УДК 622.279:338.984

С.А.МОДЕСТОВА, *студентка, ассистент профессора, delemma@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

S.A.MODESTOVA, *student, professor's assistant, delemma@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСКРЫТИЯ НЕОБЕЗМЕЖЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ ШЛАМОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрены методы переработки электролитных шламов медного производства. Исследован процесс автоклавного окислительного выщелачивания медного шлама. Установлено, что автоклавное вскрытие обеспечивает селективный перевод в раствор цветных металлов и концентрирование в кеках выщелачивания благородных металлов.

***Ключевые слова*:** шлам, обезмеживание, температура, давление, селен, теллур, золото, серебро.

STUDY OF THE OPENING OF COPPER PRESENCE ELECTROLYTIC SLIMES OF THE COPPER PRODUCTION

The methods of processing the electrolytic slimes of copper production are examined. The process of the autoclave oxidizing leaching of copper slime is investigated. It is established that the autoclave opening ensures the selective transfer into the solution of nonferrous metals and concentration in the cakes of the leaching of noble metals.

***Key words*:** slime, decoppering, temperature, pressure, selenium, tellurium, gold, silver.

Целью работы является автоклавное вскрытие медного шлама путем селективного перевода в раствор цветных металлов, частично теллура и концентрирования благородных металлов в кеках выщелачивания, что облегчает дальнейшее получение золотосеребряного сплава.

Современные способы переработки медеэлектролитных шламов включают следующие основные операции: обезмеживание шлама, извлечение части или всего количества селена и теллура, окислительная плавка на золотосеребряный сплав (металл Доре) [1].

На отечественных заводах наибольшее распространение получил метод В.А.Ванюкова, который заключается в выщелачивании меди разбавленной серной кислотой (10-15 %). Растворение ведут при нагревании 90-95 °С и продувке воздухом. Металлическая медь переходит в раствор по реакции

$$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 = 2CuSO_4 + 2H_2O.$$

Возможен вариант окислительного обжига необезмеженного шлама при температуре 600-750 °С, приводящий к отгонке диоксида селена, с последующим выщелачиванием окисленной меди в растворах серной кислоты:

$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O.$$

В технологии применяется метод жидкофазной сульфатизации. Метод заключается в разварке медного шлама при температуре 150-300 °С. При этом протекает реакция

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O\uparrow.$$

В ОАО «Институт Гипроникель» была разработана автоклавно-флотационная технология переработки шламов электрорафинирования меди и никеля предприятий ОАО «Уралэлектромедь» и ЗФ ОАО «ГМК «Но-

рильский никель», включающая в качестве головной операции, обеспечивающей подготовку материала к флотационному обогащению, автоклавное окислительное выщелачивание [2].

Состав исходного необезмеженного медного шлама комбината «Уралэлектромедь» следующий, %: Cu 17,6; Pb 15,1; Sb 7,5; As 2,59; Se 5,1; Te 1,91; Ag 12,4; Au 0,4; Pt 0,0064; Pd 0,018.

Вещественный состав анодных шламов медного производства весьма сложен и зависит от состава анодной меди и условий ведения электролиза. Основными компонентами медных шламов являются бунзенит (NiO), сульфоселенотеллуриды меди и серебра, селениды серебра, оксисульфид свинца, оксиды свинца и сурьмы, небольшое количество элементарного селена, теллуриды и металлическая тонкодисперсная медь. Селенид меди и серебра является основным носителем серебра в необезмеженном шламе и содержит значительные количества теллура и серы. Свинецсодержащая фаза представлена в форме сульфатов $PbSO_4$ и антимонатов переменного состава $PbO{\cdot}Sb_2O_5$. Золото присутствует в сплаве с серебром.

Автоклавное выщелачивание необезмеженного медного шлама проводили в титановом вертикальном автоклаве периодического действия емкостью 1 $дм^3$ с перемешивающим устройством. Пульпа в автоклаве нагревалась с помощью термоэлектронагревателей. Исследования проводились при давлении $P_{O_2} = 0{,}1 \div 0{,}4$ МПа, времени 1-4 ч, изменении температуры в диапазоне 105-120 °С, частота оборотов мешалки варьировалось от 600 до 2800 об/мин. Аналитически диагностировалось содержание селена и теллура в растворах.

В результате исследований определены следующие закономерности: при интенсивной аэрации увеличение частоты оборотов мешалки приводит к образованию пены с повышенным содержанием кислорода, что обуславливает разрушение селенидов до элементарного селена, который увлекается с пеной во флотоконцентрат:

$$Ag_2Se + 1/2O_2 + H_2SO_4 = \\ = Se_{эл} + Ag_2SO_4 + H_2O.$$

Однако определяющим фактором потерь селена с растворами является температура выщелачивания. При непродолжительном выщелачивании (не более 2 ч) и повышенной (до 120 °С) температуре абсолютные количества, перешедшего в раствор селена невелики. При более длительном выщелачивании (4 ч) степень извлечения селена в раствор резко возрастает:

$$Ag_2Se + 3/2O_2 + H_2SO_4 = \\ = H_2SeO_3 + Ag_2SO_4.$$

При более низкой температуре переход селена в растворы незначителен. Парциальное давление кислорода оказывает существенное влияние на извлечение селена в раствор при небольшой продолжительности процесса.

При вариантных значениях температуры и интенсивности перемешивания увеличение продолжительности не способствует повышению извлечения теллура в раствор. Возможной причиной низкого извлечения теллура в растворы выщелачивания является его вторичное осаждение в виде сложных оксидов сурьмы и теллура [3].

