

Даний винахід стосується нового стержня стопора для регулювання потоку розплавленого металу з розливающего пристрою, наприклад, сталі або чавуну з розподільника або розливающего ковша, точніше, суцільного стержня стопора, що має засіб під'єднання до підйомного механізму. У конкретному варіанті втілення стержень стопора також має засіб подачі інертного газу, такого, як аргон, у резервуар з розплавленим металом під час безперервного розливу.

Такий стержень стопора та його застосування добре відомі спеціалістам, зокрема, з патентів США 4,946,083 та 5,024,422, на які робиться посилання. Серед іншого, у цих документах описано суцільний стержень стопора, який може бути під'єднаний до підйомного механізму, що складається з:

а) видовженого корпусу з вогнетривкого матеріалу, що має отвір, розташований співвісно по відношенню до корпусу стержня стопора і пристосований до фіксованого приймання металевого стержня для його під'єднання до підйомного механізму. Подовжній канал корпусу з вогнетривкого матеріалу має збільшену частину з кільцевою ущільнюваною поверхнею, що розташовується на певній відстані від верхнього кінця корпусу з вогнетривкого матеріалу. Засоби під'єднання металевого стержня, як правило, розташовуються між збільшеною частиною та нижнім кінцем корпусу з вогнетривкого матеріалу. На своєму нижньому кінці корпус з вогнетривкого матеріалу може мати засіб подачі газу у резервуар з розплавленим металом; і

б) видовженого металевого стержня, який є під'єднаним до корпусу з вогнетривкого матеріалу і має подовжній канал, який у своїй нижній частині сполучається з каналом корпусу з вогнетривкого матеріалу. Стержень має буртик з кільцевою ущільнюваною поверхнею, прилеглою до кільцевої ущільнюваної поверхні каналу корпусу з вогнетривкого матеріалу для створення газонепроникного ущільнення. Верхній кінець стержня пристосовано для під'єднання до підйомного механізму, який дозволяє вертикально зміщувати стержень стопора всередині розливающего пристрою, такого, як розподільник.

Стержень стопора під'єднано до лінії подачі газу, найчастіше, але не обов'язково, верхнім кінцем стержня. Засоби під'єднання до корпусу з вогнетривкого матеріалу, як правило, розташовуються між буртиком та нижнім кінцем металевого стержня. Під час застосування такого стержня стопора газ, який подають у стержень стопора розміщується до подовжного каналу корпусу з вогнетривкого матеріалу у його нижній частині. Завдяки засобові подачі газу у резервуар з розплавленим металом, який корпус з вогнетривкого матеріалу має у своїй нижній частині, стержень стопора дозволяє подачу газу у резервуар з розплавленим металом. Прилягання між собою кільцевих ущільнених поверхонь стержня та корпусу з вогнетривкого матеріалу запобігає значним втратам інертного газу, а також проникненню повітря.

Для ще більшого поліпшення цієї щільності було запропоновано помістити газонепроникну кільцеву прокладку між цими ущільнюваними поверхнями. У патенті США 4,946,083, наприклад, вказано, що за наявності прокладки товщиною приблизно 0,4 мм, виконаної з матеріалу, стійкого до високих температур, наприклад, графіту, поверхня поділу між кільцевими ущільнюваними поверхнями стержня та корпусу з вогнетривкого матеріалу забезпечує щільність, здатну витримувати тиск до 3бар.

У німецькому патенті DE-C1-4040189 описано стопор, який включає видовжений вогнетривкий корпус, що має

- а) подовжній канал та засіб (стопорний штифт) для під'єднання металевого стержня,
- б) металевий стержень і
- в) елемент у вигляді муфти, що стискає ущільнювальну прокладку під дією гайки.

У пристрої згідно з цим документом необхідно коректувати або точно регулювати ступінь затяжки, коли кріпильний стержень зафіксовано у корпусі стопора шляхом закручування гайки на верхньому кінці стопора. Система не є самонатяжною та вимагає втручання людини (закручування гайки), коли стопор досягає кінцевої температури.

Таке втручання над резервуаром з розплавленим металом є нелегким і надзвичайно небезпечним.

Ущільнення є необхідним для розливу високосортного розплавленого металу. Насамперед необхідно забезпечити добрий захист від проникнення повітря, яке зумовлює окиснення розплавленого металу під час розливання. З іншого боку, також обов'язково звести до мінімуму втрати інертного газу (у разі нагнітання інертного газу через стержень стопора), що викликає підвищення собівартості, яке є надто значним.

