

FAN, JAMIYAT VA INNOVATSIYALAR

2024

- Filologiya fanlari
- Pedagogika fanlari
- Ijtimoiy-gumanitar fanlar
- Aniq fanlar
- Tabiiy fanlar
- Iqtisod fanlari
- Psixologiya fanlari
- San'at va madaniyat fanlari
- Tibbiyot fanlari
- Texnika fanlari

OJS / PKP

ISSN

INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER

ISSN 2992-9059



www.michascience.com





ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОСОРТНОГО ОЛОВСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Хидиров. Ш. У.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва
khidirov.shukrullo@mail.ru

Аннотация. В статье исследованы и разработаны технологии переработки оловосодержащих материалов. Для таких концентратов разработаны расчеты и алгоритмы, позволяющие оптимизировать процесс электроплавки оловосодержащего сырья и обеспечивающие управление качеством получаемых продуктов плавки. На основании проведенных расчетов выбрана технологическая схема переработки, включающая стадии плавки обожженного продукта и обеднения в той же электропечи богатого шлака (2-10% Sn), обладающая преимуществами по сравнению со схемой с фьюмингованием. Разработаны расчеты и алгоритмы, позволяющие оптимизировать процесс электроплавки оловосодержащего сырья и обеспечивающие управление качеством получаемых продуктов плавки. Согласно металлургическим расчетам, было получено более низкое содержание олова в шлаке 0,21 % (фьюмингование - 0,35 %) и также достигнуто повышение выпуска марочного олова на 2,1 %.

Abstract. The article investigates and develops technologies for processing tin-containing materials. Calculations and algorithms have been developed for such concentrates to optimize the process of electric melting of tin-containing raw materials and ensure quality management of the resulting melting products. Based on the calculations carried out, a technological processing scheme was selected, including the stages of melting the burnt product and depletion of rich slag (2-10% Sn) in the same electric furnace, which has advantages over the melting fuming scheme. Calculations and algorithms have been developed to optimize the process of electric melting of tin-containing raw materials and ensure quality management of the resulting melting products. According to metallurgical calculations, as can be seen from the proposed scheme, a lower tin content of 0,21% was obtained in the slag (0,35% during fuming) and an increase in the production of branded tin by 2,1% was also achieved.

Ключевые слова: олово, шлака, марочное олово, фьюмингование, электропечь, обеднение, черновое олово, рафинирование, обжиг, окатывание, плавка.

Keywords: tin, slag, vintage tin, fuming, electric furnace, depletion, rough tin, refining, roasting, pelletizing, melting.

Количество потребляемого сплава с другими металлами. Оно рафинированного олова колеблется в пределах от 360 до 400 тыс. т ежегодно. Китай занимает основную долю потребления необработанного олова в мире, составляя 37 % от всего мирового потребления в 2021 году. Значительные объемы также используются в Европе (15 %), США (11 %) и Японии (8 %). В России потребление олова составляет около 2 тыс. т, что составляет всего 0,6 % от мирового объема [1].

Олово находит применение, главным образом, как коррозионностойкое и нетоксичное покрытие в чистом виде или в

используется в припоях для электроники, в химической промышленности, в производстве белой жести для упаковки пищевых продуктов. Олово также широко используется в сплавах, особенно в бронзе, где оно служит основным компонентом.

Согласно обзору литературы, крупные оловоплавильные заводы в Китае, Индонезии, Перу и Малайзии специализируются на переработке концентратов с высоким содержанием олова (более 50%). Технологическая схема на этих заводах проста: концентраты без обжига



– касситерит; 6 – арсеницит; 7, 9 – сидерит; 8 – рутил; 10 – турмалин; 11 – пирит; 12 – пирротин; 13 – анкерит; 14 – железный скрап; 15 – висмутин.

Таблица 1 - Состав исходного низкосортного концентрата

Элемент	Содержание, %
Sn	20,00
As	3,75
S	1,64
Fe	4,08
Cu	0,27
W	2,99
Ca	1,07
SiO ₂	13,90
Al ₂ O ₃	7,98
Mg	0,19
Ti	0,16
F	1,10
Na	0,14
Mn	0,16
Прочие	42,59
Итого	100,00

Основными минералами концентрата являются касситерит 25,45 %, халькопирит 0,78 %, арсеницит 6,94 %, кварц 4 %, триоксид вольфрама 1,36 и др.

В качестве основного варианта была выбрана технологическая схема №1 переработки оловянных концентратов, которая отличается от схемы №2 варианта технологической схемы принципиально. Для анализа и обоснования выбора технологии были преимущество и недостатки двух вариантов переработки низкосортных оловянных концентратов:

1) Первый вариант заключается в том, чтобы сначала расплавить оловянные концентраты с флюсами и последующим обеднением шлака с возвратом гартлинга. Плавка и обеднение проводится в одной печи.

Преимущества:

- Широкий температурный интервал (1200-1600 °С);
- Широкий выбор шлаковой системы;
- Высокий удельный проплав;
- Минимальный унос шихты в пыли;
- Простая система газоочистки.

Недостатки:

- Высокий расход электроэнергии;

– Высокий удельный расход графитовых электродов/

2) Во втором варианте расчеты проводились по базовой схеме, то есть плавка концентратов для получения черного олова, затем шлак направляется на фьюмингование для получения возгонов.

Преимущества:

- Продолжительность процесса (3 часа);
- Изученный процесс;
- Возможность прямого фьюмингования концентратов.

