

4. Двойниковая ориентация возникает при выполнении между кристаллическими решетками растущих по сдвиговому механизму пластин феррита и решеткой исходного аустенита ориентационного соотношения Курдюмова-Закса. Таким образом, микродифракционные картины подтверждают, что игольчатый феррит образуется в результате действия сдвигового $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения, что подтверждается повышенной плотностью дислокаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаборатория металлографии / [Панченко Е.В., Скаков Ю.А., Кример Б.И. и др.]. – М.: Металлургия, 1965. – 440с.
2. Беккерт М. Справочник по металлографическому травлению / М.Беккерт, Х.Клемм [пер. с нем]. – М.: Металлургия, 1979. – 336с.
3. Грилихес С.Я. Электрохимическое и химическое полирование / Грилихес С.Я. – Л.: Машиностроение, 1987. – 232с.
4. Чайковский О.А. Методика приготовления образцов для электронно-микроскопического исследования / Олег Чайковский, Александр Бекетов // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2001. – Вып. 12. – С.113-123.
5. Большаков В.И. Полигонизация аустенита при контролируемой прокатке / В.И.Большаков, Д.В.Лаухин. – Днепропетровск: ПГАСА, 2011. – 353с.
6. Большаков В.И. Структура и свойства продуктов распада переохлажденного аустенита / Большаков В.И., Маковская А.В. – Днепропетровск: ПГАСА, 2012. – 160с.
7. Любов Б.Я. Кинетическая теория фазовых превращений / Любов Б.Я. – М.: Металлургия, 1969. – 263с.

Поступила в редколлегию 18.01.2013.

УДК 669.18

ПОНОМАР К.С., магістр
ОГУРЦОВ А.П., д.т.н., професор

Дніпродзержинський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОЗАПІЧНОГО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РІДКОЇ СТАЛІ ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ РОЗЛИВКИ

Вступ. Методи позапичної обробки можуть бути умовно розділені на прості (обробка металу одним способом) і комбіновані (обробка металу декількома способами одночасно).

До простих методів відносяться: обробка металу вакуумом; продування інертним газом; обробка металу синтетичним шлаком в ковші; продування порошкоподібними матеріалами.

Основними недоліками перерахованих простих способів обробки металу є:

- необхідність перегрівання рідкого металу в плавильному агрегаті для компенсації зниження температури металу при обробці в ковші;
- обмеженість дії на метал (тільки десульфурація або тільки дегазація і тому подібне).

Найкращі результати дії на якість металу досягаються при використанні комбінованих або комплексних способів, коли в одному або декількох послідовно розташованих агрегатах здійснюється ряд операцій. Для їх здійснення необхідно ускладнювати конструкцію ковша і використовувати складніше устаткування.

Поступово у світовій практиці набуває поширення процес, названий процесом піч-ківш (за найменуваннями шарів англійською мовою в зарубіжній літературі процес дістав назву LF-процес). Процес включає перемішування продуванням металу аргоном в ковші, дугове підігрівання і обробку металу синтетичним шлаком в процесі його перемішування аргоном. Процес забезпечує не лише отримання заданого хімічного складу і температури металу, але і зниження кількості неметалічних включень в результаті видалення сірки і кисню, що призводить до значного поліпшення механічних властивостей. Такий агрегат може встановлюватися у будь-якому сталеплавильному цеху.

Постановка задачі. При використанні установки піч-ківш в основному зменшується температура металу перед випуском з конвертера з подальшим його нагрівом, що сприяє зниженню питомої витрати чавуну, розкислювачів і збільшенню стійкості вогнетривкого футерування конвертера, а також зниженню вмісту шкідливих домішок в сталі, підвищенню якості металу і поліпшенню показників роботи МБЛЗ.

Задачею є дослідження динаміки змін основних показників роботи установки та тривалості обробки і нагріву на установці піч-ківш (УПК), динаміки зміни ступеня десульфурації на плавках з обробкою на УПК і розливанням на МБЛЗ, витрати основних матеріалів і показників десульфурації сталі на плавках з обробкою на УПК для розливання на МБЛЗ.

