

Результаты исследований аспирационной пыли дробеметной очистки отливок

Телешова Е.В., Ровин С.Л., Шейнерт В.А.
Белорусский национальный технический университет

В современном промышленном производстве одной из важнейших проблем, которую не следует недооценивать, является вторичное использование металлоосодержащих отходов. Каждый год наблюдается увеличение дефицита качественной металлошихты и рост затрат на закупку как первичных металлов, так и качественного металлолома. Это происходит на фоне растущей экологической опасности, связанной с увеличением объемов промышленных отходов, в том числе металлоосодержащих.

На сегодняшний день в металлургическом и литейном производстве по-прежнему актуальным остается вопрос переработки и рециклинга аспирационной пыли дробеочистки и резки металлов, металлургического шлака, мелкого скрапа, шлама металлообработки, окарины кузнечных и термических цехов и т.п.

В настоящей работе были проведены исследования аспирационной пыли дробеочистки отливок из черных металлов и определены рациональные методы ее переработки и возвращения в производство содержащегося в пыли металла.

Образцы пыли дробеметной очистки чугуновых и стальных отливок, взятые на соответствующих производственных участках ОАО «МТЗ», использовались в качестве исходных материалов для исследования.

Пыль дробеметной очистки отливок (ПДО) представляет собой высокодисперсную смесь остатков формовочной смеси и металлической пыли, образующейся в результате разрушения самой дроби и абразивно-ударного воздействия на поверхность отливок.

Для определения гранулометрического состава образцов использовался сухой рассев с применением виброустановки и набора сит с размерами ячеек от 2,5 до 0,05 мм., результаты которого представлены на рисунке 1.

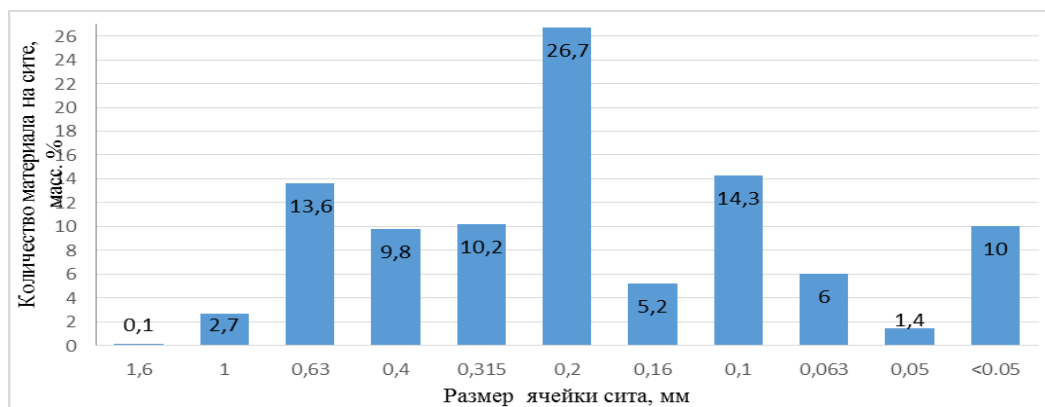


Рисунок 1 – Гранулометрический состав пыли дробеочистки

Определение элементного состава омагниченной части пыли было проведено с помощью энергодисперсионного спектрометра INCA – 350. Результаты элементного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Элементный состав пыли дробеочистки после омагничивания

| Наименование | Содержание элементов, % | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------|-----|-------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|--------|
| | O | Si | Fe | Mn | Al | S | P | C | Cr | Cu | прочие |
| Пыль дробеочистки | 17,92 | 2,9 | 73,79 | 0,85 | 2,2 | 0,15 | 0,2 | 1,1 | 0,4 | 0,19 | 0,5 |

Исследование пыли дробеочистки, отобранной из аппаратов очистки аспирационного воздуха, показало, что ее влажность составляет около 0,05%, а потери при прокаливании доходят до 1%. Для обогащения проводили омагничивание исходного материала с помощью постоянного магнита, это позволяет отделить богатую железом часть пыли от балласта – части, которая не магнитится и соответственно содержит меньше железа. Доля омагниченного материала составила 50-53% от исходного материала. Исходная пыль имеет насыпную плотность в среднем 2050 кг/м³, омагниченная часть имеет плотность около 3740-3760 кг/м³, а немагнитный отсев – около 1470-1480 кг/м³.

