



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 131341

(13) C2

(51) МПК

B05B 15/65 (2018.01)

B05B 7/06 (2006.01)

B22F 9/08 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

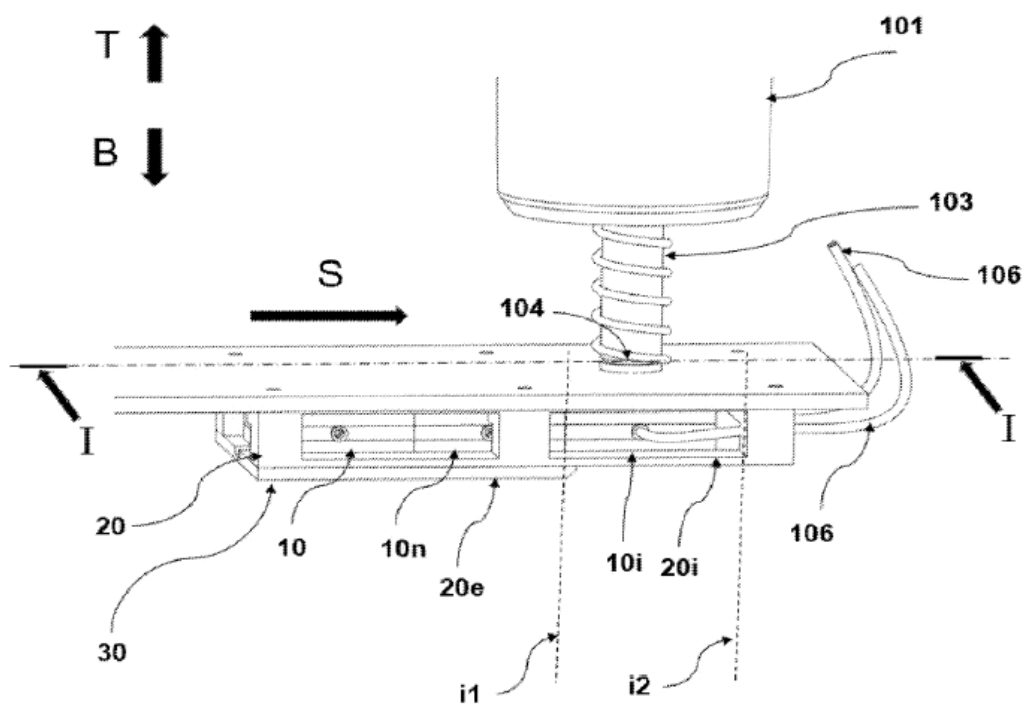
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2024 00288	(72) Винахідник(и):	Родріґес Мартінес Карлос Хав'єр (ES), Ерраіс Лалана Енріке (ES), Куврат Мат'єс (FR)
(22) Дата подання заявки:	17.06.2021	(73) Володілець (володільці):	АРСЕЛОРМІТТАЛ, 24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg (LU)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	22.10.2026	(74) Представник:	Слободянюк Оксана Олександрівна, реєстр. №216
(41) Публікація відомостей про заявку:	21.08.2024, Бюл.№ 34	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 4619597 A, 28.10.1986 US 4962291 A, 09.10.1990 EP 0835706 A1, 15.04.1998 JP 3362838 B2, 07.01.2003
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	21.10.2026, Бюл.№ 42		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/IB2021/055362, 17.06.2021		

(54) ФОРСУНКА В ЗБОРІ ТА ОПОРНА КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗПИЛЕННЯ РІДКОГО МЕТАЛУ, ЩО ЇЇ УТРИМУЄ**(57) Реферат:**

Винахід стосується способу швидкої заміни форсунки в зборі, придатної для використання в процесі розпилювання рідкого металу, в якому рідкий метал, який міститься в резервуарі для рідкого металу і виходить із зазначеного резервуара для рідкого металу через отвір резервуара, розпилюється розпилювальним текучим середовищем для формування металу струменя в контейнер для розпилювання. Винахід пропонує переміщувану систему форсунок з ковзанням, в зборі, в якій форсунки можуть замінюватися на ходу в процесі виробництва. Завдання цього винаходу вирішується з допомогою форсунки в зборі, виконаної з можливістю використання разом з опорною конструкцією. Зазначені форсунка в зборі і опорна конструкція виконані з можливістю використання в відповідному пристрої для заміни форсунки.

UA 131341 C2



Фиг. 2

Цей винахід відноситься до виробництва металевих порошків і, зокрема, виробництва металевих порошків за допомоги розпилювання для адитивного виробництва. Цей винахід відноситься до установки для виробництва сталевих порошків і, зокрема, орієнтований на форсунку, використовувану в процесі розпилювання.

Відоме виробництво металевих порошків шляхом розпилювання рідкої сталі. Розплавлений метал розпилюється на дрібні металеві краплі в результаті його проходження під тиском через форсунку і дії на розплавлений метал струменя текучого середовища, причому зазначене текуче середовище є або рідким (наприклад, водою) або газоподібним (наприклад, газоподібним азотом, аргонном, повітрям або будь-яким іншим придатним газом). Текуче середовище вдаряється о металевий розпилюваний струмінь коли він виходить з форсунки, створюючи турбулентність, що веде до утворення крапель, які потім твердіють у вигляді металевого порошку. Потім зазначений порошок збирається для подальшої обробки.

Форсунка є критичною частиною пристрою розпилювання. Через екстремальні робочі умови форсунка зношується в процесі виробництва, а також може забруднюватися під час розпилювання.

Зношення і можливе забруднення форсунки є обмежувальними факторами для тривалості процесу розпилювання. Це створює проблеми, пов'язані з продуктивністю і витратами.

Завдання цього винаходу полягає в тому, щоб вирішити вищезгадані проблеми, пов'язані з продуктивністю, з допомогою форсунки в зборі, виконаної з можливістю заміни без значного зниження продуктивності розпилювання, і способу заміни системи форсунок під час безперервного виробництва металевих порошків шляхом розпилювання.

Цей винахід пропонує спосіб швидкої заміни форсунки в зборі з допомогою переміщеної із ковзанням системи форсунок в зборі і заміни форсунок, яка може здійснюватися на ходу в процесі виробництва. Цей винахід відноситься до пристрою для впровадження вищезазначеного способу.

Завдання цього винаходу вирішується з допомогою форсунки в зборі за п. 1 формули винаходу, яка за необхідності містить ознаки з пп. 2-9 формули винаходу. Зазначена форсунка в зборі виконана з можливістю використання разом з опорною конструкцією за п. 10 формули винаходу, яка за необхідності містить ознаки з пп. 11-15 формули винаходу.

Нижче наведений докладний опис винаходу з необмежувальними прикладами з посиланням на додані фігури, причому слід зазначити, що для ясності контейнер для розпилювання показаний лише на Фіг. 1 і не показаний на подальших фігурах:

Фіг. 1 – схематичний загальний вигляд розпилювального пристрою;

Фіг. 2 – перспективний вид спереду пристрою для заміни системи форсунок за варіантом виконання цього винаходу;

Фіг. 3a і 3b – перспективні види знизу пристрою для заміни форсунки за варіантом виконання цього винаходу, причому на Фіг. 3a опорна конструкція не містить нижньої плити, в той час як на Фіг. 3b ця плита присутня;

Фіг. 4 – перспективний вид спереду в перерізі по осі I-I Фіг. 2 пристрою для заміни форсунки за варіантом виконання цього винаходу;

Фіг. 5 – перспективний вид зверху форсунки в зборі за варіантом виконання цього винаходу;

Фіг. 6 – перспективний вид знизу форсунки в зборі за варіантом виконання цього винаходу;

Фіг. 7 – вид в перерізі по осі II-II з Фіг. 5 форсунки в зборі за варіантом виконання цього винаходу;

Фіг. 8 – вид в перерізі по осі II-II Фіг. 5 форсунки в зборі з верхньою частиною опорної конструкції за варіантом виконання цього винаходу.

В наведеному нижче описі і формулі винаходу орієнтації різних частин визначаються за звичайним напрямком спрямованим вниз розпилювального пристрою, в якому резервуар для рідкого металу розташований над контейнером для розпилювання і в якому найважчі частинки розпиленого порошку, які є найбільш крупними, опиняються на дні контейнера для розпилювання під дією сили тяжіння. Таким чином, терміни, які вказують на розташування і напрямок, "верх", "вгору", "вище", "над", "низ", "нижній", "нижче", "під" тощо, слід тлумачити згідно з зазначеним компонуванням розпилювального пристрою. Однак цей винахід може застосовуватися незалежно від фактичного встановленого напрямку розпилювального пристрою, а терміни, які вказують на розташування і напрямок, які використовуються в цьому описі і формулі винаходу, просто мають бути перетворені згідно з напрямками функціонуючого розпилювального пристрою. На прикладених кресленнях верх і низ відповідно позначені стрілками "Т" і "В".

