



УКРАЇНА

(19) UA (11) 69696 (13) C2

(51) МПК (2006)
B22D 39/00
F27B 14/00
F27D 11/00
H05B 6/02
H05B 6/06МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) МАГНІТОДИНАМІЧНА УСТАНОВКА ДЛЯ НАГРІВАННЯ ТА РОЗЛИВУ РІДКИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

1

(21) 20031110400
(22) 18.11.2003
(24) 17.07.2006
(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.
(72) Погорський Віктор Костянтинович, Дубоделов Віктор Іванович, Шнурко Володимир Кузьмич, Загорівський Павло Іванович, Щербак Борис Костянтинович
(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
(56) SU, 288 183, A, 03.12.1970
SU, 866 396, A, 23.09.1981
SU, 930 757, A, 23.05.1982
SU, 1 388 181, A1, 15.04.1988
UA, 20 415, A, 15.07.1997
UA, 61 410, A, публ. 17.11.2003
RU, 2 083 938, C1, 10.07.1997
GB, 610 961, A, 22.10.1948
WO 99/41951, A1, 19.08.1999
US, 4 385 080, A, 24.05.1983
JP, 03-275262, A, 05.12.1991
Вайнберг А.М. Индукционные плавильные печи. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Энергия, 1967, с.279-407
Погорский В.К. Миксер-дозатор для интенсивного подогрева и разливки чугуна/ Процессы литья, №3, с.81-89
Погорский В.К., Дубоделов В.И., Горюк М.С., Райченко А.А. Новая энергосберегающая технология

2

и миксеры-дозаторы магнитодинамического типа для выдержки, перегрева и разливки чугуна / Процессы литья, 2000, №2, с.40-49

(57) 1. Магнітодинамічна установка для нагрівання та розливу рідкого металу і сплаву, що включає основу, раму, тигель, горизонтально розташований вогнетривкий блок з плавильним каналом, щонайменше три індуктори і два електромагніти, встановлені вздовж осі плавильного каналу між двома поряд розташованими індукторами, два зливних жолоби, механізм нахилу і систему електроживлення установки, яка **відрізняється** тим, що у вогнетривкому блоці на ділянці розміщення полюса кожного електромагніта виконане хрестоподібне взаємно перпендикулярне розгалуження прямого каналу, який з'єднує тигель і зливний жолоб та розташований паралельно повздовжній осі установки і порожнини плавильного каналу.

2. Магнітодинамічна установка за п.1, яка **відрізняється** тим, що вона додатково обладнана комутуючим пристроєм для реверсування напруги електроживлення першого і третього індукторів та обох електромагнітів.

3. Магнітодинамічна установка за п.1, яка **відрізняється** тим, що вона додатково оснащена електрично зв'язаними між собою блоком завдання та контролю технологічних параметрів установки і мікропроцесором, вихід якого підключений до комутуючого пристрою системи електроживлення.

Винахід відноситься до металургії і ливарного виробництва, зокрема, до пристроїв магнітодинамічного типу для індукційного підігріву і електромагнітної розливки рідких металів; в тому числі в безперервних процесах розливу чавуну і сталі.

Відома конструкція індукційної печі магнітодинамічного типу, що складається з тигля, вертикально розташованого каналу Ш-подібної форми,

двох індукторів і електромагніта [а.с. №288183, МПК8 H05B5/02]. Нагрів металу в такій печі здійснюється під дією індуктованого в її каналах електричного струму, а розлив проводиться під дією електромагнітних сил по метало-проводу, що встановлюють в тиглі на центральну ділянку Ш-подібного каналу. Недоліком означеної печі є те, що злив металу здійснюється по металопроводу,

(13) C2

(11) 69696

(19) UA

стійкість якого в середовищі високотемпературних сплавів, особливо чавуну і сталі, надто низька. Це зумовлює значну витрату вогнетривких матеріалів і необхідність в додаткових трудовитратах на виготовлення металопроводів і їхнє обслуговування в процесі роботи печі.

