Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова, т./XXУШ, 1978 г.

ОПРОБОВАНИЕ БЕСФЛЮСОВОЙ ПРОДУВКИ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ ШТЕЙНОВ НА ОПЫТНОМ АГРЕГАТЕ НЕПРЕРЫВНОГО КОНВЕРТИРОВАНИЯ

Ю.Б.ШМОЧИН, А.А.ГАЛЬНБЕК

В 1971 г. работниками ГМОИЦ НГМК предложена технология конвертирования штейнов без добавки кремнистых флюсов, позволяющая, по мысли авторов, сократить выход конвертерных шлаков, а в дальнейшем и перерабатывать их с извлечением железа.

Распространенные теоретические представления о конвертировании долгое время принципиально исключали возможность бесфлюсового процесса. Согласно им в первичном акте окисления штейна образуется магнетит, накопление которого в ванне при бесфлюсовой продувке должно приводить к загустеванию расплава.

Практика, в том числе испытания непрерывного процесса[x], не противоречили этим теоретическим схемам. Работа с недостатком флюса в начальный период испытаний непрерывного конвертирования показала, например, что вспенивание и загустевание ванны из-за избытка магнетита является в этом случае неизбежным или, по крайней мере, очень вероятным. Только равномерная загрузка оптимального количества флюса позволяла избежать аварийных ситуаций.

Одновременно развивались теоретические представления, согласно которым первичным продуктом окисления штейна является вюстит, хорошо в нем растворяющийся, а магнетит образуется на следующих этапах процесса. Этим создавались предпосылки для обоснования возможности бесфлюсовой продувки с получением вюститной шлаковой фазы. В дальнейшем эта возможность была установлена опытным путем в работах ГМОИЦ НГМК.

Было обнаружено, что по мере окисления сульфида железа в отсутствие кремнезема штейновый расплав насыщается вюститом, оставаясь жидкотекучим и гомогенным вплоть до 10-15% S в нем. Дальнейшая десульфуризация ведет к расслаиванию с образованием окисной (50-65% FeO , 15-30% Fe_3O_4, 5-10 S) и обогащенной сульфидной фаз. Значительные количества магнетита образуются только после выгорания серы из вюститной фазы до содержаний 1,5-2% S .

[x] А.А.Гальнбек, А.Г.Рожнов, Я.Л.Серебрянный и др. – Цветные металлы, 1978, №2, с.21-22.

Таким образом процесс протекает при достаточно высокой температуре – до 1400–1500°С. Это делает неприемлемой бесфлюсовую продувку в обычных конвертерах. В 1974 г. работники НГМК обратились в ЛГИ с предложением опробовать бесфлюсовую технологию на полупромышленном агрегате непрерывного конвертирования (АНК) на ГМК "Печенганикель".

Задачи испытаний[x] были поставлены следующим образом: 1) подтвердить принципиальную возможность бесфлюсовой продувки в достаточно крупном агрегате (емкость АНК по штейну 25 т); 2) оценить возможность длительного ведения процесса в стадии набора ванны с выпуском вюститного шлака и доливкой свежих порций штейна; 3) определить работоспособность конструктивных узлов АНК при проведении бесфлюсовой продувки.

Проведена серия продувок с постепенным выходом на непрерывный режим. Для контроля процесса отбирались пробы расплавов. Температура замерялась оптическим пирометром с внесением поправки на степень черноты. Момент расслаивания контролировался ломковыми замерами уровня ванны (появление слоя шлака).

Дутье подавалось в ванну одной фурмой (расход в нормальных условиях 25–30 м^3/мин), расположенной под углом 80° на высоте 400–450 мм (16–18 калибров) над ванной. Последнее намного превышает обычную для АНК высоту расположения фурм[xx] [2] и было сделано для предохранения фурмы при работе на ванне без шлака. Из этих же соображений продувки проводились на пониженном уровне ванны: 1,5–1,7 м от кессонированного свода АНК против обычных 1–1,2 м. Во всех продувках для погашения дефицита тепла и выхода на повышенные температуры АНК подтапливался двумя мазутными форсунками. Штейны в период испытаний содержали в среднем 7,0% Ni, 4,94% Cu, 54,12% Fe, 25,66% S.