Вирази "по суті, паралельний" або "по суті перпендикулярний" означають напрямок, який може відхилятися від паралельного або перпендикулярного напрямку не більше ніж на 15°.

Терміни "передній" і "задній" відносяться до відносного положення двох елементів згідно з заданим напрямком: передній елемент розташований перед заднім елементом при переміщенні в заданому напрямку.

5 Термін "оточувальний" відноситься до компоновання, в якому елемент (оточувальний елемент) повністю покриває або охоплює інший елемент (оточуваний елемент).

Термін "примикає", коли він застосовується до поверхонь, визначає дві поверхні, які торкаються одна одною вздовж зазначених поверхонь. Термін "примикає", коли він застосовується до об'ємів, визначає два об'єми, які мають примикаючі поверхні.

10 Вираз "жароміцний і корозійностійкий матеріал" відноситься до матеріалу, який не піддається руйнуванню під дією тепла, тиску або хімічній корозії і залишається міцним, і зберігає форму при високих температурах.

15 Вирази "високий тиск" і "низький тиск" відносяться до величини тиску розпилювального текучого середовища, яке використовується в заданому процесі розпилювання. Вираз "високий тиск" відноситься до рівня тиску, необхідного для подачі розпилювального текучого середовища в форсунку для розпилювального текучого середовища і досягнення необхідного тиску розпилювального текучого середовища на виході з форсунки для розпилювального текучого середовища. Вираз "низький тиск" відноситься до рівня тиску, необхідного для подачі розпилювального текучого середовища в форсунку для розпилювання текучого середовища і досягнення надлишкового тиску на виході з форсунки для текучого середовища.

20 Насамперед, з посиланням на Фіг. 1 буде наведено загальний опис розпилювального пристрою 100.

25 Розплавлений метал 109, наприклад, сталь або алюміній, або титан, або будь-який інший метал, або металевий сплав, розпильюється на дрібні краплі металу за допомоги проходження під тиском через форсунку 1 і дії на нього струменя текучого середовища, що надходить з джерела 105 подачі текучого середовища через лінію 106 живлення. Текуче середовище вдаряється об потік металу, коли вона виходить з форсунки 1 для надходження в контейнер 102 для розпилювання, створюючи турбулентність, що призводить до утворення розпиленого струменя 110, який складається з металевих крапель, які потім твердіють у вигляді металевого порошку. Зазначений порошок надалі збирається для подальшої обробки.

30 Слід зазначити, що на цьому етапі опису термін "форсунка" означає, в цілому пристрій, яким рідкий метал надходить в резервуар для розпилювання. В подальшому описі обладнання винаходу форсунка буде описана більш докладно, причому зазначена форсунка буде містити кілька різних деталей, які разом утворюють "форсунку в зборі", а також "пристрій для заміни форсунки".

35 Розплавлений метал 109 міститься в резервуарі 101 для рідкого металу, який має отвір 104 резервуара на дні, через який рідкий метал може витікати в форсунку 1. Наприклад, резервуар для рідкого металу має канал 103, яким рідкий метал примусово випускається з резервуара 101 через отвір 104 резервуара. Цей канал 103 може бути обладнаний індуктором для регулювання температури рідкого металу, що випускається через отвір 104 резервуара.

40 Контейнер 102 для розпилювання заповнений інертним газом для запобігання окисненню порошку. Металеві краплі охолоджуються під час падіння в контейнері для розпилювання.

45 Розпилювальне текуче середовище може бути рідиною або газом. В загалі, газове розпилювання сприяє виробництву частинок порошку, які мають високий рівень заокругленості. Такі частинки також менше окиснюються, ніж при водяному розпиленні. З іншого боку, рідинне розпилювання і, зокрема, водяне розпилювання, може бути хорошим компромісним рішенням стосовно вартості/продуктивності/якості, коли це дозволяють необхідні розміри і форма частинок для передбачуваного застосування.

50 У разі газового розпилювання, розпилювальним газом переважно є аргон або азот. Також можна було б використовувати гелій, але через високу теплопровідність він потребує високої теплоти перегрівання (понад 300 °C), щоб уникнути закупорювання. Аргон і азот збільшують в'язкість в розплавленому стані повільніше, ніж інші гази, наприклад, гелій, що сприяє утворенню частинок меншого розміру. Вони регулюють чистоту хімічного складу, за винятком наявності небажаних домішок, і сприяють одержанню хорошої морфології порошку. У разі використання аргону можуть бути одержані дрібніші частинки, ніж при використанні азоту, оскільки молярна маса азоту становить 14,01 г/моль порівняно з 39,95 г/моль для аргону. З іншого боку, питома теплоємність азоту становить 1,04 Дж/(°K) проти 0,52 Дж/(°K) для аргону. Тобто, азот збільшує швидкість охолодження частинок. Використання аргону може бути переважним за використання азоту, щоб уникнути забруднення хімічного складу азотом, і якщо хімічний склад є реактивним.

Течія газу впливає на розподіл розмірів частинок і мікроструктуру металевого порошку. Зокрема, що більше течія то вища швидкість охолодження. Відповідно, відношення газ/метал, яке визначається як відношення витрати газу (в кг/год.) до витрати металу (кг/год.), переважно становить 1-5, а більш переважно 1,5-3.

Зовнішній діаметр форсунки для рідкого металу впливає на витрату металу і, таким чином, на розподіл розмірів частинок і на швидкість охолодження. Максимальний діаметр, наприклад, обмежується 6 мм для обмеження збільшення середнього розміру частинок і зменшення швидкості охолодження. Більш переважно діаметр становить 2-3 мм для більш точного регулювання розподілу розмірів частинок і сприяння формуванню необхідної мікроструктури.

Металеві порошки, одержувані розпиленням, можуть бути класифіковані так, щоб вони відповідали частинкам, розмір яких краще підходить для застосування конкретної технології, а саме технології адитивного виробництва, яка має використовуватися в подальшому. Наприклад, у разі адитивного виробництва шляхом сплавлення в порошковому шарі доцільним є діапазон 15-50 мкм. У разі адитивного виробництва шляхом лазерного осадження металу або прямого осадження металу переважним є діапазон 45-150 мкм.

Форма і розмір випускного отвору форсунки для рідкого металу є критичними для забезпечення виробництва металевого порошку належної якості. Однак в процесі розпилювання випускний отвір форсунки піддається значному зношенню в результаті дії тиску, який прикладається до випускного отвору рідким металом, високої температури рідкого металу (наприклад, у разі використання сталі ця температура становить більше 1500 °C) і можливої хімічної взаємодії матеріалу форсунки для рідкого металу і самого рідкого металу. Для безперервного процесу розпилювання зі стабільним рівнем якості продукту необхідно замінювати форсунку для рідкого металу під час виробничого процесу. Оскільки виконання процесу розпилювання залежить від проходження рідкого металу через форсунку для рідкого металу, сама операція заміни форсунки тимчасово перериватиме процес розпилювання. З цієї причини зазначена операція має виконуватися максимально швидко. Окрім того, оскільки рідкий метал знаходиться під тиском для виходу через отвір резервуара, необхідно керувати течією рідкого металу під час операції заміни форсунки з метою безпеки і захисту обладнання (зокрема контейнер для розпилювання може бути пошкоджений внаслідок витоку рідкого металу).

На Фіг. 2-4 показаний пристрій 30 для заміни форсунки за варіантом виконання цього винаходу. Цей пристрій дозволяє форсунці прискорено переміщатися на місце встановлення і з місця встановлення для швидкої заміни.

Пристрій 30 для заміни форсунки містить такі елементи:

- щонайменше одну форсунку 10 в зборі,
- опорну конструкцію 20, призначену для утримання форсунок 10 в зборі,
- джерело 106 подачі розпилювального текучого середовища високого тиску і розподільну лінію 105 (не показана на фігурах), які придатні для подачі розпилювального текучого середовища високого тиску для виконання процесу розпилювання,
- механічний пристрій, призначений для переміщення форсунок 10 в зборі в опорній конструкції в напрямку S, по суті, паралельному отвору резервуара 104 для рідкого металу. Зазначений механічний пристрій не показаний на прикладених фігурах.

