



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110157** (13) **C2**  
(51) МПК (2015.01)  
**C21B 13/00**  
**C21C 5/28** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2014 04863</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Сущенко Андрій Вікторович (UA),</b> <b>Сідорчук Роман Сергійович (UA),</b> <b>Лігус Микола Миколайович (UA),</b> <b>Гриценко Олександр Сергійович (UA),</b> <b>Трусов Андрій Володимирович (UA),</b> <b>Конашевич Олександр Олександрович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>07.05.2014</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ</b> <b>ЗАКЛАД "ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ</b> <b>ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ",</b> вул. Університетська, 7, м. Маріуполь, Донецька обл., 87500 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.11.2015</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 62803 A, 15.12.2003 SU 576342 A, 15.10.1977 RU 2145356 C1, 10.02.2000 JP 2002256322 A, 11.09.2002 JP 10330820 A, 15.12.1998 JP 2002339010 A, 27.11.2002 Бойченко Б. М. и др. Снижение расхода металлошихты в конвертерах при использовании скрапа и твердого чугуна // Черная металлургия. - Известия высших учебных заведений. - 2011. - № 6. - С. 57-58
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.10.2014, Бюл.№ 19</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.11.2015, Бюл.№ 22</b>	

**(54) СПОСІБ ЗАВАНТАЖЕННЯ МЕТАЛООХОЛОДЖУВАЧІВ У СОВОК**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до чорної металургії. Спосіб завантаження металоохолоджувачів у совок включає завантаження не менше ніж двох видів металоохолоджувачів, у тому числі легковагового та важковагового металобрухту, при цьому масову частку важковагового металобрухту у металозавалці визначають із заявленого співвідношення. Винахід дозволяє забезпечити економне використання важковагового металобрухту при гарантованому завантаженні усієї металозавалки у конвертер одним совком із забезпеченням зменшення собівартості конвертерної сталі з одночасним одержанням максимальної продуктивності конвертерів.

UA 110157 C2



Винахід належить до металургії, переважно до киснево-конвертерного виробництва сталі.

Відомий спосіб завантаження металевого брухту в спецкороб (совок) для подачі його в конвертер [1], що включає завантаження твердої металевої шихти (металоохолоджувачів) з різною насипною вагою (насипною щільністю) - металобрухт з насипною вагою 0,5-1,2 т/м<sup>3</sup> (легковаговий) завантажують у кількості 5-15 % від ємності короба, скрап з насипною вагою 1,2-2,5 т/м<sup>3</sup> - у кількості 50-70 %, а металобрухт з насипною вагою 2,5-4,0 т/м<sup>3</sup> (важковаговий) завантажують до повного заповнення короба (тобто 15-45 % від ємності короба).

У відомому способі завантаження металевого брухту реалізується можливість використання у конвертерній плавці декількох видів металоохолоджувачів, які відрізняються як за своєю насипною щільністю (легковаговий та важковаговий металобрухт), так і за способом отримання (скрап та металобрухт), тобто забезпечується часткова заміна скрапом та легковаговим металобрухтом обігового важковагового металобрухту, що є найбільш цінним (з технологічної та економічної точки зору) та дефіцитним металоохолоджувачем на металургійних підприємствах (покупний металобрухт, який надходить до цеху у достатньо великій кількості, є здебільшого легковаговим).

Проте, при використанні відомого технічного рішення, кількість легковагового металобрухту, що завантажуються у короб та потім у конвертер, занадто мала, що не дозволяє забезпечити оптимальне одночасне використання у цеху різних видів металобрухту. Наявність у металозавалці конвертерної плавки більше 50 % скрапу є нераціональним, особливо при значному ступені зашлакування останнього, тобто при значній кількості шлаку у ньому. Це призведе до суттєвого збільшення маси конвертерного шлаку і, як наслідок, до збільшення втрат металу з корольками та оксидами заліза в шлаку, зниження виходу рідкого металу та погіршення теплового балансу плавки. Також при цьому суттєво збільшується вірогідність появи небезпечних викидів шлакометалевої емульсії з конвертера (особливо у випадках завантаження значної кількості скрапу на дно агрегату), погіршуються керованість плавкою, процеси дефосфорації та десульфурзації металу в конвертері.

