь (1), маючи ту ж складову напрямку, спрямований на струмінь розплаву (S) під кутом (α') в межах від 5° до 85° , переважно під кутом (α') від 15° до 30° , і що довжина (L_s) вільно падаючого струменя розплаву (S) дорівнює відстані (L_A) від газового сопла (А) до точки (11) стикання газового струменя (1) зі струменем розплаву (S), збільшений або зменшений на величину, яка не перевищує 10-кратне значення діаметра (S1) струменя розплаву

$$L_s = (L_A \pm 10 \times S_1)$$

8 Пристрій згідно з пп 6 або 7, який **відрізняється** тим, що друге газове сопло (В) розташовано таким чином, що другий за чергою дії газовий струмінь (2) спрямований на розширений і потоншений під впливом першого газового струменя (1) плоский струмінь розплаву (FS), маючи ту ж складову напрямку, під кутом (δ) від 5° до 85° , переважно під кутом (δ) від 15° до 30° , і що точка (21) падіння цього другого газового струменя (2) на струмінь розплаву (FS) розташована в зоні (31), де має місце зміна напрямку струменя розплаву (FS), зустріч його з третім газовим струменем (3) або розпилення під впливом цього третього струменя (3), або ж перед цією зоною (31)

9 Пристрій згідно з одним із пп 6-8, який **відрізняється** тим, що третє газове сопло (С) розташовано таким чином, що третій, відповідно, останній за чергою дії, газовий струмінь (3), утворений як газовий струмінь високої швидкості, спрямований на плоский струмінь розплаву (FS) під кутом (γ') від 25° до 150° , переважно під кутом (γ') більше 60° , а відстань (L_c) від цього сопла (сопел) до точки (31) зміни напрямку струменя розплаву, зустрічі його з третім газовим струменем (3) або розпилення під впливом цього струменя (3) менша від 20-кратного діаметра газового сопла

10 Пристрій згідно з одним із пп 6-8, який **відрізняється** тим, що принаймні третє, тобто останнє за чергою дії, газове сопло (С) виконано таким чином, щоб формувати принаймні один газовий струмінь (3) надзвукової швидкості

11 Пристрій згідно з одним із пп 6-10, який **відрізняється** тим, що перед останнім газовим соплом (С), яке використовується для створення газового струменя (3) високої швидкості, встановлено більше двох газових сопел для утворення спрямованих на струмінь розплаву (S, FS) газових струменів

12 Пристрій згідно з одним із пп 6-11, який **відрізняється** тим, що напрям та інтенсивність газових струменів можна регулювати

13 Пристрій згідно з одним із пп 6-12, який **відрізняється** тим, що принаймні один газовий струмінь сформовано як плоский струмінь або групу струменів за допомогою кількох сопел, розташованих поруч одне з одним та/або, зокрема, у шаховому порядку

14 Пристрій згідно з одним із пп 6-13, який **відрізняється** тим, що площа, визначена газовими струменями, не є вертикальною

Винахід стосується способу виготовлення металічного порошку з розплаву того ж металу, в якому струмінь розплаву, який виходить із соплового пристрою металургійного резервуара, у розпилювальній камері роздіблюють на краплини за допомогою струменів газу, і цим краплинам дають затвердіти у зерна порошку, що мають переважно купеподібну форму

Крім того, цей винахід стосується пристрою для виготовлення металічного порошку з розплаву того ж металу, який складається, в основному, з розпилювальної камери, до якої струмінь розплавленого металу з металургійного резервуара може бути введений або внесений за допомогою соплового пристрою, розпилювального пристрою, що розташований у розпилювальній камері зі сторони входу, з газовими соплами для дії на струмінь розплаву газовими струменями з метою роздіблення його на краплини, розташованого зі сторони виходу камери

охолоджувального простору для охолодження цих крапель і утворення зерен порошку, а також розташованих за камерою пристроїв для переробки порошку

