

Данные о зачистке заготовки для сортовых станов

| Вид зачистки | Состав стали | Задано, Т | Годного, Т | Расходный коэффициент, кг/т |
|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------------|
| Выборочная | Без бора | 179,84 | 169,89 | 1059 |
| | С бором | 41,90 | 40,50 | 1035 |
| Сплошная | Без бора | 56,83 | 53,31 | 1066 |
| | С бором | 78,14 | 73,72 | 1060 |

свойств металлопродукции из стали 14X17H2. Полученные закономерности позволили выполнить оценку степени ее влияния на механические свойства металлопродукции.

2. С целью повышения качества металлопродукции из стали 14X17H2 на основе результатов вычислительного эксперимента научно обоснована целесообразность ее микролегирования бором. Результаты проведенных опытно-промышленных плавов, микролегированных бором, свидетельствуют о положительном изменении микроструктуры стали – увеличилось содержание ферритной фазы, ее распределение стало более равномерным, что обеспечило меньшее количество внутренних напряжений и различных микродефектов, а также подтверждается отсутствием брака металлопродукции при зачистке в передельном производстве.

Библиографический список

1. Приходько Э. В. Металлохимия многокомпонентных систем / Э. В. Приходько. – М.: Металлургия, 1995. – 320 с.
2. Приходько Э. В. Эффективность комплексного легирования стали и сплавов / Э. В. Приходько. – Киев: Наукова думка, 1995. – 292 с.
3. Буренок З. О. Исследование режима термической обработки жаропрочной, коррозионно-стойкой стали 14X17H2 [Электронный ресурс] / З. О. Буренок; ДонНТУ // Материалы конференции SWorld. (18–30 марта, 2014 г.). – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/konfer34/580.pdf>

Поступила 07.12.2015.



УДК 669.168

Производство

В. С. Куцин /д. т. н./, В. И. Ольшанский, И. Ю. Филиппов /к. т. н./
 ПАО «Никопольский завод ферросплавов»
С. П. Шуваев
 ПАО «Орджоникидзевский горно-обогатительный комбинат»

Ю. С. Пройдак /д. т. н./
 Национальная металлургическая академия
 Украины

Разработка и освоение технологии производства малофосфористого марганцевого шлака из мелкодисперсного концентрата

Изложены результаты освоения технологии производства малофосфористого марганцевого шлака из марганцевого концентрата, получаемого путем обогащения отвальных шламов шламонакопителей ПАО «Орджоникидзевский горно-обогатительный комбинат». (Табл. 6).

Ключевые слова: марганцевый концентрат, агломерат, ферросплавная электропечь, фосфор, марганец, коксик, шлак марганцевый малофосфористый, лигатура, показатели производства.

Results of assimilation of the production technology of low-phosphorous manganese slag from manganese concentrate obtained by enrichment of dump slimes of sludge collectors of PJSC «Ordzhonikidze Mining and Processing Works» are stated.

Key words: Manganese concentrate, agglomerate, ferroalloy electric furnace, phosphorus, manganese, coke fines, low-phosphorous manganese slag, ligature, production indicators.

Мелкофракционный окисно-зернистый марганцевый концентрат, получаемый на ПАО «Орджоникидзевский горно-обогатительный комбинат» путем обогащения отвальных шламов методом высокоинтенсивной магнитной сепарации, соответствует техническим условиям ТУ У 07.2-00190928-007:2012. Типичный химический состав мелкофракционного окисно-зернистого концентрата 2-го сорта фр. 0–1 мм представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав окисно-зернистого марганцевого концентрата, мас. %

| Mn | SiO ₂ | CaO | MgO | Al ₂ O ₃ | Fe | P | п.п.п. | W |
|------|------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|------|--------|------|
| 33,3 | 26,2 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 4,5 | 0,17 | 12,7 | 22,1 |

По причине мелкого фракционного состава, затрудняющего процесс плавки в промышленной руднотермической электропечи, концентрат подвергался агломерации на промышленной агломашине АКМ-5-105 аглоцеха ПАО НЗФ производительностью 200 т агломерата в час. В ходе выполнения работы разработаны и отработаны в промышленных условиях основные параметры технологии производства агломерата АМНВ-2Г с применением в составе аглошихты мелкофракционного окисно-зернистого концентрата 2-го сорта фр. 0–1 мм. Для обеспечения формирования гранул аглошихты, достаточной её газопроницаемости при спекании агломерата и необходимого химического состава агломерата в составе аглошихты наряду с окисно-зернистым концентратом использовался карбонатный концентрат МГОК 1-го сорта и торфгидроксидный реагент.

