

Взаємопов'язана група винаходів відноситься до металургії, зокрема, до обробки рідкого металу для покращення його кондицій за рахунок гомогенізації та рафінування розплаву.

Відомий ківш для продування газом розплав металу [а.с. СРСР №827262 від 07.05.81, кл. В22D 41/02] з послідовним продуванням крізь газорозподільний та газопроникний шари днища ковша та наступним гомогенним подаванням газу в об'єм розплав а в пазирковому режимі. Газ підводиться через патрубки, які забезпечують продування у трьох режимах: по периферії, крізь середину, крізь всю площу ковша. Основним недоліком цього способу, який був виявлений при практичному його застосуванні, є відсутність можливості одночасної гомогенізації та рафінування розплаву. Розміри газових пазирчиків, які генеруються при такому способі продування розплаву, постійні, що визначає їх стабільні гідродинамічні властивості (швидкість підйому, пливучість, час перебування в розплаві і т.д.). Процес обробки розплаву відбувається строго регламентовано: або гомогенізація, або рафінування. Гомогенізація відбувається при продуванні по периферії чи крізь середину пода. У даному випадку виникають циркуляційні потоки (висхідні - над ділянкою, що продувається, та нисхідні - над ділянкою, яка не продувається), які здійснюють переніс тепла і маси. При цьому можливе неконтрольоване отримання максимальної циркуляції потоків, або повна їх відсутність. Рафінування відсутнє, так як при наявності конвективних потоків всі неметалеві включення знову потрапляють у розплав. Рафінування інтенсивно відбувається при продуванні крізь всю площу днища ковша. Однак підвищення чистоти рафінування, яке досягається зниженням розмірів пазирчиків (при цьому збільшується площа контакту газ-метал, а самі пазирчики мають більшу флотаційну здатність) або підвищенням тиску подавання газу, є проблемним, так як у першому випадку різко знижується інтенсивність процесів тепло-, масообмінів, а в другому - висока ймовірність порушення пазирчикowego режиму продувки, що призводить до різкого погіршення рафінування. Крім того, при продуванні крізь всю площину днища ковша виключається гомогенізація розплаву через відсутність конвекційних потоків.

Відомий також обраний у якості прототипу спосіб обробки газом розплаву металу [патент України №34510 від 23.11.1998р., В22D 41/58, 41/02], який також, як і спосіб, що заявляється, включає в себе послідовне продування газу крізь газорозподільний та газопроникний шари та наступне подаванням газу в об'єм розплаву металу в пазирковому режимі.

На відміну від способу, що заявляється, у відомому способі продування газу крізь газопроникний шар здійснюється при змінній газопроникності, яка досягається за рахунок наявності у газопроникному шарі зон із різним розміром пор, які спрямовані, як свідчить опис, вертикально вгору, що при постійному напорі подавання газу призводить до виникнення пазирчиків різних розмірів.

Практичне використання способу прототипу показало, що він також має недоліки:

- одночасне поєднання різних швидкісних пояів; яке виникає в об'ємі розплаву через різну газопроникність шара зони, у загальному випадку ідентично у кожний момент часу, так як кожне окреме швидкісне поле визначається ділянкою постійної проникності (з постійним та однаковим розміром пор), а число цих ділянок обмежено. Тому в розплаві виникають досить стабільні зони, в яких не можливе одночасне протікання процесів гомогенізації та рафінування. В зонах над ділянками дрібних пор буде інтенсивно здійснюватись гомогенізація, а в зонах над ділянками з великими порами - рафінування;

- неможливо збільшити інтенсивність процесів рафінування та гомогенізації, які протікають у розплаві, за рахунок збільшення напору та витрати газу, що продувається, так як у цьому випадку відбувається зривання на струменеве стікання газу, яке навпаки призводить різкого зниження позитивних процесів. При цьому струмені здійснюють розривання верхнього захисного шлакового шару, що є причиною розбризкування розплаву та його некорисних витрат, а також інтенсивного вторинного окислення металу. Це відбувається внаслідок того, що пазирчики, які генеруються на виході вертикальних пор, при необхідних параметрах продування не встигають віддалитися від поверхні пор і зливаються з пазирчиками більш пізньої генерації, утворюючи спочатку грибоподібні пузири, а потім повний зрив дрібнопазирчикowego режиму продування;

- при оптимальних параметрах продування режим руху газових пазирчиків заздалегідь відомий ламінарний чи перехідний від нього до турбулентного, що виключає генерацію відокремлених струменів і шарів із різними векторами швидкостей та їх взаємне тертя;

- технічно складно та економічно недоцільно забезпечити обробку всього розплаву за рахунок зменшення розмірів та збільшення кількості ділянок із різною величиною пор. Так як у загальному випадку продування газу здійснюється через газопроникні шви цегляної кладки футерівки ємкості, і розміри цих зон визначаються розмірами окремих елементів кладки.

