

Рециклинг металлургических шлаков

Студенты: гр. 10404115 Цыганков А.А., гр.10404129 Коршак В.Е.

Научный руководитель – Ровин С.Л.

Белорусский Национальный технический университет

г. Минск

В условиях возрастающего дефицита качественных шихтовых материалов и постоянного увеличения их стоимости особую значимость представляет рециклинг дисперсных железосодержащих отходов (стружки, окалины, шлака, шлама, аспирационной пыли), накопление которых в отвалах уже достигает величин, соизмеримых с добычей руды.

Задача рециклинга металлоотходов – приведение их в состояние, позволяющее заменить первичные шихтовые материалы (чушку), которые производятся из руды металлургическими комбинатами полного цикла, или непосредственное использование при производстве марочных сплавов вместо плотной (кусковой) шихты.

Образование шлаков неизбежно сопровождает любой процесс плавки металлов и сплавов, и практически всегда в шлаках содержится то или иное количество выплавляемого металла и его соединений. В сталеплавильных и чугунолитейных цехах наибольшее количество шлака образуется при электродуговой плавке – до 20-30% от массы жидкого металла. При этом в составе шлаков электродуговых печей может содержаться до 30 % и более железа, в том числе до 12-15 % металлического в виде корольков и скрапа. Основную часть шлака составляют оксиды, которые условно можно разделить на три группы: кислые (SiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , SO_4), основные (CaO , MgO , FeO) и амфотерные (Al_2O_3). В зависимости от соотношения кислых и основных оксидов шлаки делятся соответственно на кислые и основные [1].

Применяемые сегодня технологии переработки шлаков включают в себя, как правило, следующие операции: первичное дробление крупной фракции; первичная магнитная сепарация; вторичное дробление отделенной немагнитной части шлака (> 80 мм); вторичная магнитная сепарация; грохочение отделенной магнитной части шлака; сортировка полученного материала по группам.

Первичная магнитная сепарация осуществляется обычно с использованием крановых электромагнитов, дробление – в щековых и валковых дробилках. Вторичная магнитная сепарация осуществляется с помощью навесных и барабанных магнитных сепараторов, установленных, соответственно, над и под ленточным транспортером, по которому движется прошедший вторичное дробление шлак. В процессе такой переработки может быть извлечено до 60-70% металла, содержащегося в шлаке, однако мелкие частички металла и его оксиды остаются в шлаке. Для максимального извлечения металла (до 94-95 %) и отделения путем омагничивания оксидов железа требуется очень тонкое измельчение шлака (до 0,1-1,0 мм) – его дезинтеграция.

В результате представленной традиционной переработки шлака получают следующие продукты [2]:

- куски металла (сливы, остатки в разливочных ковшах) с размерами более 80-100 мм – используются в качестве шихты для электродуговой плавки;

- металлическая фракция с размерами кусков от 10-30 мм до 80-100 мм и степенью засоренности неметаллическими включениями <10% – пригодна для повторного переплава в электродуговых и индукционных печах после дополнительной очистки и брикетирования;

- металлосодержащая фракция с размером частиц менее 10-30 мм, общим содержанием железа до 40-50% при количестве металлического железа 5-10%, высоким содержанием CaO (<30%) и MgO (<10%), – сегодня практически не используется и захоранивается на промышленных полигонах;

- немагнитный продукт, разделенный на фракции: 0-3 мм, 3-10 мм, 10-40 мм, 40-80 мм – используется в дорожном строительстве и при изготовлении стройматериалов.

Перспектива решения проблемы рентабельной переработки дисперсных железосодержащих отходов, включая оксидные и загрязненные, наметилась с появлением плавильных агрегатов нового типа – ротационных наклоняющихся печей (РНП), Принципиальное устройство РНП представлено на рис. 1.