Крім ступеня затяжки, також важливо, щоб під'єднання стержня стопора до підйомного механізму було якомога жорсткішим.

Система, яку застосовують у нинішній час, все ж повністю не забезпечує задовільного рішення цих двох проблем.

Здійснюючи дослідження у цій галузі, автор виявив, що ці проблеми зумовлені тим, що ущільнювальна прокладка між кільцевими ущільнюваними поверхнями стержня та корпусу з вогнетривкого матеріалу, прилеглими одна до одної, не залишається стиснутою під час усієї операції розливання.

Вважають, що це послаблення стиснення в ущільнювальній прокладці зумовлюється, принаймні частково, різницею між коефіцієнтами теплового розширення різних матеріалів, з яких складається стержень стопора. Зокрема, під дією температури, до якої нагрівається стержень стопора під час розливання, металевий стержень значною мірою розширюється відносно корпусу з вогнетривкого матеріалу. Це більш значне розширення металевого стержня викликає відокремлення кільцевих ущільнених поверхонь стержня та корпусу з вогнетривкого матеріалу з наступним послабленням стиснення ущільнювальної прокладки з усіма впливовими негативними наслідками.

Згідно з даним винаходом, ця проблема розв'язується шляхом забезпечення стержня стопора спеціальним засобом підтримання стиснення ущільнювальної прокладки у контакт з кільцевою ущільнюваною поверхнею корпусу з вогнетривкого матеріалу, коли стержень стопора доведено до високої температури. Стержень стопора згідно з цією патентною заявою, незважаючи на засіб підтримання стиснення ущільнювальної прокладки, є подібним до описаних у патентах США 4,946,083 та 5,024,422, на які робиться посилання.

Згідно з винаходом, засіб підтримання стиснення ущільнюваної поверхні, коли стержень стопора є нагрітим до високої температури, оснащено муфтою, яка має форму циліндра, відкритого з кінців, який

посаджено на металевий стержень. Даний винахід стосується суцільного стержня стопора, який може бути під'єднаний до підйомного механізму, і складається з:

видовженого корпусу з вогнетривкого матеріалу, який має

(i) отвір, розташований співвісно по відношенню до корпусу і пристосованого для фіксованого приймання металевого стержня для його під'єднання до підйомного механізму, подовжній канал, який має збільшену частину, яка являє собою кільцеву ущільнювану поверхню, що перебуває на певній відстані від верхнього кінця корпусу;

(ii) засіб під'єднання вищезгаданого металевого стержня;

видовженого металевого стержня, закріпленого на корпусі, верхній кінець якого пристосовано для під'єднання до підйомного механізму для вертикального зміщення стержня стопора всередині розливальної групи; і

муфти, що має ущільнювану поверхню на своєму нижньому кінці, прилеглу до ущільнюваної поверхні корпусу, стержень стопора має розміщений на металевому стержні засіб блокування муфти, стопор характеризується тим, що муфту виконано з матеріалу, що має коефіцієнт теплового розширення, більший, ніж має металевий стержень, і вона має довжину, достатню для того, щоб під дією температури, до якої стержень стопора доводять під час розливання, муфта розширювалася достатньо принаймні для того, щоб компенсувати вплив розширення металевого стержня.

Згідно з конкретним варіантом втілення винаходу, стержень стопора може бути з'єднаний з лінією подачі газу. Таким чином, вищезгаданий видовжений корпус з вогнетривкого матеріалу має на своєму нижньому кінці засіб подачі газу у резервуар з розплавленим металом, і вищезгаданий металевий стержень має подовжній канал, який сполучається у його нижній частині з каналом корпусу з вогнетривкого матеріалу.

