УДК 669.2/8:657.372.01

С.В.КАРЕЛОВ, С.В.МАМЯЧЕНКОВ, О.С.АНИСИМОВА, В.В.ХИЛАЙ

Уральский государственный технический университет – УПИ, г.Екатеринбург

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВ

На основе результатов теоретических, лабораторных исследований и укрупненных испытаний разработана новая технология переработки цинксодержащих техногенных отходов предприятий цветной металлургии и химической промышленности.

On the basis of results of theoretical, laboratory researches and amalgamated tests the new technology of processing zinc-containing wastes of firms of non-ferrous metallurgy and chemical industry is designed.

Пыли, образующиеся в процессах пирометаллургической переработки различного сульфидного сырья на предприятиях цветной металлургии, являются сложными многокомпонентными продуктами. В них содержатся значительные количества свинца, олова, железа, меди, кадмия, а также такие элементы, как никель, кобальт, селен, теллур, щелочноземельные, редкие и благородные металлы.

Пирометаллургическая переработка пылей сопровождается значительными пыле- и газовыми выбросами, обусловленными мелкодисперсностью сырья, летучестью соединений цинка и свинца, что наносит значительный экологический ущерб окружающей среде. Природоохранные мероприятия, связанные с пирометаллургическими технологиями, требуют значительных дополнительных затрат. С точки зрения экологии и экономики, более рационально использование гидрометаллургических способов переработки пылей предприятий цветной металлургии. Кроме очевидного экологического эффекта, внедрение гидрометаллургических способов обеспечивает более низкие производственные расходы при более высокой комплексности использования сырья.

Нами проведены исследования и обобщены данные по химическому и фазовому составу пылей от переработки вторичного сырья, %:

Элемент	Cu	Zn	Pb	Sn	SiO_2	CaO	Fe	S	Ni	As	Se*	Te*	Au*	Ag*
Пыль:														
шахтной плавки	10-15	25-30	3-5	> 1	>15	2-4	> 10	3-4	0,5	0,1	0,6	0,5	6,5	313
	> 0,6	> 70	4-5	> 1	> 2	1,5	1-1,5	3-4	0,1	0,1	1,3	1,5	1,6	355
конвертирования	30-32	> 17	7-8	1-3	4-12	0,2	7-12	10	0,8	0,1	0,6	7-8	5-6	350
	> 2,0	> 50	> 20	5-8	0,1	0,7	0,2	2,5	0,1	0,2	0,8	0,8	0,4	120

Примечания. 1. В числителе – грубая пыль, в знаменателе – тонкая.
2. Концентрации выделенных элементов указаны в граммах на тонну.

Традиционным способом переработки пылей на предприятиях цветной металлургии является схема с использованием сернокислотного выщелачивания. Цинк и медь переходят в раствор, а олово и свинец концентрируются во вторичном техногенном промпродукте – свинцово-оловянном кеке. Растворы после выщелачивания содержат значительные количества примесей меди, железа, никеля, кадмия и других ценных элементов, очистка от которых должна являться неотъемлемой частью любой гидрометаллургической схемы переработки пылей.

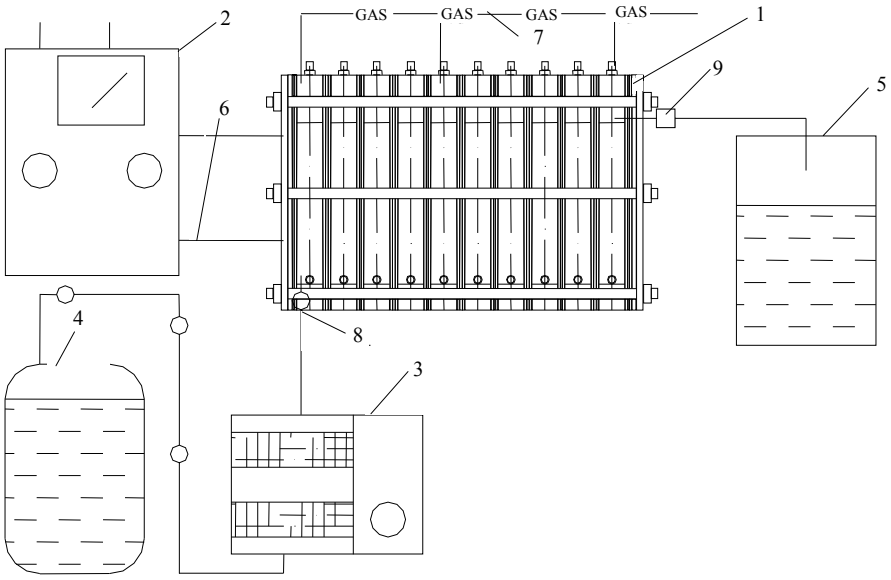


Рис.1. Аппаратурно-технологическая схема опытной установки

1 – электролизер; 2 – источник стабилизированного тока; 3 – перистальтический насос; 4 – емкость с исходным раствором 50 дм^3; 5 – комбинированный нутч-фильтр и емкость для очищенного раствора; 6 – шины подачи напряжения на электролизер; 7 – патрубки отвода газа в систему вентиляции; 8 – патрубок подачи исходного раствора; 9 – патрубок отвода очищенного раствора

