© В.И. Авдюков, А.С. Свамбаев, Б.С. Имамбаева, В.В. Авдюков, 2007

УДК 669.3.053

В.И. Авдюков, А.С. Свамбаев, Б.С. Имамбаева, В.В. Авдюков

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ПО «БАЛХАШЦВЕТМЕТ»

Семинар № 24

29 сентября 2004 года в городе Алматы прошел II международный форум «Балхаш - 2005». Мероприятие, в котором при-няли участие более 400 человек – представители акиматов и министерств, эксперты-экологи, представители НПО и международных организаций. Он организован с целью привлечения внимания общественности к проблемам Балхаша и Прибалхашского региона, а также разработки мер по сохранению экосистемы водоема [1, 2].

Экологическое загрязнение на ПО «Балхашцветмет» связано не только с выбросом в атмосферу сернистого газа при переработке медных концен-тратов, но и с появившейся новой «угрозой» - сброс в хвостохранилище обогатительной фабрики серожелезистого кека с цинкового завода, содержащего ярозит и элементарную серу (рис. 1). Этот кек содержит золото и серебро (Au – 1,5-2 г/т, Ag – 180-250 г/т).

Изучены вопросы извлечения серы флотационным, гидрометаллургическим способом, гидроклассификацией, а также экстракция серы в неорганических соединениях (Na_2S + (n-1) S = Na_2S_n) с последующим их использованием при флотации медных руд и извлечении меди из отработанного электролита [3–8].

Поскольку в проектном решении технологии переработки цинковых концентратов не предусмотрено извлечение золота и серебра рассмотрено цианирование цинковых концентратов для извлечения благородных металлов (рис. 2) [9]. Промышленный опыт по цианированию цинковых концентратов в мировой практике в настоящее время имеется (рудник Skorpion, Намибия). К условиям ПО «Балхашцветмет» эта операция целесообразна перед автоклавной обработкой цинкового концентрата с введением цианида в цикл доизмельчения с последующим цианированием и выделением из раствора благородных металлов. Нами исследования проводились на цинковом концентрате, содержащем в процентах 51,8 цинка, золота 2,5 г/т, серебра 90 г/т, меди 1,2. Концентрация NaCN – 0,8 г/л. Плотность пульпы 20 %. Температура при выщелачивании 20 0С. Продолжительность 3 часа. Цианирование позволяет извлекать 79,6 % золото, 69 % серебра (рис. 3). Для очистки сбросовых цианистых растворов предложено использование перекисной обработки совместно с сульфатом меди. Это позволяет осадить цианиды в нерастворимый комплекс Cu2Fe(CN)6 [10]. При разработке технологии извлечения благородных металлов из цинковых концентратов, поступающих из Восточного Казахстана, и промпродуктов

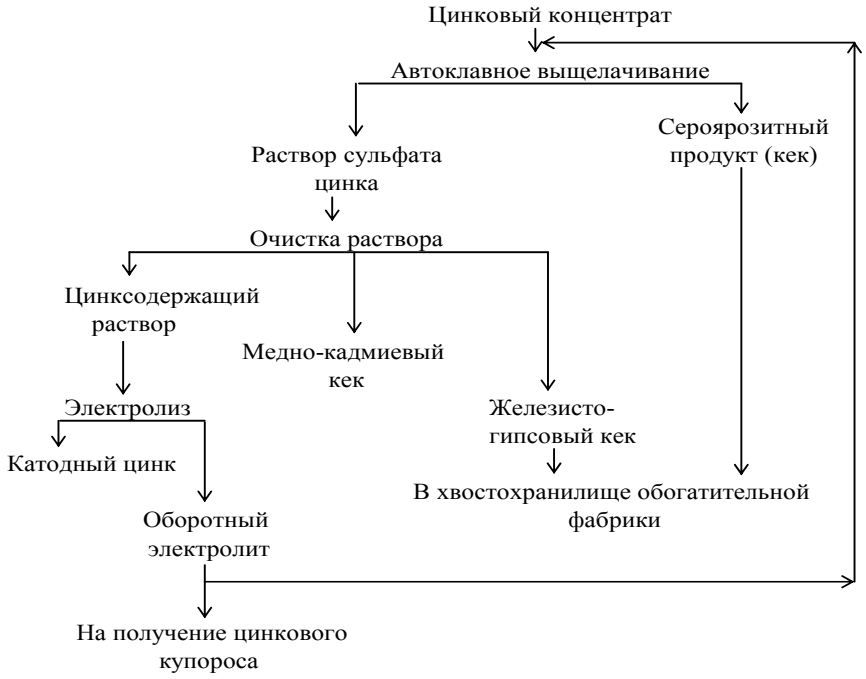

Рис. 1. Упрощенная технологическая схема переработки цинковых концентратов на ПО "Балхашцветмет"

цинкового производства в условиях ПО «Балхашцветмет» приходится учитывать не только извлечение их с использованием различных растворителей, но и затраты на очистку отработанных вод. В табл. 1 приведены затраты на очистку вод при использовании различных технологий очистки вод [11].

