

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОКСИДА МАГНИЯ ПУТЕМ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ

Приведены результаты исследования технологии окислительной плавки рудного концентрата комбината «Печенганикель» с повышенным содержанием оксида магния. Эксперимент выполнен в лабораторных условиях и на укрупненной установке с верхним кислородным дутьем на штейны различного состава. Исследован процесс обеднения полученных шлаков. Представлены результаты исследований шлаков методом рентгеноспектрального микроанализа.

Result of oxidizing smelting of Pechenganickel' ore concentrate with the excess level of magnesium oxide with the production of mattes having various composition tested in laboratory conditions and at the enlarged unit with top oxygen blast are presented. Process of the produced slags cleaning has been studied. Results of investigations of slags by X-ray Spectrum Microanalysis are present.

В настоящее время в связи с нарастающими экологическими проблемами достаточно остро стоит вопрос о более полной утилизации диоксида серы, образующегося на металлургических предприятиях. Существующая на комбинате «Печенганикель» технология переработки сульфидных медно-никелевых рудных концентратов включает их окатывание и обжиг с последующей плавкой окатышей в электропечах. Образующийся при обжиге и электроплавке диоксид серы практически не может быть утилизирован.

Основным принят вариант реконструкции, в котором плавка брикетов осуществляется в плавильном цехе комбината «Печенганикель» в двухзонной печи Ванюкова с получением богатого штейна и отвального шлака.

В качестве одного из альтернативных рассматривался вариант переработки брикетов на площадке комбината «Североникель», где плавку брикетов предполагалось осуществлять в агрегате с верхним кислородным дутьем с получением богатого

штейна, а обеднение шлака осуществлять в электропечи с получением сильнометаллизированных ($S = 7 \div 15 \%$) штейнов. Богатый штейн автогенной плавки совместно с электропечным штейном конвертируется до файнштейна. Несмотря на то, что этот вариант оказался менее экономичным, чем вариант с плавкой Ванюкова, он представляет интерес, поскольку закономерности переработки сульфидных материалов с повышенным содержанием MgO могут быть использованы и при освоении печи Ванюкова.

В результате выполненной серии лабораторных исследований установлено, что основной трудностью освоения процесса окислительной плавки является высокая температура плавления шлака ($1350-1400^\circ C$). Это связано с высоким содержанием в концентрате оксида магния и железа в трехвалентной форме.

Укрупненные испытания проводили в агрегате с верхним кислородным дутьем с площадью пода $0,33 \text{ м}^2$. Температура плавки $1400-1450^\circ C$. Шихта состояла из шлака, рудного концентрата, кварцита и угля (для

Массовая доля исходных материалов для окислительной плавки и обеднения шлаков, %

Материал	Ni	Cu	Co	Fe	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
Окислительная плавка									
Концентрат рудный	8,7	4,15	0,260	29,4	20,00	12,7	0,75	0,50	8,70
Шлак конвертерный	2,3	5,60	0,180	49,2	1,06	18,6	3,00	0,50	0,45
Кварцит	-	-	-	7,5	-	65,0	14,00	4,50	4,00
Обеднение шлаков									
Шлак	5,2	2,88	0,226	36,3	0,47	23,3	3,62	1,15	8,90
Концентрат рудный	8,8	3,95	0,262	28,1	19,60	12,3	0,70	0,53	8,00

восполнения дефицита тепла при плавке на магниезиальные шлаки). Также были проведены обеднительные лабораторные и укрупненно-лабораторные плавки. Последние проводили в дуговой двухэлектродной электропечи с емкостью по шлаку 30 кг. Процесс обеднения шлаков исследовали при температуре 1430; 1500; 1550 °С. Шихта состояла из шлака, полученного в ходе процесса окислительной плавки. Химические составы исходных материалов приведены в таблице.

Продукты плавки анализировали химическими методами. Кроме того, часть закаленных проб шлака исследовали методами рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) и растровой электронной микроскопии (РЭМ). Результаты химического анализа представлены на рис.1, 2.

Как видно из рис.1, 2, данные лабораторных и укрупненно-лабораторных окислительных плавки имеют хорошее соответствие. Были получены штейны в широком диапазоне составов: от наиболее бедного (плавка 2), %: Ni 33,2; Cu 17,4; Co 0,560; Fe 22,5; S 22,0, – до практически фанштейна (плавка 1), %: Ni 29,3; Cu 41,5; Co 0,160; Fe 6,0; S 22.

Более целесообразным представляется проведение окислительной плавки с получением штейнов с суммой цветных металлов на уровне 45 %, что позволит сохранить содержание в нем серы на высоком уровне (~24 %). В сочетании с переработкой небольшого объема металлизированного штейна это позволит получить при конвер-

тировании кондиционный по сере фанштейн (содержание серы не менее 22 %).

Исследование проб шлака методами РСМА и РЭМ показало, что растворимые потери не только Co, но и Ni и Cu являются преобладающими. В шлаках плавки 2, помимо корольков, появилась структурная составляющая, состоящая из силикатов железа и магния с температурой плавления около 1650 °С. Основные причины ее появления, по нашему мнению, заключаются в возрастании в шлаке концентрации MgO выше 11 %. Такой вывод подтверждается результатами исследования проб шлака плавки 1. Пока общая концентрация MgO находилась на уровне 9 % сложные силикаты железа и магния диагностированы не были. Появление в расплаве, помимо магнетита, второй твердой фазы крайне нежелательно и значительно увеличивает вероятность вспенивания ванны. Кроме того, в состав силиката железа и магния входит Ni, практически не восстанавливающийся на стадии обеднения. Высокая поверхностная активность этой фазы способствует ассоциированности с ней достаточно мелких корольков, что существенно увеличивает механические потери.