Оценка распределения металлосодержащей части материала по фракциям была выполнена путем омагничивания пыли на наиболее характерных ситах: 0,315 +; 0,2; 0,2 –. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

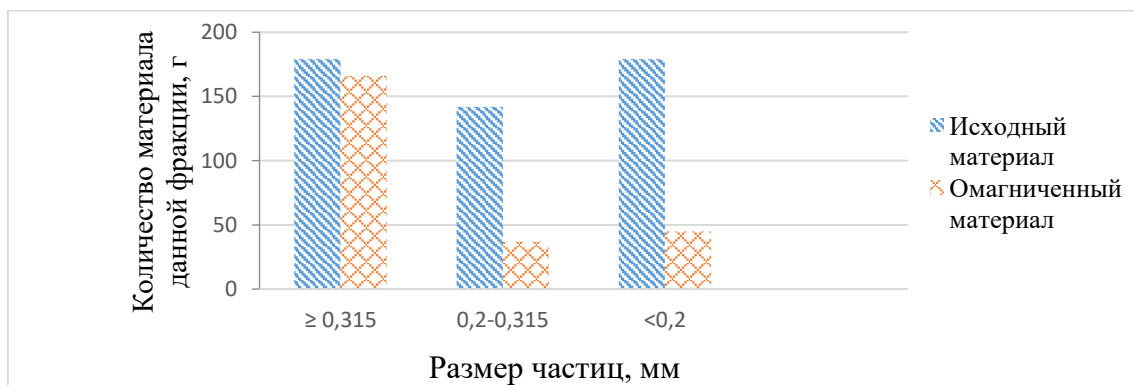


Рисунок 2 – Распределение железосодержащего материала по фракциям

Из полученных данных следует, что материал с размером частиц $\geq 0,315$ мм содержит самое большое количество металла – 92,7% от этой фракции и около 67% от общего количества омагничиваемой пыли дробеочистки.

Фазовый анализ показал, что основной составляющей немагнитной части пыли дробеочистки является SiO₂ – до 90-93% [1-2].

В омагниченной части пыли железо (Fe_{общ}) составляет 75% и более, при этом его содержание сильно различается в зависимости от фракции: в материале с размером частиц $\geq 0,315$ мм – это в основном металл, в зависимости от материала применяемой дробы, либо чугун, либо сталь; в материале с размером частиц менее 0,2 мм – в основном оксиды железа (FeO и Fe₂O₃).

Металлургический выход из пыли дробеочистки определяли безокислительным переплавом в графитовом тигле в лабораторной высокочастотной индукционной установке ИМ 30-8-50. Плавка проводилась на частотах 10000-12000 Гц. Результаты представлены в таблице 2. Metallurgical yield was accepted as the maximum of the obtained values.

Таблица 2. Выход металла при чистом переплаве и при плавке с раскислителем и восстановителем

| № образца | Состав шихты | Масса вводных материалов, г | Время, мин | Выход годного, г / % |
|-----------|---|-----------------------------|------------|----------------------|
| 1 | ПДО с размером фракций $\geq 0,315$ мм | 800 | 20 | 631/78,8 |
| 2 | ПДО с размером фракций ≥ 1 мм | 800 | 20 | 796/99,5 |
| 3 | ПДО с размером фракций $\geq 0,315$ мм | 500 | 23 | 420/84 |
| | Древесный уголь | 15 | | |
| 4 | ПДО с размером фракций $\geq 0,315$ мм | 500 | 21 | 472/94,4 |
| | Плавиновый шпат CaF ₂ | 10 | | |
| | Борный ангидрид B ₂ O ₃ | 15 | | |
| 5 | ПДО с размером фракций $\geq 0,315$ мм | 500 | 18 | 338/67,6 |
| | Плавиновый шпат CaF ₂ | 10 | | |
| | Алюминиевая крошка с фракцией < 0,08 мм | 20 | | |

