

Исследование дисперсных металлоотходов, образующихся в металлургическом производстве ОАО «МТЗ»

Студент гр. 10404116 Телешова Е.В.
Научный руководитель – Ровин С.Л.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Одна из важнейших проблем современного промышленного производства – вторичное использование (рециклинг) дисперсных металлосодежащих отходов, таких как: стружка, окалина, пыль металлургических производств, шламы и т.п. [1]. Эта проблема имеет два основных аспекта – экологический и экономический:

- во-первых, низкосортные металлоотходы – это стабильно накапливающиеся опасные отходы, захоронение которых создает угрозу не только экосистеме, но также напрямую человеческому здоровью;

- во-вторых, основным компонентом в них выступают металлы – дорогостоящее и дефицитное сырье, которое полностью ввозится в нашу страну из-за рубежа.

Львиную долю образующихся и накапливающихся металлоотходов (около 90%) составляют отходы, содержащие железо и его соединения. Решение этой проблемы требует всестороннего исследования железосодержащих отходов машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий и поиска наиболее экономичных и эффективных способов их переработки и возврата в производство.

С этой целью были исследованы пыль дробеочистки отливок и окалина металлургического производства Минского тракторного завода. Ежегодно на ОАО «МТЗ» образуется около 3000 тонн таких отходов, и сегодня они практически полностью вывозятся и захораниваются на промышленных полигонах.

В процессе исследования пыли дробеочистки определялся ее гранулометрический состав (методом ситового анализа), влажность, насыпной вес, потери при прокаливании и металлосодежание – методом омагничивания.

Результаты ситового анализа представлены на рисунке 1.

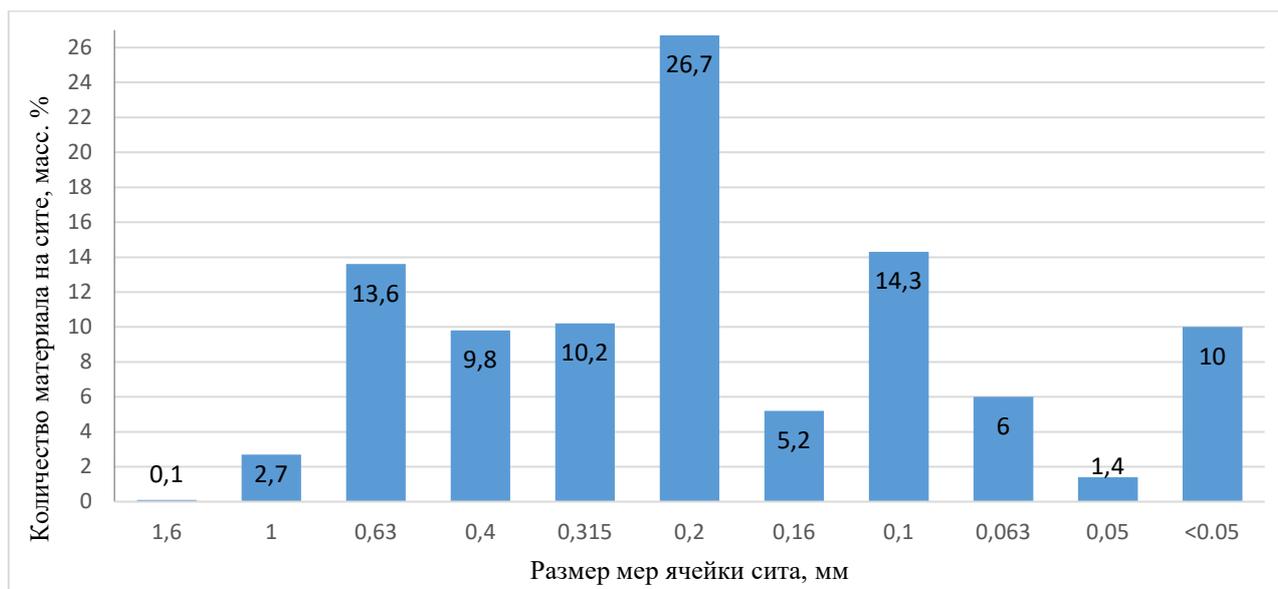


Рисунок 1 – Гранулометрический состав пыли дробеочистки

Средняя влажность пыли дробеочистки составила 0,03%, потери при прокаливании (материал прокаливался в течении 30 минут при температуре 900) ~ 1 %. Доля омагниченного