Учитывая независимость извлечения теллура в раствор от температуры, давления и продолжительности выщелачивания в исследованном диапазоне параметров, можно оценить влияние степени насыщенности пульпы кислородом. При оптимальной степени насыщенности пульпы кислородом повышается извлечение в раствор теллура от 40-50 до 60-65 %.

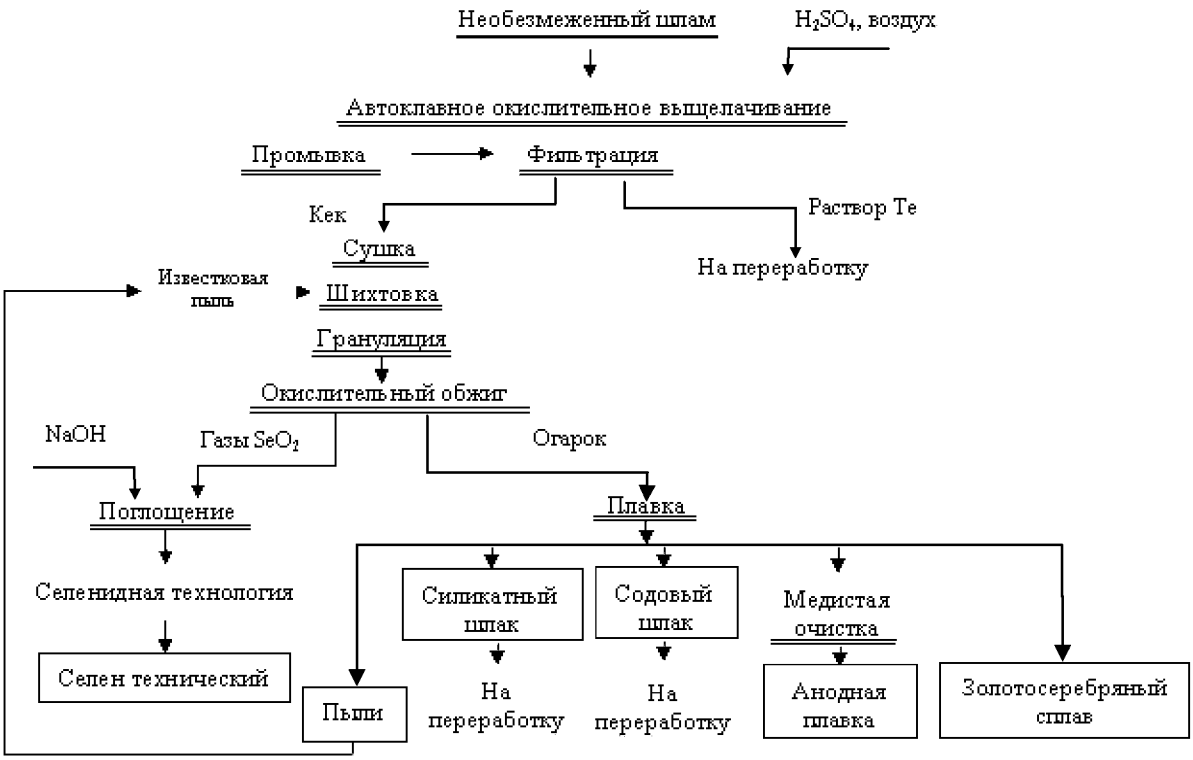
Вероятная схема переработки необезмеженного электролитного шлама медного производства представлена на рисунке.

Основные выводы:

1. Автоклавное выщелачивание обеспечило практически полный переход в раствор меди и никеля, основной части теллура, с концентрированием в кеке основной части селена и благородных металлов.

2. В раствор извлекается до 20 % селена и 60 % теллура.

3. Обезмеженный шлам после сушки и шихтовки может быть эффективно переработан по традиционной обжигово-селенидной технологии.



Вероятная схема переработки необезмеженного медеэлектролитного шлама

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сошникова Л.А.* Переработка медеэлектролитных шламов. М.: Металлургия, 1978, 200 с.

2. Пат. 2276195 РФ, С 22 В 11/00, С 22 В 3/08, С 22 В 7/00. Способ обогащения шламов электролиза никеля и других продуктов, содержащих платиновые металлы, золото и серебро / Т.Н.Грейвер, В.Л.Волков, Я.М.Шнеерсон, М.А.Ласточкина, Т.В.Вергизова. Опубл. 10.05.06. Бюл. № 3.

3. *Шевелева Д.В.* Испытания автоклавного сернокислотного выщелачивания медеэлектролитных шламов / Д.В.Шевелева, С.С.Набойченко, Ю.В.Кирьянов // Цветные металлы 1991. № 2. С.24-26.

REFERENCES

1. *Soshnikova L.A.* Processing the copper-plating slimes. M.: Metallurgy, 1978. 200 p.

2. RF Pat. 2276195, C 22 V 11/00, C 22 V 3/08, C 22 V 7/00. Method of the enrichment of the slimes of the electrolysis of nickel and other products, which contain platinum metals, gold and silver / Greyver T.N., Volkov L.V., Shneerson Ya.M., Lastochkina M.A., Vergizova T.V. Publ. 10.05.06. Bul № 3.

3. *Sheveleva D.V., Naboychenko S.S., Kiryanov Yu.V.* Testings of the autoclave sulfuric acid leaching of the copper-plating slimes // Nonferrous metals. 1991. № 2. P.24-26.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент *А.М.Беленький*