Відомий спосіб завантаження металевої шихти в короб (совок) для подачі його в конвертер [2] - найближчий аналог, що включає завантаження скрапу з насипною вагою 1,2-1,6 т/м<sup>3</sup> у кількості 10-34 % від загальної витрати металевої шихти (металозавалки), металобрухту з насипною вагою не менше ніж 0,6 т/м<sup>3</sup> (легковагового) - у кількості 50 %, та металобрухту з насипною вагою не менше ніж 2,5 т/м<sup>3</sup> (важковагового) - до повного заповнення короба (тобто 16-40 % від загальної витрати металевої шихти).

У відомому способі завантаження металевої шихти за рахунок використання більшої кількості легковагового металобрухту забезпечується більша економія дефіцитного важковагового металобрухту та зменшується вірогідність його нестачі під час інтенсивної роботи цеху. При використанні на конвертерну плавку меншої кількості скрапу зменшуються вірогідність появи викидів шлакометалевої емульсії з конвертера та втрати металу з корольками та оксидами заліза в шлаку.

Однак, у відомому технічному рішенні не визначено оптимальне співвідношення масової частки важковагового металобрухту та масових часток інших металоохолоджувачів у металозавалці, з урахуванням насипних щільностей усіх видів металоохолоджувачів, що використовуються. Причому, область використання відомого способу обмежується трьома видами металоохолоджувачів, а саме: скрап з насипною вагою 1,2-1,6 т/м<sup>3</sup>, легковаговий металобрухт з насипною вагою не менше ніж 0,6 т/м<sup>3</sup> та важковаговий металобрухт з насипною вагою не менше ніж 2,5 т/м<sup>3</sup>. При наявності у металозавалці одного чи декількох інших видів металоохолоджувачів, наприклад металобрухту з насипною вагою менше ніж 0,6 т/м<sup>3</sup>, скрапу зашлакованого, скрапу з насипною вагою, меншою ніж 1,2 т/м<sup>3</sup> чи більшою, ніж 1,6 т/м<sup>3</sup>, твердого чавуну, залізорудних чи частково відновлених котунів чи брикетів, пакетованого металобрухту (пакетів) та таке інше, з формули винаходу та опису найближчого аналога не ясно, в якій кількості треба завантажувати важковаговий металобрухт. При відсутності у цеху (з будь-яких причин) скрапу також не ясно, як виконувати завантаження металоохолоджувачів (легковагового та важковагового металобрухту) у совок. Крім того, у відомому технічному рішенні масова частка легковагового металобрухту у металозавалці є постійною, а змінення масової частки важковагового металобрухту, який завантажуються у совок, відбувається за рахунок змінення частки скрапу, що є нераціональним. Так, по перше, при низькій насипній щільності легковагового металобрухту, це може не дозволити виконати завантаження необхідної сумарної маси металоохолоджувачів на плавку у один совок, тобто не забезпечує завалку металоохолоджувачів у конвертер гарантовано одним совком. А при вимушеній завалці двома совками суттєво збільшується тривалість процесу завантаження металоохолоджувачів у конвертер, подовжується тривалість (цикл) конвертерної плавки та зменшується продуктивність

агрегатів. Крім того, збільшуються витрати, що пов'язані з роботою підйомно-транспортного обладнання шихтового та конвертерного відділень цеху. По друге - це не дозволяє гнучко керувати параметрами шихтовки плавов в залежності від наявності у цеху різних видів металобрухту з різними значеннями насипних щільностей. Також, кількість скрапу у металозавалці є нераціональною, а саме верхнє його значення із вказаного діапазону є занадто великим, особливо при значній ступені зашлакування скрапу, наприклад, при використанні скрапу виду "зашлакований скрап", який у теперішній час достатньо широко застосовується на вітчизняних підприємствах.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити спосіб завантаження металоохолоджувачів у совок, в якому, за рахунок оптимізації співвідношення масової частки важковагового металобрухту та масових часток інших металоохолоджувачів у металозавалці, з урахуванням насипних щільностей усіх видів металоохолоджувачів, що використовуються, забезпечується раціональне використання найбільш цінного і дефіцитного важковагового металобрухту, тобто забезпечуються одночасно: можливість завантаження усієї металозавалки у конвертер одним совком, мінімально можлива (для конкретного випадку) витрата важковагового і максимально можлива витрата легковагового металобрухту при заданих масових частках інших металоохолоджувачів у металозавалці, і, як наслідок, забезпечується зменшення собівартості конвертерної сталі і одночасно максимальна продуктивність конвертерів, у тому числі в умовах дефіциту важковагового металобрухту.