Одним из способов решения данной проблемы следует считать снижение MgO в исходном сырье. Другим возможным способом предотвращения появления тугоплавкой фазы является повышение температуры расплава, что увеличивает предел насыщения шлака силикатом железа и магния. Увеличение температуры решает проблему обеднения шлаков: шлак представляет собой гомогенный силикатный расплав, в ко-

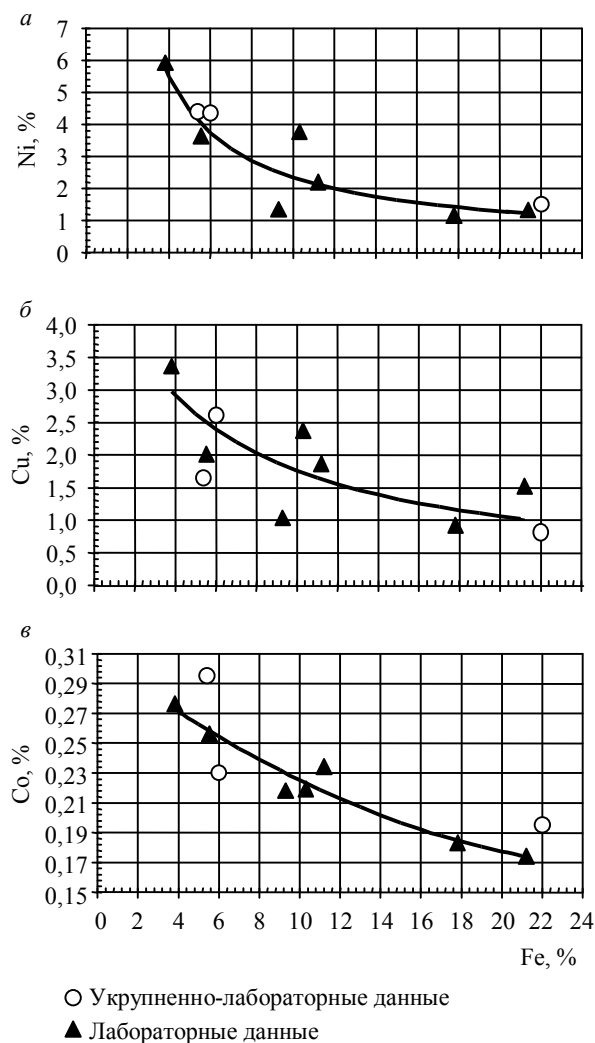


Рис.1. Зависимости массовой доли в шлаке при окислительной плавке Ni (а), Cu (б) и Co (в) от концентрации Fe в штейне

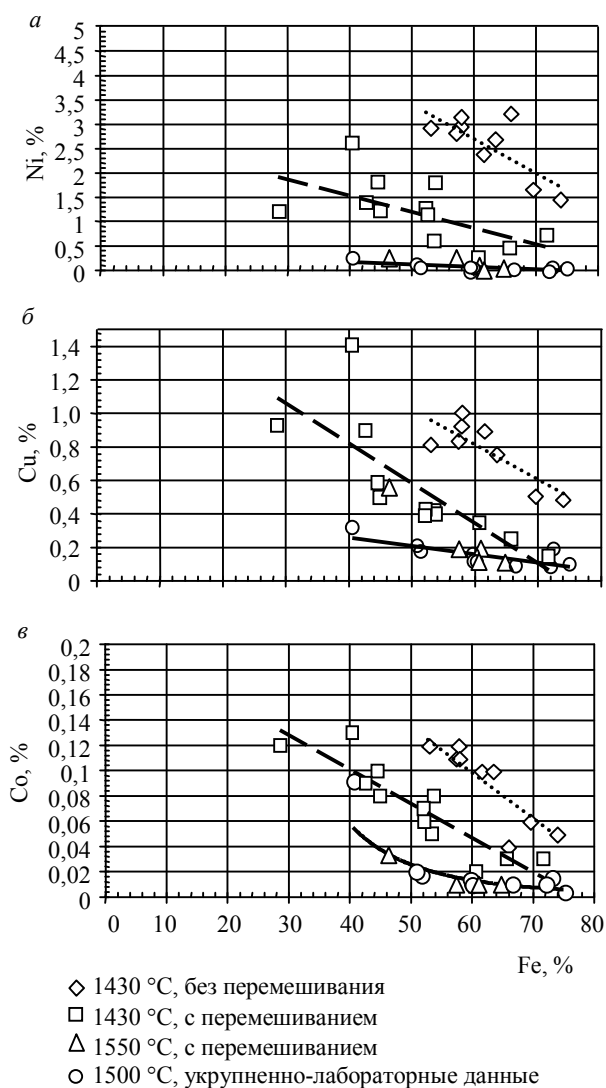


Рис.2. Зависимости массовой доли Ni (а), Cu (б) и Co (в) при обеднении шлаков от концентрации Fe в штейне

тором находятся единичные корольки. Структурная составляющая на основе силикатов железа и магния отсутствует.

Поскольку установленные в результате настоящих исследований закономерности процессов окисления рудного концентрата и

обеднения шлаков являются независимыми от аппаратного оформления, их можно использовать при отработке технологии в опытно-промышленной и промышленной двухзонных печах Ванюкова.