Вказані вище недоліки не дозволяють досягнути одночасної наявності у кожній зоні розплаву газових пазирчиків різних розмірів для забезпечення одночасного бажаного рівня гомогенізації та рафінування розплаву при використанні способу-прототипу, що призводить до збільшення часу обробки розплаву для досягнення необхідних кондицій, і, як наслідок, до подорожчання процесу. При цьому при спробі інтенсифікувати позитивні процеси, які відбуваються у розплаві, збільшують ймовірність різкого зниження якості та некорисних витрат.

Відомий також обраний у якості прототипу ківш для продування металу газами [патент України №43455 від 23.11.1998р., В22D 41/58], що містить, ж пристрій, який заявляється, кожух, футерівку стін, футерівку днища, яка має газорозподільний елемент, взаємопов'язаний із патрубком для підведення газу та газопроникний шар, який складається з вогнетривких цеглин та газопроникних швів.

На відміну від пристрою, що заявляється, газопроникний шар має декілька зон із різною газопроникністю, які розташовані одна після одної по тракту подавання. Газопроникні шви зовнішнього шару спрямовані вертикально вгору. Прийнята конструкція ковша, зокрема його газопроникного шару, має ряд суттєвих недоліків.

- багатшаровість газопроникного шву в поєднанні зі змінною газопроникністю окремого шару різко збільшує опір продування газу, що потребує збільшення напору та витрат;

- вертикальні газопроникні шви зовнішнього шару забезпечують вихід газу, який продувається, в розплав по траєкторії вимушеного переміщення, яка спрямована догори, тобто співпадає з траєкторією природного

підйому утворених пазирчиків під дією виштовхуючої сили, що сприяє накопиченню цих пазирчиків у кожний момент часу в зоні, яка прилягає до пор, тобто в зоні з'явлення пазирчиків, які генеруються у наступний момент часу, що перешкоджає інтенсивному продуванню газу в пазирчиковому режимі та сприяє швидкому переходу на струменевий режим продування.

Вказані вище недоліки роблять неможливим одночасну обробку з однаковою інтенсивністю процесів гомогенізації та рафінування всього розплаву, а також збільшення користі та якості обробки за рахунок збільшення напору та витрат газу, який продувається. Крім того збільшуються енергетичні витрати для забезпечення продування газу через розплав у оптимальному режимі.

В основу першого винаходу із взаємопов'язаної групи винаходів покладена задача у відомому способі обробки газом розплаву металу шляхом змінення режиму продування через розплав забезпечити у кожний момент часу одночасне протікання у всьому об'ємі розплаву інтенсивних процесів гомогенізації та рафінування, підвищення якості обробки розплаву, зменшення часу його обробки і, як наслідок, зниження витрат на виробництво.

В основу другого винаходу із взаємопов'язаної групи винаходів покладена задача у відомому пристрої для продування металу газами, шляхом зміни конструкції газопроникного шару забезпечити одночасне протікання у всьому об'ємі розплаву, який обробляється, інтенсивних процесів гомогенізації та рафінування зі зменшенням загального часу обробки при зниженні рівня потрібних енерговитрат.

Перша з поставлених задач вирішується тим, що у відомому способі обробки газом розплаву металу, включає послідовне продування газу через газорозподільний шар та газопроникний шар, та наступне подавання газу в об'єм розплаву металу в пазирчиковому режимі, згідно із винаходом, газопроникний шар є сукупністю окремих ділянок, кожний з яких забезпечує подавання газу в розплав у напрямку, який відрізняється від вертикалі, при цьому куга наддуву сусідніх ділянок відрізняються один від одного. Сутність винаходу пояснюється кресленнями, де

- на Фіг.1 зображена профільна проекція фрагмента газового потоку, який продувається через розплав;
- на Фіг.2 зображений вигляд зверху на цей фрагмент