Недостатки:

- Необходимость добавления флюсов в шлак после электроплавки;
- Низкие по содержанию SO₂ газы;
- Сложность системы газоочистки;
- Высокий удельный расход дутья, природного газа и пирита (20 % от массы шлака);
- Высокий механический унос пыли;
- Требование по содержанию олова в шихте до 25 %. Предлагаемая и базовая технологические схемы переработки оловянных концентратов представлены на рисунке 2.



Составы получаемых продуктов (предлагаемая) шлаков представлены на фьюмнгование (базовая) и обеднение (предлагаемая) шлаков представлены на рисунке 3

Базовая			Предлагаемая		
Состав шлака электроплавки			Состав шлака электроплавки		
Соединения	Содержание, %		Соединения	Содержание, %	
Sn	2,93		Sn	2,76	
As	0,02		As	0,02	
Fe	4,86		Fe	8,14	
Cu	0,07		Cu	0,06	
W	1,25		W	1,20	
CaO	14,87		CaO	14,21	
SiO ₂	13,39		SiO ₂	12,79	
Al ₂ O ₃	13,74		Al ₂ O ₃	13,13	
MgO	0,16		MgO	0,15	
TiO ₂	0,25		TiO ₂	0,24	
Na ₂ O	1,05		Na ₂ O	1,00	
MnO	0,31		MnO	0,30	
Пр. (с уч. O ₂)	44,96		Пр. (с уч. O ₂)	45,99	
Итого:	100,00		Итого:	100,00	
Состав черного олова			Состав черного олова		
Соединения	Содержание, %		Соединения	Содержание, %	
Sn	97,24		Sn	96,68	
As	0,07		As	0,06	
S	0,40		S	0,08	
Fe	1,09		Fe	1,94	
Cu	1,19		Cu	1,24	
Всего	100,00		Всего	100,00	
Состав отходящих газов			Состав отходящих газов		
Соединения	Содержание, %		Соединения	Содержание, %	
SO ₂	0,76		SO ₂	0,14	
SnO	0,03		SnO	3,95	
H ₂ O	3,85		N ₂	77,66	
N ₂	77,90		SiF ₄	0,45	
SiF ₄	0,44		O ₂	1,47	
O ₂	1,45		CO ₂	16,30	
CO ₂	15,57		Итого	100	
Итого	100				

Рисунок 3 - Составы получаемых продуктов фьюмнгование (базовая) и обеднение (предлагаемая) шлаков

Составы получаемых продуктов (предлагаемая) шлаков представлен на фьюмнгование (базовая) и обеднение (предлагаемая) шлаков представлен на рисунке 4

Базовая			Предлагаемая		
Состав шлака			Состав шлака		
Соединения	Содержание, %		Соединения	Содержание, %	
Sn	0,35		Sn	0,20	
Fe	8,09		As	0,01	
Cu	0,07		Fe	4,75	
W	1,21		Cu	0,01	
CaO	14,75		W	1,29	
SiO ₂	13,27		CaO	15,37	
Al ₂ O ₃	13,36		SiO ₂	13,83	
MgO	0,24		Al ₂ O ₃	14,20	
TiO ₂	0,24		MgO	0,17	
Na ₂ O	1,01		TiO ₂	0,26	
MnO	0,30		Na ₂ O	1,08	
Пр. (с уч. O ₂)	47,10		MnO	0,32	
Итого:	100,00		Пр. (с уч. O ₂)	48,50	
Состав возгонов			Состав черного олова		
Соединения	Содержание, %		Соединения	Содержание, %	
Sn	40,44		Sn	89,72	
As	0,14		As	0,21	
S	10,93		S	0,15	
Fe	3,93		Fe	6,09	
Cu	0,04		Cu	3,82	
W	0,59		Всего	100,00	
CaO	7,17				
SiO ₂	6,46		Состав гартлинга		
Al ₂ O ₃	6,50		Соединения	Содержание, %	
MgO	0,12		Sn	26,04	
TiO ₂	0,12		As	0,06	
Na ₂ O	0,49		Fe	73,90	
MnO	0,15		Итого	100	
Прочие	22,92				
Итого	100,00				
Состав отходящих газов			Состав отходящих газов		
Соединения	Содержание, %		Соединения	Содержание, %	
SO ₂	1,37		SO ₂	0,76	
H ₂ O	13,28		SnO	0,03	
N ₂	73,66		H ₂ O	3,85	
O ₂	4,67		N ₂	77,90	
CO ₂	7,02		SiF ₄	0,44	
Итого	100		CO ₂	17,02	
			Итого	100	

Рисунок 4 - Составы получаемых продуктов фьюмнгование (базовая) и обеднение (предлагаемая) шлаков

Удельные операционные расходы производительностью концентрата - 100 000 смт/год представлен на рисунке 5



фьюмингованием. Поскольку предлагаемая процессом, снижаются затраты на схему сокращает количество технологических флюсующие материалы и топливо.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 National minerals information center// Tin Statistics and Information. – URL: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/tin-statistics-and-information> (дата обращения: 24.08.2023);

2 Буданов А.М. Оптимизация процесса восстановительной плавки оловосодержащего сырья на основе термодинамических исследований распределения металлов: дис...канд. техн. наук. - М., 1989. 141 с.;

3 Милентьева В.И., Гедгагова Н.Н., Новикова Е.И. Metallurgical переработка оловянных концентратов на зарубежных предприятиях. – М.: Министерство цветной металлургии, 1976;

4 Овчинников Н.Л., Овчинников Л.Н., Натарева С.В. Сушка и обжиг в кипящем слое: Учеб. пособие. – Иваново: ИГХТУ, 2009;

5 Ванюков, А.В., Уткин, Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. – Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1988. – 432 с.