Для вирішення поставленої задачі у способі завантаження металоохолоджувачів у совок, що включає завантаження не менш ніж двох видів металоохолоджувачів, у тому числі легковагового та важковагового металобрухту, масову частку важковагового металобрухту у металозавалці визначають із співвідношення:

$$\chi_1 = k_2 \frac{\frac{k_1 \cdot V}{M} - \sum_{i=3}^n \left( \frac{\chi_i}{\rho_i} \right) - \frac{1 - \sum_{i=3}^n \chi_i}{\rho_2}}{\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}},$$

де  $k_1$  та  $k_2$  - емпіричні коефіцієнти, що дорівнюють відповідно 1,0-1,15 та 0,85-1,0;  $V$  - об'єм совка, м<sup>3</sup>;  $M$  - сумарна маса метало охолоджувачів, завантажених у совок (маса металозавалки), т;  $n$  - кількість видів металоохолоджувачів;  $i$  - порядковий номер металоохолоджувача;  $\rho_i$  та  $\chi_i$  - насипна щільність (т/м<sup>3</sup>) та масова частка  $i$ -го металоохолоджувача; причому для важковагового металобрухту  $i=1$ , а для легковагового металобрухту  $i=2$ .

Крім того, при наявності серед металоохолоджувачів зашлакованого скрапу, його масову частку встановлюють не більше ніж 0,2 від маси металозавалки. Також, при наявності серед металоохолоджувачів твердого чавуну, його масову частку встановлюють не більше, ніж 0,3 від маси металозавалки.

При створенні винаходу виходили з наступних положень. За умови, що масова частка важковагового металобрухту у металозавалці визначена із заявленого співвідношення забезпечуються одночасно: умова завантаження усієї металозавалки у конвертер одним совком, а також мінімально-можлива (для конкретного випадку по видам і параметрам металоохолоджувачів, що присутні у металозавалці) витрата важковагового і максимально-можлива витрата легковагового металобрухту.

При цьому емпіричний коефіцієнт  $k_1$  характеризує можливість збільшення об'єму завантажених у совок металоохолоджувачів у порівнянні до об'єму пустого совка за рахунок завантаження їх з "гіркою", висота (об'єм) якої здебільшого обмежується поточним станом горловини конвертера (прохідний діаметр якої є мінімальним на початку та максимальним наприкінці кампанії по футерівці, і може додатково зменшуватися внаслідок утворення на ній шлакометалевої охолоді) та видом підйомно-транспортного обладнання, що використовується для вивантаження (зсипання) металоохолоджувачів з совка у конвертер (наприклад, завалочний кран чи заливальний кран з додатковою траверзою).

При величині коефіцієнта  $k_1$  менше ніж 1,0 розрахунок маси важковагового металобрухту буде виконуватися за умови неповного заповнення совка, тобто нераціонального використання його об'єму, що призведе до збільшення питомої витрати важковагового металобрухту, а також до нераціонального використання завалочних совків та підйомно-транспортного обладнання.

При величині коефіцієнта  $k_1$  більше ніж 1,15 висота "гірки" металобрухту над верхнім краєм совка буде занадто великою, що може призвести до зсипання частки металобрухту з совка під час його транспортування до конвертера, а також при зсипанні металозавалки із совка в конвертер. Це погіршить умови праці та техніку безпеки у цеху, дестабілізує параметри шихтовки плавки (у конвертер буде завантажена менша, ніж планувалося, та точно не визначена витрата теплоохолоджувачів) і, як наслідок, погіршить її техніко-економічні показники.