Одним из наиболее рациональных следует считать электрохимический способ грубой очистки цинковых растворов от меди с попутным осаждением основных количеств кадмия и никеля с получением богатого по меди продукта. Кроме значительного сокращения расхода цинкового порошка (в 50-100 раз), способ позволяет проводить операцию очистки в непрерывном режиме, не загрязнять раствор посторонними ионами, поддерживать pH среды в необходимых пределах, автоматизировать операцию очистки. Выделение остаточного количества примесей химическим или цементационным методами необходимо только в случае переработки раствора электроэкстракцией на металлический цинк; при получении цинкового купороса или оксида цинка операции тонкой очистки значительно упрощаются.

Проведенные нами теоретические и экспериментальные исследования показали термодинамическую и кинетическую возможность глубокой безреагентной комплексной очистки цинковых растворов. Лабораторные исследования на масштабированной трехсекционной модели полностью подтвердили теоретические предположения и позволили рассчитать основные параметры конструкции опытно-промышленного электролизера, обосновать выбор материала электродов, токовые характеристики электрохимической очистки.

Для укрупненных лабораторных испытаний очистки цинковых растворов была применена аппаратурно-технологическая схема, приведенная на рис.1. Состав промышленного раствора следующий, г/дм^3: Zn 135-140; Cu 0,1; Ni 0,5; Cl 5, исходный pH 4,1-4,3. Скорость циркуляции раствора 6,7 дм^3/ч. Отбор проб проводили каждый час. При исходной температуре раствора 18 °C температура раствора на выходе электролизера 35-40 °C.

Анализ изменения содержания цинка и меди в очищаемом растворе в ходе процесса электроцементационной очистки (рис.2) показал, что процесс выходит на нормальный режим (содержание по меди не более 0,01 г/дм^3, стабильная концентрация цинка) через 7 ч непрерывной работы и затем содержание меди в растворе не изменяется. Технологический процесс обеспечивает извлечение в цементный осадок 99,3-99,5 % Cu. Осадок, образующийся в результате электроцементации, свободно перемещается из камеры в камеру, не образуя пробок в патрубках.

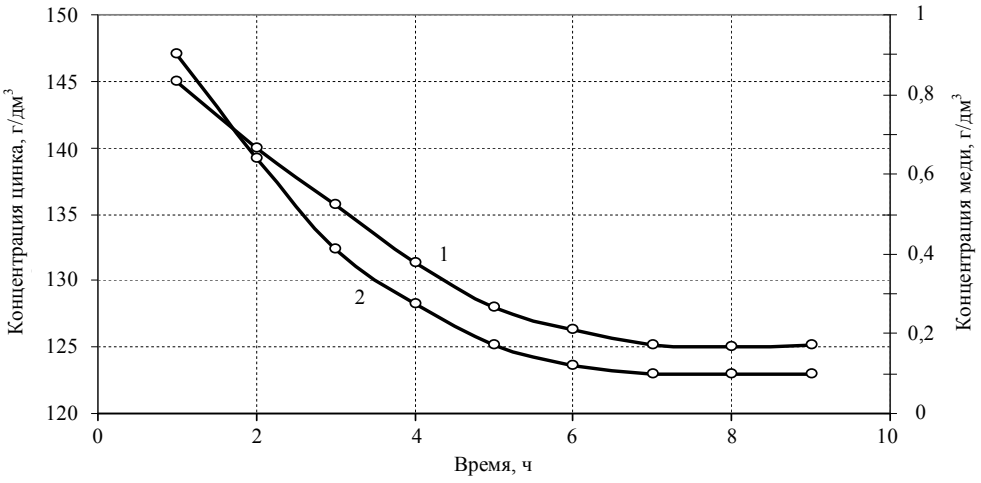


Рис.2. Изменение содержания цинка (1) и меди (2) на выходе электролизера

Содержание меди в первых трех камерах аппарата резко падает и, начиная с 5-й камеры, стабилизируется на уровне около 0,01 г/дм^3. В дальнейшем при прохождении осадка по камерам из-за возрастающей кислотности раствора возможно обратное растворение меди. Полученные цементные осадки характеризуются высоким по сравнению с осадками, полученными по классической схеме, содержанием меди и пригодны для эффективной дальнейшей переработки.

Выход по току операции электроцементационной очистки сульфатных цинковых растворов по меди близок к 50 %, что хорошо согласуется с результатами лабораторного моделирования; расход электроэнергии 36,2 кВт·ч/кг меди, извлеченной в осадок.

ВЫВОДЫ

1. Предложенная технология позволяет эффективно очищать цинковые растворы от электроположительных примесей.

2. Получаемый цементный осадок имеет более высокое качество, чем осадок, получаемый по классической технологии, что упрощает его дальнейшую переработку до товарного продукта.

3. Внедрение данной технологии позволяет снизить расход цинкового порошка на операции очистки на 85-90 %.