При організації продування газу через розплав, яка пропонується, забезпечується одночасне існування у розплаві пазирчиків різних розмірів. Відбувається це завдяки тому, що на виході газопроникного шару в межах однієї ділянки цього шару забезпечується стікання газу у квазіструменевому режимі, при якому потік, що виходить, розповсюджується спочатку у вигляді паралельних струменів, які мають чіткі межі, у напрямку, що відрізняється від вертикального та горизонтального. Всередині окремого струменя течія газових пазирчиків здійснюється в ламінарному режимі зі збереженням розмірів пазирчиків. При цьому через наявність переносної (горизонтальної) складової швидкості руху пазирчиків у струмені здійснюється їх переміщення від виходу пор газопроникного шару, звільнюючи таким чином зону для вільного утворення нових пазирчиків. Між окремими струменями однієї ділянки та сусідніх ділянок відбувається взаємне тертя, яке призводить до генерації дрібних пазирчиків різних розмірів.

При цьому додатковий ефект, тобто більш інтенсивне утворення дрібних пазирчиків різних розмірів у зоні тертя, досягається, якщо напрямки розповсюдження струменів у сусідніх ділянках симетрично направлені відносно вертикалі.

Крім того, напрямком розповсюдження газу при продуванні, що запропонований у способі, який заявляється, збільшує шлях окремих пазирчиків до шлакової плівки, що дозволяє збільшити напір продування без ризику розриву цієї плівки.

Друга з поставлених задач, вирішується таким чином, що у відомому пристрої, який містить кожух, футерівку стін, футерівку днища, яка має газорозподільний шар, взаємопов'язаний із патрубком для підведення газу та газопроникний шар, який складається з вогнетривких цеглин та газопроникних швів, згідно із винаходом газопроникний шар складається із окремих ділянок, у межах яких газопроникні шви спрямовані під однаковим кутом до вертикальної осі пристрою, при цьому кут нахилу газопроникних швів сусідніх зон відрізняються один від одного.

Сутність винаходу пояснюється кресленнями, де

- на Фіг.3 зображений повздовжній переріз пристрою, який заявляється;
- на Фіг.4 і 5 - варіанти взаємного розташування зон газопроникного шару (фрагмент вигляду зверху на футерівку днища пристрою).

Використання заявленого пристрою для продування газом розплав а металу дозволяє організувати продування газу у напрямку, який відрізняється від вертикальної осі пристрою, забезпечити більш вільне проходження газу через газопроникний шар.

У загальному випадку заявлений спосіб реалізується наступним чином.

Через окрему ділянку газопроникного шару (див. Фіг.1) у розплав вдувається газ у напрямку, який співпадає з напрямком стрілки 1 під кутом α до вертикалі 2, який відрізняється від 0° та 90° , у простір, який прилягає до пор ділянки. Газ вдувається у вигляді окремих струменів 3, які мають чіткі межі 4, усередині яких розміри пазирчики, які утворюються, мають однакові розміри. Вектор швидкості окремого струменя співпадає з напрямком 1 та має горизонтальну та вертикальну складові, які відповідно співпадають з напрямком стрілок 5 і 6. У процесі подальшого переміщення пазирчиків струменя 3 горизонтальна складова швидкості, яка визначається тільки параметрами наддуву, зменшується від свого максимального значення до 0 за рахунок опору розплаву, а після доторкання струменів 3 ще й за рахунок взаємного тертя струменів. Вертикальна складова швидкості переміщення пазирчиків зберігається за рахунок наявності постійно діючої на пазирчики виштовхуючої сили. У зонах тертя сусідніх струменів 3 відбувається інтенсивне утворення пазирчиків газу різних розмірів та різної швидкості підйому. Через ділянки газопроникного шару футерівки, які прилягають до ділянки, що розглядається (наприклад, розташованими за площиною Фіг.1), також відбувається продування газу у вигляді окремих струменів із чіткими межами 8 (показані на Фіг.1 пунктиром). Струмені вдуваються у напрямку 9, який не співпадає з напрямком 1, під кутом β до вертикалі 2, який відрізняється від 0° та 90° . Струмені, які вдуваються через цю ділянку, що прилягає, поводять себе аналогічно струменям 3. Між

струменями сусідніх ділянок виникають також зони тертя, де відбувається інтенсивне утворення пазирчиків газу різних розмірів. При цьому максимальний ефект досягається, якщо напрямки 1 та 9 симетричні відносно вертикалі 2. В результаті, вже на невеликому віддаленні від пор газопроникного шара в розплаві виникають зони 10 (див. Фіг.2) з однаковими розмірами пазирчиків та зона 11 з одночасним існуванням пазирчиків віх розмірів. В процесі переміщення пазирчиків вертикально вгору (горизонтальна складова швидкості продування дорівнює 0) за рахунок дифузних процесів зони 10 зменшуються із збільшенням зон 11.

