

Магистрант группы 50424021 Телешова Е.В.,
Научный руководитель – Ровин С.Л.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск

С каждым годом возрастает дефицит качественной металлошихты и постоянного увеличивается закупочная стоимость как первичных металлов (чушки) так и качественного металлолома. Исходя из этого, особую значимость представляет процесс возвращения металло-содержащих отходов (стружки, окалины, шлака, шлама, аспирационной пыли) в производственный оборот – рециклинг.

Задача рециклига металлоосодержащих отходов – приведение их в состояние, позволяющее заменить первичные шихтовые материалы (чушку), либо непосредственное использование их для выплавки марочных сплавов. Эта проблема особенно актуальна для Республики Беларусь, металлургическое и литейное производство которой практически полностью зависит от импортируемых шихтовых материалов, а увеличение закупочной цены неизбежно приводит к росту себестоимости конечной продукции [1].

Проблема создания эффективной технологии рециклинга в Беларуси осложняется наличием большого количества небольших по объему источников металлоотходов (машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий) и отсутствием собственного металлургического производства полного цикла.

В условиях Беларуси необходимы технология и техника, адаптированные к параметрам и порционным, относительно небольшим объемам исходного сырья, позволяющие перерабатывать разнородные дисперсные металлоотходы, причем не просто переплавлять, но и восстанавливать при необходимости. Для этого нужен специальный агрегат, предназначенный для работы с дисперсной шихтой, с широкими возможностями управления параметрами рабочего пространства и режимами плавки. В этом отношении безусловными преимуществами обладают ротационные (вращающиеся) печи. Из них наиболее эффективными являются на сегодняшний день ротационные наклоняющиеся печи (РНП) с петлеобразным движением газов.

В работе была исследована пыль дробеочистки отливок литейных цехов Минского тракторного завода. Ежегодно на ОАО «МТЗ» образуется около 3000 тонн таких отходов, и сегодня они практически полностью вывозятся и захораниваются на промышленных полигонах.

Пыль дробеочистки отливок представляет собой высокодисперсную смесь остатков формовочной смеси и металлической пыли, образующейся в результате разрушения самой дроби и абразивно-ударного воздействия на поверхность отливок. С помощью фазового анализа удалось установить, что в пыли дробеочистки основную долю составляют SiO_2 – 70-75 %, и металлосодержащая пыль – 23-25 %, (металл, чугун или сталь, что зависит в первую очередь от используемой для очистки дроби, и оксиды железа), около 3-5 % составляют прочие компоненты, в том числе глинозем (до 3 %), сажа и угольная пыль (около 1 %).

В процессе исследования пыли дробеочистки определялся ее гранулометрический состав (методом ситового анализа), влажность, насыпной вес, потери при прокаливании, магнитная составляющая, фазовый состав и металлургический выход (методом переплавки омагниченной составляющей в лабораторной высокочастотной индукционной установке).

Результаты ситового анализа пыли представлены на рисунке 1.

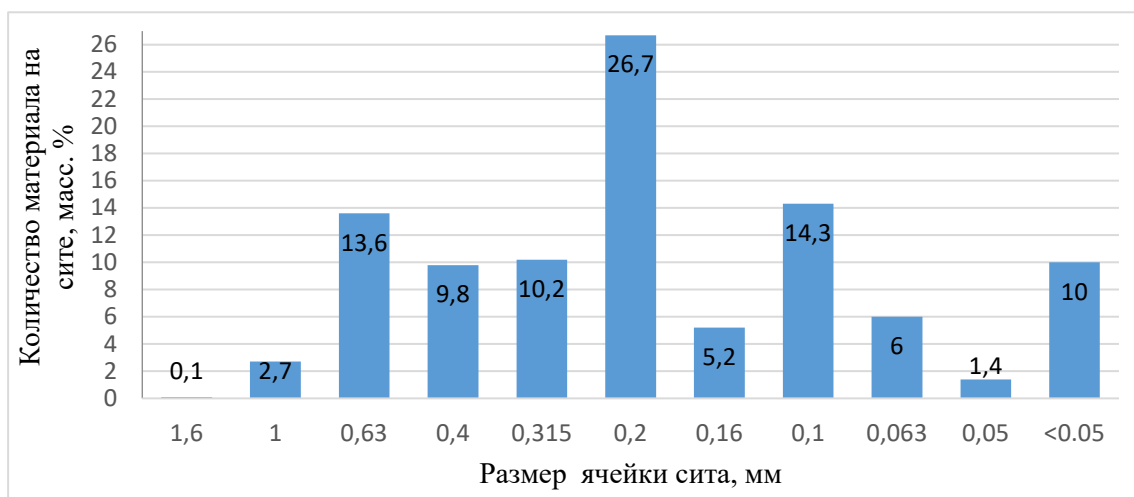


Рисунок 1 - Гранулометрический состав пыли дробеочистки

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 на рисунке 2.