Відома конструкція індукційної печі магнітодинамічного типу [а.с. №866396, МПК8 F27D11/06], що містить тигель, горизонтально розташований вогнетривкий блок з центральним і боковими каналами, два індуктора, електромагніт, раму, основу і механізм нахилу. Нагрів металу в тиглі печі здійснюють індуктованими в каналах струмами, а розлив - під дією електромагнітних сил по зливному жолобу, розташованому на вогнетривкому блоці. Недоліком даної конструкції є те, що метал з неї розливається тільки в один металоприймник. Це обмежує область застосування даної печі в технологіях розливу металу в декілька металоприймників.

Прототипом установки, що пропонується, є установка для розливу металу [а.с. №1388181, МПК8 B22D39/00], що містить основу, раму, тигель, горизонтально розташований вогнетривкий блок з каналами, по два індуктора, електромагніта і зливних жолоба, систему електроживлення. Розлив металу здійснюють по одному або двох зливних жолобах. Недоліком такої установки є обмежена можливість управління течією металу в каналах і тепломасообміном між каналом і тиглем, в результаті чого в режимі розливу металу виключається можливість створення в каналах узгодженої і направленої течії розплаву, що сприяло б зниженню його температури в каналах. При включенні одного електромагніта на розлив металу, а другого - на перемішування в центральному каналі виникають зустрічні потоки, що призводить до зниження швидкості течії металу в каналах і його перегріву. Це сприяє прискореному зношуванню вогнетривких матеріалів, з яких виготовляються канали, їх низькій стійкості, виникненню піччєфектів в каналах, пароутворенню низькотемпературних елементів сплаву, порушенню режимів роботи установки і процесу розливу металу.

В основу винаходу покладена задача - створити таку магнітодинамічну установку для розливу рідкого металу і сплаву, що забезпечувала б можливість незалежного управління як нагрівом металу в тиглі і тепломасообміном між каналами і тиглем, так і розходом металу і сплаву при розливі.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що в магнітодинамічній установці для розливу металу і сплаву, що включає основу, раму, тигель, горизонтально розташований вогнетривкий блок з плавильним каналом, щонайменше три індуктори і два електромагніти, встановлених вздовж осі плавильного каналу вказаної установки між двома поряд розташованими індукторами, два зливних жолоби, механізм нахилу і систему електроживлення установки, згідно винаходу, у вогнетривкому блоці на ділянці розміщення полюсу кожного електромагніта виконано хрестоподібне взаємно перпендикулярне розгалуження прямого каналу, який з'єднує тигель і зливний жолобі, та розташований паралельно поздовжній осі установки і порожнини плавильного каналу. Окрім цього, уста-

новка додатково обладнана комутуючим пристроєм для реверсування напруги електроживлення першого і третього індукторів та обох електромагнітів. Установка також додатково оснащена електрично зв'язаними між собою блоком завдання та контролю технологічних параметрів установки і мікропроцесором, вихід якого підключений до комутуючого пристрою системи електроживлення.

Для пояснення запропонованого винаходу наведено креслення.

На Фіг.1 представлений ескіз магнітодинамічної установки для розливу рідкого металу і сплаву, вигляд збоку.

На Фіг.2 - те ж саме, вигляд згори.

На Фіг.3 та Фіг.4 - векторні діаграми підключення індукторів і електромагнітів установки до трифазної мережі.

Установка складається з тигля 1, до його передньої стінки прикріплений горизонтально розташований вогнетривкий блок 2 з плавильним каналом 3. Цей канал охоплює три індуктори 4, 5, 6 з незалежними обмотками електроживлення і1, і2, і3 (відповідно). Вздовж осі плавильного каналу між двох поряд розташованих індукторів 4, 5 і 5, 6 встановлені два електромагніти 13, 14 з обмотками електроживлення е1, е2. На ділянці розміщення полюсу кожного електромагніта в вогнетривкому блоці виконано хрестоподібне взаємно перпендикулярне розгалуження 7 і 8 прямого каналів 9 і 10 та плавильного каналу 3. Кожен прямооточний канал з'єднує тигель 1 з порожниною плавильного каналу 3 і зливним жолобом 11, 12. Всі ці вузли встановлені на рамі 15, що має можливість повороту навколо осі 16, розташованої на стійках 17 основи 18. Основа має колеса 19, що дозволяють пересувати установку по рейковій колії 20 біля ливарної машини (на Фіг.1 не показано). Поворот установки навколо осі 16 здійснюється за допомогою електромеханічного (гідралічного) механізму 21.