Опорна конструкція 20 виконана так, що форсунка 10 в зборі може переміщатися в зазначеній опорній конструкції 20 в напрямку S, по суті, паралельному отвору 104 резервуара для рідкого металу, причому зазначена опорна конструкція містить:

- використовувану секцію 20i, відповідну ділянці опорної конструкції 20, яка призначена для розміщення форсунки 10i в зборі з впускним отвором для рідкого металу, який є фактично вирівняним з отвором резервуара. Як показано на Фіг. 2, використовувана секція, приблизно обмежується пунктирними лініями i1 і i2,
- вхідну секцію 20e, відповідну ділянці опорної конструкції 20, яка розташована вище використовуваної секції 20i за технологічним потоком з урахуванням напрямку переміщення S форсунки в зборі.

Для ясності напрямку S переміщення на прикладених фігурах позначений як прямий напрямку, і загальна форма опорної конструкції 20 є прямолінійною формою. Однак також існує можливість впровадження цього винаходу, використовуючи криволінійну опорну конструкцію 20 і відповідний криволінійний напрямку S переміщення. Така криволінійна конструкція може знадобитися, наприклад, для проектування опорної конструкції 20, яка вписується в призначений об'єм 20, в цілому, для зменшення загального простору, який займає пристрій 30 для заміни форсунки.

Як показано на Фіг. 4-8, форсунка 10 в зборі містить такі елементи:

- верхню частину 11, призначену для розміщення найбільш близько до резервуара для рідкого металу в процесі розпилювання, причому зазначена верхня частина має верхню поверхню 12,

5 - нижню частину 19, розташовану найбільш близько до контейнера для розпилювання в процесі розпилювання, причому зазначена нижня частина має нижню поверхню 18,

- передню поверхню і задню поверхню, які з'єднують зазначені верхню і нижню поверхні і розташовані відповідно з передньої і задньої сторін форсунки в зборі з урахуванням напрямку S переміщення,

10 - форсунку 40 для рідкого металу, яка має впускний отвір 41 для рідкого металу, придатний для вирівнювання з отвором 104 резервуара, і випускний отвір 42 для рідкого металу, виконаний з можливістю виливання струменя рідкого металу в контейнер для розпилювання, причому зазначений впускний отвір 41 для рідкого металу розташований на верхній поверхні 12, і зазначений випускний отвір 42 для рідкого металу розташований на нижній поверхні 18,

15 - форсунку 50 для розпилювального текучого середовища, яка містить щонайменше один впускний отвір 51 для розпилювального текучого середовища і випускний отвір 52 для розпилювального текучого середовища, виконаний так, що текуче середовище, яке витікає через випускний отвір 52 для розпилювання текучого середовища діє на струмінь рідкого металу, що витікає з випускного отвору 42 для рідкого металу, причому зазначений випускний отвір 52 для розпилювального текучого середовища розташований в нижній поверхні 18,

20 причому зазначена форсунка 10 в зборі пристосована для встановлення на опорній конструкції 20 так, що форсунка 10 в зборі може переміщатися в зазначеній опорній конструкції 20 в напрямку S, по суті, паралельному отвору резервуара 104 для рідкого металу.

З посиланням на Фіг. 2 для заміни форсунки 10 в зборі в ході виробництва механічний пристрій, не показаний на фігурі, штовхає форсунки 10 в зборі, так що використовується форсунка 10i в зборі виштовхується з використовуваної секції 20i і замінюється наступною розташованою в ряді форсункою 10n в зборі, розташованій у вхідній секції 20e в найближчому положенні до використовуваної секції 20i. Оскільки таке переміщення може виконуватися за дуже короткий час, наприклад, менше 5 с або навіть переважно менше 2 с або менше 1 с, течія рідкого металу навряд чи буде порушена, і втрата продуктивності, пов'язана із заміною форсунки, буде дуже невеликою.

У конкретному варіанті виконання передня і задня поверхні 14, 15 мають взаємодоповнюючі форми, які забезпечують безперервну верхню поверхню 12 між двома розташованими один за одним впускними отворами 41 форсунок для рідкого металу двох форсунок 10 в зборі, які мають відповідні задню і передню поверхні, розташовані одна навпроти одної.

35 Для ясності всі форсунки 10 в зборі, які показані на прикладених фігурах, мають кубічну форму. Їхні передні і задні сторони 14, 15 є плоскими прямими поверхнями. Однак для впровадження цього винаходу можуть бути використані інші форми. Наприклад, для передньої і задньої площин можна використовувати криволінійні поверхні, які мають один і той самий радіус кривини для забезпечення необхідної взаємодоповнюваності форми. Конструкція цього типу, переважно дозволяє двом послідовно розташованим форсункам в зборі, які встановлені в опорній конструкції, трохи повертатися, навіть коли вони притиснуті одна до одної. Це, в свою чергу, може створювати перевагу при використанні опорної конструкції, яка має в цілому нелінійну форму, зв'язану з криволінійним напрямком S переміщення. Перевага полягає у відсутності витоків рідкого металу в контейнері для розпилювання, які мають негативні наслідки, оскільки вищеописана конструкція форсунки 10 в зборі забезпечує, що під час операції заміни форсунки використовується форсунка 10i в зборі і наступна розташована в ряді форсунка 10n в зборі торкаються одна одної на вертикальних сторонах, так що зазначені верхні поверхні 12 форсунок в зборі утворюють безперервну поверхню, яка блокує витікання металу під час операції заміни форсунки. Це означає, що операція заміни форсунки може виконуватися без необхідності використання спеціального пристрою, такого як зупиняльний стрижень для припинення течії металу. Крім того, пристрій для заміни форсунок може цілеспрямовано використовуватися навіть для тимчасового припинення течії металу у випадку, коли це потрібно з технічних причин, таких як-от необхідність виконання деяких операцій на контейнері для розпилювання або у разі виникнення виробничих проблем, пов'язаних з оснащенням пристрою для розпилювання. Для тимчасового припинення течії металу використовується форсунка 10i в зборі частково виштовхується з використовуваної секції 20i, і наступна розташована в ряді форсунка 10n в зборі частково вштовхується всередину зазначеної використовуваної секції, так щоб отвір резервуара блокувався верхньою поверхнею 12 або використовуваної форсунки 10i в зборі, або наступною розташованою в ряді форсунки 10n в зборі, або обома зазначеними форсунками в зборі.

У конкретному варіанті виконання, наприклад, в показаному на Фіг. 5-8, впускні отвори 51 для розпилювального текучого середовища форсунок 10 в зборі розташовані в іншій площині по відношенню до впускних отворів 41 для рідкого металу. Переважно, це дозволяє незалежно регулювати з'єднання з впускним отвором для рідкого металу з впускним отвором для розпилювального текучого середовища, кожне з яких потребує забезпечення належної герметичності для виконання безперебійного процесу розпилювання. У разі форсунки 10і впускний отвір 41 для рідкого металу має бути точно вирівняний з отвором 104 резервуара. З іншого боку, впускний отвір 51 для розпилювального текучого середовища має бути герметично з'єднаний з джерелом 106 подачі розпилювального текучого середовища (оскільки тиск розпилювального текучого середовища може бути дуже високим). Якщо впускні отвори для рідкого металу і впускні отвори для розпилювального текучого середовища розташовані в одній і тій самій площині, будуть відсутні ступені свободи для незалежного регулювання їхнього позиціонування і забезпечення незалежного доступу до зазначених отворів. Однак, якщо вони розташовані в окремих площинах, можна, наприклад, передбачити швидкодіючі системи з'єднання для впускних отворів 51 для розпилювального текучого середовища, наприклад, які показані на прикладених фігурах. Зазначені впускні отвори 51 для розпилювального текучого середовища можуть мати зручний і незалежний доступ відносно верхньої поверхні 12 форсунки в зборі.

В конкретному варіанті виконання винаходу кожна форсунка 10 в зборі має парну кількість впускних отворів 51 для розпилювального текучого середовища, які утворюють щонайменше одну пару впускних отворів для розпилювального текучого середовища, причому для кожної зазначеної пари впускні отвори розташовані навпроти один одного в протилежних по суті, паралельних площинах на, по суті, протилежних сторонах форсунки 10 в зборі. Таке компонування створює перевагу, яка полягає в тому, що вона забезпечує кращий розподіл потоку розпилювального текучого середовища всередині форсунки 50 для розпилювального текучого середовища.

В конкретному варіанті виконання винаходу, наприклад, показаному на Фіг. 5-8, впускний отвір 52 для розпилювального текучого середовища має, по суті, кільцеву форму. Переважно, це забезпечує гомогенну течію розпилювального текучого середовища, яка впливає на течію рідкого металу в камері для розпилювання.