Наявність горизонтальної складової швидкості, струменя газу, що вдувається, виключає накопичення газових пазирчиків у зоні розплаву безпосередньо над виходом із пор, що забезпечує вільну генерацію пазирчиків газу у будь-який наступний момент часу, забезпечуючи таким чином безперервність продування розплаву газом у заданому режимі.

Найбільш повно спосіб, який заявляється реалізується за допомогою пристрою, який заявляється. Згідно з Фіг.3 пристрій, який заявляється, має металічний кожух 12, футерівку стін 13, футерівку днища, яка складається з газорозподільного шара 14, взаємопов'язаного із каналом для підведення газу та патрубком 15, та газопроникного шара 16. Газопроникний шар являє собою сукупність окремих газопроникних ділянок, які виконані з окремих вогнетривких цеглин та газопроникних швів 17 та 18 між цеглинами та ділянками. В межах однієї ділянки шви спрямовані під однаковим кутом до вертикалі 19 і відрізняються від напрямку швів сусідньої ділянки. Так шви 17 ділянки газопроникного шара, який знаходиться у площині креслення на Фіг.3, спрямовані під кутом α до вертикалі 19, а шви 18 ділянки, розташованої за площиною креслення (на Фіг.3 показні пунктиром), спрямовані симетрично до швів 17 відносно вертикалі 19.

На Фіг.4 і 5 показані варіанти розміщення та геометричні форми окремих газопроникних ділянок при виді зверху на футерівку днища.

Пристрій працює наступним чином.

У процесі випуску рідкого металу з сталеплавкого агрегата в ківш і наступного підведена через патрубок та канал 15 газу. Газ під тиском підводиться через газорозподільний шар 14 до газопроникного шара 16. Далі газ газопроникними швами 17 і 18 (для ділянок, які розглядалися вище) вдувається окремими струменями в розплав по напрямку 20 для ділянки, яка знаходиться у площині креслення на Фіг.3, та по напрямку 21 для ділянки, яка знаходиться за площиною креслення. Режими наддуву забезпечують утворення в межах окремо взятого струменя пазирчиковий режим витікання з пазирчиками, розміри яких визначаються розмірами пор газопроникного шва. Наявність безпосередньо на виході з пор горизонтальної складової швидкості струменя забезпечує звільнення простору над порами від утворених пазирчиків для безпосередньої генерації пазирчиків у наступні моменти часу. Таким чином утворюються та стабільно підтримуються необхідні умови для реалізації заявленого способу, що був описаний вище.

Запропоновані зміни технології продування розплавленого металу газом у поєднанні зі змінами конструкції пристрою для продування металу газами забезпечує:

- повну обробку всього об'єму розплав а в кожний момент часу;
- одночасне протікання в розплаві інтенсивних процесів гомогенізації та рафінування за рахунок гарантованого одночасного існування у кожній зоні розплаву пазирчиків різних розмірів та різних флотаційних властивостей;
- можливість керування процесами гомогенізації та рафінування шляхом зміни параметрів газу, що надувається;
- покращити якість (ступінь гомогенізації та чистоту рафінування від неметалевих включень);
- зменшити час позапічної обробки розплаву;
- зменшення витрат на енергоносії.