Металічні порошки, виготовлені способом розпилення розплаву газом, застосовують у виробництві конструкційних матеріалів та при нанесенні покриттів у постійно зростаючих кількостях. При цьому конкретний спосіб застосування визначає сприятливий розмір зерен порошку і розподіл зерен за розмірами, тобто певну частку зерен певного діаметру в межах діапазону діаметрів. Наприклад, для вогневого наплення при нанесенні покриттів на предмети з технологічної та економічної точок зору сприятливим є застосування так званого "монозернистого" (однорідно-зернистого) порошку. Навпаки, для виготовлення виробів з металічного порошку способом гарячого ізостатичного пресування доцільно, щоб цей порошок мав

високу насипну густину і, отже, відповідний розподіл зерен за розмірами

Процес виготовлення металічного порошку способом розпилення розплаву газом полягає, у загальних рисах, у тому, що на струмінь рідкого металу діють газом, переважно інертним газом або благородним газом, струмінь якого має високу швидкість і, відповідно, велику кінетичну енергію. Під дією газу струмінь металу роздібнюється на дрібні краплини, які потім застигають у сфероїдальні зерна. Окрім температури, поверхневого натягу та в'язкості рідкого металу, величина зерен порошку та розподіл зерен за розмірами значною мірою залежать від прискорення розплаву під впливом газового струменя і, відповідно, від величини діючих при цьому сил (див публікацію Клаеса Торнберга "Прогнозування розміру частинок у розпилювальній системі" у збірнику "Виробництво порошків і струмене формування" (Powder production and Spray Forming, Advances in Powder Metallurgy & Particulate materials-1992, Volume 1, з Metal Powder Industries Federation, Princeton, N.J., pp 137-150, Particle size prediction in an atomization system, Claes Tornberg))

Якщо на вільно падаючий струмінь металу в розпилювальній камері подіяти, принаймні, одним струменем газу, в чому може полягати технологічно надійний спосіб, то нижня розміру зерна порошку, що стосується головної частки фракції, обмежується певним розміром, оскільки у проміжку між газовим соплом і струменем металу велика частка енергії газового струменя розсіюється. Хоча шляхом відсівання грубої фракції можна досягти розміру зерен, сприятливого для підвищення якості виробу, з цієї операцією пов'язане зниження виходу і, відповідно, погіршення економічності процесу

Метою досліджень, спрямованих на підвищення якості виробів, виготовлюваних з металічного порошку або з його застосуванням і, зокрема, на підвищення економічності, протягом довгого часу було розроблення способу, який забезпечував би виготовлення металічного порошку зі сфероїдальними зернами, з високим вмістом дрібних зерен і з високим виходом

Якщо роздібнення порівняно товстого струменя розплаву проводити не безпосередньо, а спочатку надавати йому сплющеного перерізу, то вплив газового струменя, яким діють на рідкий метал, стає більш інтенсивним, і утворюються дрібніші краплини, які до застигання набувають кулеподібної форми під впливом поверхневого натягу. Зменшення діаметра зерна порошку, як згадано вище, значною мірою залежить від величини прискорення розплаву

Відомі способи газового розпилення розплавленого металу, згідно з якими рідкий метал безпосередньо після його виходу з соплового пристрою металургійного резервуара роздібнюють за допомогою одного або кількох газових струменів із сопел, розташованих безпосередньо біля виходу металу. Оскільки в цьому випадку газ, з одного боку, має на виході з сопла високу швидкість, а з другого боку, швидко розширюється під впливом високої температури, і

його дія у напрямку середини струменя послаблюється, утворюється надзвичайно широка фракція металічного порошку, що містить як грубі, так і дрібні зерна

З метою уникнення вищезазначеної вади у патенті США №2,968,062 запропоновано пристрій з соплом для розплаву, що розширюється назовні, і газовивідним каналом конусного перерізу, розташованого концентрично навкруги сопла для металу. При цьому газовий струмінь спричиняє у центральній зоні зниження тиску, під впливом якого розплави розтікається по краях вихідного отвору, що розширюється, там тонка плівка розплаву захоплюється газовим струменем і ефективно подрібнюється та прискорюється. Пристрої такого типу забезпечують одержання дуже дрібнозернистого порошку, проте вони нестійкі до порушень процесу і здатні переробляти лише невеликі кількості розплаву

