УДК 669.23

Г.В.ПЕТРОВ, *д-р техн. наук, профессор, kafmetall@mail.ru*
В.Н.КОВАЛЕВ, *аспирант, kafmetall@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

G.V.PETROV, *Dr. in eng. sc, professor, kafmetall@mail.ru*
V.N.KOVALEV, *post-graduate student, kafmetall@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University

СУЛЬФАТИЗАЦИОННОЕ ВСКРЫТИЕ ПРОДУКТОВ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ПЛАТИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Приведены результаты исследований по сульфатизационному вскрытию платинометалльных штейнов. Обоснована перспективность применения технологии концентрирования платиновых металлов из продуктов переработки техногенных отходов по схеме «плавка на штейн – сульфатизация».

***Ключевые слова*:** платиновые металлы, вскрытие, синтетический штейн, сульфатизация, обжиг, концентрат.

SULPHATIZATION REFINEMENT OF PRODUCTS FROM PYROMETALLURGICAL PROCESSING OF TECHNOGENIC WASTE CONTAINING PLATINUM METALS

The results of studies on sulphatization refinement of mattes, containing platinum metals, it. The perspective of technology concentration of platinum metals from the products of processing man-made waste on a scheme «smelting matte – sulphatization» are justify.

***Key words*:** platinum metals, refinement, synthetic matte, sulphatization, firing, concentrate.

Применение при обогащении техногенных отходов, образующихся при переработке медно-никелевых и малосульфидных руд, гравитационно-флотационной схемы концентрирования металлов платиновой группы (МПГ) позволяет выделять платинометалльные продукты, в которых содержание суммы платиновых металлов может достигать 100-500 г/т [2]. Для дополнительного концентрирования МПГ может быть использована электроплавка с получением сульфидного платиносодержащего штейна, широко применяемая при переработке продуктов обогащения хромитовых руд.

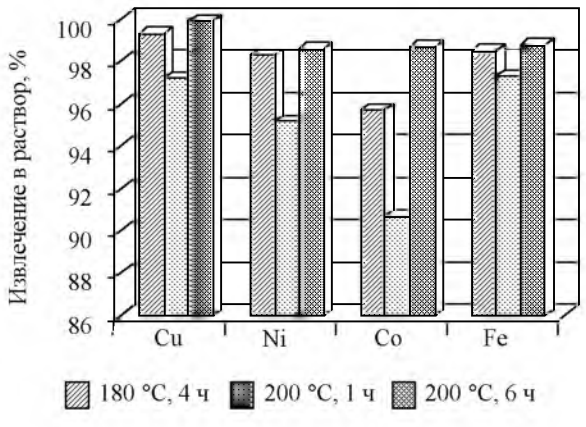
Ключевым моментом при создании технологии переработки штейнов является способ их вскрытия либо для перевода МПГ в раствор, откуда благородные металлы извлекаются известными методами (например, сорбцией или цементацией), либо для удаления в раствор подавляющей части примесей (цветные металлы и железо) и получения богатого коллективного концентрата МПГ. Учитывая значительный опыт отечественных предприятий по использованию жидкофазной низкотемпературной сульфатизации для удаления цветных металлов из шламов электролиза меди и никеля [1, 3], целесообразно рассмотреть возможность ее применения для рафинирования платиносодержащих штейнов.

Изучение закономерностей поведения цветных и платиновых металлов при сульфатизации осуществлялось на синтетических штейнах следующего состава, %: № 1 – 27,6 Cu; 44,1 Ni; 5,24 Co; 4,3 Fe; 1,25 Pd;

0,26 Pt; 0,04 Rh; 0,03 Ru; №2 – 8,6 Cu; 35,6 Ni; 4,85 Co; 26,6 Fe; 0,77 Pd; 0,17 Pt; 0,035 Rh; 0,026 Ru.

При синтезе штейнов выполнялась плавка шихт, содержащих соответствующие расчетные количества цветных, платиновых металлов и железа. В качестве сульфидизатора использовалась элементарная сера, которая вводилась с большим избытком. Плавка штейна № 1 осуществлялась без введения восстановителя. При получении штейна № 2 дополнительно вводился древесный уголь. Плавка осуществлялась в алундовых тиглях в муфельной печи при температуре 1600 °С. Полученные синтетические штейны дробили и измельчали до крупности –50 мкм. Сульфатизация синтетических штейнов проводилась в жидкофазном режиме при 180-200 °С в течение 1-6 ч при Ж:Т = 3-5. Выбранные параметры соответствуют режиму переработки электролитных шламов на АО «Комбинат Североникель», при котором обеспечивается полное удаление из них цветных металлов. Продукт сульфатизации выщелачивали водой 2 ч при 80-90 °С. Полученные кеки подвергались прокаливанию в течение 5 ч при 600 °С для удаления селена и серы.

