

СУРЬМА В ПРОДУКТАХ ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Аннотация. Проведена оценка распределения сурьмы в продуктах переработки сульфидных медно-цинковых концентратов по технологической схеме, включающей автогенную плавку, конвертирование штейна до черновой меди, флотационное доизвлечение металлов из шлаков. К основным продуктам, концентрирующим сурьму, относятся пыли автогенной плавки и конвертирования штейна. Доля сурьмы, переходящей в эти продукты, составляет около 40%, остальная часть выводится с хвостами флотационной переработки шлака. При относительно низком содержании сурьмы в черновой меди, шламы электролиза меди содержат до 15 % Sb. Пыли и анодный шлак рассматриваются как источник производства сурьмы.

Ключевые слова: сурьма, сульфидный концентрат, распределение элементов, автогенная плавка, печь Ванюкова.

Abstract. The distribution of antimony in the products of processing sulfide copper-zinc concentrates according to the technological scheme, including autogenous smelting, converting matte to blister copper, and flotation recovery of metals from slags, has been carried out. The main products concentrating antimony include dust from autogenous smelting and matte converting. The share of antimony passing into these products is about 40%, the rest is removed with the tailings of flotation slag processing. With a relatively low content of antimony in blister copper, copper electrolysis sludge contains up to 15% Sb. Dust and anode sludge are considered as a source of antimony production.

Key words: antimony, sulfide concentrate, distribution of elements, autogenous smelting, Vanyukov furnace.

Введение. Анализ распределения сопутствующих металлов и разработка способов их извлечения из продуктов (полупродуктов) переработки медно-цинковых концентратов имеет важное значение для повышения комплексности использования сырья. Сурьма, как сопутствующий металл, присутствует во многих рудах, являющихся сырьем для производства цветных, редких и драгоценных металлов [1]. В ходе флотационного обогащения сульфиды (Sb_2S_3 , $FeSbS$ и др.), присутствующие в исходном сырье [2], в значительной мере переходят в концентрат. Так, при объеме переработки 1 млн. т концентратов, полученных из казахстанских, башкирских и уральских медно-цинковых руд, с ними поступает в переработку около 5 тыс. т сурьмы в год, что сопоставимо с годовой потребностью РФ в этом металле.

Технологические режимы работы основных агрегатов на ПАО «Среднеуральский медеплавильный завод» обеспечивают выделение продуктов с регламентированным содержанием меди [3]. Автогенную плавку смеси концентратов и флюсов в печи Ванюкова (ПВ) ведут на штейн с 50-55 % меди при подаче через фурмы природного газа и кислородно-воздушной смеси (90-92 %

O₂). Получение черновой меди из штейна осуществлено в конвертерах Пирс-Смита, работающих на воздушном дутье. Отходящие газы плавки и конвертирования штейна очищают от пыли в электрофильтрах. Шлаки ПВ и конвертеров охлаждают, измельчают до крупности менее 0,074 мм (90 %) и флотируют с выделением концентратов. Для оценки данных о составах образующихся фаз использованы ранее полученные результаты [4] о штейнах, шлаках и пылях автогенной плавки и конвертирования, а также флотационного обеднения шлаков [5].

В процессе пиromеталлургической переработки сульфидных концентратов методом автогенной плавки сурьма переходит в оксиды, обладающие высокой упругостью паров при относительно низкой температуре, и распределяется между штейном, шлаком и пылью.

Цель исследования. Анализ распределения сурьмы по продуктам переработки медно-цинковых концентратов для оценки перспектив ее извлечения.

Результаты исследования. Из заводских данных (таблица 1) следует, что пыли автогенной плавки и конвертирования имеют повышенное содержание легко возгоняемых элементов. Так среднегодовое содержание сурьмы в них достигает 1,3 %, цинка – 24 %, свинца – 25 % и мышьяка – 7,2 %.