Результати роботи. Застосування УПК в технології виробництва сталі для розливання на МБЛЗ призвело до зниження температури випуску сталі з конвертера на 20-40°C, зниження витрати чавуну в середньому на 20кг/т, до збільшення стійкості вогнетривкого футерування конвертерів від 3281 до 3362 плавок.

Для обробки металу на УПК використовують сталерозливні ковші, шлаковий пояс яких викладають з периклазовуглецевого вогнетриву, стіни і днище – з високоглиноземистого. Стійкість футерування сталюковшів з одним проміжним ремонтом в середньому склала 67 плавок, стійкість донних фурм – 27 плавок. Динаміку зміни кількості плавок із застосуванням для усереднювання металу аварійної фурми на УПК через незадовільну роботу донних фурм наведено на рис.1.

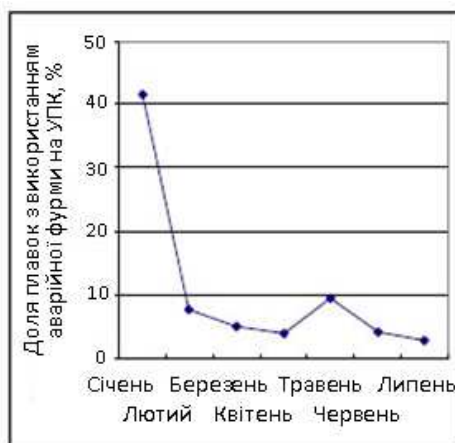


Рисунок 1 – Динаміка зміни кількості плавок із застосуванням для усереднювання металу аварійної фурми на УПК через незадовільну роботу донних фурм

Динаміку зміни основних показників роботи установки наведено на рис.2.

Нагрів металу на УПК забезпечується пічним трансформатором потужністю 35МВА з 10 східцями напруги. Максимальна швидкість нагріву – 4°C/хв.

Цикл обробки на УПК визначається в основному графіком роботи основних агрегатів цеху і для сортової МБЛЗ №1 склав в середньому 46,2 хв., для блюмової МБЛЗ

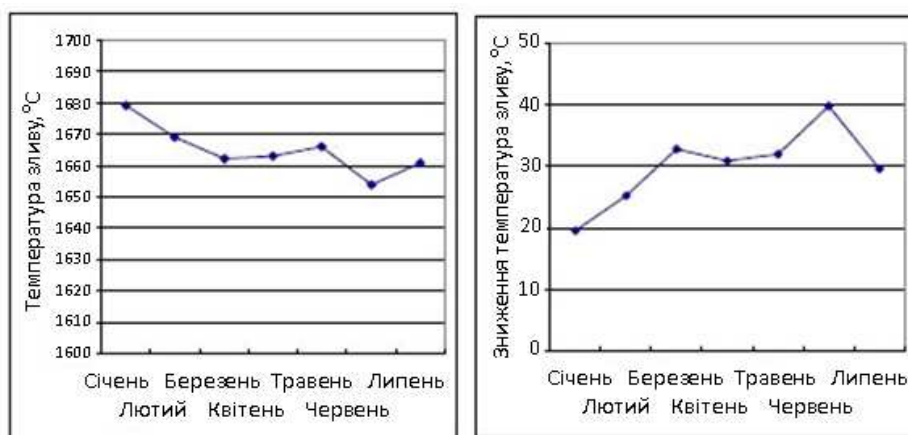


Рисунок 2 – Динаміка зміни основних показників роботи установки

№2 – 46,7 хв. Динаміку зміни тривалості обробки і тривалості нагріву на УПК наведено на рис.3.