Для переплавки дисперсных отходов, содержащих небольшое количество оксидов железа и других неметаллических примесей (не более 5-15%), наиболее рациональным вариантом является проведение безокислительной плавки в ротационных наклоняющихся печах (РНП). Процесс включает в себя: разогрев печи (только при первой плавке); загрузку металлодержащей пыли, восстановителя и флюсов; безокислительный нагрев в присутствии твердого восстановителя (например, коксика, отсева угля, антрацита и т.п.), количество которого не должно превышать 5-6% от металлозавалки, до температуры 1150-1200°C; после этого быстрое расплавление шихты, что достигается за счет обогащения дутья кислородом (до 27-28%); затем – выдержка расплава до прекращения кипа и контроль его состава; и, наконец, слив расплава и шлака. При необходимости в РНП может быть проведено рафинирование расплава. Весь цикл плавки дисперсных металлических отходов в РНП занимает не более 40-45 минут, а угар металла не превышает 1,5-2,5%. Выход железа при этом составляет до 85-90% от теоретически возможного.

Таким образом, использование достаточно простых и доступных методов позволяет извлекать из аспирационной пыли дробеочистки и вернуть в производство до 60% содержащегося в ней металла, что составляет около 23-24% от массы выбрасываемой сегодня в отвал пыли из систем аспирации дробеочисточных камер и барабанов литейных цехов. Только на ОАО «МТЗ» ежегодно образуется около 1,5 тыс. тонн такой пыли [3].

Выводы: С учетом проведенных исследований, оптимальной технологической схемой переработки пыли дробеочистки, образующейся в чугуно- и сталелитейных цехах, является схема, представленная на рисунке 3.

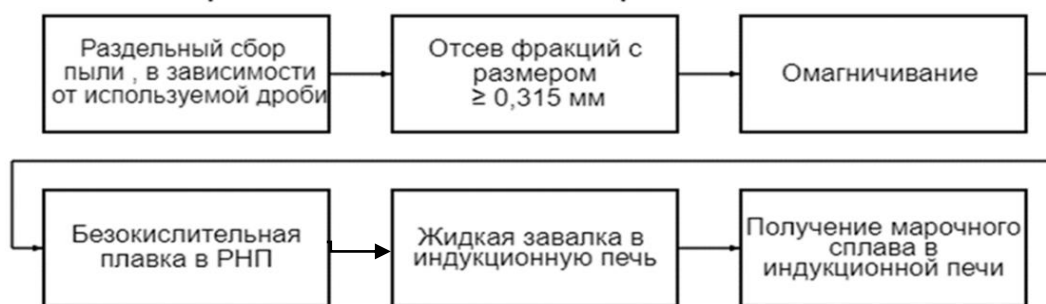


Рисунок 3 – Технологическая схема рециклинга пыли дробеочистки

Литература

1.Телешова, Е.В Исследование дисперсных металлоотходов, образующихся в металлургическом производстве ОАО «МТЗ» / Е.В. Телешова; науч. рук. С.Л. Ровин // Новые материалы и технологии их обработки: сб. научн. работ XXII Республиканской студенческой научно-технической конференции, 21-22 апреля 2021 г.– Минск: БНТУ, 2021. – С. 74–76.

2.Телешова, Е.В Исследование и рециклинг пыли дробеочистки литейных цехов / Е.В. Телешова; науч. рук. С.Л. Ровин // Литьё и металлургия, 2021: сб. научн. работ IV Международной научно-практической интернет конференции студентов и магистрантов, 18-19 ноября 2021 г. – Минск: БНТУ, 2021. – С. 93–95.

3. Ровин, С. Л. Переработка и утилизация дисперсных металлоотходов / С. Л. Ровин, Л. Е. Ровин, И. С. Насевич // Литейное производство и металлургия 2021. Беларусь: 29-я Международная научно-техническая конференция и информационная выставка: труды участников конференции / Белорусский национальный технический университет; под общ. ред. Е. И. Маруковича. – Минск: БНТУ, 2021. – С. 33-40.