

**Исследование возможности рециклинга компактированных пылевидных железосодержащих отходов в качестве шихты в лабораторной индукционной печи**

Студенты группы 10403121 Маршалковский Р.С., Пузынин Я.С.;

Кривошеев М.И.; Тимохов К.В.;

10403122 Пугачевич М.В.

Научный руководитель - Урбанович Н.И.

Белорусский Национальный технический университет  
г. Минск

Решение проблемы отходов производства является приоритетным направлением деятельности в области ресурсосбережения и охраны окружающей среды. В процессе производственной деятельности металлургического и литейного производств в Республике Беларусь образуется большое количество разнообразных отходов, многие из которых являются ценными вторичными ресурсами.

К ценным вторичным ресурсам, например, можно отнести такие отходы, как железосодержащие пыли газоочисток электросталеплавильных печей, дробеструйных установок, пыли газоочисток, образующейся в процессе отсева литой дроби, а также при колке дроби.

Наиболее перспективным направлением переработки пылевидных железосодержащих отходов является совместное компактирование (брикетирование) данных отходов вместе со связующим и использование их в составе шихты при плавке железоуглеродистых сплавов. Оценку возможности утилизации железосодержащих пылевидных отходов проводили на пыли, полученной в результате колки дроби. Внешний вид пылевидных отходов газоочисток, полученных в результате отсева литой чугунной дроби и её помола (колки) показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид пылевидных отходов газоочисток, полученные в результате отсева литой чугунной дроби и её помола (колки)

Из рисунка 1 видно, что пыль имеет серый металлический цвет, что свидетельствует о неокисленности дисперсных частичек. С целью определения варианта технологической переработки пыли был проведен анализ состава, морфологии и размера частиц. Исследования морфологии и размера частиц отхода проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа Vega II LMU. Результаты исследования приведены на рисунке 2.

На рисунке 2 показаны морфология и размер частиц пылевидных отходов газоочисток, полученных в результате отсева литой чугунной дроби и её помола (колки).

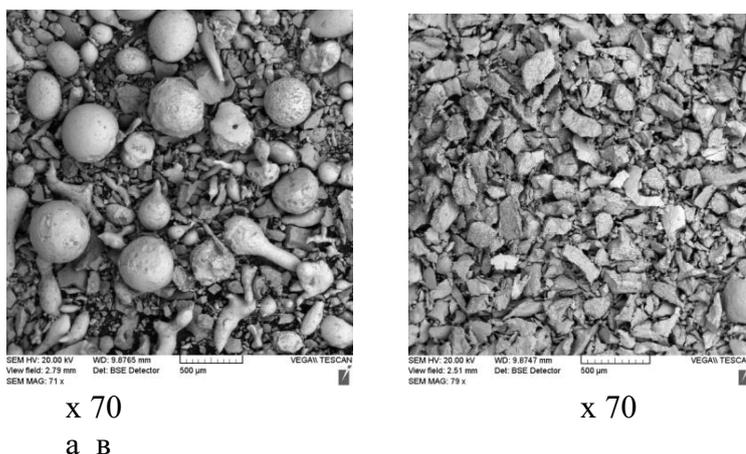


Рисунок 2 – Внешний вид и морфология частиц железосодержащей пыли газоочисток: а – отход, полученный в процессе отсева дробы; б – отход, полученный в процессе колки дробы

На рисунке 2, а видно частицы круглой и веретенообразной формы размером до 270 мкм. Пыль, полученная в результате колки дробы, состоит из деформированных металлических частиц размером до 300 мкм, морфологию которых можно рассмотреть на рисунке 2, б. Химический состав пыли представлен в таблице 1, он соответствует химическому составу выпускаемой заводом (Могилевский металлургический завод) литой чугуновой дробы.

Таблица 1 – Содержание химических элементов в пылевидном отходе газоочисток, полученном в результате отсева литой дробы и её помола (колки)

Элемент	C	Si	Mn	Fe
Содержание элементов, мас. %	0,35-0,40	0,8-1,5	0,3-0,85	остальное

Как показал анализ состава и размера частиц данный пылевидный отход, образующийся в результате отсева литой дробы и её колки, имеющий в своем составе высокое содержание железа, можно перерабатывать путем брикетирования совместно с необходимым количеством восстановителя и связующего [1].