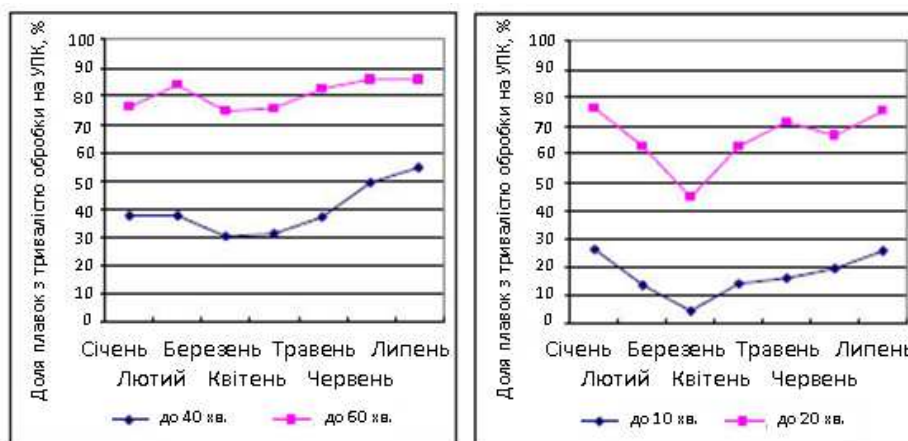


Рисунок 3 – Динаміка зміни тривалості обробки і тривалості нагріву на УПК

При відпрацюванні технології на установці піч-ківш розроблено метод, що передбачає використання феросиліцію на УПК для зниження окисненості металу і шлаку і, як наслідок, проведення процесу десульфурації на марках сталі з вмістом алюмінію в готовій сталі не більше 0,005% і розлитих на сортовій МБЛЗ №1.

Для спокійного металу з пониженим вмістом сірки в готовій сталі для розливання на МБЛЗ №2 технологія передбачає використання алюмінію на зливів в кількості до 2,0 кг/т сталі, ТШС (відсів вапна і плавикового шпату) – до 6,0кг/т, на УПК алюмінію – до 1,2 кг/т сталі, ТШС – до 6,0кг/т.

Витрату основних матеріалів і показники десульфурації на плавках з обробкою на УПК для розливання на МБЛЗ в залежності від технології виробництва сталі наведено в табл.1. Сумарна витрата алюмінію на плавку складає в середньому 0,02 кг/т для сортової МБЛЗ №1, 1,1 кг/т – для блюмової МБЛЗ №2 і 2,28кг/т – на марках сталі з регламентованим вмістом сірки, шлакоутворюючих – в середньому на плавку 7,0 кг/т, 6,5 кг/т і 8,7кг/т відповідно, наскрізна ступінь десульфурації – 32,4%, 36,4% і 74,3% відповідно.

Динаміку зміни міри десульфурації на плавках з обробкою на УПК і розливанням на МБЛЗ наведено на рис.4. Товщина шлаку в стальковші на УПК повинна складати 100-140 мм, що відповідає 2,7-3,7 т шлаку. Ковшовий шлак формується як на випус-

Таблиця 1 – Витрата основних матеріалів і показники десульфурації сталі на плавках з обробкою на УПК для розливання на МБЛЗ (середні значення)

Перелік	МБЛЗ 1	МБЛЗ 2	МБЛЗ 2 з регл. вмістом сірки
1	2	3	4
Витрата Al, кг/т			
на випуску	0.013	0.327	1.088
на УПК	0.009	0.772	1.187
Витрата СаО, кг/т			
на випуску	3.063	3.126	4.369
на УПК	2.335	2.081	2.728
Витрата СаF ₂ , кг/т			
на випуску	0.804	0.766	1.112
на УПК	0.800	0.577	0.492
Витрата FeSi, кг/т			
на УПК	0.848	0.545	1.044
Середній склад S, %			
в чавуні	0.024	0.023	0.030
на випуску	0.034	0.033	0.035
на УПК	0.032	0.032	0.026
Степінь десульфурації, %			
наскрізна	32.4	36.4	74.3
злив	5.9	3.0	25.7
УПК	28.1	34.4	65.4
Тривалість обробки, хв.	46.2	46.7	45.1
Тривалість нагріву, хв.	18.3	17.6	26.7

ку з конвертера за рахунок присадки шлакоутворюючих (відсівного вапна і плавикового шпату) і частини конвертерного шлаку, що потрапляє в ківш, так і на УПК в результаті присадки шлакоутворюючих (вапна і плавикового шпату).