Таблица 1

Состав сырья и продуктов переработки медно-цинковых концентратов

Материал	Содержание, %							
	Cu	Fe _{общ}	SiO ₂	CaO	As	Zn	Sb	Pb
Концентрат	18,9	32,2	0,9	0,2	0,3	2,8	0,1	0,4
Пыль электрофильтров ПВ	12,4	15,0	0,5	0,4	7,2	10,3	0,6	11,3
Штейн ПВ	51,1	20,4	0,6	0,1	0,1	2,0	0,1	0,6
Шлак ПВ	0,93	38,0	31,1	3,8	0,06	3,1	0,07	0,12
Пыль конвертеров	1,22	0,34	1,1	<0,01	1,95	23,9	1,3	24,6
Шлак конвертерный	5,5	43,5	19,2	0,2	0,06	3,2	0,06	0,32
Медь черновая	99,4	0,0	0,1	0,08	0,05	0,02	0,04	0,07
Концентрат из отвального шлака ПВ	19,5	29,2	16,9	1,9	0,13	4	0,1	0,57
Концентрат из конвертерного шлака	27,2	29,9	15,3	1,09	0,092	2,5	0,14	0,88

Используя систему балансовых уравнений по Fe, Cu и Sb, установлены количества штейна, шлака и пыли по переделу автогенной плавки (ПВ), а также рассчитано распределение сурьмы по продуктам плавки.

Полный технологический цикл переработки медно-цинкового концентрата, включающий плавку сырья в ПВ, конвертирование штейна и флотационное обеднение шлаков, представлен схематично на рисунке.