Для підвищення функціональної надійності розпилювального пристрою, згідно з патентом США №4,272,563, запропоновано застосовувати вільне витікання струменя розплаву з соплового пристрою для розплаву і після проходження цим струменем певної відстані піддавати його дії газових струменів. Незважаючи на застосування сопел, які надають газовим струменям надзвукової швидкості, цей спосіб не забезпечує досягнення прискорення розплаву, достатнього для формування зерен порошку малого діаметра

Відомі спроби застосування малих відстаней між соплами з метою підвищення прискорювального впливу газових струменів на вільно падаючий струмінь металу. Однак у цьому випадку поблизу сопел, внаслідок ефекту підсмоктування газового струменя і, відповідно, ежекторного ефекту, збуджуються вихрові потоки газу, які при незначній відстані сопла від місця роздібнення струменя металу можуть захоплювати і, відповідно, переносити назад краплини, що, в кінцевому підсумку, осідають на сопловому пристрої і спричиняють нестабільність процесу. З цієї причини слід передбачати певну мінімальну відстань між соплами, що, однак, спричиняє непропорційне послаблення ефективності газового струменя з точки зору роздібнення розплаву на дрібні краплини. Наприклад, ефективність газового струменя, який виходить із сопла Лавала з надзвуковою швидкістю, на відстані 30 діаметрів сопла зменшується приблизно вдвоє

У заявці SE-AS-421758 розкрито пристрій для виготовлення металічного порошку, в якому для роздібнення струменя розплаву в розпилювальній камері застосовано два газових струмені. При цьому перший газовий струмінь діє на вільно падаючий струмінь розплаву під кутом приблизно 20° і спричиняє розрив і відхилення потоку металу, після чого останній розбивається на дрібні краплини під впливом другого вертикального газового струменя високої інтенсивності. Хоч при такому способі осадження краплин металу на газових соплах вдається уникнути, значна відстань другого сопла від місця роздібнення розплаву призводить до широкого розподілу розмірів зерен з незначною часткою

дрібного порошку

У патенті США №4,282,903 запропоновано діяти на вертикальний струмінь металу горизонтальним газовим струменем, при цьому досягається незначна відстань від сопла, що є сприятливим фактором з метою запобігання осадженню краплин металу на корпусі газового сопла застосовано допоміжний газовий струмінь поблизу сопла, спрямований похило на місце роздрібнення струменя металу. Роздрібнення суцільного потоку розплаву в цьому випадку відбувається під впливом майже виключно горизонтально спрямованого головного газового струменя, отже, вихід дрібного порошку невеликий.

Ще один спосіб виготовлення металічного порошку шляхом дії горизонтального газового струменя на струмінь розплаву розкрито в документі WO 89/05197. Згідно з цим способом, два газових струмені плаского перерізу, причому вузькі сторони перерізу лежать практично у вертикальних площинах, спрямовують під гострим кутом назустріч один одному, а струмінь розплаву вводять в $\angle OPE$ зустрічі газових струменів таким чином, що газові струмені діють спочатку на поверхневий шар струменя розплаву, а потім на інші його частини. Внаслідок збільшення зони роздрібнення і, відповідно, внаслідок подовження зони, де відбувається роздрібнення розплавленого металу, питома дія сили на рідкий метал є значною, однак енергія газових струменів обмежується швидкістю звуку. Виготовлений таким чином металічний порошок характеризується вузьким діапазоном діаметрів зерен, надто дрібні й надто великі частинки присутні лише в незначних кількостях, так що цей порошок, який наближається до однорідно-зернистого, мало придатний для деяких застосувань через низьку насипну густину.

Усі промислові способи виготовлення металічних порошків з розплавів і пристрої, що використовуються для цієї мети, мають спільні недоліки, а саме, надто малу частку дрібного порошку та/або розподіл зерен за розмірами, несприятливий для подальшої економічної переробки у високоякісні вироби.

Цей винахід спрямований на усунення вказаних недоліків і має за мету створення способу виготовлення металічного порошку з розплаву, який забезпечує досягнення бажаного широкого розподілу зерен порошку за розміром при високому значенні частки дрібнозернистої фракції і уникненні небажаних грубих частинок. Крім того, завданням цього винаходу є створення пристрою, який забезпечує виготовлення у сприятливий спосіб металічного порошку такої фракції і, відповідно, з таким розподілом зерен за розміром, які забезпечують можливість подальшого перероблення порошку (який має, наприклад, високу насипну густину), наприклад, за допомогою пресів для гарячого ізостатичного пресування, у вироби особливо високої якості.

