УДК 669.33

С.В.БЕРКУТОВ, М.В.КНЯЗЕВ
ОАО «Институт Гипроникель», Санкт-Петербург

ПЕРЕРАБОТКА ФЛОТАЦИОННОГО МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО КОНЦЕНТРАТА КОМБИНАТА «ПЕЧЕНГАНИКЕЛЬ» В ДВУХЗОННОЙ ПЕЧИ ВАНЮКОВА

Рассмотрены результаты исследований особенностей процессов окислительной плавки и обеднения медно-никелевого флотационного концентрата применительно к двухзонной печи Ванюкова.

The results of studies of flotation copper-nickel concentrate oxidizing smelting and cleaning of the produced slags in two-zone Vanukov furnace in relation to Pechenganickel Combine are described.

Существующая в настоящее время на комбинате «Печенганикель» технология переработки сульфидных медно-никелевых концентратов – окатывание, агломерирующий обжиг, плавка окатышей в электропечах и конвертирование штейна до файнштейна* обладает рядом принципиальных недостатков с точки зрения охраны окружающей среды. Обжиговые и электропечные газы полностью выбрасываются, а конвертерные утилизируются лишь частично. Кроме того, на плавку шихты тратится большое количество электроэнергии.

Для реконструкции комбината «Печенганикель» предложено заменить операции окатывания и обжига окатышей на брикетирование концентрата, а вместо электроплавки использовать двухзонную печь Ванюкова. Переработка сульфидного сырья в двухзонном агрегате позволит резко снизить выбросы диоксида серы в атмосферу за счет сокращения конвертерного и ликвидации электропечного переделов и концентрации всех серосодержащих газов в небольшом потоке высокосернистого газа, пригодного к утилизации.

В институте Гипроникель выполнены исследования особенностей процессов плавки и обеднения на лабораторных (рис.1, 2) и укрупненно-лабораторных установках. Исследования процесса окислительной плавки проводились в двух направлениях: изучение плавки шихты, имитирующей образование шлака, богатого штейна или файнштейна, и изучение продувки расплава концентрата кислородом с получением шлака и сульфидных расплавов различного состава.

В первом случае в качестве исходных материалов для плавки использовали необожженный и обожженный в атмосфере воздуха при температуре 850 °С концентрат комбината «Печенганикель». Необожженный концентрат имел следующий состав по массе, %: Cu 8,2; Ni 9,9; Fe 31,5; Co 0,305; S 25,5; SiO_2 12,0; MgO 6,8; CaO 0,70; Al_2O_3 1,02; прочие 4,07. Содержание серы в обожженном концентрате составляло 1,04 %. Для получения файнштейна, содержащего около 3 % Fe и 23-24 % S, составляли шихту из 71,3 г огарка и 28,7 г необожженного концентрата, с добавкой коксика и кварцита. Продувку расплавов производили азотом, смесью сернистого газа и азота при температуре 1450 °С. Расход газа или газовой смеси составлял 1 л/мин. При продувке кислородом баллон 17 (рис.1) заполнялся аргоном, а баллон 20 кислородом. В качестве основы использовался шлак рудно-термических печей, следующего состава по массе, %: Cu 0,152; Ni 0,219; Fe 29,6; Co 0,119;

* Реконструкция комбината «Печенганикель» с применением двухзонной печи Ванюкова / И.А.Блатов, М.В.Князев, Ю.Г.Зудин, Ю.А.Чумаков // Цветные металлы. 2001. № 2. С.48-50.

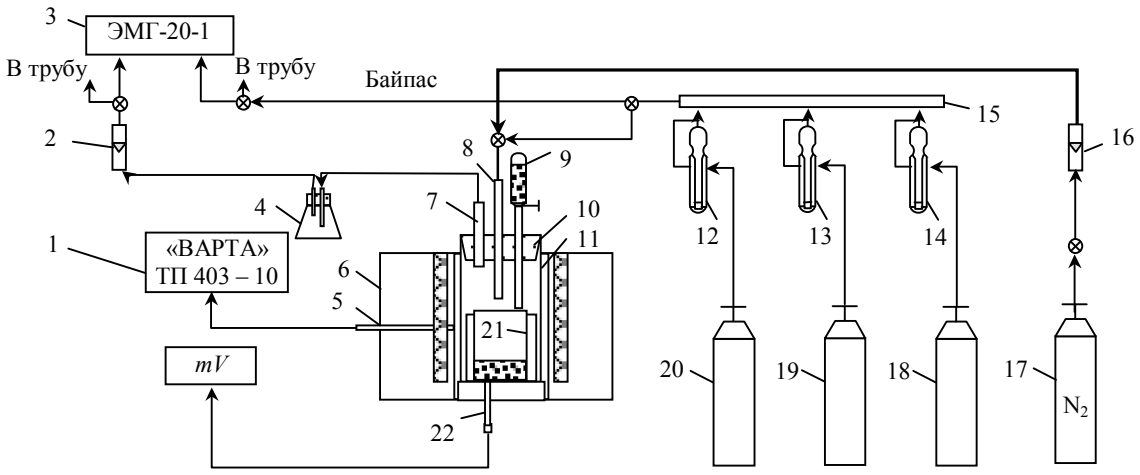


Рис.1. Схема установки
1 – терморегулятор ТП 403-10; 2, 16 – ротаметры; 3 – газоанализатор ЭМГ-20-1; 4 – пыле- и влагосборник; 5, 22 – термопары; 6 – электропечь; 7 – отвод отходящих газов; 8 – продувочное сопло; 9 – загрузочное устройство; 10 – пробка; 11 – реактор; 12-14 – реометры; 15 – коллектор; 17-20 – газовые баллоны; 21 – тигель

S 0,75; SiO_2 38,1; MgO 10,9; CaO 2,32; Al_2O_3 6,9, к которому добавляли Cu_2S и Ni_3S_2 (0,86 и 2,67 % от навески шлака соответственно). На расплав шлака (30 г) порциями загружали рудный концентрат (70 г), шихтованный углеродом и Fe_2O_3 (8,57 % от навески шлака), с целью получения продуктов плавки, близких к промышленным. Расчеты показывают, что из-за повышенного содержание оксида магния (9-10 %) и низкого содержания серы в концентрате (23-24 %) расход твердого топлива должен составлять 5-6 %.