Фігура 1 є частиною виду у розрізі верхнього кінця стержня стопора згідно з конкретним способом втілення винаходу. На цій Фігурі стержень стопора 1 складається з видовженого корпусу з вогнетривкого матеріалу 2 з подовжнім каналом 3, що проходить від його верхнього кінця 4 до його нижнього кінця (не показано). На своєму нижньому кінці корпус з вогнетривкого матеріалу може мати або не мати засіб подачі інертного газу (не показано) у резервуар з металом. Корпус з вогнетривкого матеріалу також має засіб 5 для під'єднання металевого стержня 6. Металевий стержень 6 також може мати подовжній канал 7, який проходить крізь нього від його верхнього кінця 8 до його нижнього кінця 9. Верхній кінець 8 може бути пристосований для приймання з'єднувача (не показано) для подачі інертного газу. Крім того, верхній кінець 8 стержня пристосовано для закріплення на підйомному механізмі (не показано). Газ під тиском, такий, як аргон, подають у подовжній канал 3 корпусу з вогнетривкого матеріалу за допомогою стержня 6, і він переміщується до резервуара з металом через нижній кінець корпусу з вогнетривкого матеріалу.

Корпус з вогнетривкого матеріалу 2 має збільшену частину 10, що утворює ущільнювану поверхню. Дві графітові прокладки (11 та 11') лежать на цій ущільнюваній поверхні і, таким чином, перешкоджають проникненню повітря або втраті інертного газу. Муфту 12 посаджено на стержень 6, і вона утримує прокладки 11 та 11' у стисненому стані. Верхня частина 13 муфти блокується кільцевою прокладкою 14, яка також утримується гайкою 15.

В оптимальному варіанті кільцева прокладка 14 перебуває у контакті з верхнім кінцем 4 корпусу з вогнетривкого матеріалу 2 для забезпечення більшої жорсткості вузла.

Муфту 12 виконано з матеріалу, який має коефіцієнт теплового розширення, більший, ніж має металевий стержень 6, і має довжину, достатню для того, щоб під дією температури, до якої стержень стопора доводять під час розливання, вона достатньо розширювалася у напрямку нижнього кінця металевого стержня принаймні для того, щоб компенсувати вплив розширення металевого стержня.

В оптимальному варіанті розширення муфти практично точно компенсується розширенням металевого стержня.

Як можна побачити на Фігурі 1, муфта 12 може виступати над верхнім кінцем 4 корпусу з вогнетривкого матеріалу 2, якщо це необхідно для забезпечення достатньої довжини муфти. У цьому разі кільцева прокладка 14 має виступ 16, який дозволяє блокувати муфту 12, оскільки в оптимальному варіанті має забезпечуватися контакт між кільцевою прокладкою 14 та верхнім кінцем 4 корпусу з вогнетривкого матеріалу 2.

Муфту 12 посаджено на металевий стержень 6, і вона утворює з ним рухомий вузол, з можливістю повертання, ковзання або лише ковзання. Верхній кінець 13 муфти 12 стикується з блокуючими засобами 14 та 15, жорстко закріпленими на металевому стержні 6 таким чином, щоб під дією розширення муфта 12 витягувалася уздовж осі лише у напрямку, протилежному вищезгаданим блокуючим засобам.

Згідно з одним варіантом втілення винаходу, блокуючі засоби складаються з буртика, подібного до описаного у патентах США 4,946,083 та 5,024,422, на які робиться посилання.

Матеріал, з якого зроблено муфту, а також її довжину вибирають залежно від розміру та матеріалу, з якого зроблено металевий стержень (як правило, його виготовляють на верстаті зі сталевго прута з коефіцієнтом теплового розширення порядку  $12,5 \text{ мкм} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ) та корпус з вогнетривкого матеріалу (який, як правило, виготовляють з вогнетривкого матеріалу з коефіцієнтом теплового розширення  $3\text{--}6 \text{ мкм} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ , який одержують шляхом ізостатичного пресування).

Матеріал, з якого виконано муфту, а також її довжину обрають, застосовуючи основні принципи теплофізики.

Виходячи з показників, визначених при грубому наближенні, які в цілому дають відмінні результати, можна налаштовувати систему емпірично без будь-яких труднощів.