В конкретному варіанті виконання винаходу, наприклад, показаному на Фіг. 5-8, верхня частина 11 кожної форсунки 10 в зборі містить верхню плиту 13, виконану з жароміцного і корозійно-стійкого матеріалу, і зазначена верхня плита 13 охоплює ділянку форсунки 40 для рідкого металу розташовану всередині верхньої частини 11. Переважно, використання жароміцного і корозійно-стійкого матеріалу забезпечує відповідний опір високим температурам, дії яких піддається зазначений пристрій в процесі розпилювання, а також відповідний опір можливій течії рідкого металу, який може діяти на зазначену верхню плиту 13 або під час операції заміни форсунки, або при використанні пристрою для заміни форсунки для тимчасового припинення течії рідкого металу або паразитних витоків рідкого металу. Крім того, використання конструкції, в якій верхня плита 13 охоплює форсунку 40 для рідкого металу, забезпечує зручність технічного обслуговування і складання верхньої частини 11 і належну герметичність зазначеної верхньої частини, що перешкоджає пошкодженню форсунки в зборі через виток рідкого металу під час операції заміни форсунки або забезпечує використання форсунки в зборі для тимчасового припинення течії металу або, в загальні, під час операції розпилювання.

В конкретному варіанті виконання винаходу ділянка верхньої плити 13, яка міститься на верхній поверхні 12, піддається поверхневій обробці для зменшення коефіцієнта тертя. Переважно, це дозволяє форсункам 10 в зборі плавно переміщатися всередині опорної конструкції 20, мінімізуючи зношення форсунок 10 в зборі і опорної конструкції 20 під час операції заміни форсунки.

В конкретному варіанті виконання винаходу верхня плита 13 виконана з графіту. Графіт є як жароміцним і корозійно-стійким матеріалом, так і матеріалом з низьким коефіцієнтом тертя, що дозволяє забезпечувати вищеописані переваги стосовні відповідного опору дії рідкого металу і загального тепла навколишнього середовища, а також низького зношення форсунки в зборі і опорної конструкції під час операції заміни форсунки.

В конкретному варіанті виконання винаходу, наприклад, в показаному на Фіг. 5-8, нижня частина 19 містить форсунку 50 для розпилювального текучого середовища, виконану з можливістю оточення ділянки форсунки 40 для рідкого металу, розташованої всередині нижньої частини 19. Переважно, це забезпечує зручність технічного обслуговування і складання нижньої частини 19, і належну герметичність зазначеної нижньої частини. Ця конструкція також дозволяє

одержати форсунку в зборі, в якій форсунка 50 для текучого розпилювального середовища може використовуватися повторно після виштовхування використаної форсунки. Фактично, є можливість від'єднання відпрацьованої форсунки 40 для рідкого металу від форсунки 50 для розпилювального текучого середовища, оскільки зазначена форсунка для рідкого металу просто вставлена всередину передбаченого оточувального об'єму форсунки 50 для розпилювального текучого середовища. Це є переважним з точки зору витрат на технічне обслуговування і експлуатаційних витрат, оскільки форсунки для розпилювального текучого середовища є дорогими пристроями. Наприклад, форсунка 50 для розпилювального середовища виконана з нержавіючої сталі і має впускні отвори для швидкого з'єднання, як описано вище. Наприклад, форсунка для розпилювального текучого середовища зроблена з верхньої і нижньої частин, складених одна з одною, наприклад, з допомогою гвинтового з'єднання, як показано на Фіг. 7. Переважно, це дозволяє одержати складну конструкцію з декількох деталей, використовуючи при цьому традиційні процеси виробництва деталей, наприклад, лиття. Конструкція з двох деталей, переважно, також може забезпечувати зручне складання перед використанням і розкладання після використання форсунки 40 для рідкого металу і форсунки 50 для розпилювального текучого середовища.

У конкретному варіанті виконання винаходу, показаному на Фіг. 4 і 8, опорна конструкція 20 містить верхню частину 21, виконану з можливістю примикання до верхньої поверхні 12 форсунки 10 в зборі, причому використовується ділянка зазначеної верхньої частини 21 і містить:

- проміжну форсунку 22 для рідкого металу, пристосовану для з'єднання на верхній стороні 23 з отвором 104 резервуара і на нижній стороні 24 з впускним отвором 41 для рідкого металу використаної форсунки 10 і в зборі,

- верхню плиту 25, яка охоплює зазначену проміжну форсунку 22 для рідкого металу.

Фактично, цей варіант виконання дозволяє розділяти форсунку, якою тече рідкий метал, на дві різні частини: проміжну форсунку 22, яка є нерухомою деталлю, встановленої всередині опорної конструкції 20, і форсунку 40 для рідкого металу форсунки 10 в зборі, яку можна легко замінювати під час операції розпилювання з допомогою описаної вище операції заміни форсунки. Переважно, це дозволяє легко замінювати найбільш критичну частину форсунки, якою є впускний отвір 42 для рідкого металу, виключаючи контакт між рухомою частиною форсунки і отвором 104 резервуара, що могло б призвести до зношення зазначеного отвору резервуара і відповідних частин резервуара 101 для рідкого металу, наприклад, каналу 103. Крім того, наявність верхньої плити 25, яка охоплює проміжну форсунку 22 для рідкого металу, уможливорює витягування і заміну проміжної форсунки 22 для рідкого металу після завершення процесу розпилювання і забезпечує належну герметичність і стійкість пристрою.

В конкретному варіанті виконання винаходу верхня плита 25 використаної секції опорної конструкції виконана з жароміцного і корозійно-стійкого матеріалу. Переважно, це забезпечує відповідний опір високим температурам, дії яких піддається зазначений пристрій в процесі розпилювання, а також відповідний опір можливій течії рідкого металу внаслідок паразитних витоків рідкого металу.

В конкретному варіанті виконання винаходу нижня поверхня 26 ділянки верхньої плити 25 використаної секції опорної конструкції піддається поверхневій обробці для зменшення коефіцієнта тертя. Переважно, це дозволяє форсункам 10 в зборі плавно переміщатися всередині опорної конструкції 20 використаної секції 20і, мінімізуючи зношення форсунок 10 в зборі і опорної конструкції 20 під час операції заміни форсунки.

В конкретному варіанті виконання винаходу верхня плита 25 використаної секції опорної конструкції виконана з графіту. Графіт є як жароміцним матеріалом, так і матеріалом з низьким коефіцієнтом тертя, що дозволяє забезпечувати вищеописані переваги стосовно належного опору впливу рідкого металу і загального тепла навколишнього середовища, а також низького зношення форсунки в зборі і опорної конструкції під час операції заміни форсунки.

В конкретному варіанті виконання винаходу, наприклад, показаному на Фіг. 2-4, опорна конструкція 20 також містить нижню частину 29, пристосовану для підтримки нижньої частини 19 форсунки 10 в зборі. Переважно, це забезпечує механічну стійкість пристрою для заміни форсунки, оскільки форсунки в зборі підтримуються знизу.

В конкретному варіанті виконання винаходу пристрій 30 для заміни форсунок також містить джерело подачі текучого середовища низького тиску і розподільчу лінію (не показана на фігурах), причому:

- щонайменше наступна розташована в ряді форсунка 10п в зборі має щонайменше один впускний отвір для подачі розпилювального текучого середовища, з'єднаний із зазначеним джерелом подачі розпилювального текучого середовища низького тиску,

- використовується форсунка 10 в зборі має щонайменше один впускний отвір для подачі розпилювального текучого середовища, з'єднаний з джерелом подачі розпилювального текучого середовища високого тиску.

За допомоги з'єднання наступної розташованої в ряді форсунки 10п в зборі з лінією текучого середовища низького тиску у впускного отвору 52 розпилювального текучого середовища зазначеної наступної розташованої в ряді форсунки 10п в зборі створюється надлишковий тиск. Переважно, це, в цілому, захищає впускний отвір 52 розпилювального текучого середовища і форсунку 50 для розпилювального текучого середовища від забруднення випадковими частинками металевих порошків, які можуть бути присутніми в контейнері для розпилювання. Фактично відомо, що металеві частинки дуже невеликого діаметру, наприклад, металеві частинки, діаметром менше 5 мкм, будуть кружляти контейнером для розпилювання і відповідному обладнанні контейнера для розпилювання, тому буде складно уловлювати зазначені частинки. Ці випадкові частинки можуть забивати і ушкоджувати форсунку для розпилювального текучого середовища, наражаючи на ризик її належне функціонування, коли вона знаходиться у використовуваному положенні, а також ускладнюючи її повторне використання в подальших процесах розпилювання без очищення або технічного обслуговування. Переважно, використання текучого середовища низького тиску для перешкоджання забрудненню металевим порошком передбачає використання існуючих впускних отворів 52 для текучого середовища, виключає витрачання дорогого текучого середовища високого тиску із зазначеною метою, а також забезпечує відсутність негативної взаємодії між текучим середовищем, яке виходить з наступної розташованої в ряді форсунки 10п в зборі, і текучим середовищем високого тиску, яке виходить з використовуваної форсунки 10і в зборі.