материала относительно исходного составляет 50-53%. Насыпная плотность исходной пыли составила в среднем 2050 кг/м³, омагниченной части ~ 3740-3760 кг/м³, а немагнитного отсева – около 1470-1480 кг/м³.

Для оценки распределения металлической части материала по фракциям было выполнено омагничивание пыли на наиболее характерных ситах: 0,315+; 0,2; 0,2-. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение омагниченного материала по фракциям

Размер частиц, мм	Количество материала данной фракции, г / масс. %	В том числе масса омагниченного материала, г / %	Доля омагниченного материала данной фракции относительно всего материала, масс. %
>0,315	179 / 36	166 / 92,7	33,2
0,2-0,315	142 / 28	37 / 26,1	7,4
<0,2	179 / 36	45 / 25,1	9,0
Всего	500 / 100		49,6

Из данных в таблице 1 следует, что самое большое количество металла содержится в материале с размером частиц > 0,315 мм – 92,7% от материала этой фракции, что составляет около 67 % от общего количества омагничиваемой пыли дробеочистки. При этом, как показал химанализ, основной составляющей немагнитной части пыли дробеочистки является SiO₂ (до 90-93%), а омагниченной части: в материале с размером частиц ≥ 0,315 мм – в основном металл, в зависимости от материала применяемой дробы, – либо чугун, либо сталь; а в материале < 3,15 мм – в основном оксиды железа (FeO и Fe₂O₃).

Учитывая результаты предварительных исследований наиболее рациональной технологической схемой рециклинга образующейся в литейных цехах ОАО «МТЗ» пыли дробеочистки представляется следующая:

- отдельный сбор пыли в зависимости от применяемой дробы;
- отсев фракции с размером 0,315+;
- омагничивание этой фракции;
- переплав полученной омагниченной части в ротационной наклоняющейся печи (РНП);
- жидкая завалка полученного в РНП расплава в имеющиеся в литейных цехах индукционные печи (дуплекс-процесс).

Реализация такой технологии позволит предприятию получить дополнительно около 480-500 тонн металла при себестоимости расплава в 4-5 раз ниже текущей себестоимости жидкого чугуна.

Лабораторные исследования окалины кузнечных и термических цехов ОАО «МТЗ» включали в себя определение влажности материала, размеров составляющих его частиц, потерь при прокаливании и насыпной плотности. Кроме того, с целью определения оптимальных режимов рециклинга окалины, исследовались процессы твердофазного восстановления окалины. В качестве восстановителя при этом использовался скрытокристаллический графит.

Образцы окалины имели среднюю плотность около 2200-2500 кг/м³, влажность – не более 0,5-0,6%, потери при прокаливании – около 1%. Частицы имеют широкий разброс размеров: от 1-2 до 10-20 мм, при толщине от 0,05 до 2-3мм.

При проведении исследований процесса восстановления навеска окалины смешивалась с восстановителем в пропорциях 2/1 или 8/3. Подготовленные образцы помещались в печь. Температура нагрева образцов варьировалась в пределах 850-1150 °С. Время пребывания материала в печи составляло от 20 до 60 мин. После извлечения образцов из печи они взвешивались. Контроль процесса восстановления осуществлялся по убыли массы, которая, в случае с сухой и обезжиренной окалиной, может быть связана только с удалением кислорода – металлизацией. Исследования проводили отдельно для мелкой (с размерами до 2-3 мм и толщине

пластинки не более 0,5 мм) и крупной окалины (размеры не менее 5-10мм при толщине не менее 1 мм). Данные проведенных исследований представлены на рисунке 2 и в таблице 2.