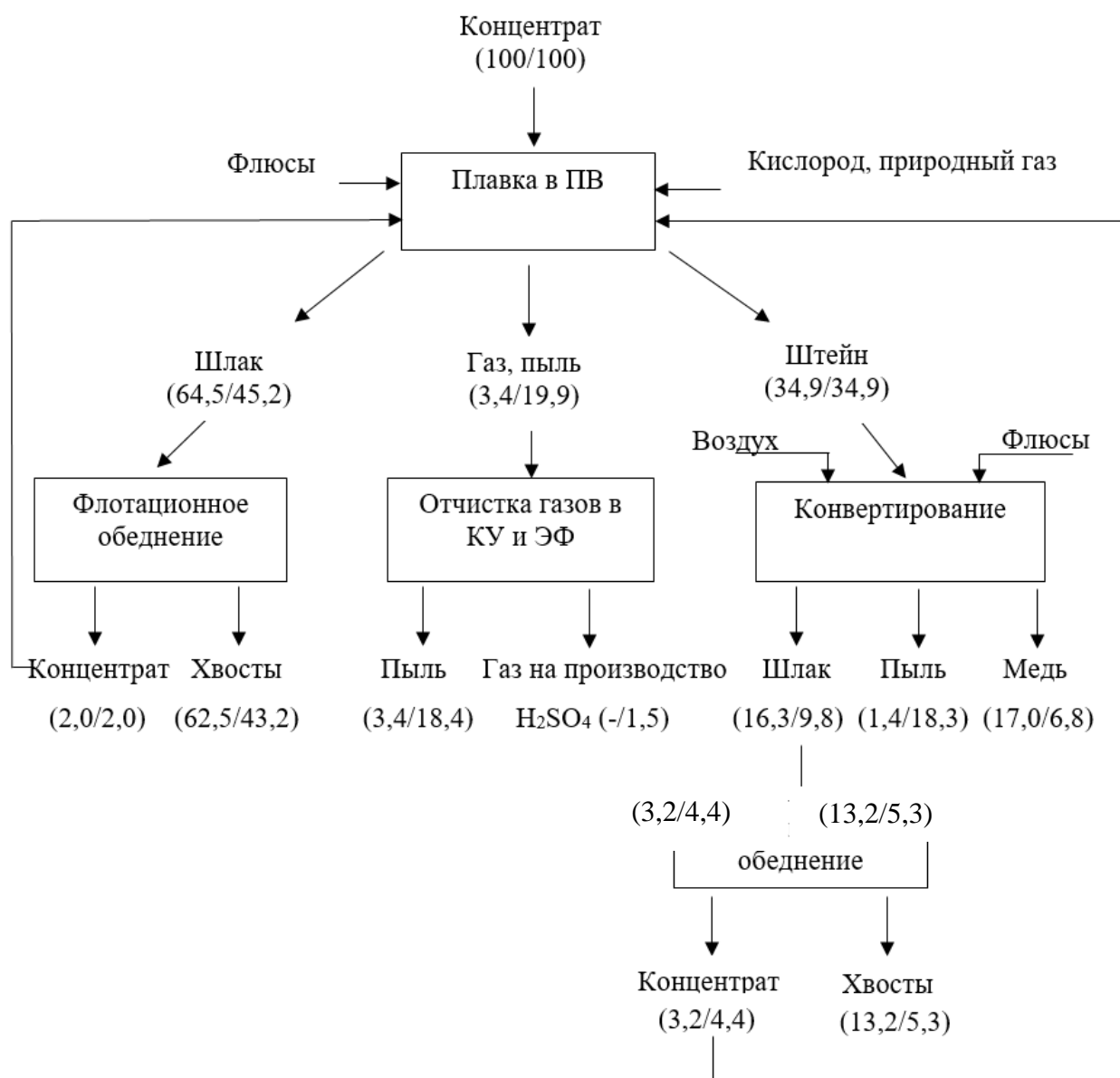


Рис. Распределение сурьмы по продуктам переработки медно-цинкового концентрата (масса / распределение)

Основными продуктами для вывода сурьмы из технологического процесса являются пыли и хвосты обогащения шлаков, в которые переходит соответственно 38,2 и 48,5 % Sb.

Повышенное содержание Pb, As и Sb имеют пыли автогенной плавки медно-цинковых концентратов. Содержание этих металлов в пыли, в сравнении с исходным сырьем, меняется по цепи аппаратов очистки газов (таблица 2). Практически полному переходу сурьмы в пыль электрофильтров способствует меньшее давление паров оксидов сурьмы в температурном интервале, характерном для системы пылеулавливания.

Состав пыли системы газоочистки печи ПВ на ПАО «СУМЗ», %

Место отбора пробы	Cu	Zn	S	Fe	SiO ₂	CaO	Pb	Sb	As
Котел утилизатор ПВ	18,2	2,0	4,2	22,3	3,7	0,5	1,8	0,1	12,7
Башня охлаждения ПВ-1	7,6	2,6	7,0	25,0	3,4	0,6	2,8	0,2	7,3
Электрофильтр:									
1 поле	9,6	9,8	14,1	10,0	0,3	0,3	13,0	0,9	1,6
2 поле	6,7	4,1	18,1	16,7	0,2	0,2	5,8	1,7	7,0
3 поле	10,0	5,4	14,4	10,4	0,6	0,3	5,1	1,7	7,0
4 поле	9,5	3,1	13,8	13,8	0,9	0,3	2,5	3,0	9,3

Доизвлечение сурьмы из хвостов обогащения шлаков автогенной плавки и конвертирования штейна имеет второстепенное значение из-за ее низкого содержания и может быть рассмотрено лишь в совокупности с последующей их переработкой или утилизацией.

Вывод. Разработана методика оценки распределения сурьмы по продуктам переработки медно-цинкового концентрата по схеме, включающей автогенную плавку сульфидных концентратов, конвертирование штейна и флотационное обеднение шлаков. Полученные данные будут полезны для оценки значимости мероприятий по извлечению сопутствующих металлов.

Работа выполнена по Государственному заданию ИМЕТ УрО РАН (№ госрегистрации темы: 122020100404-2) с использованием оборудования ЦКП «Урал-М».

Список использованных источников

1. Комплексная технология производства свинца и сурьмы / А.Ю. Шустров, В.В. Денисов // Цветные металлы. 2004. № 10. С. 37-40.
2. Польшанский И.Р., Лата В.А. Металлургия сурьмы. – Алматы: Наука, 1991. – 207 с.
3. Халемский А.М., Тарасов А.В., Казанцев А.Н. Плавка в печи Ванюкова медно-цинкового сульфидного сырья. – Екатеринбург: Кедр, 1993. – 80 с.
4. Structure and thermal properties of the matt of the autogenous smelting of copper-zink concentrates / E.N. Selivanov, R.I. Gulyaeva, N.I. Selmenskikh, V.V. Belyaev // Russian metallurgy (Metally). 2017. Vol. 49. № 1. Pp. 34-42.
5. Фазовый состав продуктов и распределение металлов при флотации конвертерных шлаков Среднеуральского медеплавильного завода / Е.Н. Селиванов, В.В. Беляев, Р.И. Гуляева, А.С. Копытов, Н.И. Сельменских // Цветные металлы. 2008. № 12. – С. 23-27.