

**ПЕРЕРАБОТКА ВЫСОКОМЕДИСТЫХ ФАЙНШТЕЙНОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОРНЫХ ШЛАКОВ**

Стригина Е.С.

Научный руководитель – д.т.н. Власов О.А.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время на ряде заводов России используется технология флотационного разделения медно-никелевого файнштейна с соотношением $Cu/Ni \sim 1/1$ (рис.1). В связи с изменением состава медно-никелевых руд в России перспективным направлением является переход на получение рудного концентрата с соотношением $Cu/Ni \sim 2/1$ и получением окислительной плавкой файнштейна с аналогичным соотношением $Cu/Ni \sim 2/1$. За рубежом во многих случаях используются гидрометаллургические технологии переработки файнштейнов. Использование секрнокислого выщелачивания осуществляется: на заводах Харьявалта (Финляндия) и Порт-Никель (США). На заводе г.Сандовиль (Франция) осуществляется выщелачивание раствором хлорного железа. В России институт Гипроникель проводит работы по автоклавному выщелачиванию высокомедистого файнштейна. А между тем имеются и пирометаллургические технологии (процесс Орфорта, процесс И.Н. Пискунова, процесс Л.Ш. Цемехмана и др.). Институт Гипроникель предлагает для разделения таких файнштейнов флотационными методами введение оптимального режима охлаждения для дальнейшего его разделения. Однако проведенные лабораторные исследования показывают, что в стандартном промышленном режиме охлаждения увеличение соотношения Cu/Ni приводит к росту загрязнения концентратов. Особенно ухудшается никелевый концентрат. Содержание в нем меди, может достигать 10,3 % (масс). Содержание никеля в медном концентрате составляет при этом 2,2 %, а сумма загрязняющих металлов составляла 12,5%.

Ранее была изучена возможность использования солей бора в металлургии меди и никеля. Для нескольких составов двойных систем ($B_2O_3 - SiO_2$), ($B_2O_3 - CaO$) были проведены плавки с добавлением 10, 20, 30, 40% оксида никеля. Увеличение содержания NiO выше 40% значительно повышало температуры плавления смесей и не представляло интереса при рассмотрении поставленных задач. Предлагаемая схема переработки высокомедистого файнштейна с использованием борных шлаков представлена на рис. 2.

По данному способу файнштейн с содержанием железа около 5% из конвертора подается в миксер, туда же первоначально загружается борный флюс. В миксере файнштейн продувается воздухом до полного перехода в шлак железа и кобальта, которые образуют легкоплавкие боридные системы. Шлак сливается в рудно-термическую печь, куда подается восстановитель с целью восстановления из него железа и кобальта. В дальнейшем железокобальтовый сплав идет на выделение кобальта, а обедненный по железу и кобальту шлак возвращается в оборот в миксер. Файнштейн, обедненный по железу и кобальту, идет на конвертирование, куда так же первоначально подают борный флюс. Конвертирование ведут до получения черновой меди и легкоплавкой боридной системы на основе оксида никеля. Шлак (легкоплавкая боридная система на основе оксида никеля) поступает в рудно-термическую печь с целью восстановления никеля. Обедненный по никелю шлак возвращается назад в конвертор. О поведении драгоценных металлов можно предполагать, что при замкнутой системе оборота шлаков их поведение не меняется по сравнению с существующим производством, а их потери не должны измениться.

Предложенная схема подверглась термодинамическому анализу по программе Астра-4, результаты которого приведены ниже.

На рисунке 2 представлена кобальтовая, медная и никелевая ветки переработки файнштейна. Расчетный исходный состав шихты кобальтовой ветки представлен в таблице 1. На рисунке 3 представлена зависимость содержания конечных компонентов, полученных в ходе термодинамического расчета в зависимости от температуры.

