УДК 669.1.054.082

ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ КОНВЕРТОРНОЙ ПЛАВКИ ВЫСОКОФОСФОРИСТЫХ ЧУГУНОВ

Султамурат Г.И., Боранбаева Б.М., Максютин Л.А., Асауова А.Е.

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: sultamurat_gi@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию переработки техногенных отходов конверторной плавки высокофосфористых чугунов. В условиях АО «АрселорМиттал Темиртау» шлак, получаемый в конверторном цехе не утилизируется из за повышенного содержания в нем вредных примесей (сера, фосфор) и как отходы производства в отвал направляется 82,85 % шлака. Выполнен обобщенный анализ соотношения железа, извлеченного агломерационным и доменным скрапом и отправляемым в отвалы металлургического производства. Настоящая работа содержит материалы предварительных исследований по возможности утилизации конверторного шлака АО «АрселорМиттал Темиртау» по маршрутной технологии (рис. 3). Определение фракционного состава исходного конверторного шлака проводили путем рассева на виброситах и взвешивания отдельных фракций на технических весах в лабораторных условиях. Проведен структурный анализ по подготовленным образцам.

Ключевые слова: конверторная плавка, конверторный шлак, фракционный состав, скрап, магнитная сепарация, анализ образцов

PROCESSING OF INDUSTRIAL WASTE CONVERTER PROCESS HIGH PHOSPHOROUS HOT METAL

Sultamurat G.I., Boranbaeva B.M., Maksyutin L.A., Asauova A.E.

Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: sultamurat_gi@mail.ru

This article is devoted to the study of man-made waste recycling converter melting high phosphorous iron. In terms of «ArcelorMittal Temirtau» slag produced in the converter shop is not utilized due to the increased levels of harmful impurities (sulfur, phosphorus) and as a production waste dump is directed to 82,85 % of the slag. The generalization analysis of the ratio of iron extracted sintering and blast and sent to the scrap heaps of metallurgical production. This work contains material of preliminary studies on the possibility of recycling converter slag JSC «ArcelorMittal Temirtau» for routing technology (Fig. 3). Determination of fractional composition of the starting converter slag was carried out by sieving for vibrating screens and weighing of individual fractions on the technical balance in the laboratory. An analysis of the structure of prepared sample.

Keywords: converter process, converter slag, fractional composition, scrap, magnetic separation, analysis of samples

Современной тенденцией развития металлургических производств является утилизация техногенных отходов. Однако ряд металлургических предприятий в силу тех или иных объективных причин не могут полностью утилизировать свои производственные отходы. Практика лидирующих компаний по выплавке сталей в странах Евросоюза[1] имеет распределение по производству сталеплавильного шлака (рис. 1) и их использованию (рис. 2) [1].

Как видно из приведенных данных окончательному захоронению в отвалах отправляется всего 13 %. При общем выходе 21,8 млн т в год (рис. 1), доля конверторных шлаков составляет 48 % и составляет 100-150 кг/т перерабатываемого металла. Выход конверторного шлака в АО «АрселорМиттал Темиртау» – 300–320 кг на тонну выплавляемой стали.

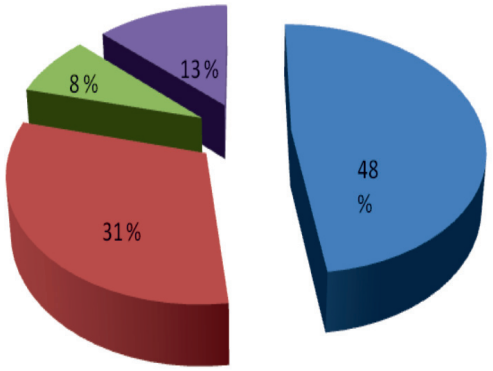

Рис. 1. Производство сталеплавильного шлака в странах Евросоюза (конвертерный шлак – 48 %, электропечной шлак (углеродистые стали) – 31 %, электропечной шлак (высоколегированные стали) – 8 %, шлак внепечной обработки стали – 13 %)

Перспективы развития металлургического производства на АО «АрселорМиттал Темиртау» на ближайшие годы способствуют увеличению количества вырабатываемого шлака до 900 тыс.тонн, в том числе

[1] Данные по Австрии, Бельгии, Дании, Финляндии, Франции, Германии, Греции, Италии, Люксембург, Польше, Румынии, Испании, Словакии, Словении, Швеции, Нидерландам, Великобритании.

доменного – 600 тыс. тонн, конверторного шлака до 300 тыс. тонн в год. Использование конверторного шлака в металлургическом переделе ограничено из-за высокого содержания в нем фосфора.