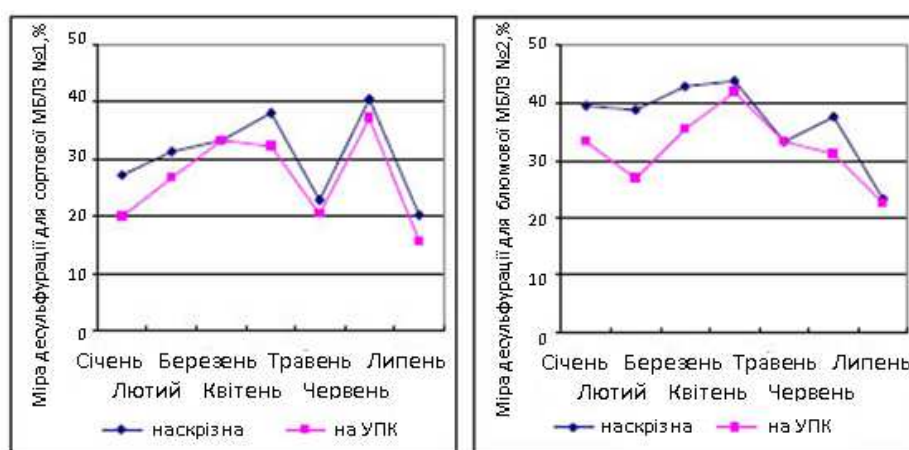


Рисунок 4 – Динаміка зміни міри десульфурації на плавках з обробкою на УПК і розливанням на МБЛЗ

В результаті застосування УПК тривалість розливання плавки знижено в середньому на 2 хв. для сортової МБЛЗ №1 і на 4 хв. – для блюмової МБЛЗ №2.

Варіанти конструкції УКП, що найчастіше зустрічаються, представлено на рис.5.

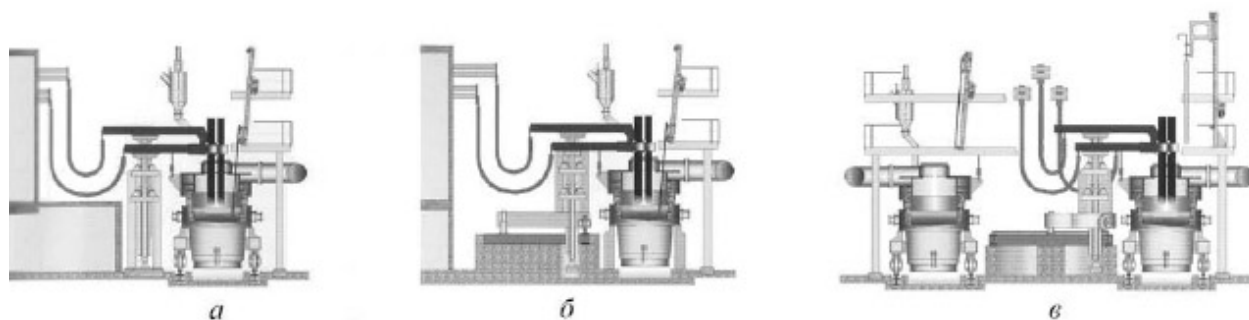


Рисунок 5 – Варіанти конструкції установок ківш-піч

На рис.5, *а* показана конструкція УКП із стаціонарною кришкою. При використанні установок такого типу ківш розташовується на металовізному візку, який по рейковому шляху транспортує його до стенду нагріву електродуги і далі в зону видачі ковша.

На рис.5, *б* показана конструкція УКП з двома стаціонарними стендами. Установка ковшів на стенди і їх зняття виконується за допомогою крану. Кришка і електроди (чи тільки електроди) кріпляться на консолі, що обертається. Після закінчення обробки одного з ковшів консоль обертається на 90° , і починається обробка ковша на іншому стенді.

На рис.5, *в* показана конструкція УКП з двома стаціонарними кришками. Для транспортування ковшів використовують два металовізні візки, що переміщуються по паралельних рейкових шляхах. Електроди закріплені на консолі, що обертається перед початком обробки наступного ковша на 180° .

Висновки. Наявність в сталеплавильному цеху УКП дозволяє вирішувати наступні основні завдання: зменшити час між випусками металу із сталеплавильних агрегатів, збільшити їх продуктивність і понизити собівартість сталі; уникнути надмірного перегрівання металу на випуску; підвищити засвоєння розкислювачів і легуючих; контролювати зміну хімічного складу сталі в заданих вузьких межах; проводити глибоку десульфуріацію металу; забезпечити високу чистоту сталі по неметалічних включеннях; відправляти метал на розливання з оптимальною температурою; у разі випуску плавки з вмістом фосфору або кольорових металів, який перевищує максимально допустиму їх концентрацію згідно з хімічним складом сталі, що виплавляється, за рахунок розбавлення чистим металом іншої плавки уникнути браку металу за хімічним складом.