В конкретному варіанті виконання винаходу використовуване текуче середовище в джерелі для подачі текучого середовища низького тиску і розподільчої лінії, є одним і тим самим текучим середовищем використовуваним в якості розпилювального текучого середовища. Переважно, це забезпечує оптимальне використання існуючого впускного отвору 52 для текучого середовища і камер циркуляції текучого середовища форсунки 50 для текучого середовища. Фактично, вони виконані з можливістю течії розпилювального текучого середовища.

В конкретному варіанті виконання винаходу джерело подачі текучого середовища низького тиску містить щонайменше ділянку рециркуляційного розпилювального текучого середовища, яке відновлюється після декомпресії при використанні в процесі розпилювання. Переважно, використання наявного відпрацьованого розпилювального текучого середовища може знизити витрати і забезпечити вигоду в ефективності.

В конкретному варіанті виконання винаходу щонайменше використовується форсунка 20і в зборі і наступна розташована в ряді форсунка 20п в зборі з'єднані з лініями високого тиску і низького тиску, а пристрій 30 для заміни форсунки також містить клапанну систему для кожної форсунки в зборі. Переважно, це дозволяє застосувати вищеописану систему продування текучого середовища низького тиску для перешкоджання забрудненню металевих порошків без необхідності регулювання з'єднань для подачі текучого середовища при виконанні операції заміни форсунки, причому подача текучого середовища для нової використовуваної форсунки 10і буде перемикається на подачу під час операції заміни форсунки шляхом приведення в дію клапанної системи.

В конкретному варіанті виконання винаходу пристрій 30 заміни форсунки містить лінійний виконавчий механізм, виконаний з можливістю перемикавання подачі текучого середовища до впускного отвору 51 для текучого середовища форсунки в зборі між лінією високого тиску і лінією низького тиску. Переважно, це дозволяє використовувати ті самі налаштування впускного отвору 51 для текучого середовища як для з'єднання з джерелом подачі високого тиску, так і для з'єднання з джерелом подачі низького тиску, тим самим спрощуючи конструкцію і технічне обслуговування форсунки 50 для розпилювального текучого середовища.

В конкретному варіанті виконання винаходу пристрій 30 заміни форсунки містить датчик зношення форсунки для рідкого металу, не показаний на прикладених фігурах, і виконаний з можливістю моніторингу рівня зношення матеріалу впускного отвору використовуваної форсунки для рідкого металу. Переважно, це дозволяє виконувати операцію заміни форсунки в оптимальний момент часу, тим самим, гарантуючи максимально ефективне застосування використовуваної форсунки в зборі без зниження якості і продуктивності процесу розпилювання.

В конкретному варіанті виконання винаходу, показаному на Фіг. 4, пристрій 30 заміни форсунки також містить зупиняльний стрижень 108, виконаний з можливістю блокування течії рідкого металу, який виходить через отвір 104 резервуара. Наприклад, зупиняльний стрижень

переміщається вниз для блокування входу каналу 103 і припинення течії рідкого металу. Переважно, наявність зупиняльного стрижня за необхідності забезпечує можливість припинення течії рідкого металу, наприклад, з причин експлуатації або заміни форсунки. Це дозволяє додатково виключити витік рідкого металу під час операції із заміни форсунки.

В конкретному варіанті виконання винаходу, показаному на Фіг. 4, зазначений зупиняльний стрижень 108 має порожнистий об'єм 109, а також має отвір 110 стрижня, через який може прикладатися тиск до рідкого металу нижче зупиняльного стрижня для виштовхування рідкого металу, що залишився нижче зупиняльного стрижня, через випускний отвір 42 для рідкого металу, коли зупиняльний стрижень 108 використовується для припинення течії рідкого металу. Фактично, коли зупиняльний стрижень для припинення течії рідкого металу приводиться в дію, частина рідкого металу, що міститься всередині форсунки 40 для рідкого металу, більше не піддається тиску з боку рідкого металу з резервуара 101 для рідкого металу. Як наслідок, це припиняє течію рідкого металу через форсунку 40 для рідкого металу і може призводити до затвердіння металу всередині форсунки 40 для рідкого металу, і унеможлиблює її подальше використання після піднімання зупиняльного стрижня. Крім того, стовп рідкого металу може також тверднути вище форсунки 40 для рідкого металу (наприклад, всередині проміжної форсунки 22 або отвору 104 резервуара). Це може утворювати тверде з'єднання затверділого металу між форсункою 10 в зборі і опорною конструкцією або навіть резервуаром для рідкого металу, блокуючи ковзне переміщення форсунки 10 в зборі і, таким чином, фактично блокуючи в цілому функціонування пристрою 30 для заміни форсунки. Щоб уникнути зазначеного блокування, переважно, використовується вищеописаний порожнистий зупиняльний стрижень 108 з отвором 110 стрижня, через який може прикладатися тиск до рідкого металу нижче зупиняльного стрижня для виштовхування рідкого металу, що залишився нижче зупиняльного стрижня, через випускний отвір 42 для рідкого металу, коли зупиняльний стрижень 108 використовується для припинення течії рідкого металу. Наприклад, текуче середовище може продуватися через отвір 110 стрижня для надання тиску до стовпа рідкого металу під зупиняльним стрижнем для його виштовхування і перешкоджання вищезазначеному затвердінню, яке має негативні наслідки. Наприклад, зупиняльний стрижень також може містити внутрішній стрижень, який може переміщатися вниз всередині порожнистого об'єму 109, тим самим стискаючи текуче середовище всередині порожнистого об'єму 109 для надання необхідного тиску для виштовхування рідкого металу, що залишився нижче зупиняльного стрижня.

В конкретному варіанті виконання винаходу в процесі розпилювання до нижньої частини 19 використовуваної форсунки 10i в зборі прикладається спрямований вгору тиск, причому зазначений спрямований вгору тиск прикладається з можливістю протидії спрямованому вниз тиску, створюваному течією рідкого металу. Переважно, це дозволяє забезпечити, що використовувана форсунка 10i в зборі буде міцно утримуватися на місці в процесі розпилювання і не переміщатиметься від паразитних напружень зсуву, вібрацій, тощо. Крім того, це також забезпечує захист опорної конструкції. Фактично, спрямований вниз тиск, прикладається течією рідкого металу через форсунку 20 для рідкого металу, призводить до створення спрямованого вниз тиску, прикладеного використовуваною форсункою 10i в зборі до опорної конструкції 20. Якщо цей тиск не компенсується спеціально прикладеним спрямованим вгору зворотним тиском, все навантаження від зазначеного тиску буде прикладатися опорною конструкцією 20, що може призводити до механічного зношення, викривлення, деформації і проблем з технічним обслуговуванням. Такі фактори тим більше є критичними з урахуванням того, що під час операції розпилювання виникають високі температури, і, отже, опорна конструкція піддається діє високим температур і значних механічних навантажень, що може спричинити передчасний вихід з ладу обладнання через таке, добре відоме явище, як повзучість.

Операція заміни форсунки для впровадження вищеописаного пристрою, включає такі етапи:
 А/ забезпечення наявності зазначеного пристрою для заміни форсунки,
 В/ приведення в дію механічного пристрою для виконання переміщення форсунок в зборі в напрямку S переміщення,

С/ виштовхування використовуваної форсунки із використовуваною секцією опорною конструкцією і її заміна наступною розташованою в ряді форсункою, яка стає новою використовуваною форсункою.

Операція заміни форсунки за необхідності включає додатковий етап перемикання подачі текучого середовища до нової використовуваної форсунки від джерела подачі текучого середовища низького тиску до джерела подачі розпилювального текучого середовища високого тиску. Зазначений етап виконується з використанням клапанної системи або лінійного

виконавчого механізму, або будь-якої іншої системи, придатної для швидкого перемикання між зазначеними джерелами подачі текучого середовища високого і низького тиску.

Операція заміни форсунки за необхідності включає додатковий етап використання інформації від датчика зношення форсунки для рідкого металу, виконаного з можливістю моніторингу рівня зношення матеріалу випускного отвору використовуваної форсунки для рідкого металу для визначення відповідного моменту для виконання операції заміни форсунки.

Операція заміни форсунки за необхідності включає додатковий етап переміщення зупиняльного стрижня для припинення течії рідкого металу з отвору 104 резервуара перед виконанням вищеописаного етапу В.

Операція заміни форсунки за необхідності включає додатковий етап прикладання тиску до рідкого металу нижче зупиняльного стрижня для виштовхування рідкого металу, що залишився нижче зупиняльного стрижня, через випускний отвір 42 для рідкого металу перед виконанням вищеописаного етапу В.

