

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗВЕШЕННОЙ ПЛАВКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФИДНЫХ НИКЕЛЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

**Зарубин М.А., Слабков А.А.,  
научный руководитель канд. техн. наук. Олейникова Н.В.  
Сибирский федеральный университет**

Технология переработки сульфидных никелевых концентратов на Российских предприятиях представлена набором операций, включающих агломерирующий окислительный обжиг, электроплавку на штейн в комплексе с обеднением шлаков, двухстадийное конвертирование, обжиг файнштейна, восстановительную плавку огарка и электролитическое рафинирование [1]. Данные процессы (кроме рафинирования) реализуются в условиях высоких температур (900–1600 °С) и сопровождаются не утилизируемыми выбросами сернистых газов в атмосферу. Технологии производства никеля по указанной схеме считаются морально устаревшими и должны подвергаться усовершенствованию с целью снижения энергозатрат, нагрузок на экосистему и повышения извлечения целевых компонентов.

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования переработки сульфидных никелевых концентратов является применение плавки во взвешенном состоянии, которую успешно начали применять в мировой металлургической практике с 1959 г. В настоящее время в мире работает восемь печей взвешенной плавки, перерабатывающих никелевые и медно-никелевые концентраты [2]. Практика работы плавильных переделов показывает возможность достижения стабильных результатов по извлечению металлов в штейн на уровне 98,5–99 % и получению штейнов, содержащих от 47 до 63 % никеля и от 50 до 70 % суммы никеля и меди. Важной особенностью процесса взвешенной плавки является возможность получения отходящих газов, содержащих от 15 до 35 % SO<sub>2</sub>, что способствует высокой степени утилизации серы и минимизации выбросов ее в окружающую среду.

Указанные достоинства взвешенной плавки служат предпосылками для разработок, связанных с внедрением данной технологии на Российских предприятиях применительно к переработке низкокачественных никелевых концентратов взамен используемой схемы, включающей агломерацию и плавку в электропечах. К недостаткам процесса относят его высокую чувствительность к составу перерабатываемых концентратов, изменение которого может привести к сбоям технологических и тепловых показателей работы печей.

С учетом сказанного, нами поставлена цель создания математической модели процесса взвешенной плавки применительно к переработке никелевых сульфидных концентратов. Подобные задачи решаются в мировой практике с целью контроля и оптимизации процессов взвешенной плавки медных концентратов [2]. Основой составления модели явились уравнения баланса массы и теплоты, совокупность которых позволяет учитывать следующие показатели:

- вещественный состав и теплосодержание исходного концентрата;
- содержание кислорода в дутье и его температуру;
- расход природного газа и электроэнергии на процесс;
- содержание никеля и других металлов в получаемом штейне.

В результате составлена расчетная программа для Microsoft Excel, которая позволила составлять материальные и тепловые балансы процесса взвешенной плавки никелевых концентратов для различных исходных параметров процесса. Программа позволяет рассчитывать прогнозируемые результаты плавки в зависимости от содержания никеля, железа и серы в исходном концентрате, от содержания кислорода в дутье и

температуры дутья, от количества подаваемого углеводородного топлива от скорости подачи материалов в реакционную зону печи.

В расчетах учитывается влияние оборотного конвертерного шлака, а также содержания магнетита в шлаке на показатели плавки.

Кроме указанного программа позволяет комбинировать различные сочетания условий реализации процесса с целью его оптимизации в направлении минимального потребления энергии, минимизации расходов на кислород, увеличению скорости плавки.

#### Литература.

1. Производство металлов за полярным кругом [Текст]: технологическое пособие. Под редакцией Н.Г. Кайтмазова. – Норильск: «Антейлимитед» - 2007. – 296 с.

2. Дэвенпорт, У.Г. Взвешенная плавка: контроль, анализ и оптимизация [Текст]/ Дэвенпорт У.Г., Джоунс Д.М., Кинг М.Дж.: Пер. с англ./ под ред. Р.В. Старых – М.: МИСИС, 2006. – 400 с.