

1. Металургія сталі. Конвертерне виробництво: теорія, технологія, якість металу, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія / О.Г. Величко, Б.М. Бойченко, П.С. Харлашин, М.Є. Нехаєв [и др.]. – Д.: РВА «Дніпро-VAL», 2015. – 434 с.

УДК 669

**С. В. Журавльова, Р. Б. Дутній, М. М. Бойко, В. С. Мамешин, І. В. Журавльова**

Український державний університет науки і технологій, Дніпро

## **ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЮМОВ- МІСНИХ ВІДХОДІВ**

Для отримання якісної сталі на металургійних комбінатах проводять її позапічну обробку, яка забезпечує отримання необхідного хімічного складу та температури розплаву, зниження кількості неметалевих включень. Перенесення операцій розкислення, десульфурзації, модифікування та видалення неметалевих включень з плавильного агрегату в сталерозливний ківш дозволяє зберегти продуктивність сталеплавильного агрегату та збільшити тривалість ефективної обробки рідкої сталі. Дослідники відзначають великі потенційні можливості обробки сталі у ковші активними рафінувальними шлаками. Проте термодинамічні та кінетичні можливості такого рафінування використовуються лише на 10–12%.

На ефективність рафінування стали впливають хімічний склад шлаку, його сульфідна ємність, окисленість шлаку, температурні умови обробки, в'язкість шлаку та гідродинаміка процесу.

Значною мірою рафінуюча здатність шлаків залежить і від їхньої рідкорухомості, оскільки процеси десульфурзації і розкислення отримують свій розвиток на межі шлак-метал. На більшості підприємств для розрідження шлаків використовують плавиковий шпат  $\text{CaF}_2$ , який є екологічно небезпечною речовиною, має високу вартість і агресивно взаємодіє з футеруванням агрегату для позапічної обробки сталі.

Ряд дослідників відзначають позитивний вплив  $\text{Al}_2\text{O}_3$  на рідкорухливість і сіркопоглинаючу здатність рафінувального шлаку. Тому, підвищуючи вміст  $\text{Al}_2\text{O}_3$  у складі шлаку до 20-35%, можна забезпечити його необхідну рідину і відмовитися від використання  $\text{CaF}_2$ . Використання розріджувачів рафінувального шлаку на основі  $\text{Al}_2\text{O}_3$  дозволяє забезпечити необхідну рідину рухливість рафінувального шлаку, підвищити

його десульфуруючу здатність, знизити екологічне навантаження на довкілля, виключивши використання  $\text{CaF}_2$  та утилізувати відходи, що містять алюміній.

Установка "Ківш-піч" оснащена шибєрними сталєрозливними ковшами двох типорозмірів: 60, 90 т, що дозволяє піддавати позапічній обробці до 88 т рідкої сталі. В ході процесу позапічного рафінування сталі виробляється коригування хімічного складу, підігрів, обробка порошковим дротом за допомогою трайбапарату, продування металу аргонем, що забезпечує зниження вмісту неметалевих включень (НВ) і газів в металі.

Позапічна обробка сталі на установці «Ківш-піч» (УКП) забезпечує отримання сталі з високою точністю за хім.складом і температурою, дозволяє зробити десульфурацію металу до заданих параметрів, знизити кількість неметалевих включень, а також служить накопичувальним і демпфувальним пристроєм між плавильним агрегатом (ДСП) і агрегатами для розливання сталі.

Для забезпечення високого ступеня дегазації, розкислення, десульфурації, зневуглецювання і видалення неметалевих включень спільно з УКП встановлюється обладнання для вакуумування сталі в ковші з продувкою аргонем, при необхідності, киснем, на базі пароежекторного вакуумного насосу.

Один з технологічних прийомів обробки сталі в установці Ківш-піч є використання синтетичних шлаків. При обробці синтетичними шлаками необхідно отримати максимальну поверхню контакту шлакової і металеві фаз і забезпечити умови, необхідні для наступного відділення шлаку від металу.

Розповсюджені такі засоби обробки металу шлаками:

а) обробка сталі при її випуску твердими сумішами (які звичайно складаються із  $\text{CaO}$  та  $\text{CaF}_2$ ), які плавляться за рахунок тепла рідкої сталі, з метою десульфурації;

б) обробка сталі рідкими вапняно-глиноземистими шлаками з метою десульфурації і розкислення металу;

в) обробка металу під час розливки і кристалізації шлаками для видалення шкідливих домішок і отримання кращої поверхні зливку;

г) введення на рідкий метал в ковші синтетичних твердих сумішей, які складаються із  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  та  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , розплавлення їх за рахунок тепла дуг від електродів, які вводяться через кришку ковшу, і продувка металу низу аргонем чи азотом для перемішування із шлаком з метою десульфурації і видалення неметалевих включень.