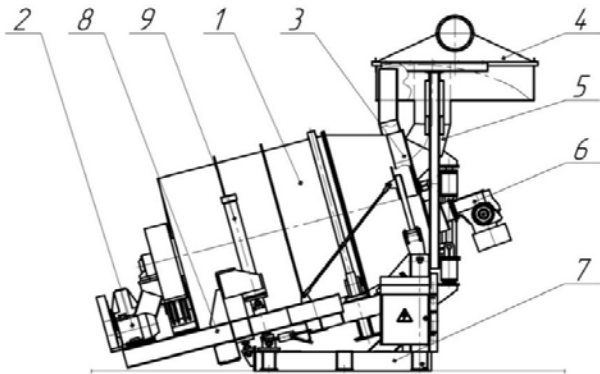


Рисунок 1 – Ротационная наклоняющаяся печь: 1 – корпус печи; 2 – привод вращения; 3 – поворотная крышка; 4 – зонт; 5 – дымоход; 6 – горелка; 7 – опорная рама; 8 – поворотная рама; 9 – привод наклона печи.

Возможность активного перемешивания шихты во время нагрева и расплавления, петлеобразное движение газового потока обеспечивают этим печам высокий КПД – до 50-55%, что сопоставимо с шахтными печами и в 2-4 раза превышает КПД всех других печей на стадии нагрева и расплавления. Большая горловина печи и возможность изменения наклона корпуса от -15° до $+30^\circ$ позволяют значительно сократить время загрузки РНП шихтовыми материалами, а также слива расплава и скачивания шлака. Это, в свою очередь, сокращает продолжительность полного цикла плавки и повышает фактическую производительность печи. Обогащение дутья кислородом позволяет осуществлять в РНП плавку не только цветных металлов, но и железосодержащих отходов.

Техпроцесс плавки дисперсных металлических отходов в РНП включает в себя: высокотемпературный безокислительный нагрев, расплавление, при необходимости – науглероживание, выдержку, скачивание шлака и выдачу расплава в разливочный ковш или изложницы.

Технология рециклинга оксидных железосодержащих материалов в РНП включает в себя несколько стадий, которые реализуются, сменяя друг друга:

- твердофазное восстановление оксидов в присутствии твердого восстановителя;
- расплавление и довосстановление металла (жидкофазное восстановление)
- контроль химсостава полученного расплава, при необходимости – науглероживание и доводка жидкого металла до требуемого состава, или передача расплава для доводки в электропечи или специальные агрегаты внепечной обработки [3].

Наиболее рациональным вариантом переработки дисперсных металлоотходов в литейных цехах, где необходимо получение марочных сплавов и используются традиционные электрические плавильные печи, является организация дуплекс-процесса «РНП-ИЧТ» или «РНП-ДСП». При этом переплавка и восстановление дисперсных и оксидных металлоотходов осуществляется в РНП, а доводка полученного расплава по химическому составу – в электропечи.

РНП хорошо адаптируются к условиям действующего производства, позволяют перерабатывать практически любые дисперсные металлоотходы в количестве, необходимом для данного производства. При этом не требуется значительных капиталовложений, дополнительных производственных площадей и транспортных расходов. Окупаемость участков рециклинга, оснащенных РНП, в зависимости от объемов производства составляет, как правило, не более года [4].

Список использованных источников

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. – М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.
2. Переработка сталеплавильных шлаков и использование продуктов переработки / С. М, Чумаков, В. А. Костров, В. Я. Тишков и др. // Бюл. НТИ. Чер. металлургия. – 1998. – № 9. – С. 83-86.
3. Кислицына, Н. Г. Рециклинг окалины / Н. Г. Кислицына, Т. М. Заяц // Литье и металлургия. – 2011. – № 3, Спецвыпуск. – С. 167-170.
4. Ровин, С. Л. Использование ротационных печей для рециклинга железосодержащих отходов / С. Л. Ровин // Литье и металлургия. – 2014. – № 1. – С. 56-61.