Операція заміни форсунки за необхідності включає додатковий етап надання спрямованого вгору тиску до нижньої частини використовуваної форсунки в зборі після виконання вищеописаного етапу С.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Форсунка (10) в зборі, придатна для використання у пристрої для розпилення рідкого металу, що містить:
резервуар (101) для рідкого металу, що призначений для утримання рідкого металу (109) і має отвір (104) резервуара, призначений для виходу рідкого металу (109) з резервуара для рідкого металу (101), та
контейнер (102) для розпилення,
при цьому пристрій для розпилення рідкого металу виконано таким чином, що рідкий метал, що виходить із зазначеного резервуара для рідкого металу через отвір (104) резервуара, розпилюється розпилювальним текучим середовищем для формування металевго струменя (110) в контейнері (102) для розпилювання, причому зазначена форсунка (10) в зборі містить:
верхню частину (11), виконану з можливістю розміщення найбільш близько до резервуара (101) для рідкого металу в процесі розпилювання, причому зазначена верхня частина має верхню поверхню (12),
нижню частину (19), виконану з можливістю розміщення найбільш близько до контейнера (102) для розпилювання в процесі розпилювання, причому зазначена нижня частина має нижню поверхню (18),
передню поверхню (14) і задню поверхню (15), які з'єднують зазначені верхню і нижню поверхні (12, 18) і розташовані, відповідно, з передньої і задньої сторін форсунки в зборі з урахуванням напрямку S переміщення,
форсунку (40) для рідкого металу, яка має впускний отвір (41) для рідкого металу, придатний для вирівнювання з отвором (104) резервуара, і випускний отвір (42) для рідкого металу, виконаний з можливістю випускання струменя рідкого металу в контейнер для розпилювання, причому зазначений впускний отвір (41) для рідкого металу розташований на верхній поверхні (12), а зазначений випускний отвір (42) для рідкого металу розташований на нижній поверхні (18),
форсунку (50) для розпилювального текучого середовища, яка містить щонайменше один впускний отвір (51) для розпилювального текучого середовища і випускний отвір (52) для розпилювального текучого середовища, виконаний так, що текуче середовище, яке витікає через випускний отвір (52) для розпилювання текучого середовища, діє на струмінь рідкого металу, що витікає з випускного отвору (42) для рідкого металу, причому зазначений випускний отвір (52) для розпилювального текучого середовища розташований в нижній поверхні (18), причому зазначена форсунка (10) в зборі пристосована для установки на опорній конструкції (20) з можливістю переміщення в зазначеній опорній конструкції (20) в напрямку S, по суті, паралельному отвору (104) резервуара для рідкого металу.
2. Форсунка (10) в зборі за п. 1, яка **відрізняється** тим, що передня і задня поверхні (14, 15) мають взаємодоповнюючі форми, які забезпечують безперервну верхню поверхню (12) між двома розташованими один за одним впускними отворами (41) форсунок для рідкого металу двох форсунок (10) в зборі, які мають відповідні задню і передню поверхні (14, 15), розташовані одна навпроти одної.

3. Форсунка (10) в зборі за п. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що щонайменше один впускний отвір (51) для розпилювального текучого середовища розташований в іншій площині відносно впускного отвору (41) для рідкого металу.
- 5 4. Форсунка (10) в зборі за будь-яким з пп. 1 або 3, яка **відрізняється** тим, що має пару кількість впускних отворів (51) для розпилювального текучого середовища, які утворюють щонайменше одну пару впускних отворів (51) для розпилювального текучого середовища, причому для кожної зазначеної пари впускні отвори (51) розташовані один навпроти одного в протилежних і, по суті, паралельних площинах на, по суті, протилежних сторонах форсунки (10) в зборі.
- 10 5. Форсунка (10) в зборі за будь-яким з пп. 1-4, яка **відрізняється** тим, що випускний отвір (52) для розпилювального текучого середовища має, по суті, кільцеву форму.
6. Форсунка (10) в зборі за будь-яким з пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що верхня частина (11) містить верхню плиту (13), виконану з жароміцного і корозійностійкого матеріалу, і зазначена верхня плита (13) виконана з можливістю оточення ділянки форсунки (40) для рідкого металу, розташованої всередині верхньої частини (11).
- 15 7. Форсунка (10) в зборі за п. 6, яка **відрізняється** тим, що ділянка верхньої плити (13), яка знаходиться на верхній поверхні (12), піддається поверхневій обробці для зменшення коефіцієнта тертя.
8. Форсунка (10) в зборі за п. 6 або 7, яка **відрізняється** тим, що верхня плита (13) виконана з графіту.
- 20 9. Форсунка (10) в зборі за будь-яким з пп. 1-8, яка **відрізняється** тим, що нижня частина (19) містить форсунку (50) для розпилювального текучого середовища, виконану з можливістю оточення ділянки форсунки (40) для рідкого металу, розташованої всередині нижньої частини (19).
- 25 10. Опорна конструкція (20), призначена для утримання щонайменше однієї форсунки (10) в зборі за будь-яким з пп. 1-9, яка придатна для використання в пристрої для розпилення рідкого металу, що містить:
резервуар (101) для рідкого металу, що призначений для утримання рідкого металу (109) і має отвір (104) резервуара, призначений для виходу рідкого металу (109) з резервуара для рідкого металу (101), та
30 контейнер (102) для розпилення,
при цьому пристрій для розпилення рідкого металу виконано таким чином, що рідкий метал, що виходить із зазначеного резервуара для рідкого металу через отвір (104) резервуара, розпилюється розпилювальним текучим середовищем для формування металевого розпилювального струменя (110) в контейнері (102) для розпилювання, причому зазначена опорна конструкція (20) виконана так, що форсунка (10) в зборі може переміщатися всередині зазначеної опорної конструкції (20) в напрямку S, по суті, паралельному отвору (104) резервуара для рідкого металу, причому зазначена опорна конструкція (20) додатково містить:
використовувану секцію (20i), відповідну ділянці опорної конструкції (20), яка виконана з
40 можливістю розміщення використовуваної форсунки (10i) в зборі, причому зазначена форсунка (10i) в зборі має впускний отвір (41) для рідкого металу, вирівняний з отвором (104) резервуара, вхідну секцію (20e), відповідну ділянці опорної конструкції (20), яка розташована вище за технологічним потоком використовуваної секції (20i) з урахуванням напрямку S переміщення.
- 45 11. Опорна конструкція (20) за п. 10, яка **відрізняється** тим, що додатково містить верхню частину (21), виконану з можливістю примикання до верхньої поверхні (12) форсунки (10) в зборі, причому використовувана ділянка зазначеної верхньої частини (21i) містить:
проміжну форсунку (22) для рідкого металу, пристосовану для з'єднання на верхній стороні (23) з отвором (104) резервуара і на нижній стороні (24) - з впускним отвором (41) для рідкого металу використовуваної форсунки (20i) в зборі,
- 50 верхню плиту (25), яка охоплює зазначену проміжну форсунку (22) для рідкого металу.
12. Опорна конструкція (20) за п. 11, яка **відрізняється** тим, що верхня плита (25) використовуваної секції опорної конструкції виконана з жароміцного і корозійностійкого матеріалу.
13. Опорна конструкція (20) за п. 12, яка **відрізняється** тим, що нижня поверхня ділянки верхньої плити (26) використовуваної секції опорної конструкції піддана поверхневій обробці для зменшення коефіцієнта тертя.
- 55 14. Опорна конструкція (20) за п. 12, яка **відрізняється** тим, що верхня плита (25) використовуваної секції опорної конструкції виконана з графіту.

15. Опорна конструкція (20) за будь-яким з пп. 10-14, яка **відрізняється** тим, що додатково містить нижню частину (29), пристосовану для утримання нижньої частини (19) форсунки (10) в зборі.