Шлаки з високим вмістом  $\text{CaO}$  і домішками  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (для зниження температури їх плавлення і забезпечення необхідної рідкотекучості) розплавляють у спеціальній електропечі і заливають у сталєрозливний ківш. При зливі металу із агрегату на шлаки

обидві фази інтенсивно перемішуються. Для забезпечення максимальної поверхні контакту найбільший вплив мають височина падіння струмені металу і в'язкість шлаку. Так як синтетичний шлак вміщує звичайно мало FeO і MnO, то обробка шлаком знижує окисленість металу; в шлак переходить також деяка кількість таких оксидних включень, які добре змочуються синтетичним шлаком або взаємодіють з ним.

При виробництві кольорових металів та сплавів, а також виробів з них утворюється алюмінієвий шлак. Він представляє суміш алюмінію, його оксидів та з'єднання лужних металів. Зберігати алюмінієвий шлак тривалий час небезпечно для довкілля. Цей тип промислових відходів відноситься до категорії дрібнодисперсних, що означає легке проникнення токсичних речовин у навколишнє середовище. При великих скупченнях виникає загроза забруднення повітря, поверхневих та ґрунтових вод.

Тому переробка його за рахунок використання при позапічній обробці металів є актуальною.

Заплановане проведення кількісної оцінки співвідношення складових, а також детальний морфологічний аналіз шлаку з різним вмістом шлакоутворюючої сміші на основі відходів алюмінію.

### Список літератури

1. Технології підвищення якості сталі [Підручник] / О.Г. Величко, О.М. Стоянов, Б.М. Бойченко, К.Г. Нізяєв. – Дніпропетровськ: Середняк Т.К., 2016. – 196 с.
2. Ковальов Г.М. Позапічна обробка чорних металів: [Навчальний посібник]. – Донецьк: Дон ГТУ, 1997. – 213с.
3. Мельник С. Г. Производство качественной стали с внепечным полиреагентным рафинированием / С. Г. Мельник // «Литье. Металлургия 2017»: материалы XIII междунар. науч.-практ. конф. Запорожье, 2017. С. 354–356.
4. Десульфурация стали в процесс инжектирования рафинировачного шлака на установке доводкиметалла / Н. Ф. Анищенко, Б.Ф. Ильмишко, Е.Н. Сотников и др. // Metallургическая и горная промышленность. – 2006. – № 7 – С. 193 – 196.
5. Богушевський В.С., Бредун Л.О. Виробництво низькосірчанистих марок сталі в конвертерах / Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. Збірник праць співробітників і випускників кафедри ФХОТМ. – К.: «Політехніка», 2008. – С. 84 – 91.
6. Шарбатиан М.Д., Богушевский В.С. Влияние неконтролируемых возмущающих воздействий на управление процессом шлакообразования // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. Збірник праць співробітників і випускників кафедри ФХОТМ. – К.: „Політехніка”, 2007. – С. 155 – 163.

7. Нестеренко Т. М., Нестеренко О. М., Колобов Г. О., Грицай В. П. Виробництво алюмінієвих сплавів з рудної та вторинної сировини : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.

8. Металургія кольорових металів. Ч.7. Вторинна металургія кольорових металів : підручник / В.М. Бредихін та ін. ; за заг. ред. д.т.н., проф. І. Ф. Червоного. Запоріжжя: ЗДІА, 2009. 454 с.

УДК 669

**С. В. Журавльова, А. Ф. Марко, М. М. Бойко, В. С. Мамешин, І. В. Журавльова**

Український державний університет науки і технологій, Дніпро

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ БІОМАТЕРІАЛІВ**

Навуглецьовування – це технологічний процес внесення вуглецевмісних компонентів (кам'яновугільного коксу, антрациту, графіту, деревного вугілля тощо) в сталь з метою доведення відсотка вмісту вуглецю до деякого потрібного рівня.

Найчастіше для навуглецьовування використовують викопні матеріали та їх похідні: кокс, графіт (залишки електродів) та інші.  $\frac{3}{4}$  В якості навуглецьовувального матеріалу також використовують деревне вугілля, яке показує деяку перевагу перед використанням мінеральних матеріалів для навуглецьовування. Окрім деревного вугілля перспективним для регіонів з розвинутим сільським господарством (в тому числі України) є використання рослинних біоматеріалів – відходів сільського господарства.

Перспективним розглядається використання лушпиння соняшнику, стебла соняшнику, кукурудзи та соломи. Усі ці біоматеріали погребують специфічний технологій підготовки перед використанням для навуглецьовування сталі.

Збільшення частки перспективних високоміцних сталей в загальному обсязі виробництва сталі, які в цілому мають вищий вміст вуглецю ніж звичайні низьковуглецеві сталі збільшить використання навуглецьовувачів та підвищить вимоги щодо їх якості.

Крім того для зменшення викидів діоксиду вуглецю при виробництві сталі буде збільшуватися використання металобрухту та металізованої сировини і процесів навуглецьовування, а використання біоматеріалів дозволить додатково зменшити викиди діоксиду вуглецю.