

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОКАЛИНЫ

**А. А. Боровиков**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Т. М. Заяц

Металлургическое производство характеризуется образованием большого количества отходов, негативно влияющих на окружающую среду. Большинство из них по содержанию полезных компонентов конкурентоспособно с первичным сырьем и может быть использовано в технологических процессах. К таким отходам относится окалина – продукт высокотемпературного окисления металла, представляющий собой чешуйчатые частицы различной толщины и размера, состоящие из оксидов железа.

На Белорусском металлургическом заводе ежегодно образуется около 40 тыс. т окалины, которая в полном объеме идет в отвал. Переработка окалины позволит заменить дорогостоящий доменный чугун за счет использования металлосодержащих отходов, сэкономить ресурсы (энергию, материалы, сырье), решить экологические проблемы за счет переработки уже накопленных отходов.

Для разработки технологии переработки окалины были проведены лабораторные исследования процессов твердофазного восстановления.

Исходными материалами для проведения исследований были окалина, восстановитель (кокс, графит или лигнин), известь (рис. 1). Химический состав окалины, образующейся на БМЗ, приведен в табл. 1.

Таблица 1

## Химический состав окалины

Наименование	Место образования	Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>мет</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Si	C	S	P	Mn
Окалина крупная	ЭСПЦ-1	72	2,6	61	31	0,17	0,22	0,02	0,012	0,45
Окалина мелкая	прокатное производство	73	4,3	61	31	0,13	0,15	0,02	0,01	0,43
Пыль коричневая	фильтры ЭСПЦ-1	30	0,7	4,1	37	0,11	1,99	0,82	0,011	2
Пыль серая	стружка станков	85	79	7,2	0,6	0,18	4,1	0,02	0,007	0,04



Рис. 1. Исходные материалы

При проведении исследований навеска восстанавливаемого материала (окалин) смешивалась с восстановителем (от 40 до 50 % от массы окалины), добавлялась известь. Подготовленные образцы помещались в печь марки SNOL 6,7/1300. Температура нагрева образцов варьировалась в пределах 900–1300 °С. Время пребывания материала в печи составляло от 30 до 90 мин. После извлечения образцов они отделялись от восстановителя и взвешивались.

В результате проведенных исследований были определены зависимости степени восстановления от температуры, времени и степени восстановления от вида восстановителя, представленные на рис. 2, 3.

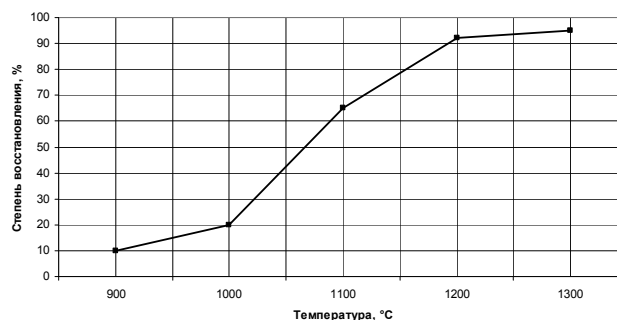


Рис. 2. Зависимость степени восстановления от температуры (восстановитель – графит, время восстановления – 60 минут)

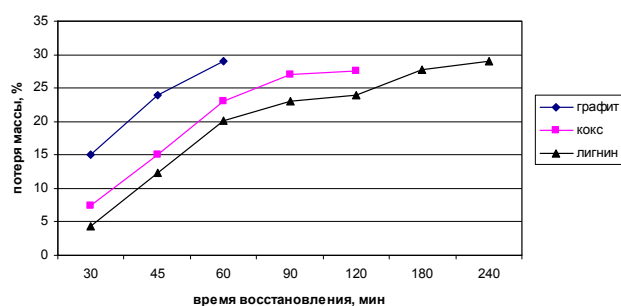


Рис. 3. Влияние вида восстановителя на время восстановления окалины (температура восстановления 1300 °С)

В табл. 2 представлен химический состав полученного при восстановлении окалины материала.

Таблица 2

Химический состав образцов полученного материала

Эл-т, % № образца	Fe	C	Cu	S	P	Si	Mn	Cr	Al
1	94,3	4,47	0,151	0,039	0,022	0,078	0,32	0,05	–
2	94,7	4,42	0,173	0,027 1	0,022 3	0,1	0,201	0,09	–
3	94,1	4,45	0,11	0,046	0,025	0,14	0,19	0,04	–
4	95,1	4,29	0,13	0,03	0,013	0,085 9	0,2	0,05	–
5	94,8	4,13	0,14	0,026	0,021	0,084	0,31	0,09	0,004 9
6	95,3	3,88	0,15	0,017	0,012	0,022	0,23	0,09	–
7	95,2	3,89	0,16	0,036	0,012	0,02	0,231	0,089	–
8	95	4,11	0,12	0,041	0,019	0,086	0,28	0,092	0,005

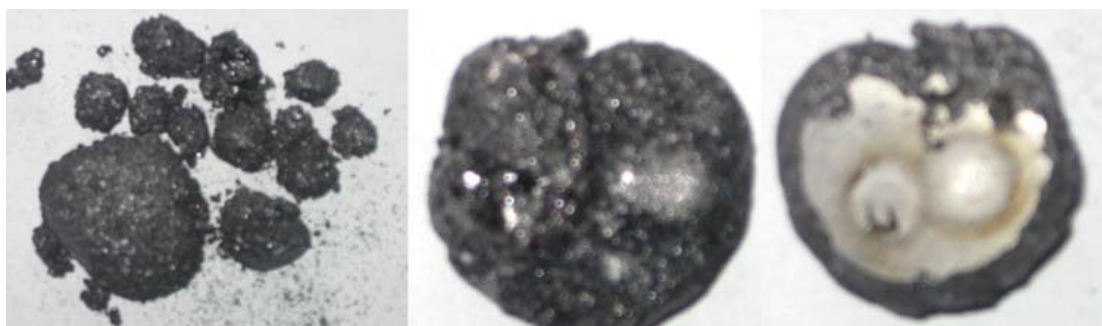


Рис. 4. Полученный материал

Полученный из окалины материал по химическому составу аналогичен доменному чугуно (C = 3,9–4,4 %, S < 0,03 %, P < 0,08 %, Si = 1,2–1,6 %, Mn до 0,3 %) и может использоваться вместо дорогостоящего передельного чугуна.

Полученные результаты представлены на рис. 4.

Проведенные лабораторные опыты показали, что наилучшие условия восстановления достигаются при температуре 1300 °С и использовании в качестве восстановителя графита. Важную роль при восстановлении в неподвижном слое играет режим нагрева и предварительная подготовка шихты: тщательное смешивание и дисперсность материалов. Измельчение материалов и увеличение площади поверхности контакта при тщательном смешивании зерен оксидов железа и частиц угля приводят к значительному ускорению процесса восстановления.