Ця задача досягається у способі згідно з винаходом тим, що практично вертикальний струмінь розплаву, який витікає з соплового пристрою, піддають послідовно, принаймні,

частковий дії, принаймні, трьох газових струменів, що мають різні напрями.

У пристрої вищезазначеного типу поставлена задача - вирішується тим, що розпилювальний пристрій обладнаний, принаймні, трьома газовими соплами, що дають газові струмені, які послідовно спрямовані на введений струмінь розплаву і на струмінь розплаву, форма та напрям якого визначені дією попереднього газового струменя, під кутами від 5° до 170° .

Переваги, які досягаються за допомогою цього винаходу, полягають, головним чином, у тому, що рідкий метал при його роздрібненні на краплини зазнає значного прискорення, оскільки, з одного боку, його маса на одиницю поверхні, на яку діє газовий струмінь, невелика, і, з другого боку, газовий струмінь діє з великою силою, що зумовлено малою відстанню від сопла. При цьому, однак, важливою особливістю винаходу є той факт, що струмінь розплаву перед високоенергетичним роздрібненням на краплини малого розміру зазнає попередньої дії, принаймні, двох газових струменів різних напрямів, причому на першому етапі відбувається збільшення оброблюваної поверхні, а на другому — кондиціонування розплаву, що рухається. Оскільки маса розплаву на одиницю оброблюваної поверхні мала, а сила газового струменя велика, то внаслідок синергійного ефекту досягається значне прискорення і, відповідно, утворюються частинки малого діаметру. Цей взаємозв'язок можна описати такою залежністю: розмір частинок приблизно дорівнює квадратному кореню із певної сталої величини, поділеному на прискорення.

У варіанті здійснення винаходу, якому віддається перевага, передбачено, що струмінь розплаву, який виходить із соплового пристрою, за допомогою, принаймні, одного першого газового струменя відхиляють від початкового напрямку руху і розширюють, відповідно, потоншують та/або роздрібнюють на частини, після чого за допомогою, принаймні, одного другого газового струменя, який має ту ж складову напрямку і падає на розширений і/або роздрібнений струмінь розплаву під кутом, виконують підготовку форми сплющеного струменя розплаву, а також створюють бар'єр, який запобігає підсмоктуванню сопла (сопел), принаймні, одного третього газового струменя, котрий падає на підготовлений плаский струмінь розплаву під кутом від гострого до такого, який може забезпечувати навіть частково протилежний напрям відносно підготовленого плаского струменя розплаву, і, маючи високу швидкість, забезпечує розпилення струменя розплаву на дрібні краплини, яким потім дають затвердіти. При зміні напрямку та розширенні компактного струменя розплаву під впливом першого газового струменя можна забезпечити практично пласку форму струменя металу, при цьому швидкість падіння газового струменя на струмінь металу та кут цього падіння залежать від товщини та стабільності, відповідно, від довжини вільно падаючого струменя розплаву, а також від бажаного ступеня його потоншення і, відповідно, розширення. На стороні, протилежній місцю падіння газового струменя, часто виникає

несприятлива для кінцевого розпилення плоского струменя металу форма його поверхні з відривом частинок металу. Згідно з цим винаходом, на цю зону плоского струменя з небажаною формою поверхні діють наступним другим газовим струменем, що надходить до неї під кутом, і тим самим підготовляють струмінь до ефективного роздрібнення на краплини металу. Цей газовий струмінь може створювати також бар'єр, котрий запобігає підсмоктуванню, завдяки чому частинки рідкого металу не досягають останнього діючого сопла Лавалля, отже, це явище не порушує стабільності й надійності роботи пристрою, що є додатковою перевагою. Крім того, важливе значення має те, що газовий струмінь високої швидкості спрямований під кутом до плоского струменя розплаву, оскільки це забезпечує ефективну дію сили газового струменя з точки зору розпилення металу на дрібні краплини. Чим більше кут нахилу газового струменя до плоского струменя металу, котрий (кут) може досягати величини, що відповідає частково протилежному напрямку газового струменя, тим більше прискорення металу і, в кінцевому підсумку, тим вище вміст дрібнозернистої фракції в металічному порошку.