Типичный химический состав и прочностные характеристики агломерата АМНВ-2Г приведены в табл. 2.

Выплавка шлака марганцевого малофосфористого (ШМФ) производилась на печи № 11 цеха производства ферросплавов (ЦПФ). Печь круглая, закрытая, трехэлектродная, оборудована тремя однофазными трансформаторами суммарной номинальной мощности 23 МВ·А, диаметр электродов 1200 мм, диаметр плавильного пространства ~9700 мм, глубина ванны ~3600 мм.

В качестве шихтовых материалов для выплавки ШМФ использовался: агломерат АМНВ-2Г и углеродистый восстановитель – кокс сортированный. Навеска кокса при плавке определялась исходя из расчета обеспечения условий полного восстановления оксидов фосфора и железа, а также 10–15 % оксидов марганца, содержащихся в марганцевом сырье, с последующим образованием попутного сплава (марганцевой лигатуры с 1,2–1,7 % P).

Шлак выплавлялся непрерывным процессом с периодическим выпуском продуктов плавки (ШМФ и марганцевой лигатуры). Электрический режим процесса: мощность – 12–14 МВт, рабочие ступени напряжения печных трансформаторов – 3–5, ток на электродах – 32–36 кА, напряжение на низкой стороне трансформатора – 210–230 В, напряжение на электродах – 120–130 В, активное сопротивление под электродами – 2,2–3 мОм, величина съема электроэнергии между выпусками – 15–20 тыс. кВтч. Процесс получения ШМФ характеризуется ровным и стабильным газовым и электрическим режимами.

Шлак выпускался в шлаковую чашу, марганцевая лигатура – в стальной ковш. ШМФ и лигатура разливался на разливочных машинах ИЗТМ-7201И. Разлитый шлак хранится в закромах склада горячего металла. Лигатура складируется в коробах и хранится на складе до использования в качестве определённой добавки в шихту при производстве ферросиликомарганца или отгрузки потребителям в качестве готовой продукции. После разлива шлака чаши с застывшей коркой ШМФ отправляются в цех вторичной переработки ферросплавной продукции. Остывшие и дробленые корки подаются на дозирочные отделения ЦПФ, где используются совместно с разлитым малофосфористым шлаком. Освободившиеся от лигатуры стальные ковши кантуются в разливочном пролете ЦПФ, отходы лигатуры перерабатываются отдельно и используются в составе шихты в качестве возвратных отходов при производстве МФШ на печи № 11.

Химические составы ШМФ и марганцевой лигатуры в период проведения промышленных опытов приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 2

Качественные характеристики агломерата АМНВ-2Г, %

| Mn | SiO ₂ | CaO | MgO | Fe | P | Основность | Прочность, % | Фракция-5 мм, % |
|------|------------------|-----|-----|-----|------|------------|--------------|-----------------|
| 39,9 | 27,3 | 8,3 | 2,4 | 2,2 | 0,18 | 0,39 | 77,5 | 3,2 |

Таблица 3

Химический состав ШМФ, %

| Mn | SiO ₂ | CaO | MgO | Al ₂ O ₃ | Fe | P | (%P)/(%Mn) |
|-------|------------------|-----|-------|--------------------------------|---------|-------------|------------------------|
| 38–41 | 32–34 | 6–8 | 2–3,5 | 2,5–3,5 | 0,4–1,0 | 0,012–0,050 | (3÷12)10 ⁻⁴ |

Таблица 4
Химический состав марганцевой лигатуры, %

| Mn | Si | C | Fe | P |
|-------|---------|---------|-------|---------|
| 48-66 | 0,1-0,8 | 5,2-5,7 | 25-45 | 1,2-1,9 |

