

УДК 669.054.82

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЛАКОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*И.В. Чуманов, А.Н. Дильдин, Е.А. Трофимов*

Исследование направлено на поиск оптимального способа получения металлического расплава последовательным твердо- и жидкофазным восстановлением сталеплавильных шлаков. Результаты работы позволили разработать принципиальную схему переработки отвальных шлаков.

Ключевые слова: восстановление, твердофазное и жидкофазное, сталеплавильные шлаки, технология.

Традиционным направлением использования отвальных шлаков сталеплавильного и доменного производства является применение при изготовлении строительных материалов и изделий. Однако используемые в настоящее время схемы, как правило, позволяют лишь частично решить проблему утилизации шлаковых отвалов [1–3].

В последние годы показано, что утилизация шлака может быть организована так, чтобы в результате получать не только стройматериалы, но и металл, пригодный для дальнейшей переработки и использования.

Переработка отвальных шлаков сталеплавильного производства с целью извлечения металлической составляющей должна включать этап высокотемпературного восстановления вещества. Эффективность этапа восстановления зависит от температурных условий и активности компонентов, определяемых составом шлака и вносимых добавок [4–6].

Проведённые ранее исследования процесса извлечения из оксидной составляющей отвальных шлаков железа и ряда легирующих элементов (Mn, Cr, V, Ti и т.п.) [4, 7] позволяют предположить, что перед проведением жидкофазной стадии процесса восстановления может быть полезно проведение процесса твердофазного восстановления предварительно обогащённой составляющей шлаков. Согласно некоторым данным этот вариант является менее энергозатратным по сравнению с процессами жидкофазного восстановления всего объёма шлака без предварительных восстановительных процедур. В то же время анализ шлакового вещества, не поступающего в жидкофазную стадию, демонстрирует значительное содержание не извлечённого железа.

С целью создания наиболее эффективной схемы восстановления металлической составляющей шлаков в рамках настоящего исследования было теоретически и экспериментально изучено влияние параметров проведения этого процесса на его результаты.

Результаты термодинамического моделирования процесса высокотемпературного восстановления сталеплавильных шлаков, а также результаты большого количества лабораторных экспериментов позволили определить ряд условий, выполнение которых будет способствовать созданию технологий глубокой переработки отвалов шлаков такого рода.

В частности, совокупность результатов экспериментальных исследований позволила продемонстрировать, что применение стадии твердофазного восстановления с последующим разделением на немагнитную и магнитную фракцию позволяет значительно снизить расход восстановителя и энергозатраты в ходе последующей стадии жидкофазного восстановления.

Результаты работы позволили разработать принципиальную схему переработки отвальных шлаков.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57414X0090.*

#### Библиографический список

1. Ковалев, В.Н. Metallургический комплекс для получения товарной продукции из материалов техногенного и природного происхождения / В.Н. Ковалев // Сталь. – 2013. – № 4. – С. 78–83.
2. Панишев, Н.В. Переработка мелкозернистых отходов металлургического производства с получением гранулированного чугуна и извлечением цинка / Н.В. Панишев, В.А. Бигеев, А.А. Черняев // Вестник МГТУ. – 2013. – № 4. – С. 26–29.
3. Черноусов, П.И. Рециклинг. Технология переработки и утилизации техногенных образований и отходов в чёрной металлургии: монография / П.И. Черноусов. – М. Изд. Дом МИСиС, 2011. – 428 с.
4. Дильдин, А.Н. Особенности технологии утилизации отходов сталеплавильного производства / А.Н. Дильдин, Р.Р. Гарифулин // Наука ЮУрГУ [электр. ресурс]: материалы 66-й научной конференции. Секция техн. наук. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2014. – С. 1440–1442.
5. Гамей, А.И. Схемы переработки металлургических шлаков / А.И. Гамей, В.В. Наумкин, Н.В. Сухинова // Сталь. – 2007. – № 2. – С. 144–145.
6. Шакуров, А.Г. Комплексная переработка жидких сталеплавильных шлаков с восстановлением железа и получением качественной товарной продукции / А.Г. Шакуров, В.В. Журавлев, В.М. Паршин, Я.Ш. Школьник, А.Д. Чертов // Сталь. – 2014. – № 2. – С. 75–81.
7. Дильдин, А.Н. Твердофазное восстановление отходов сталеплавильного производства / А.Н. Дильдин, В.И. Чуманов, И.В. Чуманов, В.Е. Еремяшев // Металлург. – 2012. – № 2. – С. 36–40.

[К содержанию](#)