Наиболее приемлемым вариантом переработки медных концентратов является выделение из текущих медных концентратов богатого и бедного продуктов с раздельной их переработкой (по пирометаллургической, автоклавной и другим технологиям). Содержание меди в концентратах можно регулировать выходом песков и шламов и специальной доводки (табл. 2) [12, 13].

На ПО «Балхашцветмет» раздельная переработка актуальна в связи с тем, что преприятие перерабатывает руды с различным вещественным составом (руды Коунрадского, Саякского, Шатыркульского и Нурказганского месторождений) и наблюдается колебание содержания меди в товарном концентрате, направляемом в пиропроцесс. Особенно это актуально при переработке сульфидно-окисленных руд.

Таблица 1

Суммарные затраты на очистку вод по различным схемам

№	Наименование реагентов	Затраты на очистку вод, млн дол. США
1	$NaCN + CaO$	22
2	$Br_2 + H_2SO_4$	208
3	$NaOCl + HCl$	605
4	$Na_2S_2O_3 + NH_4OH + CuSO_4$	242
5	$CS(NH_2)_2 + Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4$	194

Для повышения экологичности технологии переработки медного концентрата предложена гидрометаллургическая доводка медного концентрата. Сущность, которой заключается в переводе части железа и меди в раствор, из которого сера утилизируется в форме нетоксичного гипса (рис. 4).

При переработке обогащенных по меди концентратов уменьшается объем сернистого газа и труднореализуемой серной кислоты. При окончании строительства сернокислотного завода на ПО «Балхашцветмет» станет проблема сбыта серной кислоты [14].

На ПО «Балхашцветмет» остается проблемой шлакоотвал, занимающий территорию площадью более 52 га. На шлакоотвале находится около 32,4 млн. тонн шлаков с содержанием меди более 0,6 %. В шлаках содержатся и благородные металлы [15].

Основной составляющей шлаков является силикатное стекло (20-30 % по массе), в массе которого неравномерно участками в виде игловидных кристаллов и агрегатов распределены кристаллические фазы - фаялит Fe_2SiO_4 (30-40 %), геденбергит $CaFeSiO_6$ (10-15 %), авгит $Ca(Fe)[SiAl_2O_6]$ и диопсид $CaMgSi_2O_6$ в сумме (3-5 %), а также окислы железа – магнетит Fe_3O_4, маггамит Fe_2O_3, в сумме составляющие 20-30 %. Сульфиды меди и железа представлены в шлаках в виде халькозина нестехиометрического состава $Cu_{1-x}S$, близкого по составу к диогениту, халькопирита $CuFeS_2$, борнита $Cu_{5\pm x}FeS_{4\pm x}$ и пирротина, составляющие в сумме 2-5 %. В пробах шлаков присутствует также в незначительных количествах золото 1-3 г/т, серебро 60-80 г/т и вюрцит ZnS (менее 1 %). Медь в шлаках, в основном (≈ 80 % от общего количества меди), представлена в виде сульфидов, остальное - в виде восстановленной меди. Окисленной формы меди очень незначительное количество. При этом основная доля кристаллов меди и ее соединений содержится в массе шлака в тонкодисперсном состоянии размеры частиц 0,5-30 мкм. Средний химический состав шлака со шлакоотвала содержит: меди - 0,86 %; серы - 0,62 %; железа - 21,25 %; оксида алюминия - 10,12 %; оксида кальция - 13,76 %; оксида магния - 1,33; кальцита - 41,7 %; свинца - нет; цинка - 0,71 % и молибдена - 0,0208. Применяемый режим флотации: измельчение до 50 - 55 % класса минус 0,074 мм, бутиловый ксантогенат 130 г/т, сернистый натрий - 25 г/т, вспениватель Т-66 - 120 г/т. Извлечение меди составило при этом режиме около 40 %, содержание меди в этом концентрате 10-11 % [16].

С 1998 года на ПО «Балхашцветмет» началась переработка отвальных шлаков флотационными методами (в настоящее время переработка шлаков приостановлена в связи с разработкой новых месторождений).