Процесс окислительной плавки исследовался на двухэлектродной дуговой электропечи мощностью 100 кВ·А (рис.2). Процессы окисления и обеднения исследовались на укрупненно-лабораторной двухзонной печи института Гипроникель. При этом окислительная зона конструктивно организована, как печь Ванюкова, а обеднительная является по существу отстойником, в котором восстановление может вестись за счет продувки расплава газом через погружные горелки. Особенностью печи является наличие общей для обеих зон жидкой сульфидной фазы, в которой растворяются металлические продукты, полученные при обеднении шлака.

Установлено, что процесс окислительной плавки сопровождается образованием тугоплавких компонентов шлака, таких как магнетит (15-18 %) и силикаты магния и железа. В связи с этим плавка должна вестись при температуре не ниже 1450 °С. При этом шлаки имеют следующий состав по массе, %: Ni 3,8-5,0; Cu 1,3-1,8; Co 0,4-0,5. Содержание серы в файнштейне не превысит 20 %. Такой файнштейн не может перерабатываться эффективно по существующей технологии. Поэтому плавку целесообразно вести с получением богатых штейнов (ΣCu, Ni = 45÷60 %), при этом шлаки будут содержать по массе, %: Ni 1,6; Cu 1,1; Co 0,18.

Исследование процесса обеднения проводилось в нескольких направлениях: продувка расплавов азотом в присутствии твердого восстановителя (8; 9 и 11,1 % от массы шлака), продувка расплавов кислородом в

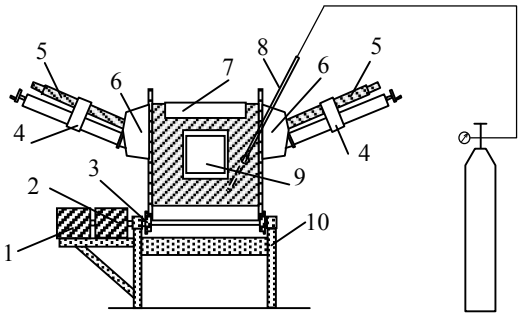


Рис.2. Малая дуговая печь
1-3 – механизм поворота печи; 4 – водоохлаждаемые электрододержатели; 5 – электроды; 6 – кессоны; 7 – съемная крышка; 8 – продувочная трубка; 9 – рабочее окно; 10 – станина

присутствии твердого восстановителя (6; 8; 8,7; 11,1 и 15 % от массы шлака), продувка расплавов газовыми смесями с различным парциальным давлением кислорода (α = = 0,25÷0,8), продувка расплавов газовыми смесями с различным парциальным давлением кислорода в присутствии твердого восстановителя (2; 4; 6 % от массы шлака). Исследования проводились на лабораторной установке (рис.1). Газовая смесь состояла из H_2, CO и CO_2, поэтому баллоны 18-20 заменяли баллонами с одноименными газами. При исследованиях использовался синтетический шлак следующего состава по массе, %: Ni 1,06; Cu 0,38; Co 0,261; Fe 35,9; SiO_2 30,5; MgO 8,5; Al_2O_3 5,6; CaO 2,7. Навеска шлака составляла 80-90 г.

В ходе исследования установлено, что при продувке шлака кислородом даже при наличии в шихте 15 % твердого восстановителя процесс обеднения шлаков оказывается неэффективным, так как практически весь сплав, образующийся при восстановлении металлов твердым углеродом, подвергается окислению за счет контакта с кислородом, подаваемым в расплав. При обеднении шлака твердым восстановителем с перемешиванием инертным газом происходит существенное снижение содержания цветных металлов в шлаке, %: Co 0,14; Cu 0,04; Ni 0,04. С точки зрения технико-экономических показателей процесс обеднения целесообразно вести при парциальном давлении кислорода в газовой смеси $3{,}25\cdot10^{-11}$ атм, ($\alpha \approx 0{,}6$) и введении твердого восстановителя (4-6 %), при котором состав шлака по массе, %: Ni 0,17-0,20; Co 0,22-0,24; Cu 0,17-0,19, – соответствует промышленным отвальным.

Богатый штейн планируется продувать до файнштейна в действующих конвертерах. Жидкие конвертерные шлаки заливаются в плавильную зону двухзонного агрегата. Газы плавильной зоны совместно с конвертерными направляются в сернокислотное производство. Такая технология позволит сократить выбросы диоксида серы по обжиговому и плавильному цеху со 150 тыс.т до 6-15 тыс.т в год[*].

В настоящее время на комбинате «Североникель» строится полупромышленная печь для отработки процесса, а также проектируется промышленная установка, которая будет размещена в действующем плавильном цехе комбината «Печенганикель».

[*] Новые направления в решении проблемы сокращения трансграничных переносов соединений серы на комбинате «Печенганикель» / И.А.Блатов, В.И.Никишин, Ю.А.Карасев и др. // Цветные металлы. 2001. № 2. С.76-79.