Переработка конверторного шлака в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау» ограничивается только в извлечении скрапа. В табл. 1 приведен выход продуктов переработки шлаков [2].

В табл. 2 представлены по данным производства [3] содержание железа и фосфора в составе скрапа и отвального конверторного шлака.

В условиях АО «АрселорМиттал Темиртау» шлак, получаемый в конверторном цехе не утилизируется из за повышенного содержания в нем вредных примесей (сера, фосфор) и как отходы производства в отвал направляется 82,85 % шлака (табл. 1).

Выполненный обобщенный анализ данных табл. 1 и 2 сведен в табл. 3.

Данные свидетельствуют, что при высоком извлечении железа в агломерационный и доменный скрапы количество извлеченного железа составляет меньшую величину (29,8 %) по сравнению с количеством железа, отправляемого в отвал (70,2 %) от общего содержания железа, из-за незначительной массы скрапа.

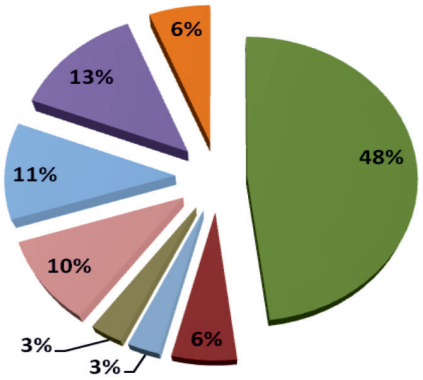

Рис. 2. Использование сталеплавильного шлака (суммарный выход 22,3 млн т в год): дорожное строительство – 48 %, производство цемента – 6 %, гидротехника – 3 %, использование для внутренних технологических нужд – 10 %; внутреннее хранение – 11 %, удобрение – 3 %, окончательное захоронение в отвалах – 13 %, другое – 6 %

Таблица 1

Выход продуктов переработки шлаков

Скрап для сталеплавильного производства:	Масса, %
негабаритной фракцией > 350 мм фракцией 150 – 350 мм фракцией 60 – 150 мм	1,02 0,69 0,70
Итого	2,41
Скрап для доменного цеха фракцией 15 – 60 мм	3,49
Скрап для аглопроизводства фракцией 0 – 15 мм	11,07
Всего извлечено магнитных продуктов	17,15
Отходы шлака	82,85
Всего	100

Таблица 2

Содержание железа и фосфора в составе конверторного шлака, скрапа и отвального шлака

Содержание компонентов	Скрап для производства [3]		Отхды шлака[2]
	доменного	агломерационного	
Fe, %	64,29	48,59	21,7
P, %	н.д.	1,19	2,58

Таблица 3

Соотношение железа, извлеченного с агломерационным и доменным скрапом и отправляемым в отвалы металлургического производства

Скрап производства	Масса, % (табл.1)	Содержание Fe			
		% (табл. 2)	кг	кг	%
доменного	3,5	64,22	2,24	7,63	29,8
агломерационного	11,1	48,59	5,39		
Отходы шлака	82,9	21,7	17,98	17,98	70,2
Итого	100	–	–	–	100