Емпіричний коефіцієнт  $k_2$  характеризує нерівномірність розташування сукупності різних теплоохолоджувачів у совку, тобто зміни їх насипних щільностей після завантаження у совок у порівнянні до прийнятих при розрахунку для кожного виду теплоохолоджувачів відокремлено. Так, при завантаженні у совок пошарово різних видів теплоохолоджувачів вони можуть ущільнювати один одного (наприклад, коли важковаговий металобрухт завантажується зверху на легковаговий) чи пересипатися один у другий (наприклад, коли теплоохолоджувач, що має більш дрібні розміри шматків завантажується зверху на теплоохолоджувач з достатньо великими зазорами між шматками).

При величині коефіцієнта  $k_2$  менше ніж 0,85 кількості важковагового металобрухту буде не достатньо для забезпечення завантаження необхідної сумарної маси теплоохолоджувачів у один совок, оскільки, як показали результати замірів, ущільнення теплоохолоджувачів у совку (у промислових умовах, при різних варіантах схем завантаження, що використовуються), як правило, не перевищує 15 %.

При величині емпіричного коефіцієнта  $k_2$  більше ніж 1,0 важковаговий металобрухт буде використовуватися з перевитратою, оскільки вірогідність розущільнення (зменшення насипних щільностей) теплоохолоджувачів після їх завантаження у совок, у порівнянні до прийнятих при розрахунку (для кожного виду теплоохолоджувачів відокремлено), майже відсутня.

При наявності серед теплоохолоджувачів зашлакованого скрапу та масовій частці його у металозавалці більше ніж 0,2 суттєво збільшується маса конвертерного шлаку, а внаслідок цього і втрати металу з корольками та оксидами заліза в шлаку, знижується вихід рідкого металу та погіршується тепловий баланс плавки. Також при цьому суттєво збільшується вірогідність появи небезпечних викидів шлакометалевої емульсії з конвертера, погіршуються керованість плавкою, процеси дефосфорації та десульфюрації металу в конвертері.

При наявності серед теплоохолоджувачів твердого чавуну (чушковий чавун, зламки чавунних виробів і таке інше) та масовій частці його у металозавалці більше ніж 0,3 особливо у випадках завантаження значної кількості його на дно конвертера, суттєво збільшується вірогідність появи (у другій половині продувки плавки) дуже небезпечних глибинних викидів металу з конвертера. Також має місце утворення у нижній частині металевої ванни, що погано перемішується, локальних зон з підвищеною концентрацією вуглецю, що, у свою чергу, призводить до різкої непередбачуваної зміни хімічного складу та температури металу на повалці конвертера (для відбирання проб металу) після закінчення продувки плавки, і, як правило, призводить до необхідності виконання операції додувки плавки. Все це знижує вихід годного металу та погіршує його якість.

Спосіб здійснюється таким чином. Заздалегідь виконують класифікацію усіх теплоохолоджувачів, що використовуються у даний період роботи цеху, та розділяють їх на види, з урахуванням насипних щільностей (які визначають відомим способом) і способів отримання, а також умов складування та зберігання в шихтовому відділенні. У тому числі обов'язково виділяють легковаговий і важковаговий металобрухт. Звичайно як легковаговий металобрухт використовують привізний (покупний) металобрухт з насипною щільністю від 0,2 до 1,4 т/м<sup>3</sup>, а як важковаговий - обіговий та частково відбірний покупний металобрухт з насипною щільністю від 1,5 до 4,5 т/м<sup>3</sup>. Також виділяють зашлакований скрап та твердий чавун (при їх наявності у нормах на виплавку сталі та на складах). Крім того, для виплавки сталі можуть використовуватися (у металозавалці) і тоді окремо виділяються додаткові види теплоохолоджувачів, наприклад: відновлені залізородні котуни чи брикети, негабаритний металобрухт, спеціальний легований металобрухт чи металеві сплави для легування тощо. Перед завантаженням совка (типового для конкретного конвертерного цеху) відомого внутрішнього об'єму, залежно від типу (марки) сталі, що виплавлятиметься у конвертері, відповідно до діючих норм на окремі види теплоохолоджувачів, визначають: масу металозавалки, необхідну кількість видів та маси (масові витрати на плавку) і масові частки усіх теплоохолоджувачів, окрім важковагового та легковагового металобрухтів. При цьому масові частки теплоохолоджувачів визначають діленням маси теплоохолоджувача на масу металозавалки. Залежно від поточного стану горловини конвертера та типу підйомно-

