

*К. ЖУМАШЕВ*

## **СОВМЕСТНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КОНВЕРТЕРНОЙ ПЫЛИ И ЧЕРНОВОГО СВИНЦА**

В статье приведены результаты исследований, посвященные совместной переработке двух промпродуктов свинцово-цинкового производства – конвертерной пыли и чернового свинца. Предложенная технологическая схема позволяет селективно перераспределить все компоненты по конечным продуктам – свинец в металл, мышьяк и сурьму в щелочной плав, а медь в штейн. Такой подход существенно удешевляет процесс рафинирования чернового свинца и решает проблему переработки свинцово-мышьяковистых возгонов.

При переработке сульфидного свинцового сырья образуются свинцовые возгоны и черновой металл, которые перрабатываются по от-

дельным сложным технологическим схемам [1]. Кроме того, аналогичные возгоны (пыли) образуются в газоходах медеплавильных заводов и в

Таблица 1. Состав конвертерной пыли и чернового свинца

№ п.п.	Наименование промпродукта	Содержание элементов, в %						
		Pb	Cu	Zn	Sb	As	Sn	Bi
1.	Конвертерная пыль	52 – 62 PbO	1-3 Cu <sub>2</sub> S	5-10 ZnO	0,1 0,5-1	5 – 20 Арсенат 0,1-1	-	-
2.	Черновой свинец	90 - 98	0,2-3,0		0,2-2		0,01	0,02 – 0,2

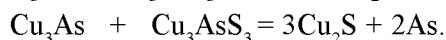
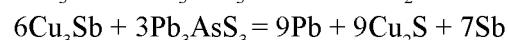
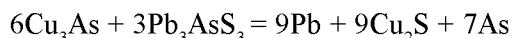
связи с повышенным содержанием мышьяка являются нетоварными. В составе чернового свинца и возгонов содержатся одни и те же химические элементы, что является причиной для рассмотрения возможности их совместной переработки. В таблице 1 представлен их химический состав.

При ликвационном обезмеживании чернового свинца в рафинировочных котлах основная часть меди, сурьмы, олова и мышьяка переходят в оборотный продукт – шликера, где содержатся до 60 % свинца. При этом также не достигается полная очистка от указанных металлов. Более тонкая очистка от меди осуществляется переводом в штейн элементной серой при температуре 340 – 345°C. Далее рафинарирование от мышьяка, сурьмы и олова проводят при температуре 420 – 450°C щелочными плавами, используя в качестве окислителя для этих элементов натриевую селитру, что связано загрязнением цеха соединениями азота и дорогоизнаной. В связи с высоким содержанием, вначале, преимущественно, окисляется свинец с образованием пломбита и пломбата натрия, которые являются промежуточными окислителями для примесей. Процесс рафинарирования энергоменок и сложен.

Ранее нами были проведены исследования по сульфидированию пылей серой с целью последующей отгонки мышьяка в виде нетоксичных сульфидов [2-4]. На стадии сульфидирования образуются тиоарсениты свинца и меди по суммарному уравнению реакции:

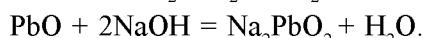
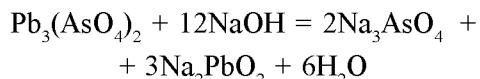


Тиоарсенит меди термически стоек и при отгонке снижает степень извлечения мышьяка в возгоны. Если сульфидный огарок использовать при обезмеживании свинца после его выхода из плавильного агрегата, то образование медного штейна сопровождается согласно химическим уравнениям реакции:

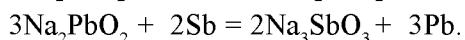
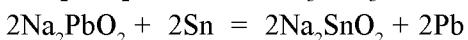
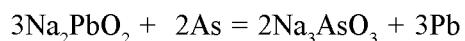


При этом из сульфидного огарка в черновой металл переходит 1,629 т свинца и 0,459 мышьяка на 1 тонну меди в рафинируемом металле. Расход сульфидного огарка следует выбрать так, чтобы при рабочей температуре образовалась жидккая эвтектическая смесь между Cu<sub>2</sub>S и PbS. Самая низкая точка плавления – 550°C соответствует их массовому соотношению 1:1. При более высокой температуре это соотношение может быть увеличено, например, при 900°C до 4:1, что уменьшит переход свинца в штейн.

Из сравнения составов промпродуктов и анализа химической основы рафинарирования свинцовые возгоны можно использовать в качестве окисляющего реагента для мышьяка, сурьмы и олова, поскольку при растворении в щелочном плаве протекают реакции:



Мышьяк и свинец переходят в щелочные плавы, откуда свинец восстанавливается примесями до металла:



При этом на 1 т каждой из примесей чернового металла соответствует извлечение свинца из возгонов в металл в тоннах: Sn – 3,48; Sb – 4,25; As – 6,9; Cu – 1,629. Если в среднем без учета других примесей, среднее содержание меди и мышьяка в черновом свинце взять, соответственно, 2,0 и 0,5 %, то извлечение свинца из пылей в металл при переработке 1 т свинца составит (1,629 x 0,02т) + (0,959 x 0,069т) = 0,032 + 0,066 = 0,098т, что эквивалентно 178 кг пыли при среднем содержании в ней мышьяка 10 % и свин-



Рис. 1. Принципиальная технологическая схема совместной переработки конвертерной пыли и чернового свинца

ца 55 %. Если учесть, что при обезмеживании также используется пыль, то суммарный расход составит 200 кг на 1т чернового свинца.