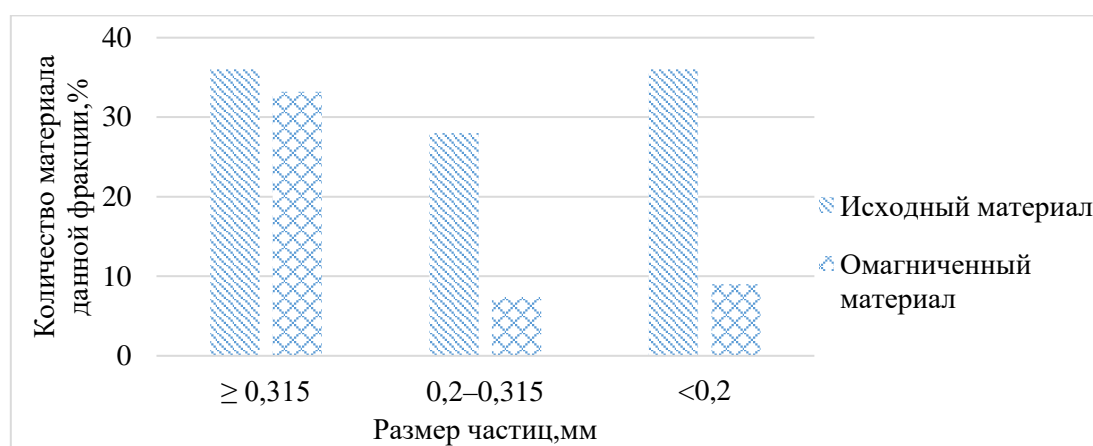


Рисунок 2 - Распределение железосодержащего материала по фракциям

Из данных на рисунке 2 следует, что самое большое количество металла содержится в материале с размером частиц $\geq 0,315$ мм: 92,7% от материала этой фракции омагнитилось, что составляет около 67 % от общего количества омагничиваемой части пыли дробеочистки. При этом, как показал фазовый анализ, выполненный с помощью дифрактометра ДРОН 3, основной составляющей немагнитной части пыли дробеочистки является SiO₂ (до 90-93%), а омагниченной части: с размером частиц $\geq 0,315$ мм – в основном металл (в зависимости от материала применяемой дробы – либо чугун, либо сталь), а в материале с частицами менее 0,2 мм – в основном оксиды железа (FeO и Fe₂O₃).

При переплаве омагниченной части пыли с размером частиц $\geq 0,315$ мм в лабораторной высокочастотной установке металлургический выход составил около 92%, что хорошо коррелируется с данными фазового анализа.

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

1. Раздельный сбор пыли в зависимости от материала применяемой дробы и очищаемых отливок.
2. Отсев фракции с размером $\geq 0,315$ мм.
3. Омагничивание этой фракции.
4. Плавка полученной омагниченной части в ротационной наклоняющейся печи (РНП). Процесс плавки дисперсных металлических отходов в РНП включает в себя: загрузку исходных материалов – металлотходов, восстановителя (коксы, отсев угля, антрацита и т.п.) – до 4-6%, и флюсов (известняк, доломит) – около 5-6%, от массы металлотходов; безокислительный нагрев (при сжигании топлива с недостатком окислителя в присутствии твердого восстановителя) до температуры 1100-1200°C; расплавление шихты путем повышения температуры за счет обогащения дутья кислородом (до 27-28%); выдержку расплава до прекращения кипа и слив расплава и шлака. Весь процесс плавки дисперсных металлических отходов занимает в РНП не более 40-45 минут, при этом угар металла не превышает 1,5-2,5% (причем, это потери в основном с шлаком) [2].
5. Жидкая завалка полученного в РНП расплава в имеющиеся в литейных цехах электроплавильные печи и доводка его до заданного состава («дуплекс-процесс»), что обеспечит дополнительный экономический эффект, благодаря сокращению затрат электроэнергии на расплавление шихты.

Расчеты показали, что реализация такой технологии позволит предприятию получить дополнительно около 600 тонн металла при себестоимости расплава в 3-4 раз ниже существующей.

Список использованных источников

1. Ровин, Л. Е. Рециклинг железосодержащих отходов / Л. Е. Ровин, С. Л. Ровин // Литье и металлургия. – 2006. – №2 Ч.2. – С. 159–164.
2. Ровин, С.Л. Применение ротационных печей для плавки черных сплавов / С. Л. Ровин, Л. Е. Ровин, И. С. Насевич // Литье и металлургия. – 2020. – №1. – С. 9–13.