транспортної машини (крана), що буде використовуватися під час завантаження металоохолоджувачів у конвертер, визначають величину коефіцієнта  $k_1$  (вибирають з заявленого діапазону). Так, на початку кампанії по футерівці конвертера величина коефіцієнта  $k_1$  не повинна перевищувати 1,10, а при значній кількості шлакометалевої охолоді на горловині конвертера - не повинна перевищувати 1,05. При використанні на крані додаткової траверзи для підйому совка величина коефіцієнта  $k_1$  не повинна перевищувати 1,07. Залежно від форми, габаритних розмірів шматків металоохолоджувачів та діючої схеми розташування металоохолоджувачів у совку, визначають величину коефіцієнта  $k_2$ . У випадках, коли важковаговий металобрухт завантажується зверху на легковаговий, чи коли металоохолоджувач, що має більш дрібні розміри шматків, завантажується зверху на металоохолоджувач з достатньо великими зазорами між шматками, величину коефіцієнта  $k_2$  приймають меншою (із заявленого діапазону), і навпаки. Далі по заявленому співвідношенню розраховують необхідну частку важковагового металобрухту, а масову частку легковагового металобрухту визначають як залишок із співвідношення:

$$\chi_2 = 1 - \chi_1 \sum_{i=3}^n \chi_i.$$

Після визначення масових часток важковагового та легковагового металобрухту розраховують їх масові витрати (маси) у металозавалці, як добуток масової частки на масу металозавалки. Далі виконують завантаження усіх металоохолоджувачів у совок у необхідній послідовності, яка визначається діючою у цеху схемою завантажують совків, транспортують завантажений совок до конвертера, вивантажують металозавалку з совка в конвертер і повертають пустий совок у шихтове відділення для подальшого використання. Приклад 1 реалізації способу завантаження металоохолоджувачів у совок. Для виплавки низьколегованої марки сталі (типу 09Г2С) у 350-т конвертері, відповідно до діючих норм, необхідна сумарна маса металоохолоджувачів складала 100 т/плавку. Для завантаження металозавалки використовувалися совки з робочим об'ємом 100 м. Як металоохолоджувачі у цеху використовувалися: покупний (частково пакетований) легковаговий металобрухт з середньою насипною щільністю  $\rho = 0,6$  т/м та обіговий металобрухт (обріз блювів) з  $\rho = 2,7$  т/м<sup>3</sup>. Поточна тривалість кампанії по футерівці конвертера складала ~ 2800 плавов (друга половина кампанії), а заростання горловини конвертера було незначним. Завантаження металоохолоджувачів у конвертер виконували завалочним краном без додаткової траверзи. Схема завантаження металоохолоджувачів у совок передбачала розташування на його дні шару важковагового металобрухту, а зверху - шару легковагового, що виключало ущільнення металоохолоджувачів у совку. Таким чином були прийняті значення коефіцієнтів:  $k_1 = 1,15$ ,  $k_2 = 1,0$ . У результаті розрахунку, з використанням наведених вище співвідношень, отримали, що масова частка важковагового металобрухту повинна скласти 0,4, а легковагового - 0,6. Таким чином, маса важковагового металобрухту складала 40 т, а легковагового 60 т. При роботі цеху з використанням запропонованого способу, тобто при завантаженні совків розрахованою кількістю металоохолоджувачів, не було випадків вимушеного перезавантаження совків чи завантаження металоохолоджувачів у конвертер двома совками внаслідок їх недозавантаження (недостатньої частки важковагового металобрухту), а також не було випадків неповного використання робочого об'єму совків чи появи дефіциту обігового важковагового металобрухту, тобто використання його з перевитратою. Під час транспортування завантажених совків та зсипання металозавалки з них у конвертер випадків пересипання металобрухту також не було. При спробі завантажити у совок менше 40 т (а саме 30 т) важковагового металобрухту, з відповідним збільшенням маси легковагового металобрухту (до 70 т) при збереженні постійної маси металозавалки, внаслідок недостатньої (малої) маси повністю завантаженого (по об'єму) совка виникла необхідність його перезавантаження (відбір з верхнього шару металозавалки у совку частини легковагового металобрухту та завантаження у це місце важковагового металобрухту до досягнення необхідної маси металозавалки). При спробі завантажити у совок більше 40 т (а саме 50 т) важковагового металобрухту, з відповідним зменшенням маси легковагового металобрухту (до 50 т) при збереженні постійної маси металозавалки, мало місце не повне заповнення корисного об'єму совка, тобто нераціональне використання важковагового металобрухту, совків та підйомно-транспортного обладнання. При цьому також збільшилась вартість металевої шихти на плавку.

