

**Leaching waste antimony production for the electrolytic solution**  
**Zemsky M.<sup>1</sup>, Kadyshev S.<sup>2</sup>, Sagyndykov Zh.<sup>3</sup>**  
**Выщелачивание отходов сурьмяного производства с целью получения**  
**электролитического раствора**  
**Земский М. В.<sup>1</sup>, Кадышев С.<sup>2</sup>, Сагындыков Ж.<sup>3</sup>**

*1Земский Максим Вениаминович / Zemsky Maxim – инженер,  
Кадамжайский сурьмяный комбинат, г. Кадамжай;*  
*2Кадышев Сагынтай / Kadyshev Sagyntay - кандидат физико-математических наук, профессор,  
кафедра микроэлектроники,  
Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына, г. Бишкек;*  
*3Сагындыков Жумабай / Sagyndykov Zhumabay - кандидат химических наук, профессор,  
кафедра химии и химической технологии,  
Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызская Республика*

*Аннотация: исследован полный химический и фазовый состав штейна для получения сурьмы электрохимическим способом.*

*Abstract: the full chemical and phase composition of the matte to produce antimony electrochemically.*

*Ключевые слова: штейн, сурьма, выщелачивания, оборотный электролит, сульфидно-полисульфидный, щелочной, черновой металл.*

*Keywords: matte, antimony, leaching, the electrolyte circulating, sulfide-polysulfide, alkaline, crude metal.*

Исследована возможность обогащения штейна, содержащего порядка 4 - 5% сурьмы, проведена проверка процесса выщелачивания отвального штейна оборотным электролитом гидрометаллургического цеха завода, представляющим собой сульфидно-полисульфидный щелочной раствор на основе натриевых соединений.

В связи с довольно высоким содержанием сурьмы штейны не являются отвальным продуктом. В практике КСК штейны с содержанием сурьмы более 5% принято возвращать в плавку на черновой металл, а с содержанием ниже 5% сурьмы – направлять на складирование в отвал (на хранение).

Фазовым анализом установлено, что сурьма в сурьмянистом штейне находится в виде сульфидов, оксидов и мелкодисперсных включений, взвешенных в массе штейна [1]. Металлическая сурьма составляет 50 - 60% от всей содержащейся в штейне сурьмы [1]. Часть металлической сурьмы в процессе выпуска штейна из печи с последующим отстоем в ковшах скапливается в донной части. При выгрузке на отвале слиток черновой сурьмы, отстоявшийся из массы штейна, отделяется от штейна и возвращается в плавильный цех на дальнейшую переработку вместе с черновой сурьмой. Однако часть металлической сурьмяной фазы, находящейся в наиболее мелкодисперсном состоянии, остается в массе штейна.

В течение ряда лет проводился поиск технологии переработки штейнов. К настоящему времени предложено несколько способов переработки сурьмяных штейнов: фьюмингование, обжиг, выщелачивание сульфидно-щелочными растворами и другие. Новые предложенные способы переработки сурьмянистого штейна пока не нашли промышленного применения.

В связи с трудностями в поставках сурьмяного сырья на комбинат остро встал вопрос переработки полупродуктов и отходов сурьмяного производства, в том числе – штейна.

Штейны пирометаллургического цеха Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК) содержат 2 -10 % сурьмы, 35 - 55 % железа, 25 - 35 % серы, 8 - 15 % натрия.

Нами проведена проверка выщелачивания отвального штейна оборотным электролитом гидрометаллургического цеха завода, представляющим собой сульфидно-полисульфидный щелочной электролитической диссоциации на основе натриевых соединений.

Растворы для проведения исследований отбирали в заводских электролитных ваннах (оборотный электролит).

Состав растворов: Sb – 15,66 ÷ 26,10 г/л; Na<sub>2</sub>S – 22,26 ÷ 49,67 г/л; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 30,25 ÷ 46,30 г/л; Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – 32,92 ÷ 45,75 г/л; NaOH – нет; Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 34,0 ÷ 55,87 г/л; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 40,0 ÷ 64,26 г/л. Выщелачиванию подвергали штейн отвального состава: Sb – 3,34%, As – 0,30%, Fe – 30,0%.

Условия выщелачивания: соотношение твердой и жидкой фазы (т:ж) 1:12,3 (загрузка штейна 150 г на 1,5 л и 100 г на 1,0 л); температура процесса 95 – 98<sup>0</sup>С; продолжительность выщелачивания – 1,5 часа.

Заводские растворы и отфильтрованные готовые растворы после выщелачивания в каждом опыте анализировали на содержание (г/л):

Sb, Na<sub>2</sub>S, NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Предварительно замеряли объем полученных готовых растворов.

Получены готовые растворы состава: Sb – 16,18 ÷ 19,83 г/л; Na<sub>2</sub>S – 17,13 ÷ 39,39 г/л; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 20,07 ÷ 48,86 г/л; Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – 24,20 ÷ 38,73 г/л; NaOH – нет; Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 40,08 ÷ 74,30 г/л; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 73,15 ÷ 110,15 г/л.

Получены кеки состава: Sb – 1,48 ÷ 3,71%; As – 0,13 ÷ 0,26%; Fe – 25,0 ÷ 35,0%.

По полученным анализам произведены расчеты распределения сурьмы по продуктам выщелачивания – в раствор и кек.