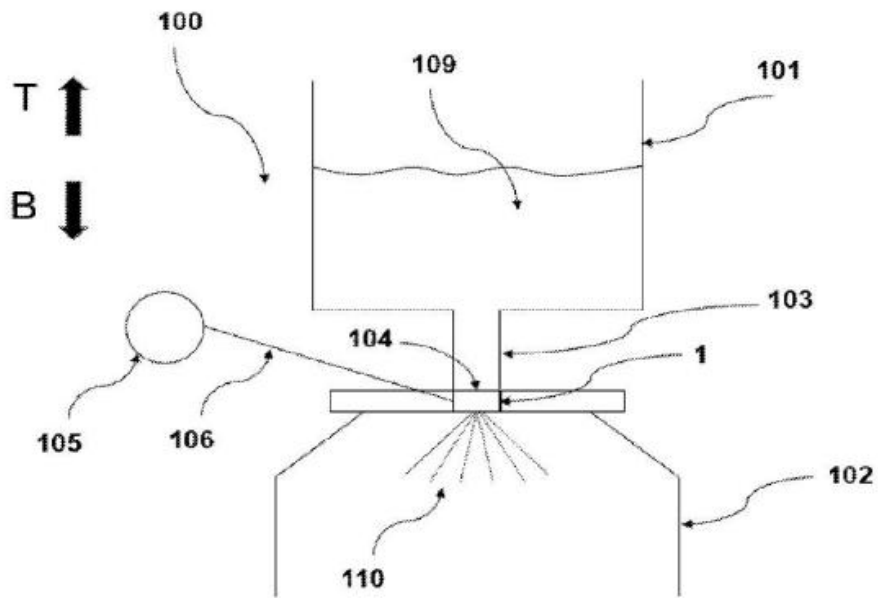


Fig. 1

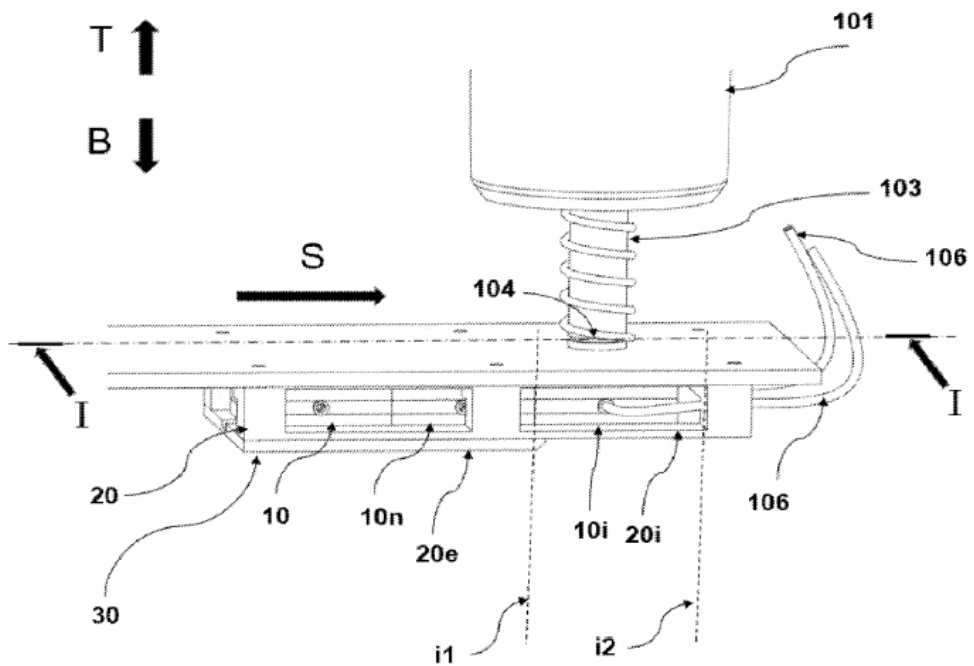


Fig. 2

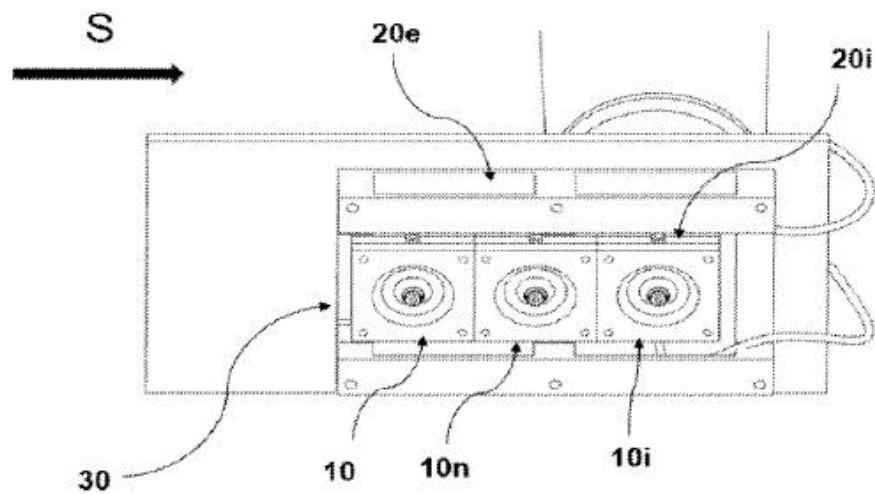


Fig. 3a

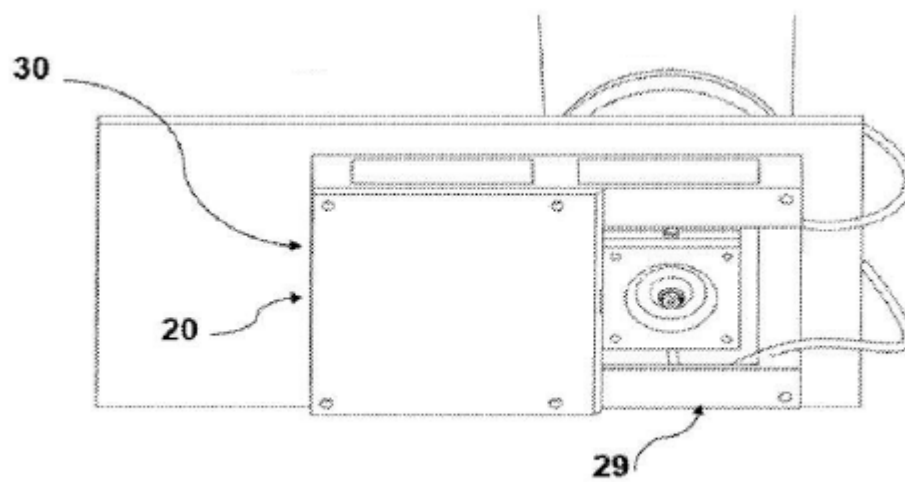


Fig. 3b

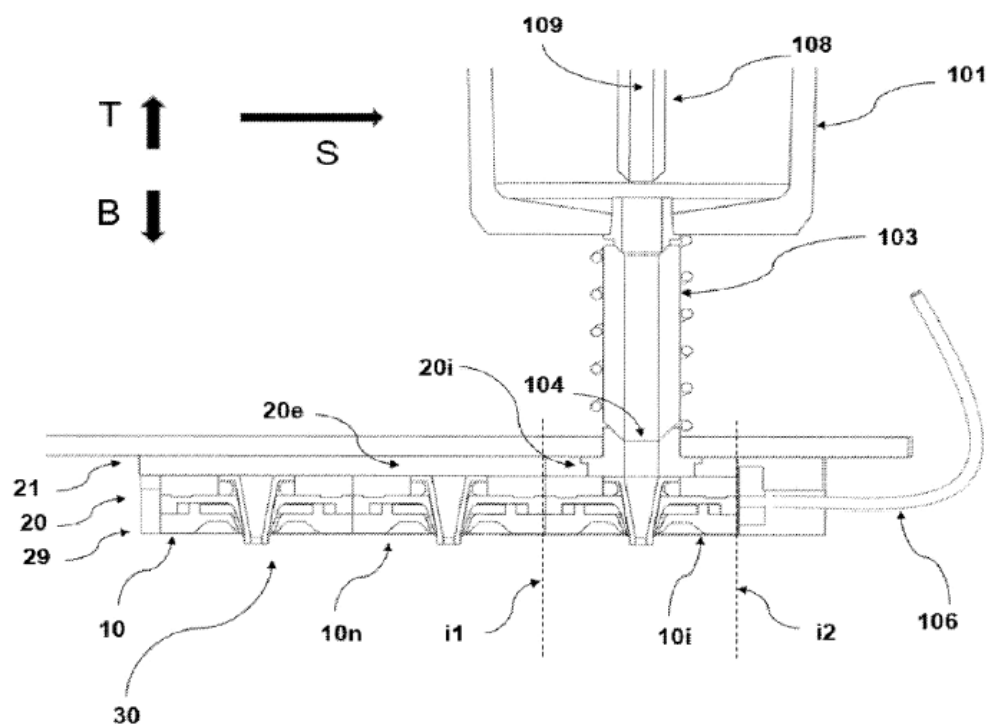