Приклад 2 реалізації способу завантаження металоохолоджувачів у совок. Для виплавки сталі марки А162 у 350-т конвертері, відповідно до діючих норм, необхідна сумарна маса

металоохолоджувачів складала 100 т. Використовувалися совки з робочим об'ємом  $100 \text{ м}^3$  та наступні металоохолоджувачі: покупний легковаговий металобрухт ( $\rho = 0,5 \text{ т/м}^3$ ), обіговий важковаговий металобрухт (обрізь листа та блюмів) з  $\rho = 2,4 \text{ т/м}$ , та зашлакований скрап ( $\rho = 1,0 \text{ т/м}^3$ ). У відповідності до діючих норм маса (витрата на плавку) зашлакованого скрапу складала 12 т (тобто масова частка 0,12 у металозавалці). Поточна тривалість кампанії по футерівці конвертера  $\sim 850$  плавок (перша половина кампанії), заростання горловини було незначним. Завантаження металоохолоджувачів у конвертер виконували завалочним краном без додаткової траверси. Схема завантаження металоохолоджувачів у совок практично виключала їх взаємне ущільнення. Таким чином, були прийняті значення коефіцієнтів:  $k_1 = 1,1$ ,  $k_2 = 1,0$ . У результаті розрахунку отримали, що масова частка важковагового металобрухту має складати 0,493, а легковагового - 0,387, тобто маси важковагового та легковагового металобрухту склали відповідно 49,3 та 38,7 т. При роботі цеху з використанням запропонованого способу не було випадків вимушеного перезавантаження совків, завантаження металоохолоджувачів у конвертер двома совками, а також пересипання металобрухту з совка. Плавки проходили без викидів шлакометалевої емульсії з конвертера, досягалися необхідні ступені дефосфорації та десульфурзації металу в конвертері. На плавках з масою зашлакованого скрапу більше 20 т (при масовій частці більше ніж 0,2 від маси металозавалки) суттєво збільшувалася питома витрата металошихти та мали місце: надмірне спінювання шлаку, його переливи через горловину конвертера та викиди шлакометалевої емульсії у перший період продувки плавки та у період інтенсивного окиснення вуглецю розплаву.

Приклад 3 реалізації способу завантаження металоохолоджувачів у совок. Для виплавки сталі марки СтЗпс у 350-т конвертері, відповідно до діючих норм, необхідна сумарна маса металоохолоджувачів складала 100 т/плавку. Використовувалися совки з робочим об'ємом  $100 \text{ м}^3$  та наступні металоохолоджувачі: легковаговий металобрухт з  $\rho = 0,4 \text{ т/м}^3$ , важковаговий металобрухт з  $\rho = 2,2 \text{ т/м}^3$ , та чушковий чавун з  $\rho = 3,7 \text{ т/м}$ .