Для повышения технологических показателей при флотационном обогащении медеплавильных отвальных шлаков предложено использование сочетания лактона и гексилового ксантогената. Режим флотации: измельчение до 50 - 55 % класса минус 0,074 мм, гек-

силовый ксантогенат 130 г/т, сернистый натрий - 25 г/т, вспениватель Т-66 - 120 г/т, лактон – 15 г/т.

Извлечение меди составило при этом режиме около 45-50 %, содержание меди в концентрате 13-15 % [12]. Предложен процесс флотационного и гидрометаллургического извлечения меди и благородных металлов после водного охлаждения шлака гидрометаллургическим способом [17]. Для ПО «Балхашцветмет» медеплавильные шлаки все еще остаются перспективным сырьем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Новое* поколение (Казахстан), 2005, № 40, от 7 октября.

2. *Панорама* (Казахстан), 2005, № 38, от 7 октября.

3. *Имамбаева Б.С., Дубровина Н.М.* Переработка кеков автоклавного выщелачивания цинковых концентратов. //Горный журнал Казахстана, 2004, № 6.

4. *Имамбаева Б.С., Авдюков В.И., Дуб-ровина Н.М.* Выщелачивание серы из кеков автоклавного выщелачивания. //«Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» Международная научно-техни-ческая конференция. Екатеринбург, 2005.

5. *Имамбаева Б.С., Дубровина Н.М.* Использование серосодержащих кеков автоклавного выщелачивания цинкового концентрата при флотации медных руд. //«Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» Международная научно-техническая конференция. Екатеринбург, 2005.

6. *Имамбаева Б.С., Дубровина Н.М.* Совместная переработка медной руды и кеков автоклавного выщелачивания цинкового концентрата. //«Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» Международная научно-техническая конференция. Екатеринбург, 2005.

7. *Имамбаева Б.С., Дубровина Н.М.* Доизвлечение меди из отработанных электролитов. //Вестник КазНТУ, 2005, № 1.

8. *Имамбаева Б.С., Дубровина Н.М., Киричевская И.В.* Утилизация отработанного медного электролита. //Тр. седьмой междуна-родной научно-практической конференции «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защите человека в чрезвычайных ситуациях, токсикология, экономические и право-вые аспекты БЖД). Том 1, Алматы, КазНТУ, 2005.

9. *Авдюков В.И., Беккулова Ш.Б.* Специальные методы обогащения. Часть 11. Конспект лекций. Алматы: КазНТУ, 1997.

10. *Имамбаева Б.С., Авдюков В.И., Авдюков В.В.* Извлечение благородных металлов из цинковых концентратов и их промпродуктов. //Тр. седьмой международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защите человека в чрезвычайных ситуациях, токсикология, экономические и правовые аспекты БЖД). Том 1, Алматы, КазНТУ, 2005.

11. Mining Magazine, May, 2001. 256–261.

12. *Имамбаева Б.С., Авдюков В.И., Дубровина Н.М.* К вопросу раздельной переработки богатых и бедных медных концентратов. //Вестник КазНТУ, 2004, № 6.

13. Имамбаева Б.С., Авдюков В.И., Дубровина Н.М., Авдюков В.В. Раздельная переработка медных концентратов. //V конгресс обогатителей стран СНГ. Москва, 2005, Т. 3.

14. *Имамбаева Б.С., Авдюков В.И., Свамбаев А.С.* Экологически чистая технология переработки медных концентратов. //Тр. седьмой международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защите человека в чрезвычайных ситуациях, токсикология, экономические и правовые аспекты БЖД). Том 1, Алматы, КазНТУ, 2005.

15. *Малышев В.Н., Надеин А.А., Дубровина Н.М., Сембинов Х.К., Медиханов Д.Г., Маренич В.Г., Чукреев Н.И.* Промышленное внедрение технологии флотационного обезмеживания отвальных шлаков на БГМК. Алматы: Комплекс, 2000.

16. *Дубровина Н.М., Имамбаева Б.С., Чукреев Н.И.* Способ флотационного обогащения шлаков медеплавильного производства. //Заключение о выдаче предварительного патента на изобретение. Заявка № 2004/0557.1, от 10.05.2005 (дата подачи заявки 19.04. 2004).

17. *Беккулова Ш.Б., Авдюков В.И.* Пайдалы қазандыларды арнаулы әдістермен байыту. Кен және концентраттарды металлургиялық өңдеу. Алматы: ҚазҰТУ, 2002.

Коротко об авторах

Авдюков В.И. – профессор,
Свамбаев А.С. – профессор,
Имамбаева Б.С. – аспирант,
Казахский национальный технический университет им. К. Сатпаева, г. Алматы,
Авдюков В.В. – директор департамента банка "Петрокоммерц", г. Москва.