Были изготовлены экспериментальные образцы брикетов из пылевидных отходов, полученных в результате отсева при производстве литой дробы, где в качестве связующего использовали натриевое жидкое стекло. Окускование осуществляли с помощью трамбовки в пластиковых формах. Следует отметить, что брикеты легко извлекались из пластмассовых форм, так как они не вступали в химическое взаимодействие с жидким стеклом. После изготовления брикеты сушили при температуре 120°C в течение 1 часа. На рисунке 2 показан внешний вид, полученных брикетов.



Рисунок 3 – Внешний вид брикетов из пылевидных отходов, полученных в результате отсева при производстве литой дробы, где в качестве связующего использовали натриевое жидкое стекло

С целью определения степени усвоения брикетов в составе шихты в лабораторной индукционной печи емкостью 2,5 кг, представленной на рисунке 4, проводили плавку.



Рисунок 4 – Лабораторная индукционная печь ёмкостью 2,5 кг

Первую плавку осуществляли без брикетов. В качестве шихты использовали чугун состава (% массе): C – 2,38; Si – 1,367; Mn – 0,089; Ni – 0,267; Cr – 0,072; Cu – 0,091; Fe – 95,735. Плавку вели при мощности 7 – 8 кВт и частотой 11кГц. Полученный расплав заливали в графитовую форму, внешний вид которой представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид графитовой формы

Перед заливкой металла в форму с поверхности ванны снимали шлак. На рисунке 6 представлен, полученный слиток и снятый шлак.



Рисунок 6 – Внешний вид слитка

Полученный чугунный слиток имеет следующий химический состав (% по массе): 2,38С; 1,36Si; 0,089Mn; 0,27Ni; 0,072Cr; 0,091Cu; остальное Fe.

Вторую плавку также в количестве 1 кг вели с применением брикетов. На дно печи загружали брикеты в количестве 95 г, что составило 10 % от массы расплавляемой шихты. На брикеты погружали кусочки чугуна в количестве 908 г, приведенного выше состава, и включили печь. Плавку вели на тех же режимах, что и первую. При проведении плавки не наблюдалось изменения показателей её хода. Разливку чугуна осуществляли в ту же графитовую форму, предварительно скачав шлак. Полученный чугунный слиток имел следующий химический состав (% по массе): 2,38С; 1,31Si; 0,099Mn; 0,37Ni; 0,072Cr; 0,091Cu; остальное Fe.

На рисунке 7 показан слиток, полученный с применением брикетов в составе шихты, и шлак.



Рисунок 7 – Слиток, полученный с применением брикетов в составе шихты, и шлак

Из рисунка 7 видно, что при плавке с применением брикетов в составе шихты, скаченного шлака получили несколько большее количество, чем без брикетов. В таблице 2 представлены данные по массе, загружаемой шихты в печь и массе полученных слитков и шлака.

Таблица 2 – Данные по массе, загружаемой шихты в печь и массе полученных слитков и шлака

Характеристика плавки	Масса загружаемой шихты, кг	Масса загружаемых брикетов, кг	Масса, полученного слитка, кг	Масса, снятого шлака, кг
Плавка чугуна без брикетов	1	-	0,983	0,017
Плавка чугуна с брикетами	0,908	0,095	0,954	0,035

Используя, представленные в таблице данные, расчетным путем можно определяли выход годного металла при плавке с использованием брикетов из пылевидных отходов в составе шихты. Это значение составило примерно, 79 %. Таким образом, проведенная экспериментальная плавка в лабораторной индукционной печи емкостью 2,5 кг с добавкой в состав шихты брикетов в количестве 10 % показала, что выход годного металла из брикета составил 79 %.

Проведенная экспериментальная плавка в лабораторной индукционной печи емкостью 2,5 кг с добавкой в состав шихты брикетов в количестве 10 % показала, что выход годного металла из брикета составил 79 %.

Таким образом, апробация рециклинга металлосодержащих пылевидных отходов показала возможность использования их в виде брикетов в качестве шихты при плавке железоуглеродистых сплавов (чугуна).

#### Список использованных источников

1. Комаров О.С., Комаров О.Д., Урбанович Н.И. Переработка и использование отходов, содержащих цветные металлы. Минск, БНТУ. 113 с.