Табл. 1. Модельный состав шихты кобальтовой ветки после окисления Co и Fe

Состав исходной шихты, %				
V_2O_3	CaO	Fe_2O_3	CoO	C
40,5	10,0	36,0	8,0	5,5

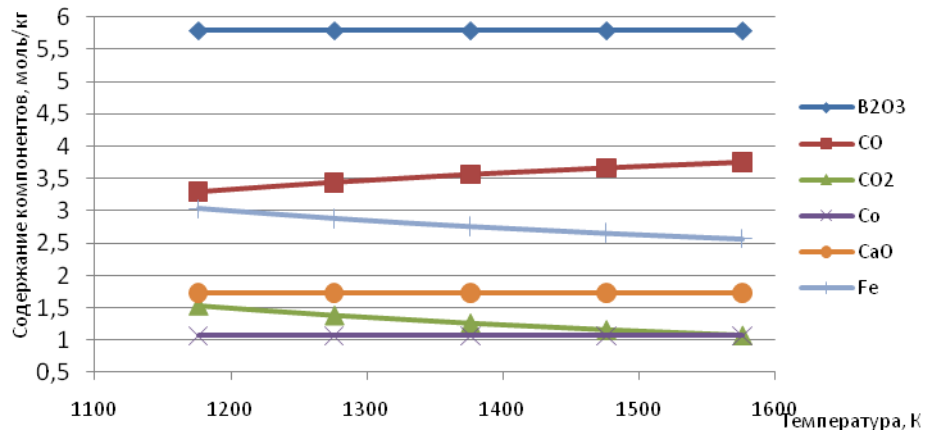


Рис. 3. Восстановление кобальта и железа в кобальтовой ветке

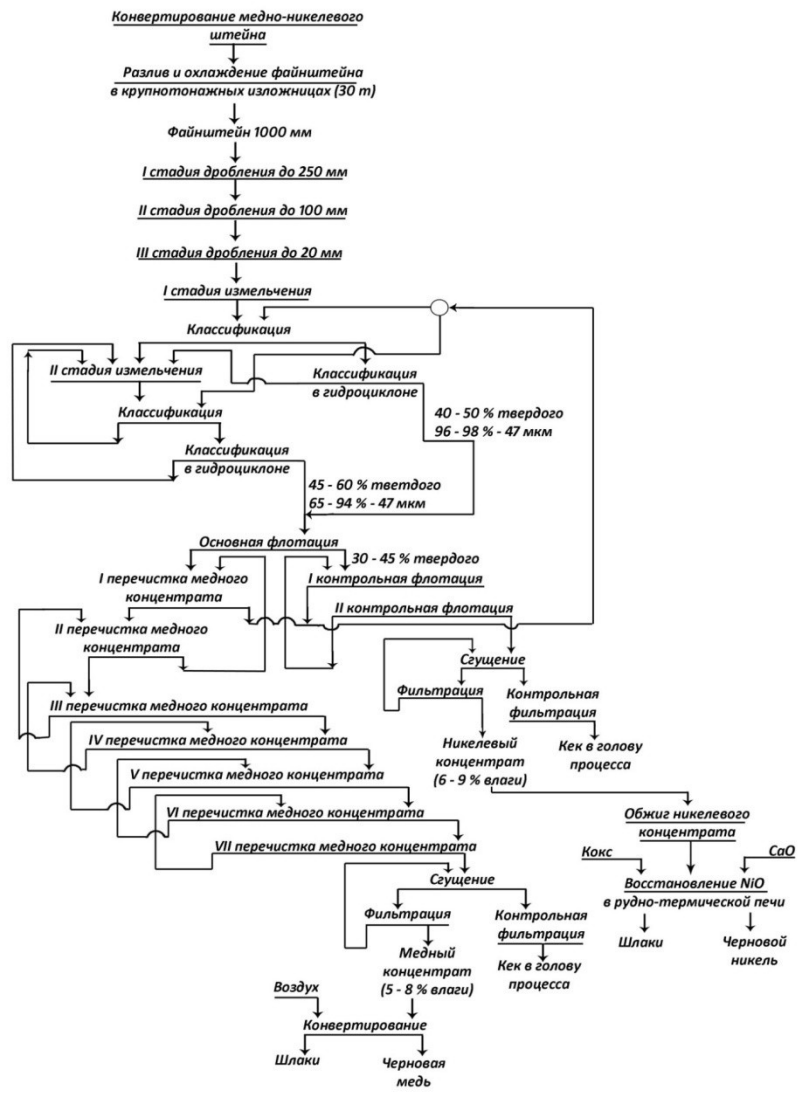


Рис. 1. Флотационная схема переработки файнштейна

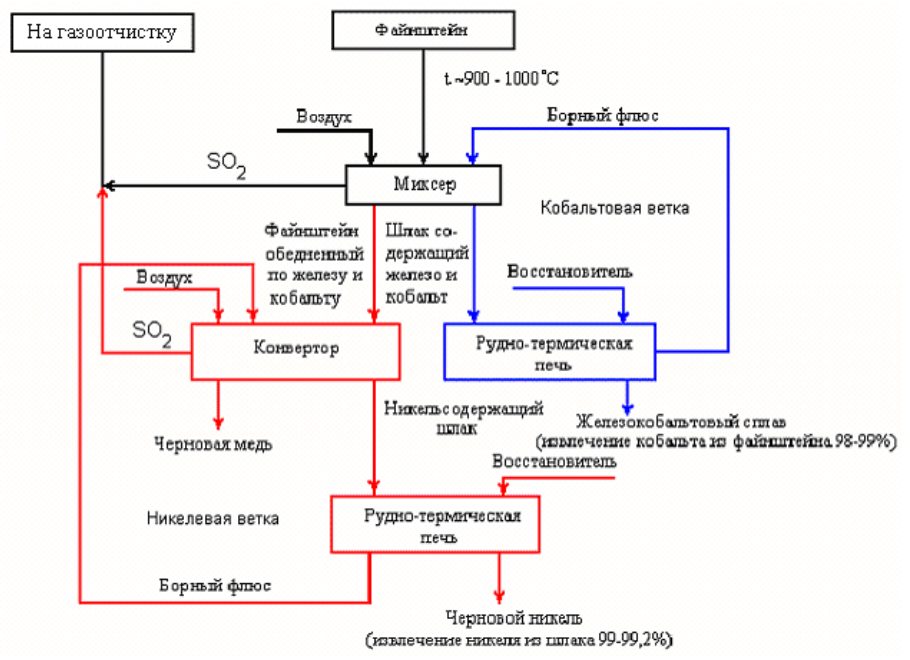


Рис. 2. Схема переработки файнштейна с использованием оксида бора

Как видно на рисунке в конечных продуктах обнаруживаются восстановленные Со и Fe. Можно заметить, что восстановление оксидов бора и кальция не происходит во всем диапазоне температур.

Расчетный исходный состав шихты медной ветки представлен в таблице 2. На рисунке 4 представлена зависимость содержания конечных компонентов в зависимости от температуры процесса.