Для проверки выявленных закономерностей использовался экспериментальный сильнометаллизированный штейн (№ 3) после плавки сульфидного никелевого концентрата, полученный при 1400 °С и расходе



Переход цветных металлов и железа в раствор выщелачивания в зависимости от условий сульфатизации штейна № 3

восстановителя (угля) 12 %. Выход сильнометаллизированного штейна составил 42,5 %. Состав штейна № 3, %: 7,5 Cu; 41,6 Ni; 7,82 Co; 18,2 Fe; 0,42 SiO_2; 0,05 Te; 0,1 Se; 1,56 Pd; 0,26 Pt; 0,033 Rh; 0,012 Ru; 0,004 Ir.

Глубокое извлечение цветных металлов в раствор при сульфатизационной обработке штейнов № 1 и 2 достигается при 200 °С за 4 ч. Полное извлечение цветных металлов в раствор обеспечивается при температуре сульфатизации более 250 °С или при увеличении продолжительности процесса.

Содержание МПГ в концентрате в обоих вариантах обеспечивается высокое: примерно 30 % для штейна № 1 и более 50 % для штейна № 2. Это различие определяется, главным образом, способом получения штейнов, так как металлизированные штейны вскрываются лучше. Полученные богатые концентраты пригодны для аффинажа.

В процессе сульфатизации МПГ количественно остаются в кеке. При переработке штейна № 1, полученного плавкой без введения восстановителя, сумма платиновых металлов в конечном концентрате (после обжига кека сульфатизации) достигает 31,3 %, при переработке металлизированного штейна № 2 концентрат значительно богаче – 59,1 %.

При сульфатизации экспериментального штейна № 3 при температуре 180-200 °С степень извлечения цветных металлов и железа в раствор выщелачивания зависит от продолжительности процесса сульфатизации. Проведение сульфатизации не менее 4-6 ч при температуре 200 °С обеспечивает практически полное удаление меди, никеля, кобальта и железа в серно-кислый раствор, %: 99,9 Cu; 98,6 Ni; 98,7 Co; 98,8 Fe. Заметного перехода в раствор платиновых металлов в этих условиях не зафиксировано (см. рисунок).

Прокаливание на воздухе (700 °С, 8 ч) кеков сульфатизации позволяет удалить остатки серы и селена, а также получить богатые платинометаллические концентраты. Выход концентрата, полученного после сульфатизации штейна при 200 °С в течение 4-6 ч и последующего прокаливания, составил 4,51 % при содержании в нем 35,9 % Pd и 4,69 Pt.

Суммарное расчетное содержание МПГ в богатом платинометалльном концентрате, полученном при сульфатизации штейна № 3 при 200 °С в течение 6 ч, достигает 41,68 % (после прокаливания при 700 °С в течение 8 ч – 47 %). Остаточное суммарное содержание цветных металлов и железа в концентрате не превышает 15-16 %, содержание кремнекислоты 9,3 %.

Реализация в промышленных условиях варианта переработки штейна с получением коллективного концентрата МПГ в режиме одностадийной сульфатизации позволит достичь практически полного извлечения в раствор цветных металлов и железа при увеличении продолжительности сульфатизационного процесса.

Выводы

1. Установлено, что применение низкотемпературной сульфатизации богатого платинометалльного штейна, получаемого при электроплавке сульфидных продуктов переработки техногенных платиносодержащих отходов, обеспечивает практически полный перевод цветных металлов в сульфатный раствор.

2. Использование обжига кека для удаления халькогенов обеспечивает получение богатого платинометалльного продукта, необходимого для аффинажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гинсбург С.И.* Химия платиновых металлов в процессах сернокислотной переработки сырья / С.И.Гинсбург, Ю.С.Шориков, А.М.Орлов. М.: Гиредмет, 1979. 48 с.

2. *Петров Г.В.* Современное состояние и технологические перспективы производства платиновых металлов при переработке хромитовых руд / Г.В.Петров, Т.Н.Грейвер, В.Г.Лазаренков. СПб: Недра, 2001. 200 с.

3. Современные технологии переработки медеэлектролитных шламов / А.А.Чернышев, Г.В.Петров, А.М.Беленький, В.Н.Ковалев // Цветная металлургия. 2009. № 4. С.20-24.

REFERENCES

1. *Ginsburg S.I., Shorikov Y.S., Orlov A.M.* Chemistry of platinum metals in the process of sulfuric acid refining. Moscow: Giredmet, 1979. 48 p.

2. *Petrov G.V., Graver T.N., Lazarenkov V G.* Current state and prospects of production technology of platinum metals in chromite ore processing. Saint Petersburg: Nedra, 2001. 200 p.

3. *Chernyshev A.A., Petrov G.V., Belenky A.M., Kovalev V.N.* Modern technologies for processing copper electrolyte slurry // Non-ferrous metallurgy. 2009. N 4. P.20-24.