Продувки показали, что в наборе процесс идет устойчиво, без загустения и вспенивания расплава (температура 1260–1380°С). Расслаивание фаз при продувке исходного штейна начинается после подачи в ванну 500–550 м^3/т воздуха и в целом завершается к 600–620 м^3/т. Получаемые шлаки (см. таблицу) имеют отчетливый запах серы и жидкотекучи при 1270–1340°С (измерено на выпуске, в струе).

Конвертерные массы после расслаивания содержали в среднем 25% Ni, 29% Fe, 22% S. Получить шлаки, содержащие менее 5% S, не удалось. При обессеривании вюститного шлака существует опасность загустевания ванны, и для правильного ведения процесса необходим экспрессный анализ на серу. По данным ГМОИЦ НГМК, начальному моменту образования магнетита после обессеривания отвечает эффект появления так называемого "свечения" факела дутья (температура факела становится очень высокой). В проведенных продувках "свечение" наблюдалось практически все время (и до расслаивания), поэтому оно не могло служить признаком готовности вюститного шлака.

Работа в непрерывном режиме (выпуски шлака под дутьем) не вызвала

---

[x] Помимо авторов статьи в опробовании принимали участие представитель НГМК канд.техн.наук В.Г.Брынцин и представитель ЦИЛ ГМК "Печенганикель" канд.техн.наук Я.Л.Серебрянный.

[xx] А.А.Гальнбек, Ю.Б.Шмонин, Б.В.Лелихин. – Цветная металлургия. Бюлл. ЦИИНЦМ, 1974, № 21, с. 31–34.

Примеры составов вюститных шлаков, %

Ni	Fe	S	SiO_2	Fe_3O_4	Примечания
3,66	57,62	10,33			Проба после расслаивания
4,59	56,96	9,3			То же
3,12	53,06	8,7	4,47	15	Проба после частичного обессеривания
2,82	61,76	8,09		25,2	То же
2,40	59,48	8,09	4,87	18,1	
2,70	59,58	7,32	5,27	19,1	Магнетит определен магнитометрически.
2,54	57,73	7,15			Присутствие SiO_2 обусловлено размывом настылей АНК
3,02	61,0	6,80	3,25	26,1	Проба гарниссажа с головки фурмы

затруднений. Судя по полученным данным, в АНК промышленных размеров аналогичный непрерывный режим набора можно будет реализовать без подтопки и обогащения дутья кислородом.

В зависимости от полноты слива шлака и массы заливаемой затем порции штейна остающийся на ванне шлак может либо раствориться в свежем штейне полностью, либо сохраняется на следующую продувку. Обе эти возможности были проверены. При этом не удалось выяснить вероятность загустевания оставшегося шлака. При отсутствии загустевания желательно оставлять часть шлака на ванне. Это позволяет поддерживать на охлаждаемых поверхностях фурм и свода АНК защитный окисный гарниссаж и облегчает работу этих узлов.

Пробы вюститных шлаков были подвергнуты флотации[x] для оценки возможности их обеднения. Наилучшие показатели (извлечение никеля в концентрат 94%) получены при обработке шлаков следующими реагентами: содой (3 кг/т), ксантогенатом (170 г/т), аэрофлотом (140 г/т). При этом хвосты содержали 1,8%Ni.

Более высокая температура процесса и работа на бесшлаковой ванне создает крайне опасные условия для охлаждаемых узлов АНК. Как указывалось, фурма была установлена на большой высоте. В обычных флюсовых продувках такая высота соответствует режиму полного зарастания фурм[xx]. В бесфлюсовых продувках зарастания не наблюдалось и чистки фурм не требовалось. При этом пики температур в теле головки фурмы достигали 150–170°С. Тепловая нагрузка на фурму возросла, таким образом, очень заметно. За относительно короткое время испытаний отмечено значительное разрушение как медной головки фурмы, так и стальных кессонов свода в месте выброса расплава на них. Очень сильно размытыми оказались защитные гарниссажные откосы у боковых стен АНК.

Это показывает, что конструктивные решения АНК, найденные для флюсовой технологии, в принципе непригодны для бесфлюсовой. Необходимы тщательные и продолжительные исследования не только некоторых, неясных пока, особенностей технологии бесфлюсового процесса, но и конструкции агрегата.

---

[x] Проверка шлаков на обогатимость выполнена ст.инж. ЦИЛ Г.К.Кушенковой.

[xx] А.А.Гальнбек, Ю.Б.Шмонин, Б.В.Лепихин. – Цветная металлургия. Бюлл. ЦИИНЦМ, 1974, №21, с. 31–34.