Як з точки зору досягнення високого вмісту дрібнозернистої фракції у порошок, так і для запобігання утворенню грубих частинок, які слід відділяти, особливо доцільно, якщо струмінь розплаву діаметром від 2,0 мм до 15,0 мм за допомогою, принаймні, одного першого струменя газу відхиляють на кут α в межах від 5° до 85° , переважно від 15° до 30° , і розширюють, утворюючи плоский струмінь розплаву у формі сектора. Відхилення струменя розплаву на кут менше 5° несприятливе, оскільки в цьому випадку різко збільшується довжина шляху утворення плоского струменя, яка обмежена внаслідок втрат температури. Особливо ефективно формування плоского струменя рідкого металу з утворенням сприятливої форми сектора досягається при відхиленні струменя на кут від 15° до 30° , тоді як відхилення більш ніж на 45° може спричинити небажане роздрібнення струменя металу газовим струменем.

З точки зору високого вмісту дрібнозернистої фракції в металічному порошку, але також одночасного сприятливого розподілу зерен за розміром, доцільно, коли сектороподібний плоский струмінь розплаву після досягнення під впливом першого газового струменя ширини, яка перевищує не менше ніж у 5 разів, переважно не менш ніж у 10 разів, ширину і, відповідно, товщину вільно падаючого початкового струменя розплаву, за допомогою, принаймні, одного третього газового струменя, який являє собою газовий струмінь високої швидкості, відхиляють на кут γ в межах від 25° до 150° , переважно від 60° до 90° , і розпилюють або роздрібнюють з утворенням потоку краплин. Якщо струмінь розплаву розширюють менше, ніж у 5 разів порівняно з початковим діаметром струменя, то він залишається надто компактным, і досягається порівняно низький вміст дрібнозернистої фракції у порошку. Розширення струменя розплаву до

ширини, що перевищує більш ніж у 10 разів початковий діаметр струменя, створює особливо сприятливі передумови для розпилення з великою часткою дрібних краплин, зокрема, якщо газовий струмінь високої швидкості забезпечує відхилення плоского струменя розплаву на кут в межах від 60° до 90° . При більших кутах відхилення, до 150° , підвищується вміст дрібнозернистої фракції і виникає тенденція до утворення однорідно-зернистого порошку.

Для підготовки струменя металу до розпилення, а також для створення ефективного бар'єру проти підсмоктування, доцільно, коли на плоский струмінь розплаву перед зоною змїну напрямку або розпилення третім газовим струменем високої швидкості діють другим газовим струменем, що має ту ж складову напрямку, але спрямований під кутом δ в межах від 5° до 85° , переважно від 15° до 30° , до цього струменя розплаву, чим досягається запобігання дії підсмоктуючого вихору від газового струменя високої швидкості, який захоплює краплини розплаву. Якщо кут δ менше 5° , то повністю уникнути впливу підсмоктуючого вихору від газового струменя високої швидкості не вдається, внаслідок чого виникає загроза відкладання металу на корпусі сопла і порушення стабільності процесу. При куті напрямку другого газового струменя більше 85° може виникати несприятлива деформація струменя металу перед його розпиленням і зменшення швидкості струменя металу відносно третього газового струменя, що викликає несприятливе зменшення прискорення металу.

Переваги, що досягаються при використанні пристрою згідно з винаходом, полягають, головним чином, у тому, що розташування, принаймні, трьох газових сопел у розпилювальному пристрої забезпечує можливість дії на струмінь металу у трьох зонах з метою змїни форми і переробки цього струменя, при цьому досягаються сприятливі значення кутів нахилу газових струменів до струменя розплаву в межах від 5° до 170° .

У варіанті здійснення винаходу, якому віддається перевага, перше газове сопло розташовано так, що утворюваний ним газовий струмінь, маючи ту ж складову напрямку, спрямований на струмінь розплаву під кутом α' в межах від 5° до 85° , переважно під кутом α' від 15° до 30° , і що довжина вільно падаючого струменя розплаву дорівнює відстані від газового сопла до точки стикання газового струменя зі струменем розплаву, збільшений або зменшений на величину, яка не перевищує 10-кратне значення діаметру струменя розплаву. При цьому кут падіння газового струменя на струмінь розплаву має важливе значення для потоншення струменя розплаву та надання йому розширеної сектороподібної форми, в той час як довжина вільно падаючого струменя розплаву має важливе значення для відхилення напрямку плоского струменя та змїни його форми, а також для форми, яка досягається таким способом.

