



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2022-1-78-81>
УДК 621.74

Поступила 20.10.2021
Received 20.10.2021

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ШИХТЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЫЛЕГАЗООЧИСТКИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ

С. Л. РИМОШЕВСКИЙ, Д. М. ГОЛУБ, Д. А. ПРОКОПЧУК, ОАО «БЕЛНИИЛИТ»,
г. Минск, Беларусь, ул. Машиностроителей, 28. E-mail: belniilit@belniilit.by

В статье рассматриваются вопросы переработки пыли электросталеплавильного производства методом термодинамического извлечения железа, цинка и свинца с целью снижения воздействия на окружающую среду и увеличения ресурсной базы отрасли.

Целью проведенных исследований являлось определение влияния количественного содержания низкокалорийного и высококалорийного углерода на процессы восстановления оксида цинка в пыли газоочистки и дальнейшей его возгонки с использованием разряжения в замкнутой системе нагревательной печи сопротивления. Определена зависимость степени извлечения цинка и повышение содержания оксидов железа в исследуемых образцах.

Ключевые слова. Термодинамическая возгонка, оксид цинка, высокотемпературное моделирование, реакции восстановления, реакции окисления.

Для цитирования. Римошевский, С. Л. Разработка методики оптимизации компонентного состава шихты для переработки пылегазоочистки сталеплавильного производства, обеспечивающая эффективность извлечения полезных компонентов / С. Л. Римошевский, Д. М. Голуб, Д. А. Прокопчук // *Литье и металлургия*. 2022. № 1. С. 78–81. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2022-1-78-81>.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR OPTIMIZING THE COMPONENT COMPOSITION OF THE CHARGE FOR THE PROCESSING OF GTS OF STEELMAKING, PROVIDING THE EFFICIENCY OF USEFUL COMPONENTS EXTRACTION

S. L. RIMOSHEVSKIY, D. M. GOLUB, D. A. PROKOPCHUK, OJSC "BELNIILIT",
Minsk, Belarus, 28, Mashinostroiteley str. E-mail: belniilit@belniilit.by

The article deals with the recycling issues of electric steelmaking dusts by thermodynamic extraction of iron, zinc and lead in order to reduce the impact on the environment and increase the industry resource base.

The purpose of the research was to determine the influence of the quantitative content of low-calorie and high-calorie carbon on the processes of zinc oxide reduction in gas purification dust and its further sublimation using a vacuum in a closed system of a resistance heating furnace. Determined the dependence of the zinc extraction degree and the increase of iron oxides in the samples studied. Keywords. Thermodynamic sublimation, zinc oxide, high temperature modeling, restoring reactions, oxidation reactions.

Keywords. Thermodynamic sublimation, zinc oxide, high temperature modeling, reduction reactions, oxidation reactions.

For citation. Rimoshevskiy S. L., Golub D. M., Prokopchuk D. A. Development of a methodology for optimizing the component composition of the charge for the processing of gts of steelmaking, providing the efficiency of useful components extraction. *Foundry production and metallurgy*, 2022, no. 1, pp. 78–81. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2022-1-78-81>.

Первым этапом работы по разработке технологии переработки пылегазоочистки сталеплавильного производства ОАО «БМЗ» предусмотрен термодинамический расчет процессов возгонки цинка и максимального повышения оксида железа в остатке переработки [1]. На базе предоставленных расчетов была выбрана гамма компонентных составов перерабатываемого материала (табл. 1).

Из таблицы видно, что основным компонентом (до 90%) является пыль газоочистки, в качестве связующего используется сорбент лигниновый (до 15%), для понижения температуры протекания реакции выделения цинка в качестве носителя углерода выступает кокс до 15%, вне зависимости от состава для

наибольшего связывания образцов добавляется 5% воды от сверхобщей массы. Обработываемые образцы приведены на рис. 1.

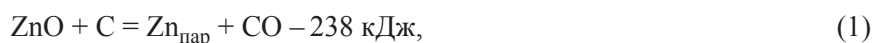
Т а б л и ц а 1. Составы исследуемых образцов

Номер образца	Содержание пыли, %	Содержание лигносорбента, %	Содержание отсева кокса, %	Вода, сверхосновного состава %	Газопроницаемость, ед.
1	85	15	5	5	150
2	83	15	7	5	145
3	81	15	9	5	160
4	79	15	11	5	150
5	77	15	13	5	165
6	75	15	15	5	150
7	92,5	-	7,5	5	150

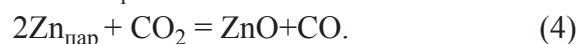


Рис. 1. Фото образцов

При выборе компонентов шихты учитываются определенные требования для необходимого обеспечения эффективности низкотемпературного (до 500 °С) и высокотемпературного (свыше 950 °С) термодинамического процесса разделения элементов, входящих в состав пылегазоочистки. Сорбент лигниновый обеспечивает на первом этапе (низкотемпературном) при выгорании необходимую газопроницаемость обрабатываемых образцов, а также дополнительно обеспечивает низкокалорийный углерод. Определенное содержание кокса необходимо для обеспечения эффективного протекания высокотемпературных термодинамических процессов восстановления оксида цинка для дальнейшей его возгонки. Процесс восстановления цинка проходит в результате протекания реакций [2]:



Улавливание паров цинка за пределами нагревательной печи предусматривает его вторичное окисление. Окисление паров цинка протекает по следующим реакциям [3]:



Следующим этапом является прикладное моделирование процессов термодинамической возгонки цинка. Проводится предварительная сушка образцов в печи при температуре 400 °С в течение 60 мин (потеря массы образцов до 20%) за счет удаления гигроскопической влаги, далее температура повышается до 1000 °С и производится прокалка образцов в течение 3 ч (рис. 2). Во время прокаливания наблюдается активное горение образцов с выделением дыма белого цвета. Извлеченные образцы охлаждаются при комнатной температуре в течение 2 ч. После извлечения металлической тары с образцами из печи визуально видны внутри емкости



Рис. 2. Активная фаза термодинамической возгонки цинка

слой белого порошка (ZnO) (рис. 3) высотой не менее 1 мм, а также напыление белого порошка (ZnO) на внутренних стенках печи.

Исследованиями установлена потеря массы образцов после прокалки до 55% (табл. 2).

Химическое исследование полученного порошка оксида цинка, а также определение остаточного содержания цинка в образцах проводили методом атомно-эмиссионного анализа индуктивно-связанной плазмой. Полученные результаты приведены в табл. 3.



Рис. 3. Результат термодинамической возгонки

Таблица 2. Массы образцов после прокалки

Номер образца	Масса после изготовления, г	Масса после 24 ч при комнатной температуре, г	Масса после термодинамической возгонки оксида цинка, г	Потеря массы, % при соотношении
1	98,44	93,27	49,81	46,59
2	100,51	89,80	45,12	49,75
3	96,70	94,67	46,59	50,78
4	94,90	93,60	41,36	55,81
5	103,83	100,5	52,12	48,13
6	101,51	98,37	55,43	43,65
7	122,36	117,07	77,09	34,15

Таблица 3. Остаточное содержание цинка в образцах, степень металлизации получившихся «спеков»

Номер образца	Содержание цинка в пыли, %	Остаточное содержание цинка в образцах после возгонки цинка, %	Массовая доля оксида железа в образцах после возгонки цинка, %
1	17,5	9,1	57,6
2		4,8	58,0
3		4,3	58,0
4		3,9	57,1
5		9,6	38,4
6		3,7	44,8
7		14,5	49,4

Из таблицы видно, что при соотношении содержания пыли газоочистки 80% содержания лигносорбента 15% и кокса 9–11% (образцы № 3, 4) можно достигнуть степени извлечения цинка до 80%. Так, с ростом извлечения цинка из образцов наблюдается увеличение содержания оксида железа до 58%.

В табл. 4 приведены данные по содержанию оксида цинка, а также массовая доля цинка с учетом переводного коэффициента в образовавшихся продуктах термодинамической возгонки цинка из пыли газоочистки. Из таблицы видно, что степень чистоты достигается 88% по оксиду.

Таблица 4. Результаты химического анализа исследования

Номер образца	Массовая доля оксида цинка, %	Массовая доля цинкового порошка с учетом переводного коэффициента, %
Цинкового порошка 1	87,7	70,72
Цинкового порошка 2	88,1	71,04
Цинкового порошка 3	70,0	56,45

Выводы

1. Практически установлено, что пары цинка, свинца образуются одновременно, а с временным интервалом, что позволяет селективно извлекать цветные металлы из пыли в зависимости от содержания в ней углерода.

2. Наилучшие показатели по извлечению цинка достигнуты при содержании в составе образцов углерода 9–11 % от общей массы.

3. Результаты экспериментов по извлечению цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства показали, что при ее обработке высокотемпературным способом степень извлечения цинка достигается свыше 80 % (при отсутствии значительных потерь Fe).

4. Получено, что образующийся конденсат состоит в основном из ZnO, а спек – в основном из оксидов Fe.

5. В результате проведенной работы появилась возможность насыщения ресурсной базы вторичными материалами. Последующее использование оксида цинка может применяться в различных отраслях промышленности, медицине, сельском хозяйстве и т.д. Образовавшийся оксид железа возможно использовать на цементных предприятиях страны для производства клинкера.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Римошевский, С.Л.** Исследование процессов переработки пыли газоочистки сталеплавильных производств / С.Л. Римошевский, Д.А. Прокопчук, Д.М. Голуб // *Литье и металлургия*. 2021. № 1. С. 106–113.

REFERENCES

1. **Rimoshevskij S.L., Prokopchuk D.A., Golub D.M.** Issledovanie processov pererabotki pyli gazoochistki staleplavil'nyh proizvodstv [Investigation of the processing of dust processing gas cleaning of steel-making industries]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2021, no. 1, pp. 106–113.