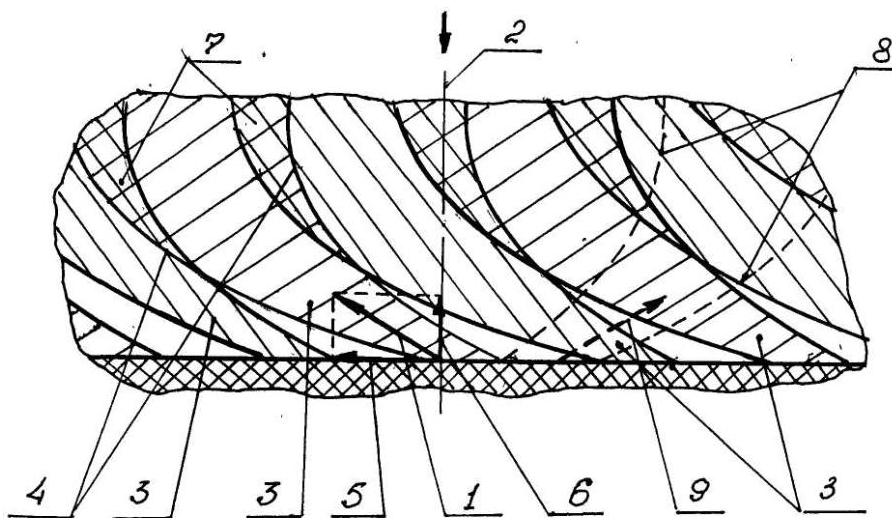


Fig. 1

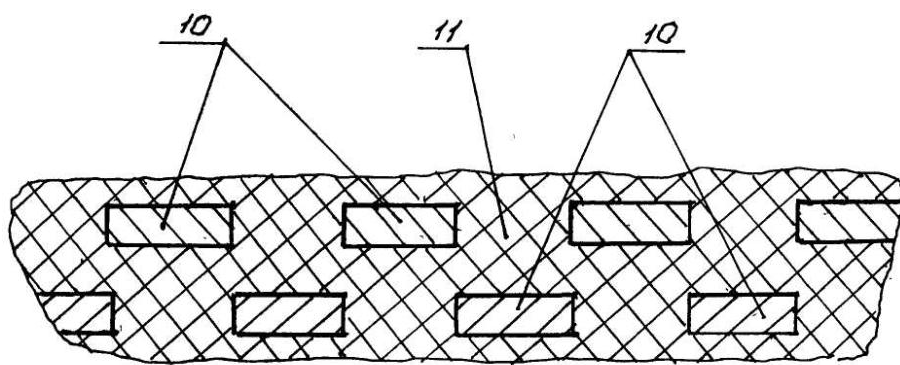


Fig. 2

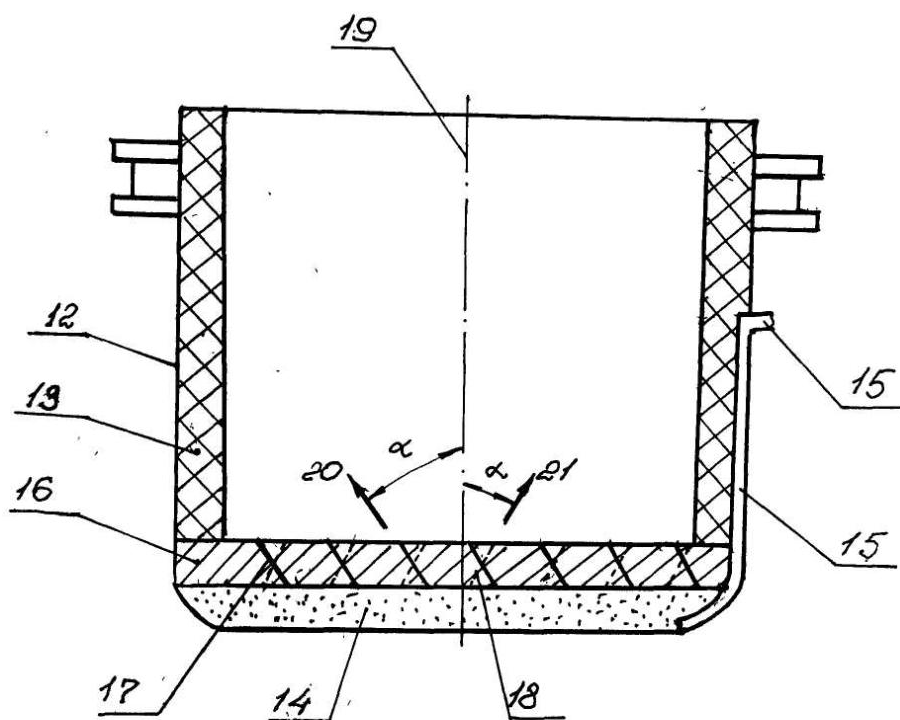


Fig. 3

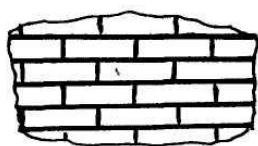


Fig. 4

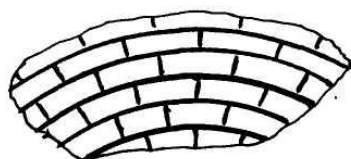


Fig. 5