Табл. 2. Модельный состав шихты медной ветки

Состав исходной шихты, %			
Ni ₃ S ₂	Cu ₂ S	B ₂ O ₃	O ₂
25,0	25,0	35,0	15,0

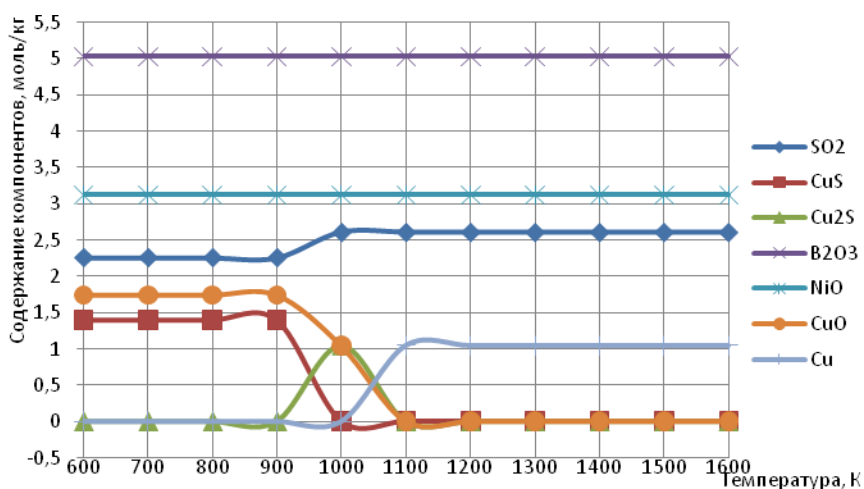


Рис. 4. Восстановление меди в медной ветке

Видно, что начиная с температуры 862 К происходит реакция образования металлической меди $2\text{Cu}_2\text{O} + \text{Cu}_2\text{S} = 6\text{Cu} + \text{SO}_2$. Изменение состава оксидов бора и никеля не происходит во всем диапазоне температур.

Расчетный состав исходной шихты никелевой ветки представлен в таблице 3. На рисунке 5 представлена зависимость содержания компонентов конечных продуктов в зависимости от температуры.

Табл. 3. Модельный состав шихты никелевой ветки

Состав исходной шихты, %			
B ₂ O ₃	NiO	CaO	C
48,0	36,0	10,0	6,0

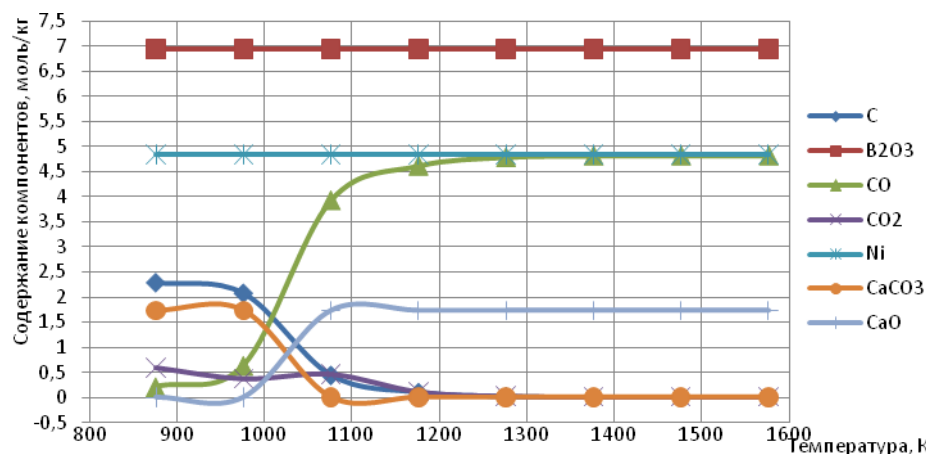


Рис. 5. Восстановление никеля из борных шлаков в никелевой ветке

В конечных продуктах реакции взаимодействия модельных продуктов обнаруживается восстановленный Ni. Продуктов взаимодействия оксидов бора и кальция не обнаружено.

По проведенным расчетам можно сделать следующие выводы:

1. Термодинамический расчет продуктов взаимодействия составляющих фاینштейна кобальтовой, медной и никелевой веток показал возможность осуществления предлагаемой схемы.

2. Предлагаемая схема переработки медно-никелевого фاینштейна лишенная следующих недостатков по сравнению с существующей:

- необходимости поддержания соотношения Ni/Cu ~ 1;
- охлаждение фاینштейна в крупнотоннажных слитках, дробление, измельчение и вывод металлического сплава;
- флотации с получением медного и никелевого концентратов;
- большому количеству выводимых шлаков с неизбежными потерями с ними цветных и ценных металлов;
- существенными энергетическими затратами, связанными с охлаждением и последующим нагревом перерабатываемых продуктов.