

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПЛАВКИ КЕКОВ ОГАРКОВ НИКЕЛЕВЫХ И МЕДНЫХ ШЛАМОВ
В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЦЕХЕ МЕДНОГО ЗАВОДА ГМК
«НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»**

В ГМК «Норильский Никель» в технологии получения концентратов платиновых металлов используется процесс плавки кеков огарков медного и никелевого шламов на вторичные аноды. Процесс характеризуется высокой температурой, низкой устойчивостью футеровки (рабочая кампания печи 7 сут) и значительным выделением пылегазовой смеси. В лабораторных условиях разработан состав шихты, позволяющий снизить температуру процесса плавки на 200-250 °C. Для достижения этого результата предлагается проводить процесс плавки с образованием шлаков, которые по кислотности находятся между силикатными и бисиликатными. Данные шлаки характеризуются низкой температурой плавления и вязкостью, что обеспечивает снижение потерь с ними платиновых металлов.

In technology of reception of concentrates of platinum metals the process confusion cakes cuprum pyrite cinders and nickel sludges on secondary anodes is used in MMC «Norilsk Nickel». The process is characterized by high temperature, low stability liner (working campaign of the furnace – 7 day) and significant allocation a mix of powder and gas. In laboratory conditions the structure burden, allowing is developed to lower temperature of process confusion on 200-250 °C, is developed. For achievement of this result it is offered to carry out process confusion with formation of slags, which are between silicate and bisilicate on these acidity. The slags are characterized in low temperature confusion and viscosity, which provides reduction of losses with them of platinum metals.

В металлургическом цехе медного завода в технологии получения концентратов платиновых металлов используется процесс плавки кеков огарков медного и никелевого шламов на вторичные аноды. Плавку проводят в дуговой трехфазной электропечи ДСП-1,5 мощностью 1000 кВт при температуре 1550-1620 °C. Шихта состоит из смеси кеков огарка медного и никелевого шламов и угля. Электропечь ДСП-1,5 в металлургическом цехе работает в режиме прямого нагрева. Электроды находятся над поверхностью шихты или расплава. Продолжительность процесса плавки в среднем 6 ч.

Образующийся при плавке шлак относится к классу основных, его кислотность

колеблется в пределах 0,35-0,81. Температура плавления шлака очень высока (1550-1620 °C). Это обусловлено наличием в шлаке существенного количества тугоплавких оксидов Mg, Ba, Cr, Al, основная часть которых попадает в шлак из футеровки [1-3].

Драгоценные металлы в шлаке присутствуют в виде корольков металлического сплава в количестве 2-3 %. Содержание платиновых металлов в первичном шлаке в некоторые моменты достигает 800-1000 г/т. Поэтому первичный шлак в большинстве случаев подвергают обеднительной плавке.

Исходя из химического состава кеков огарка, можно заключить, что для получе-

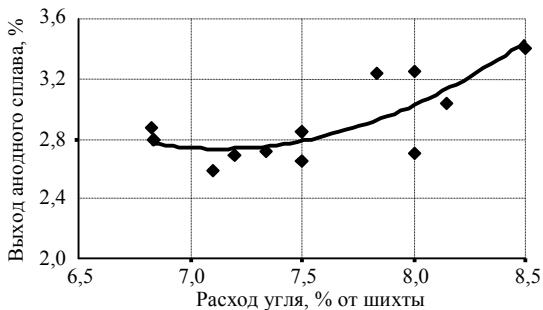


Рис.1. Зависимость выхода анодного сплава от расхода угля

ния легкоплавкого жидкотекучего шлака указанного выше состава в исходном сырье содержатся недостаточные количества SiO_2 и CaO . Для ликвидации указанного дефицита в шихту опытных плавок вводили эти реагенты в свободном или связанном виде. Флюсы необходимо вводить, хотя бы частично, не отдельными оксидами, а готовыми сплавленными системами, так как они имеют более низкую температуру плавления. Это позволит сократить период формирования шлака и соответственно увеличить производительность печи.

Флюс 1, основой которого является соединение $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ характеризуется низкой температурой плавления (1200°C). Флюс 2, в состав которого входит соединение на основе связанных оксидов каль-

ция и кремния, также имеет более низкую температуру плавления по сравнению с самими оксидами. Указанные флюсы при плавке будут выполнять различные функции. Добавка флюса 1 улучшает плавкость системы, что значительно ускоряет образование жидкой фазы в печи и увеличивает скорость плавления компонентов шихты. Флюс 2, во-первых, способствует образованию в шлаке железокальциевого силликата $\text{FeO}\cdot\text{CaO}\cdot2\text{SiO}_2$, который имеет температуру плавления всего 980°C , значительно повышает плавкость и снижает вязкость системы, во-вторых, при необходимости, позволяет облегчить процесс предшествующего окомкования шихты либо методом окатывания, либо брикетирования.

В результате исследований был определен оптимальный состав шихты:

Компонент	Содержание, %
Кек огарка никелевого шлама	42,3
Кек огарка медного шлама	28,2
Флюс 1	13
Речной песок	3
Уголь	8
Флюс 2	3

Как показывают полученные результаты, введение в шихту анодной плавки 13 % флюса, 1,3 % речного песка и 3 % флюса 2 при расходе угля 6,8-8,5 % от массы шихты позволяет получать шлаки, кислотность которых изменяется в пределах 1,43-1,95.