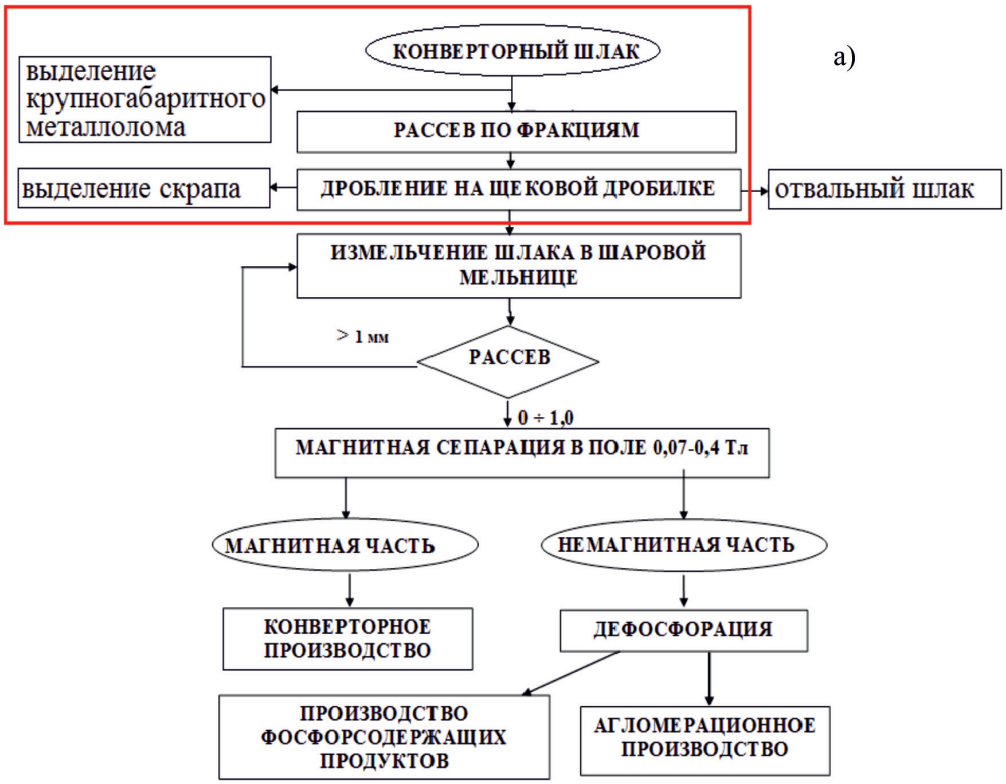

Рис. 3. Логическая схема исследования возможности утилизации конверторного шлака АО «АрселорМиттал Темиртау»; а) – существующая технология производства

Конверторный шлак по своему химическому составу можно рассматривать как смесь железорудного сырья и флюсов. Внедрение дефосфорации конверторного шлака и дальнейшее его использованиеваглопроизводствепредоставило бы возможность экономии шихтовых материалов.

Утилизация конверторного шлака в ближайшем будущем должна предусматривать:

- внедрение новых технологий по переработкевысокофосфористых шлаков и исключению вывоза их в отвалы металлургического производства;
- полная утилизация шлаковых отвалов с целью использования их содержимого в различных отраслях промышленности [4].

Настоящая работа содержит материалы предварительных исследований по возможности утилизации конверторного шлака АО «АрселорМиттал Темиртау» по маршрутной технологии (рис. 3).

Определение фракционного состава исходного конверторного шлака проводили путем рассева на виброситах и взвешивания отдельных фракций на технических весах в лабораторных условиях.

Исследование фракционного и химического состава конверторных шлаков

В табл. 4, 5 представлены анализы различных видов шлаков рассеянных на фракции 40÷80, 40÷20, 20÷10,10÷5 мм. Отмечено, что в первичном конверторном шлаке содержится пониженное содержание железа и повышенное содержание фосфора. В смешанном – первичном и вторичном конверторном шлаке текущего производства содержится на 8-10% больше железа и меньше на 2–3% содержания пятиокиси фосфора.

Кроме того, на рис. 2 приведена микроструктура конверторного шлака. Микрошлиф готовили следующим образом: в эпоксидную смолу внесли незначительное количество измельченной части скрапа конверторного шлака фракции 0–15 мм, после чего тщательно перемешали со смолой до получения однородной массы, затем кашицеобразную смесь залили в цилиндрическую форму диаметром 1,5 см, высотой 2 см. После окончательного отвердевания, полученный таким образом образец, подготовили к структурному анализу (рис. 4).

Как показали результаты изучения формы, размеров частиц, металлические

включения конверторного шлака имеет правильную шарообразную форму частиц размерами от 20–30 мкм. Таким образом, шлак конверторного производства представляет собой техногенный отход в котором железосодержащая часть представлена в виде мельчайших металлических корольков различной дисперсности. Полученные результаты – свидетельство того, что в процессе охлаждения и застывания жидкого конверторного шлака происходит расслоение.

Неоднородность шлака является предпосылкой для изучения разделения остывшего шлака методом магнитной сепарации [5].

Внедрение в технологию производства извлечение мелкодисперсного металла путем магнитной сепарации измельченного конверторного шлака с дальнейшим брикетированием полученного обогащенного продукта позволит значительно уменьшить потери железа в отвалах.