Fig. 4

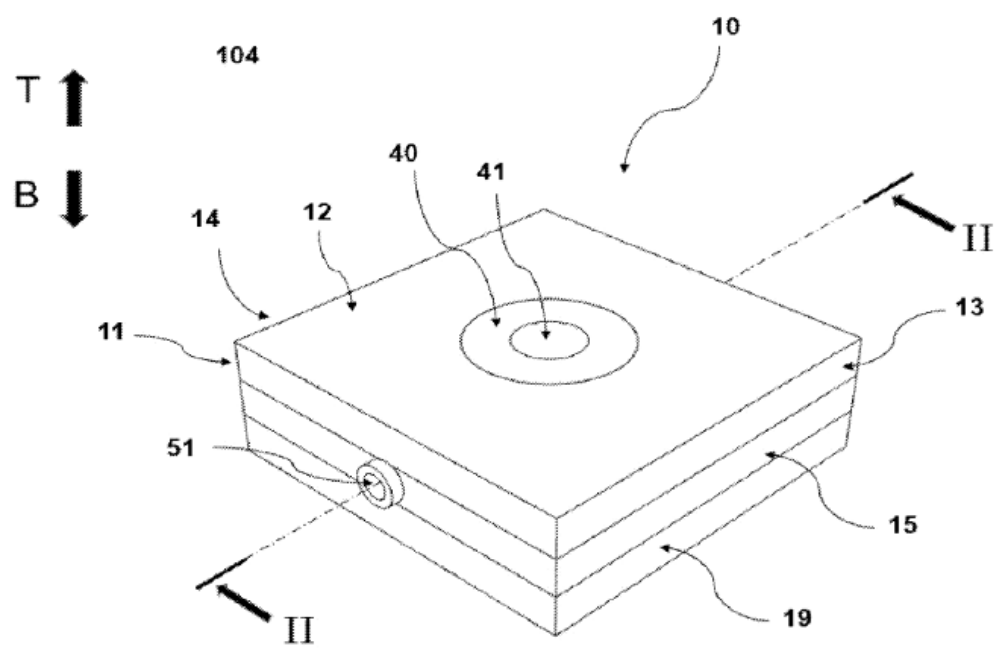


Fig. 5

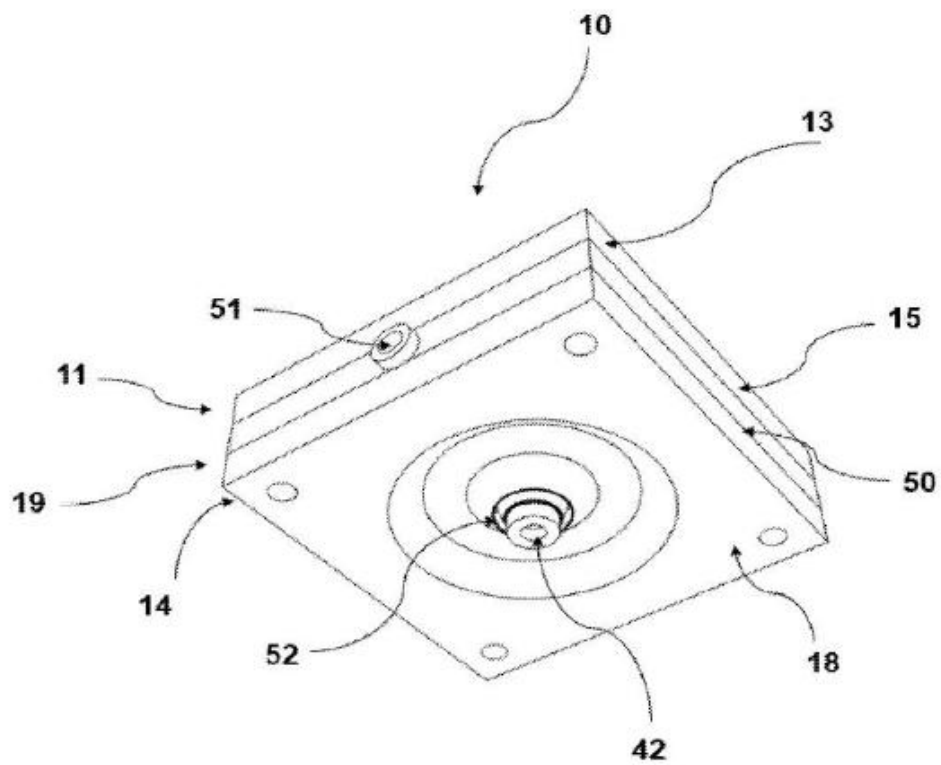


Fig. 6

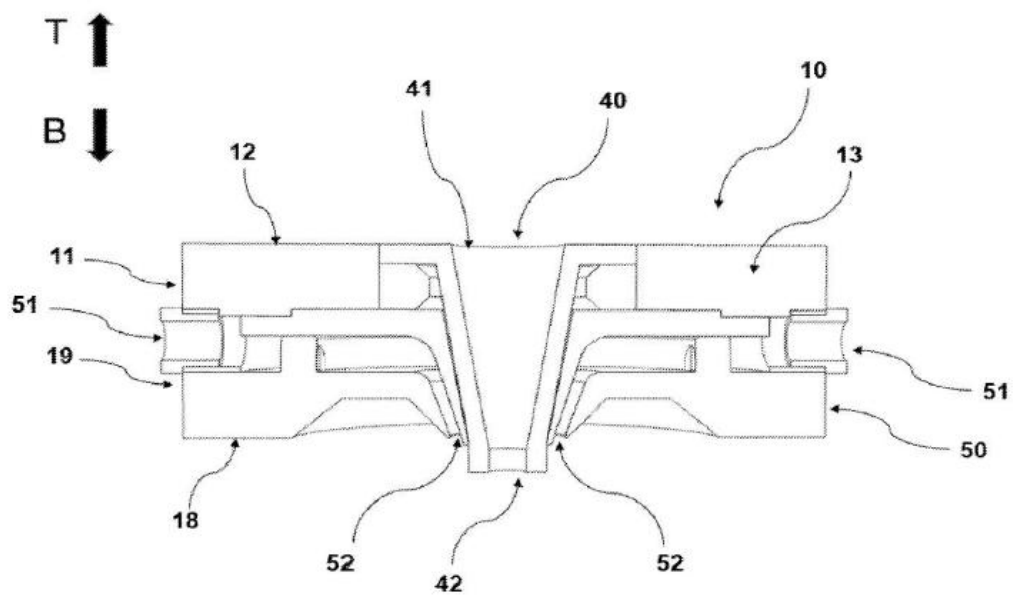


Fig. 7

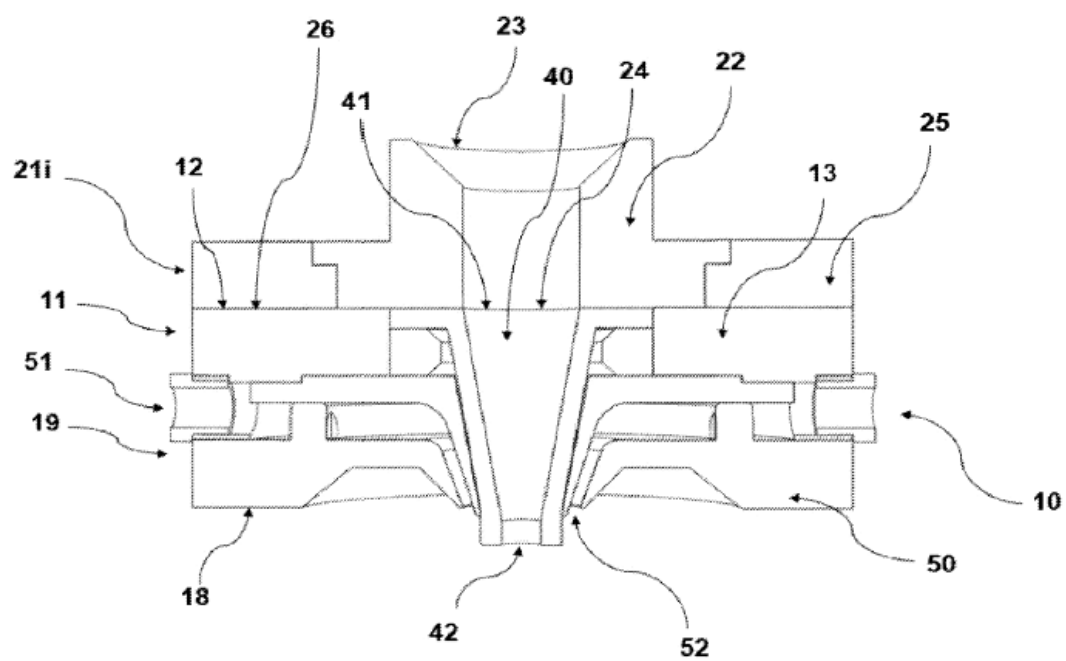


Fig. 8