При проведении работы было исследовано влияние отношения С/Мп в шихте, длительности выдержки расплава ШМФ в чаше и других технологических факторов на качество малофосфористого шлака. В начальный период исследований отношение С/Мп в шихте поддерживали в пределах 0,14-0,16, при этом содержание марганца в шлаке составляло 37-38,5 %, а выход лигатуры – 135-140 кг/б.т. ШМФ. Уменьшив отношение С/Мп в шихте до 0,10-0,12, удалось добиться повышения содержания марганца в ШМФ до 39,5-41,5 %, количество получаемой лигатуры уменьшилось до 120 кг/б.т. Увеличение длительности выдержки ШМФ перед разливкой до 2-3 часов способствовало более полному осаждению корольков фосфористой лигатуры из шлаковой в металлическую фазу и снижению концентрации фосфора в шлаке с 0,040-0,060 до 0,015-0,030 %. С целью снижения концентрации фосфора в шлаке целесообразно повторное использование лигатуры в составе шихтовых материалов. При этом вследствие увеличения количества металлической фазы в ванне печи повышается коэффициент распределения фосфора между металлом и шлаком. Как показали промышленные испытания, оптимальным является введение лигатуры в количестве 4-8 % от массы задаваемого марганцевого сырья. Распределение фосфора и марганца между продуктами плавки приведено в табл. 5.

Таблица 5
Распределение фосфора и марганца между продуктами плавки, %

| Элемент | Шлак (ШМФ) | Металл (лигатура) | Улет и потери |
|----------|------------|-------------------|---------------|
| Фосфор | 12,5 | 87,0 | 0,5 |
| Марганец | 84,8 | 13,7 | 1,5 |

Анализ данных табл. 5 показывает, что основная масса вносимого шихтовыми материалами фосфора 87,0 % переходит в металлическую фазу – лигатуру, марганца 84,8 % – в шлаковую фазу (ШМФ).

В ходе выполнения работы освоена технология выплавки ШМФ с использованием в составе марганцевого агломерата концентрата ОЗ 2-го сорта фр. 0-1 мм. Достигнутые технико-экономические показатели выплавки шлака

марганцевого малофосфористого с использованием в аглошихте мелкофракционного окисно-зернистого марганцевого концентрата, производимого ПАТ «ОГОК», приведены в табл. 6.

Таблица 6
Технико-экономические показатели выплавки ШМФ с использованием в аглошихте мелкофракционного окисно-зернистого марганцевого концентрата

| Показатели | Значение |
|-------------------------------------------------------|----------|
| Удельный расход марганцевого сырья (АМНВ-2Г), кг/б.т. | 1239 |
| Извлечение марганца, % | 84,8 |
| Сквозное извлечение марганца (ШМФ и лигатура), % | 98,5 |
| Удельный расход кокса сортированного (сух.), кг/б.т. | 75 |
| Выход лигатуры, кг/б.т. | 128 |
| Удельный расход электроэнергии, кВтч/б.т. | 1015 |
| Удельный расход электродной массы, кг/б.т. | 1,93 |

Выводы

1. Проведено опытно-промышленное освоение технологии спекания марганцевого агломерата АМНВ-2Г с использованием концентрата ОЗ 2-го сорта фр. 0-1 мм. производства ПАО «ОГОК».

2. Разработана и внедрена в производство технология получения шлака марганцевого малофосфористого (ШМФ) с использованием в качестве марганцевого сырья опытного агломерата АМНВ-2Г.

3. Технико-экономические показатели выплавки ШМФ: содержание марганца не менее 39 %, фосфора не более 0,030 %, извлечение марганца 84,8 %, сквозное извлечение марганца 98,5 %, удельный расход электроэнергии 1015 кВтч/б.т. ШМФ.

4. Максимальный объем производства ШМФ на печи № 11 (при используемой мощности печи 16 МВт) составляет 10500 б.т./мес. Повышение мощности печи ограничено техническими характеристиками печных трансформаторов.

5. Дальнейшее увеличение объема производства ШМФ потребует дополнительных мощностей по приемке и переработке сырья, выплавке, подготовке и подаче шлака (возможности склада горячего металла ЦПФ и цеха вторичной переработки ферросплавного производства).

Поступила 10.12.2015