Установка працює таким чином.

При запуску установки в роботу в тигель 1 заливають рідкий метал. При цьому він заповнює порожнину тигля 1 і канали 3, 9, 10 у вогнетривкому блоці. Навколо обмоток індукторів утворюються короткозамкнуті рідкометалеві витки. При включенні обмоток і1, і2, і3 індукторів в мережу промислової частоти в короткозамкнутих витках індуктується електричний струм, під дією якого відбувається нагрів металу в каналах.

При включенні установки в режим нагріву металу тепло з каналів передається в тигель 1 за рахунок створення направленої течії розплаву в каналах. Для цього всі обмотки індукторів включають, наприклад, синфазно. При цьому електричний струм прямує головним чином по металу в плавильному каналі 3. Для створення направленої циркуляції металу в каналах включають напругу, наприклад, на обмотку е1 електромагніта 13 так, щоб електромагнітна сила F1 створювала б течію в прямооточному каналі 9, спрямовану в бік тигля 1. При цьому між тиглем і каналом виникають циркуляційні потоки (v), що виносять перегрітий в каналах метал до порожнини тигля. Це призводить також до утворення додаткових циркуляційних потоків в тиглі, що сприяє усередненню не тільки

температури, але й хімічного складу сплаву.

В режимі розливу металу на зливному жолобі встановлюють вихідний рівень розливу металу за допомогою механізму 21. При розливці металу, наприклад, по жолобу 12, напругу на обмотку е2 електромагніта 14 включають так, щоб електромагнітна сила F_2 була б спрямована в сторону зливного жолоба 12. При цьому метал з тигля 1 головним чином по прямоточному каналу 10 надходить на зливний жолоб 12 і далі в металоприймник ливарної машини (на Фіг.2 не показана). Змінюючи напругу живлення індукторів і електромагніта 14, можна збільшувати або зменшувати електромагнітну силу F_2 і відповідно регулювати витрату рідкого металу. Для припинення розливу металу і сплаву виключають напругу живлення електромагніту. При дозуванні металу невеликими порціями напругу живлення електромагніту включають по програмі відповідно до технології виготовлення продукції.

При переході на розлив металу і сплаву по зливному жолобу 11 проводять реверсування електромагнітних сил F_1 і F_2 в кожному хрестоподібному розгалуженні каналів шляхом комутації напруг, що живлять електромагнітні системи. При цьому змінюється напрямок течії металу в прямоточних каналах, що також забезпечує як теплові, так і витратні параметри процесу розливу металу або сплаву.

Таким чином, конструкція установки виконана так, що дозволяє використати одне хрестоподібне розгалуження вогнетривкого блоку для передачі в тигель перегрітого в каналах металу, а друге - для управління витратою металу і його розливкою по металоприймниках. При цьому кожен обмотку індуктора і електромагніта оснащено незалежним джерелом електроживлення. В цьому випадку створюється можливість управління в кожному каналі як величиною електричного струму і тепловою потужністю, так і величиною електромагнітної сили в кожному хрестоподібному розгалуженні каналів.

Такі установки, зокрема для розливки чавуну і сталі, як правило, мають значну потужність. Тому живлення їх електромагнітних систем доцільно здійснювати від трифазної мережі. В цьому випадку схема підключення кожного індуктора та електромагніта визначається за умови створення узгодженої течії та виключення зустрічних потоків металу в каналах вогнетривкого блоку, забезпечення оптимальних параметрів технологічного процесу розливу мінімальних витрат електроенергії на нагрів металу і створення електромагнітних сил, що забезпечують управління течією розплаву в каналах і процесом розливу з заданою по технології витратою металу. Це досягається тільки при певній схемі підключення електромагнітних систем до трифазної мережі, забезпеченні необхідного зсуву фаз і кутів напруги, що живлять кожен електромагнітну систему.