При роботі з МБЛЗ УКП є проміжною місткістю, яка дозволяє: відправляти метал на розливання строго в необхідний час при серійному розливанні сталі; при виникненні аварійної ситуації на МБЛЗ уникнути втрат металу шляхом його підігрівання до пуску МБЛЗ в роботу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ківш-піч – сучасний агрегат для отримання сталі / [Д.А.Дюдкін, В.В.Кісіленко, І.А.Павлюченков, В.Ю.Болотов]. – Донецьк: Норд-Прес, 2008. – 473с.
2. Кудрин В.А. Внепечная обработка чугуна и стали / Кудрин В.А. – М.: Металлургия, 1992. – 337с.
3. Дюдкин Д.А. Производство стали. Том 1. Процессы выплавки, внепечной обработ-

- ки и непрерывной разливки / Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. – М.: Теплотехника, 2008. – 528с.
4. Поволоцкий Д.Я. Внепечная обработка стали / Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарев А.Ф. – М.: МИСИС, 1995. – 256с.

Надійшла до редколегії 29.03.2013.

УДК 621.746.27

ПОНОМАР О.С., магістр
ОГУРЦОВ А.П., д.т.н., професор

Дніпродзержинський державний технічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПЕРЕРВНОГО РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ НА ВАТ „ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ”

Вступ. У статті освітлено етапи впровадження і удосконалення технології безперервного розливання сталі, що включають реконструкцію проміжного ковша, підбір вогнетривких матеріалів підвищеної стійкості і високотехнологічних утеплювальних сумішей для захисту дзеркала металу в проміжному ковші. Підвищення продуктивності МБЛЗ можливо також за рахунок збільшення середньої швидкості витяжки заготовки і за рахунок частки плавок, що відливаються методом «плавка на плавку» з підвищенням кількості плавок в одній серії. Впровадження вказаних заходів дозволило довести серійність з використанням одного промковша на блюмовій МБЛЗ до 16 плавок, а на сортовій МБЛЗ – до 35 плавок.

Постановка задачі. Збільшення серійності плавок та вдосконалення технології безперервного розливання сталі.

Результати роботи. Максимальна продуктивність МБЛЗ забезпечується у режимі «плавка на плавку». Кількість плавок у серії визначається роботою устаткування МБЛЗ (промковша, кристалізатора, вторинного охолодження й ін.) і організацією роботи в системі конвертер – піч-ківш – МБЛЗ.

Збільшення продуктивності МБЛЗ і виходу придатної заготовки може бути досягнуто головним чином при більшій серійності розливання з можливим збільшенням тривалості експлуатації кожного проміжного ковша. Основна обмежна ланка – стійкість робочого шару футеровки ковша, а також працездатність стопорів – моноблоків і стаканів дозаторів, тобто підтримка режиму дозування впродовж усього циклу розливання. Зростання продуктивності МБЛЗ забезпечено у результаті підвищення швидкості витягування заготовок, збільшення числа плавок, що розливаються в серії, підвищення експлуатаційної надійності устаткування.

Перевага розливання сталі довгими серіями – зростання продуктивності МБЛЗ при одночасному збільшенні показника виходу придатної безперервнолитої заготовки до 98,5-99%, що на 5-6% більше, ніж при розливанні серіями по 4 плавки. Таке збільшення виходу придатного відповідає економії витрати енергії в середньому на 17,7-35,4 кг умовного палива на тонну розливої сталі.

Розглядаючи досвід вітчизняних заводів на прикладі ДМКД, можна прийти до незадовільних висновків порівняно з закордонним досвідом. Виявлено недоліки вітчизняної практики у способі розливки «плавка на плавку» та проаналізовано існуюче положення на підставі статистичної обробки плавок.

Було проаналізовано вплив кількості металу, що обрізають в серії, на вихід придатного. Результати представлені на рис.1.