Средний прирост в готовых растворах наиболее вредных для гидрометаллургии сурьмы балластных солей – тиосульфата и сульфата натрия составил: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 15,05 г/л; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 41,22 г/л.

Обсуждение полученных результатов и выводы

1. Прежде всего, следует отметить, что использованный в процессе выщелачивания заводской оборотный электролитической диссоциации имел некондиционный состав по основным компонентам – сернистому натрию (Na<sub>2</sub>S) и свободной щелочи (NaOH).

Заниженное содержание сернистого натрия – основного выщелачивающего агента – естественно привело к снижению извлечения сурьмы в раствор и, следовательно, к снижению прироста сурьмы в растворе.

В проведенных лабораторных испытаниях падение сернистого натрия в процессе выщелачивания составило от 5,7 до 13,71 г/л. Доведение содержания сернистого натрия в оборотном электролите, поступающего на выщелачивание до 70 – 100 г/л, естественно, приведет к повышению извлечения сурьмы из штейна в раствор.

2. В соответствии с источником [1] для дополнительного повышения извлечения сурьмы из штейна за счет перевода сурьмы, находящейся в металлической (наиболее упорной) форме, предлагается в процесс выщелачивания добавлять в качестве окислителя – порошок серу. Последняя при растворении в сульфидно-щелочном растворе образует полисульфид натрия, позволяющий повысить извлечение сурьмы в раствор до 80 - 90% и получить таким образом достаточно концентрированные по сурьме растворы.

Последнее положение весьма спорно, так как при содержании сурьмы даже 5% в штейне, при извлечении – 90% и при выдерживании соотношения твердой и жидкой фаз т:ж = 1:6, как рекомендует источник (1), прирост сурьмы в растворе составит 8 г/л. Если сравнить этот прирост с оптимальным приростом, установленным ранее проводимыми исследованиями и практикой сурьмяного производства – 40 г/л, то видно, что при работе на штейнах достаточно концентрированных растворов получить в принятой форме организации выщелачивания не удастся.

3. Из вышеизложенного ясно, что перед переработкой в гидрометаллургическом цехе завода штейн должен быть обогащен тем или иным способом по содержанию сурьмы хотя бы 25%, либо даже извлечение сурьмы из штейна должно вестись другими способами.

Далее представлены результаты, полученные при продолжении работы по выщелачиванию отвальных штейнов сурьмяного производства сульфидно-щелочным раствором – оборотным электролитом гидрометаллургического цеха завода Кадамжайского сурьмяного комбината.

Дополнительные испытания проведены по программе:

1. Выщелачивание с добавлением молотой серы при т:ж – 1:12,3;

2. Выщелачивание с добавлением молотой серы при т:ж – 1:7,4;

3. Выщелачивание штейна в замкнутом цикле при т:ж – 1:7,4 с серой.

Испытания проведены на двух оборотных электролитах, отличающихся по содержанию основного выщелачивающего агента – сернистого натрия – 46,0 г/л и 86,7 г/л, 85,5 г/л Na<sub>2</sub>S.

Продолжение работы связано с тем, что на первом этапе проверочных исследований в связи с нестабильной работой гидрометаллургического производства содержание сернистого натрия в оборотном электролите находилось на уровне ниже оптимального – 39 ÷ 43 г/л (оптимальное содержание Na<sub>2</sub>S – 90 г/л). Полученные результаты были отражены в предварительных исследованиях и по той же тематике. Был сделан вывод о том, что низкий показатель процесса – среднее извлечение сурьмы в раствор – 38,36%, распределение в кек (потери с кеками) – 61,64% - в значительной степени обусловлены составом заводского оборотного электролита, используемого для выщелачивания, в частности – низким содержанием сернистого натрия в нем.

Так как в монографии [1] говорится о том, что для достижения извлечения сурьмы из штейна на уровне 80 - 90% необходимо при недостатке полисульфидов в сульфидно-щелочном растворе добавлять молотую серу, поэтому в лабораторных условиях была проведена серия опытов с добавлением молотой серы. Сера задавалась в количествах по стехиометрии и с избытком 25% в расчете на 50%-ное содержание сурьмы в металлической форме.

Штейн и условия выщелачивания – те же, что и в опытах, представленных на первом этапе исследований.

Результаты представлены в таблице 1 – опыты с 1 - 10.

Сравнение полученных результатов с опытными результатами выщелачивания без серы выглядит следующим образом:

*Таблица 1. Сравнение полученных результатов с опытными результатами выщелачивания без серы*

Отн т:ж	Опыты	Извлечение Sb в р-р, %	Потери Sb с кеком, %	Прирост Sb в р-ре, г/л	Содержание Sb в кеках, %
1:12 ,3	без серы	38,36	61,64	1,65	2,23-2,49
1:12 ,3	с серой	56,02-60,5	37,4-39,5	4,5	1,83-1,85

Как видно из представленных результатов, добавление серы существенно увеличило выход сурьмы в раствор – в 1,6 раза.

Таким образом, на основании экспериментальных исследований видно, что перед переработкой по гидromеталлургической схеме, штейн должен быть обогащен тем или иным способом по содержанию сурьмы хотя бы 25%, либо даже извлечение сурьмы из штейна должно вестись другими способами.

#### *Литература*

1. Сурьма. Под редакцией С. М. Мельникова, М., Металлургия, 1977 г., с. 218-221, с. 290, с. 300.