При роботі установки в режимі розливки, наприклад, по жолобу 12, її електромагнітні системи необхідно підключати до мережі згідно діаграми (Фіг.3). Для створення електромагнітної сили F_2 , спрямованої в бік зливного жолоба 12, обмотку і1 індуктора 4 підключають до напруги U_{AB} , обмотку

і2 індуктора 5 - до напруги U_{BC} , обмотку і3 індуктора 6 - до напруги U_{AC} . Обмотку е2 електромагніта 14 підключають до напруги U_{CA} . При цьому рідкий метал під дією електромагнітної сили F_2 здебільшого по прямоточному каналу 10 надходить на розлив. Водночас в іншому хрестоподібному розгалуженні створюють течію металу, спрямовану в бік тигля 1, для чого обмотку е1 електромагніта 13 підключають до напруги U_{BC} . При цьому перегрітий в каналах метал виноситься в тигель, що сприяє підтриманню необхідної по технології температури розливу.

При такій схемі підключення електромагнітних систем до трифазної мережі виконується умова узгодження течій металу в каналах, зумовлених природною циркуляцією розплаву і дією додаткових електромагнітних сил F_1 і F_2 , що дозволяє виключити можливість утворення зустрічних потоків в каналах та локального перегріву в них металу, особливо при розливці високотемпературних сплавів, таких як чавун і сталь.

При переході на розлив металу в інший металоприймник, наприклад, по жолобу 11, електромагнітні системи установки підключають згідно діаграми (Фіг.4). При цьому обмотку і1 індуктора 4 підключають до напруги U_{BA} , обмотку і2 індуктора 5 - до напруги U_{BC} , обмотку і3 індуктора 6 - до напруги U_{CA} . Обмотку е1 електромагніта 13 підключають до напруги U_{CB} , а обмотку е2 електромагніта 14 - до напруги U_{AC} . В цьому режимі реверсують напрямок дії електромагнітних сил F_1 і F_2 . В результаті метал під дією електромагнітної сили F_1 по прямоточному каналу 9 нагнітається на зливний жолоб 13 і надходить в другий металоприймник (на Фіг.2 не показаний). Водночас під дією електромагнітної сили F_2 перегрітий в каналах метал по прямоточному каналу 10 надходить в тигель 1 і підтримує задану температуру розплаву в процесі розливу. Змінюючи напругу на електромагнітних системах, можна регулювати як режими нагріву металу в тиглі, так і його витрати при розливі.

Згідно наведених схем електроживлення обмоток електромагнітних систем установки при переході на розлив металу з одного металоприймника на другий реверсують напругу електроживлення першого і третього індукторів і обох електромагнітів. Для цього установку додатково обладнано комутуючим пристроєм, виконаним в системі електроживлення.

Для управління режимами роботи електромагнітних систем установка додатково оснащена електрично зв'язаними між собою блоком завдання та контролю технологічних параметрів і мікропроцесором, що в процесі розливу металу контролюють ці параметри і видають команду на комутуючий пристрій системи управління установкою.

Таким чином, дана конструкція магнітодинамічної установки виконана так, що забезпечує незалежне управління як режимами розливу (розходом) та дозування металу, так і тепловими режимами його в тиглі. Це досягається за рахунок того, що у вогнетривкому блоці виконано декілька хрестоподібних взаємно перпендикулярних розгалужень з прямоточними каналами, кожний з яких з'єднує тигель з плавильним каналом і зливним жолобом. Окрім цього для оптимізації техпроцесу

розливки установка додатково оснащена блоком завдання та контролю технологічних параметрів і мікропроцесором, вихід якого підключений до комутуючого пристрою системи електроживлення.

Використання запропонованої магнітодинамічної установки дозволяє забезпечити, порівняно з аналогом та прототипом, можливість широкого

управління технологічними параметрами процесу розливки металу, що дає змогу стабілізувати технологію розливу металу та покращати якість продукції. Відповідно до цього винаходу розроблена та успішно впроваджена у виробництво магнітодинамічна установка для розливки сталі МДН-26-С-6,3-2, яка не має аналогів у зарубіжних країнах.