Продолжительность процесса плавки от момента достижения температуры 1300°C составляла 3,5 ч с учетом отстоя расплава в течение 50 мин после окончания процесса плавки.

Полученные шлаки характеризуются низкими температурой плавления ($1200-1220^\circ\text{C}$) и вязкостью, а также высокой текучестью (определенено визуально).

Снижение температуры плавления шлака приводит к снижению электропроводности последнего и соответственно к увеличению мощности печи. Следует отметить, что снижение содержания FeO и повышение содержания CaO и SiO_2 в шлаке также способ-

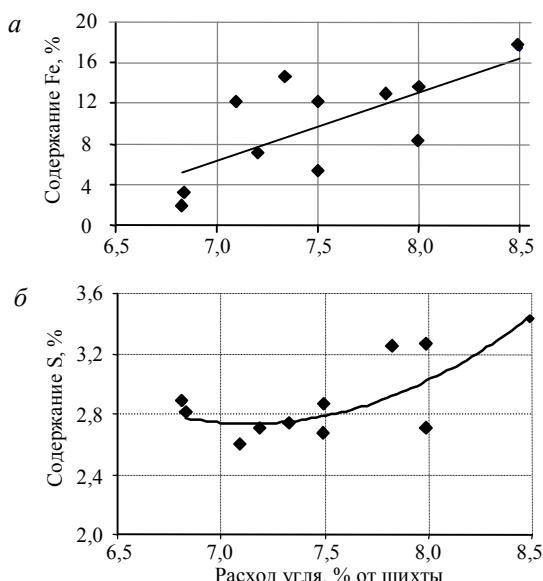


Рис.2. Зависимость содержания железа (а) и серы (б) в анодном сплаве от расхода угля

ствует снижению электропроводности и повышению мощности печи.

Выход анодного сплава зависит от расхода угля (рис.1) и при его изменении от 6 до 8,5 % увеличивается с 44,4 до 64,3 % за счет более глубокого восстановления железа до металлического состояния. С увеличением расхода угля в сплаве повышаются содержание железа и серы (рис.2). Никель восстанавливается практически полностью уже при расходе угля 6,83 %, а возможно и при более низком расходе.

При введении в шихту дополнительных флюсов объем шихты на плавку увеличивается на 18-25,5 %. Выход шлака при этом составляет 47,8-50 % от кека огарка или 42,3-44,5 % от массы расплава (сплав плюс шлак), что на 10 % выше, чем при существующей технологии.

Таким образом проведенные исследования показали, что подобранный состав шихты позволяет снизить температуру плавления процесса анодной плавки с 1500-1600 до 1300 °C. Оптимальный расход угля при этом составляет 7,5-8 % от массы шихты. При проведении плавки в промышленных условиях этот параметр требует уточнения.

Для проверки лабораторных данных было проведено две пробных плавки на промышленной печи ДСП-1,5. Состав шихты опытных плавок следующий:

Компонент шихты	Массовая доля	Масса, кг	Содержание, %
Кек огарка медного шлама	40/35,3	672,87/600	31/24
Кек огарка никелевого шлама	60/64,7	1009,3/1100	46/44
Флюс 1	13/11,8	218,7/200	10/8
Уголь	9/29	151,4/500	6,9/20
Песок речной	3,5/15,9	58,9/100	2,7/4
Флюс 2	3,5/-	58,9/-	2,7/-
Итого	129/140,8	2170/2500	100/100

Примечание. 1. В числителе и знаменателе – плавки 1 и 2 соответственно.

2. В плавке 1 – уголь (отсев); в плавке 2 – СТП0401.14.36.

В обоих случаях шихту загружали в печь в три приема по мере расплавления предыдущей порции. Режим работы печи соответствовал принятому на заводе.

При проведении испытаний было установлено, что изменение состава шихты привело к образованию шлаков, кислотность которых находится в пределах 1,1-1,6. Расплавление массы произошло при температуре 1250-1370 °C. Образующийся шлак находился в жидкотекучем состоянии уже при температуре 1200-1250 °C [1]. Продолжительность процесса расплавления всей массы шихты при наличии операции шихтовки составила 2,5 ч. Это примерно на 30 % ниже, чем при послойной загрузки материала.

Выводы

1. Существует возможность снижения температуры процесса плавки кеков огарка медного и никелевого шламов на 200-250 °C при условии проведения процесса с образованием кислых шлаков.

2. Шихтоподготовка материала должна быть обязательной подготовительной операцией перед плавкой.

3. Следует ожидать увеличения загрузки шихты на плавку на 18-25,5 %, массы расплава на 8-18 % и сокращения продолжительности процесса плавки примерно на 30 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бимиши Ф. Аналитическая химия благородных металлов. М.: Мир, 1969. 456 с.

2. Лисиенко В.Г. Материалы и элементы металлургических печей. Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1989. 398 с.

3. Набойченко С.С. Процессы и аппараты цветной металлургии. Екатеринбург: Уральский рабочий, 1997. 567 с.