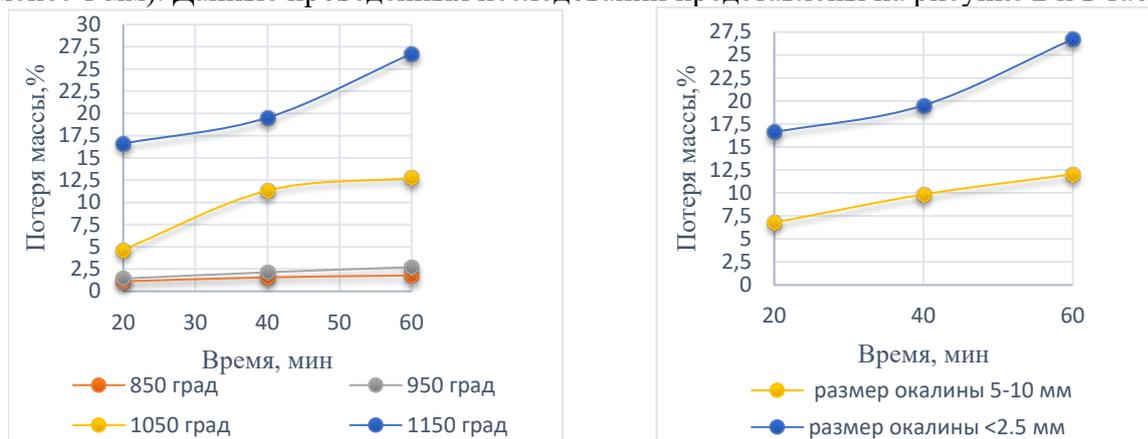


Рисунок 2 – Зависимость степени восстановления окалины от температуры (а) и размера частиц при температуре 1050°С (б)

Таблица 2 – Данные восстановления частиц окалины с размерами до 2-3 и толщине до 0,5 мм

Температура восстановления, °С	Потеря массы (%) в зависимости от продолжительности процесса (мин.)			Степень металлизации через 60 мин., %
	20	40	60	
850	1,12	1,57	1,78	6,6
950	1,43	2,14	2,72	10,1
1050	4,68	11,32	12,75	41,2
1150	16,62	19,53	26,72	99,0

Из представленных данных видно, что скорость восстановления окалины значительно увеличивается при температурах выше 1000°С, а при температуре 1150 °С уже через 20 минут степень металлизации достигает 61,5%. В тоже время исследования показали, что при температурах около 1250°С окалина начинает активно спекаться. Таким образом, оптимальными для восстановления окалины кузнечных и термических цехов твердым восстановителем являются температуры в интервале 1000-1200°С, с увеличением температуры скорость восстановления растет.

Важную роль при твердофазном восстановлении играют также предварительная подготовка шихты: измельчение материалов – увеличение площади поверхности контакта (см. Рисунок 2, б), и тщательное смешивание частиц оксидов железа и графита приводят к значительному ускорению процесса восстановления. Это позволяет сделать вывод, что процессы нагрева и восстановления в динамическом слое при постоянном перемешивании должны проходить более интенсивно, а, следовательно, наиболее рациональным способом рециклинга окалины для ОАО «МТЗ» представляется предлагаемый белорусскими учеными малотоннажный рециклинг с применением РНП [2].

Список использованных источников

1. Волобуев, В.Ф. Ресурсы вторичных черных металлов: справ. / В.Ф. Волобуев, Г.Ф. Попов. – М.: Металлургия, 1996. – 128 с.
2. Ровин, С.Л. Рециклинг металлоотходов в ротационных печах / С.Л. Ровин. – Минск: БНТУ, 2015. – 382с.