Традиционная технология щелочного рафинирования чернового свинца проводится с помощью аппарата Гарриса, сущность которого заключается в циркуляции жидкого свинца через слой щелочного плава. Процесс осуществляется в течение 16 – 24 часов и основной причиной длительности является большая скорость прохождения струи через слой плава и ограниченность площади для обмена массы. Решение этих задач достигается при соответствующем увеличении высоты слоя щелочного плава и уменьшении скорости подачи жидкого свинца, а также увеличении площади соприкосновения струи свинца щелочным плавом. Техническое обеспечение влияния этих двух факторов может быть достигнуто путем подачи жидкого свинца на поверхность плава через сетчатую перегородку. При этом увеличение высоты слоя плава –  $h$  прямолинейно увеличивает время контакта жидким свинцом и степень извлечения примесей в плавь на любом отрезке времени. Если струю жидкого свинца, подаваемого насосом и каждую проходящую через круглое отверстие сетчатой перегородки считать цепью, состоящую из цилиндров высотой –  $H$ , то можно рассчитать возможное увеличение удельной контактной (реакционной) поверхности:

- для струи, подаваемой насосом на поверхность сетчатой перегородки длина окружности цилиндра равна  $L = 2\pi R$ , площадь контакта будет  $S = LH$ ,  $V = LHR = 2\pi R^2 H$ , а соответствующие величины для тонких струй, образующихся

проходя через отверстия перегородки:  $l = 2\pi r$  и  $s = Hl$ ,  $v = Hlr = 2\pi r^2 H$ ;

- минимальное допустимое количество отверстий на перегородке для обеспечения проходимости, подаваемого насосом количества жидкого свинца будет определяться формулой:  $N = WR : 9,8r$ .

К примеру, скорость подачи насосом жидкой струи металла толщиной 30 мм равна 500 м/с и скорость каждой струи диаметром 3 мм после решетки примерно взять близкой к 9,8 м/с, а высоту слоя плава 1 м, то число необходимого минимального количества отверстий будет:  $N = WR : 9,8r = (500 \text{ м/с} \times 15 \text{ мм}) : (9,8 \text{ м/с} \times 1.5) = 510,2$ . При этом реакционная поверхность при прохождении слоя щелочного плава составит  $sN = HIN = 2 \times 3,14 \times 0,0015 \text{ м} \times 511 \times 1 \text{ м} = 4,8 \text{ м}^2/\text{с}$ , против базового (при прямой подачи струи насосом в слой плава):  $2 \times 3,14 \times 0,015 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 0,0942 \text{ м}^2/\text{с}$ . Отсюда скорость рафинирования ускорится на 50,9 раза. Если высоту слоя плава увеличить в 2 раза по сравнению с базовой, во столько же раз увеличится время контакта и, соответственно, сократится продолжительность рафинирования.

Принципиальная технологическая схема рафинирования чернового свинца от основных примесей представлена на рис. 1.

Таким образом, для совершенствования рафинирования чернового свинца от примесей рекомендуется:

- после выпуска свинца из плавильного агрегата для перевода меди в жидкий штейн обезмеживание следует проводить с использованием сульфидного огарка от сульфидирования свинцово-мышьяковистых возгонов [3];

- проводить щелочное рафинирование, путем предварительного растворения свинцовых возгонов в щелочном плаве;
- для сокращения продолжительности процесса щелочного рафинирования увеличить слой расплава и циркуляцию свинца через неё в виде тонких струй, пропуская через сетчатую перегородку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов М.П. Рафинирование свинца и переработка полупродуктов / М. «Металлургия». 1977. С.80.
2. Жумашев К.Ж. Термодинамические функции  $\text{Cu}_3\text{AsS}_3$ ,  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$  и давление пара при диссоциации  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$  // Неорганич. Материалы. 1991, т. 28. С.435 - 436.
3. Жумашев К.Ж. Термоаналитическое изучение термической устойчивости тиоарсенитов свинца / В кн.: Термический анализ и фазовые равновесия. Пермь, 1983. С.67 – 70.

4. А. с. СССР №1700501. Способ рафинирования чернового свинца от мышьяка, сурьмы и олова / Жумашев К.Ж.

#### Резюме

Қорғасын қорытпасын қосымша элементтерден тазалайды жетілдірудің жаңа шешімдері ұсынылады:

- пештен шыққан қорғасынды мыстан тазарту үшін оны сүйік штейнге конвертер тозаңынан құқіртпен өңдеу арқылы алынған күйіндін пайдалану арқылы өткізу қажет;
- қорғасынды сілтілік балқымамен өңдеуді, конвертерлік шанды еріте отырып жүргізу қажет;
- қорғасынды сілтілік балқымамен өңдеуді жылдамдату үшін балқыманың биіктігін көтере отырып сүйік қорғасынды онан кішкене тесікті сүзгіш арқылы өткізген жән.

Химико-металлургический  
институт им. Ж. Абшева

Поступила 29.02.2008 г.