Згідно з винаходом, муфту виконано з матеріалу з високим коефіцієнтом теплового розширення, здатного витримувати підвищені температури до яких стержень стопора нагрівається під час розливання. Наприклад, застосовують вогнетривкі матеріали з високим коефіцієнтом теплового розширення, такі, як частково опалений окис магнію. Найкращими матеріалами для такого застосування є метали або сплави металів з високим коефіцієнтом теплового розширення і високою температурою плавлення. Взагалі, для муфти

вибирають матеріал з коефіцієнтом теплового розширення, який в 1,1-3 рази перевищує цей показник матеріалу сталевго стержня. Особливо придатною є нержавіюча сталь (наприклад, з коефіцієнтом теплового розширення порядку  $17,5 \text{ мкм} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ), якщо металевий стержень виготовляють на верстаті зі сталевго прута з коефіцієнтом теплового розширення порядку  $12 \text{ мкм} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ . Корпус з вогнетривкого матеріалу зазвичай виготовляють з традиційного вогнетривкого матеріалу, такого, як вогнетривкий матеріал на основі традиційно застосовуваного глиноземного кварцевого графіту. Типова композиція, наприклад, містить (у відсотках за масою): 53%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 13%  $\text{SiO}_2$ , 31% вуглецю та приблизно 3% інших матеріалів, таких, як, наприклад, двоокис цирконію  $\text{ZrO}_2$ . Кільцеву прокладку 11, яка є газонепроникною, в оптимальному варіанті розташовують між ущільнюваними поверхнями. Як правило, застосовують графітову прокладку товщиною від 0,2 до 30 мм.

Згідно з даним винаходом, застосовують одну або кілька традиційних прокладок. Кільцеві ущільнювальні прокладки розташовують між нижньою поверхнею муфти та ущільнюваною поверхнею корпусу з вогнетривкого матеріалу.

Найкращі результати спостерігали, коли між нижньою поверхнею муфти та ущільнюваною поверхнею корпусу з вогнетривкого матеріалу поміщали дві графітові прокладки по 9 мм кожна.

Згідно з оптимальною формою втілення винаходу, ущільнювана поверхня, утворена збільшеною частиною 10 корпусу з вогнетривкого матеріалу 2, а також ущільнювальні прокладки 11 (та 11') є плоскими. Фактично було виявлено, що у цьому разі досягається значно краще збереження стиснення прокладок 11 (та 11'). У прикладі втілення корпус з вогнетривкого матеріалу, одержаний шляхом ізостатичного пресування (коефіцієнт теплового розширення  $3,6 \text{ мкм} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ) має товщину 9 мм. Металевий стержень виготовляють на верстаті зі сталевго прута з коефіцієнтом теплового розширення  $12,5 \text{ мкм} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Якщо застосовують муфту з нержавіючої сталі з коефіцієнтом теплового розширення  $17,5 \text{ мкм} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ , то за розрахунками муфта повинна мати довжину приблизно 61 мм.

Згідно з іншим варіантом втілення винаходу, підтримання стиснення ущільнювальної прокладки, коли стержень стопора доведено до високої температури, забезпечується шляхом розміщення точки прикріплення металевго стержня до корпусу з вогнетривкого матеріалу у місці між ущільнюваною поверхнею та верхньою частиною стержня. Чим значнішим є розширення, тим більше ущільнювальна прокладка притискається металевим стержнем, який збільшується під дією температури, до якої стержень стопора доводять під час розливання.

Згідно з конкретною формою втілення винаходу, стержень стопора також має засіб запобігання відокремленню металевго стержня від корпусу з вогнетривкого матеріалу. Якщо як засіб прикріплення стержня до корпусу з вогнетривкого матеріалу застосовувати металеву вставку, що має нарізний подовжній внутрішній канал, з фіксацією у корпусі з вогнетривкого матеріалу, це запобігатиме викручуванню стержня зі вставки шляхом утворення пари паралельних плоских поверхонь у місці виходу з корпусу з вогнетривкого матеріалу та спирання на ці плоскі поверхні фланця, жорстко з'єднаного з корпусом з вогнетривкого матеріалу. Це жорстке з'єднання може бути здійснене шляхом встановлення штифта у стержень, який проходить крізь фланець і входить у корпус з вогнетривкого матеріалу. У цьому разі кільцева прокладка згідно з даним винаходом також може виконувати роль фланця.

Згідно з іншим конкретним варіантом втілення винаходу, корпус з вогнетривкого матеріалу стержня стопора принаймні частково виконано з вогнетривкого матеріалу, відносно непроникного для газів. Зокрема, корпус з вогнетривкого матеріалу виконують принаймні з двох різних вогнетривких матеріалів, причому першу частину виконують із суміші, відносно непроникної для газів, і вона практично оточує ділянку, де розміщується ущільнювальна прокладка, а другу частину виконують з вогнетривкого матеріалу, стійкого до руйнування розплавленим металом.

Fig. 1