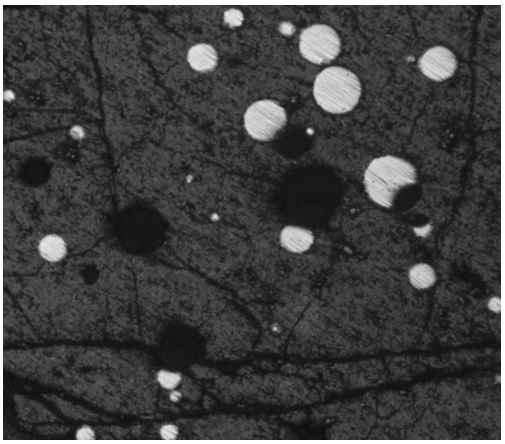

Рис. 4. Скрап шлака конверторного фракции 0–15 мм. Шлиф нетравленый х50

Таблица 4

Химический состав конверторных шлаков

Вид шлака	Фракция, мм	Содержание, %									
		$Fe_{общ}$	FeO	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	MnO	S	P_2O_5	TiO_2
Конверторный первичный	40–80	15,82	15,9	42,21	6,50	12,76	1,71	4,55	0,1	9,58	0,248
	20–40	16,77	13,69	42,68	6,50	13,80	2,03	Н.о.	0,1	8,66	0,254
	10–20	16,38	11,09	40,33	6,50	13,53	2,11	4,18	0,1	7,38	0,244
	5–10	17,10	9,05	39,40	7,19	13,17	2,29	4,25	0,1	7,69	0,246
	0–5	15,93	8,02	40,33	10,0	12,45	2,23	3,92	0,1	7,61	0,231
Конверторный смешанный	40–80	24,45	21,01	41,90	5,59	8,90	2,10	Н.о.	0,2	6,88	0,193
	20–40	23,17	19,99	40,33	6,60	9,42	1,83	3,94	0,1	6,62	0,186
	5–10	20,87	17,30	42,21	5,92	10,84	2,15	3,62	0,1	5,70	0,201
Отвальный	+80	20,70	18,10	40,35	6,50	12,57	3,66	5,35	0,1	4,64	0,220
	40–80	21,68	18,37	42,21	5,34	10,33	2,43	4,30	0,0	5,98	0,183
	0–5	17,82	7,47	38,46	60,3	13,37	2,47	3,34	0,1	4,97	0,202

Таблица 5

Химический состав различных фракций скрапа извлеченного из конверторного шлака

Фракции скрапа,мм	Содержание компонентов, %								
	$Fe_{общ}$	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	MnO	S	P	Zn
15÷60	65,52÷ 61,71	5,98÷ 6,79	2,63÷ 1,31	1,56÷ 3,19	0,83÷ 0,59	2,48÷ 1,19	0,006	0,162	0,01
0÷15	42,13÷ 55,18	20,12÷ 22,58	3,18÷ 4,30	8,33÷ 10,45	0,89÷ 1,23	2,55÷ 3,09	0,077	0,77÷ 0,84	0,015

Заключение

1. Анализ современного состояния и тенденции развития технологии утилизации конвертерного шлака по литературным источникам показал, что в странах Евросоюза шлак, полученный при производстве стали, практически полностью находит свое применение в дорожном строительстве (48%), гидротехнике (3%), производстве удобрений (3%), использовании для внутренних технических нужд (10%), около 13% отправляется на захоронение в отвалы. По данным АО «АрселорМиттал Темиртау». Конверторный шлак перерабатывают с целью извлечения металлического скрапа, при этом более 80% шлака поступает в отвал.

2. Выход конверторных шлаков в странах Евросоюза составляет 100–150 кг на 1 т выплавляемой стали. По данным АО «АрселорМиттал Темиртау» выход конверторного шлака – 300–320 кг на 1 тонну стали.

3. По результатам исследования в отвальном шлака АО «АрселорМиттал Темиртау» содержание железа составляет 20–25%, которое теряется с отходами и составляет около 70% от общего содержания железа в шлаке.

Список литературы

1. Кюн М. Улучшение использования отхоов металлургического производства – шаг на пути к устойчивому развитию. «Черные металлы», июль 2013, С. 35–42.

2. Исследование и разработка технологии обесфосфорирования лисаковских железных руд Республики Казахстан. Промежуточный отчет. № госрегистрации 0113РКОО154, 2014 г.

3. Отчет по теме «Разработка и освоение новых технологических схем утилизации отходов металлургического передела ОАО «ИСПАТ КАРМЕТ» 2004 г.

4. Технологическая линия подготовки руды и техногенных отходов для решения широкого спектра задач глубокого обогащения руд горнодобывающих предприятий и техногенных отходов металлургических предприятий Республики Казахстан. Отчет, № гос. регистрации 0112РК02866. Инв. № 0213РК02692, 2013 г.

5. Сұлтамұрат Г.И., Максютин Л.А., Султангазиева А.Б. Исследование процессов утилизации техногенных отходов конверторного производства.//Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2050» (Сагиновские чтения № 5) 20-21.06.13. В 4-х ч. Часть 3. КарГТУ. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2013. – 383 с. С. 179–181.