Для забезпечення особливо сприятливих умов розпилення рідкого металу важливо, щоб друге

газове сопло було розташовано таким чином, щоб другий за чергою дії газовий струмінь був спрямований на розширений і потоншений під впливом першого газового струменя плоский струмінь розплаву, маючи ту ж складову напрямку, під кутом δ від 5° до 85° , переважно під кутом δ від 15° до 30° , і щоб точка падіння цього другого газового струменя на струмінь розплаву була розташована в зоні, де має місце зміна напрямку струменя розплаву, зустріч його з третім газовим струменем або розпилення під впливом цього третього струменя, або ж перед цією зоною. Кут між напрямками другого газового струменя і плоского струменя розплаву, а також розташування точки їх зустрічі має подвійне значення. З одного боку, він повинен забезпечувати сприятливі параметри плоского потоку розплаву, який безпосередньо після цього піддається розпиленню, а з другого боку, має забезпечувати ефективну протидію утворенню підсмоктуючих вихорів під впливом ежекторного ефекту газового струменя високої швидкості. Ці вимоги забезпечуються доборою згаданого кута в межах діапазону значень згідно з винаходом, зокрема, в межах діапазону, якому віддається перевага.

Якщо, згідно з варіантом здійснення винаходу, якому віддається особлива перевага, третє газове сопло розташовано таким чином, що третій, відповідно, останній за чергою дії, газовий струмінь, утворений як газовий струмінь високої швидкості, спрямований на плоский струмінь розплаву під кутом γ' від 25° до 150° , переважно під кутом більше 60° , а відстань від цього сопла (сопел) до точки зміни напрямку струменя розплаву, зустрічі його з третім газовим струменем або розпилення під впливом цього струменя менше 20-кратного діаметра газового сопла, то досягається висока продуктивність пристрою при сприятливій якості порошку, оскільки в цьому випадку досягається ефективний вплив сили газового струменя I_1 , відповідно, високе прискорення металу, необхідне для розпилення металу на дрібні краплини. При цьому вплив сили струменя I_1 , відповідно, прискорення посилюється зі збільшенням згаданого кута, що сприяє утворенню щораз дрібніших фракцій порошку.

Встановлено, що доцільно, коли, принаймні, третє, тобто, останнє за чергою дії, газове сопло виконано таким чином, щоб формувати, принаймні, один газовий струмінь надзвукової швидкості.

При подальшому розвитку винаходу можна забезпечити сприятливі умови для розпилення плоского струменя розплаву, якщо перед останнім газовим соплом, яке використовується для створення газового струменя високої швидкості, встановлено більш двох газових сопел для утворення спрямованих на струмінь розплаву газових струменів.

Якщо, згідно зі ще одним варіантом, якому віддається перевага, принаймні, один газовий струмінь сформовано як плоский струмінь або групу струменів за допомогою кількох сопел, розташованих поруч одне з одним та/або, зокрема, у шаховому порядку, то досягається

більша ефективна ширина газового струменя для дії на струмінь розплаву.

Нарешті, доцільно, щоб площа, визначена газовими струменями, не була вертикальною.

Нижче винахід описаний більш детально на основі малюнків ілюструють лише один варіант його здійснення.

Фіг 1 являє собою схематичне зображення розпилювального пристрою.

На Фіг 2а схематично зображено траєкторію струменя розплаву під впливом газових струменів.

На Фіг 2b зображено траєкторію струменя розплаву, показану на Фіг 2а, але з точки зору, повернутої на 90° .