У відповідності до діючих норм витрата твердого чавуну складала 15 т (тобто масова частка 0,15 у металозавалці). Поточна тривалість кампанії по футерівці конвертера  $\sim 1400$  плавок, внаслідок заростання горловини внутрішній діаметр її зменшений. Завантаження металоохолоджувачів у конвертер виконували заливним краном з використанням траверси. Схема завантаження металоохолоджувачів у совок передбачала розташування на його дні легковагового металобрухту та твердого чавуну, а над ними важковагового металобрухту, тобто мало місце додаткове ущільнення металоохолоджувачів у совку. Таким чином були прийняті значення коефіцієнтів:  $k_1 = 1,05$ ,  $k_2 = 0,9$ . Після розрахунку отримали, що масова частка важковагового металобрухту складає 0,491, а легковагового - 0,359, тобто 49,1 т важковагового та 35,9 т легковагового. При роботі цеху з використанням запропонованого способу не було випадків з необхідністю перезавантаження совків чи завантаження металоохолоджувачів у конвертер двома совками, пересипання металобрухту з совка під час його транспортування та завалки шихти у конвертер, а також застрягання металоохолоджувачів у горловині конвертера та необхідності перекатовки совка у процесі завалки. Хід продування плавки був достатньо стабільним. Частка плавки з додувками "на хімічний склад" металу чи "на його температуру" знаходилася на середньому рівні. На плавках з масою твердого чавуну більше 25-30 т (при масовій частці у металозавалці більше ніж 0,25-0,3 від маси металозавалки) суттєво погіршувався дуттьовий режим та мало місце значне коливання хімічного складу металу на повалці конвертера після продувки, що призводило до необхідності виконувати додувку плавки "на вуглець" та "на температуру".

Застосування запропонованого способу завантаження металоохолоджувачів у совок, за рахунок оптимізації співвідношення масової частки важковагового металобрухту та масових часток інших металоохолоджувачів у металозавалці, дозволяє забезпечити: максимально економне використання найбільш цінного і дефіцитного важковагового металобрухту при гарантованому завантаженні усієї металозавалки у конвертер одним совком, раціональне використання завалочних совків та підйомно-транспортного обладнання, і, як наслідок, забезпечити зменшення собівартості конвертерної сталі і одночасно максимальну продуктивність конвертерів, у тому числі в умовах дефіциту важковагового металобрухту.

Джерела інформації:

1. Спосіб завантаження металевих ломів в спецкороб для подачі його в конвертер. А. с. № 576342. СРСР, 1977.

2. Спосіб завантаження твердої металевої шихти в короб для подачі його в конвертер. Деклараційний патент України на винахід № 62803 по заявці № 2003065093 від 03.06.2003 р. МКВ С21 В 13/00. Опубліковано 15.12.2003 р. Бюл. № 12. 2003 р.

5

# ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб завантаження металоохолоджувачів у совок, що включає завантаження не менше ніж двох видів металоохолоджувачів, у тому числі легковагового та важковагового металобрухту, який **відрізняється** тим, що масову частку важковагового металобрухту у металозавалці визначають із співвідношення:

10

$$\chi_1 = k_2 \frac{\frac{k_1 \cdot V}{M} - \sum_{i=3}^n \left( \frac{\chi_i}{\rho_i} \right) - \frac{1 - \sum_{i=3}^n \chi_i}{\rho_2}}{\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}},$$

де  $k_1$  та  $k_2$  - емпіричні коефіцієнти, що дорівнюють відповідно 1,0-1,15 та 0,85-1,0,  $V$  - об'єм совка,  $m^3$ ,  $M$  - сумарна маса метало охолоджувачів, завантажених у совок (маса металозавалки),  $t$ ,  $n$  - кількість видів металоохолоджувачів,  $i$  - порядковий номер металоохолоджувача,  $\rho_i$  та  $\chi_i$  - насипна щільність ( $t/m^3$ ) та масова частка  $i$ -го металоохолоджувача, причому для важковагового металобрухту  $i=1$ , а для легковагового металобрухту  $i=2$ .

15

2. Спосіб завантаження металоохолоджувачів у совок за п. 1, який **відрізняється** тим, що при наявності серед металоохолоджувачів зашлакованого скрапу, його масову частку встановлюють не більше ніж 0,2 від маси металозавалки.

20

3. Спосіб завантаження металоохолоджувачів у совок за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що при наявності серед металоохолоджувачів твердого чавуну, його масову частку встановлюють не більше ніж 0,3 від маси металозавалки.

---

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601