На Фіг 1 схематично представлено розпилювальний пристрій з трьома соплами у вхідній зоні розпилювальної камери. Метал із металургійного резервуара G за допомогою соплового пристрою D надходить у камеру, утворюючи струмінь розплаву S, який на відрізку L_s траєкторії вільно падає практично вертикально. Перше газове сопло A утворює перший газовий струмінь 1, який діє на струмінь розплаву S на відстані L_d в зоні 11 з тою ж складовою напрямку, але під кутом α' . Під впливом першого газового струменя 1 в зоні 11 точки зустрічі починається відхилення, тобто, зміна напрямку компактного струменя розплаву S і його потоншення й розширення, внаслідок чого виникає плоский струмінь розплаву FS.

За допомогою другого газового сопла B формують другий газовий струмінь 2, який діє на плоский струмінь розплаву FS після відрізка, на якому цей останній розширюється, в зоні точки зустрічі 21 з тою ж складовою напрямку, але під кутом δ .

Газове сопло C, яке виконано переважно у вигляді сопла Лавалю, утворює газовий струмінь 3, який діє на плоский струмінь розплаву FS на відстані L_c від сопла C в зоні точки 31 зміни напрямку, зустрічі або розпилення під кутом γ' і спричиняє розпилення струменя FS на потік P частинок. Для газового струменя 3 на плоский потік розплаву FS може бути спрямована під кутом, який може забезпечувати навіть часткове обернення напрямку.

Згідно з винаходом, може бути використано більше трьох газових струменів та/або кілька газових струменів, що діють у кожному з передбачених напрямів.

На Фіг 2а і 2b схематично показано струмінь розплаву з двох напрямів, між якими кут складає 90° (вид спереду та збоку). Струмінь розплаву S надходить у розпилювальну камеру розпилювального пристрою із соплового пристрою D практично у вертикальному напрямі. Струмінь розплаву S діаметром S_1 після вільного падіння на певному відрізку довжини зазнає в точці зустрічі 11 впливу газового струменя 1 і внаслідок цього впливу, як показано на Фіг 2b, відхиляється на кут α і потоншується, а також, як видно з Фіг 2а, розширюється з утворенням плоского струменя FS. Після досягнення ширини S_2 на плоский струмінь розплаву FS в точці 31 зміни напрямку, зустрічі або розпилення діє газовий струмінь 3 високої швидкості, під впливом якого утворюється

потік Р металевих частинок В зоні точки розпилення 31 або перед нею на плоский струмінь розплаву FS діє газовий струмінь 2, який зустрічається з плоским струменем FS в точці 21, спричиняючи зміну форми цього струменя, причому може мати місце певний вплив на зміну

напряму струменя металу

Згідно з винаходом можливо також, щоб на струмінь металу послідовно діяли, принаймні, три газових струмені, що мають одну і ту ж складову напряму, і тим забезпечували його розпилення у потік частинок металу

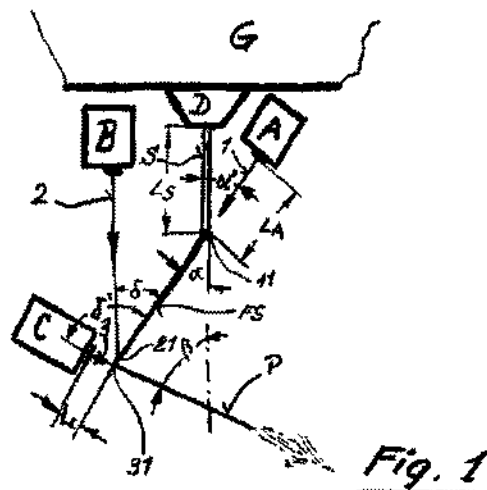


Fig. 1

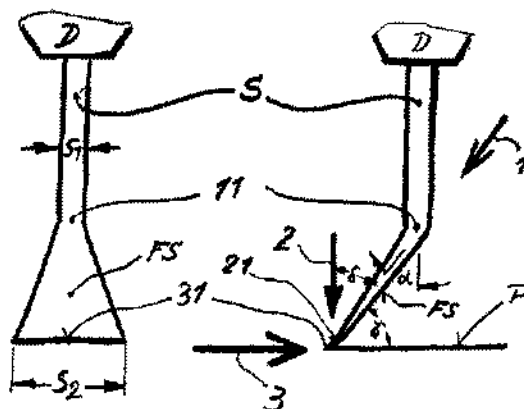


Fig. 2a

Fig. 2b