

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ШЛАКОВ АФФИНАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Маркова А.С.,

научный руководитель канд. техн. наук Алгебраистова Н.К.

Сибирский федеральный университет

Одним из больших недостатков российской промышленности является ее высокая, по сравнению с развитыми странами, ресурсоемкость, обусловленная, в том числе, низким уровнем использования вторичного сырья.

На сегодняшний день многие крупные предприятия стремятся снизить потери редкоземельных и благородных металлов со шлаками и отходами производств.

В работе исследуется возможность доизвлечения серебра, золота и металлов платиновой группы из оборотных шлаков аффинажного производства различными методами обогащения. Шлаки представлены двумя пробами.

Работа проводилась в два этапа:

1 этап - разделка проб, изучение вещественного состава, изучение распределения ценного компонента по классам крупности;

2 этап - технологические испытания.

Подготовка проб осуществлялась по схеме (рисунок 1).

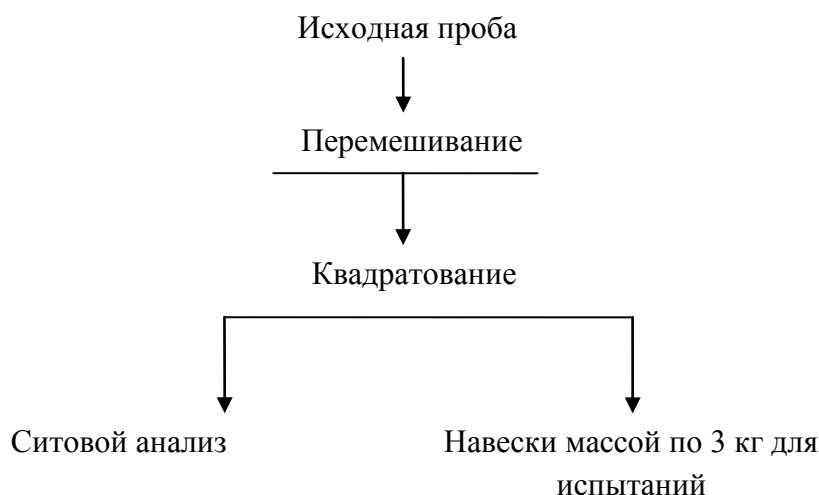


Рисунок 1 – Схема подготовки проб шлаков к исследованиям

Таблица 1 – Распределение ценных компонентов по классам крупности

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Σ МПГ	Au	Ag	Σ МПГ	Au	Ag
Проба № 1							
+2	18,4	1,113	0,15	2,13	28,0	29,3	17,9
-2+1	18,7	0,868	0,1	1,75	21,8	19,9	14,9
-1+0,5	21,8	0,242	0,029	1,85	7,1	6,7	18,4
-0,5+0,2	20,4	1,09	0,13	2,63	29,9	28,2	24,4
-0,2+0,1	10,8	0,703	0,11	2,57	10,3	12,6	12,6
-0,1+0	9,9	0,219	0,031	2,62	2,9	3,3	11,8
Проба № 11888	100,0	0,74	0,094	2,19	100,0	100,0	100,0
Проба № 2							
+1	13,5	1,066	0,17	44,41	35,9	36,7	42,8
-1+0,5	18,6	0,47	0,07	21,45	21,8	20,8	28,5

Продолжение таблицы 1

-0,5+0,2	30,0	0,26	0,04	7,56	19,4	19,2	16,2
-0,2+0,1	20,1	0,243	0,036	4,56	12,1	11,6	6,5
-0,1+0	17,8	0,243	0,041	4,73	10,8	11,7	6,0
Проба № 14191	100,0	0,40	0,062	14,01	100,0	100,0	100,0

Как видно из таблицы, в первой пробе распределение металлов по классам крупности пропорционально выходам. В пробе №2 наблюдается концентрация металлов в крупных классах.

Были реализованы схемы обогащения с использованием пневматических и магнитных сепараторов, центробежной отсадочной и флотационной машин, винтового шлюза, концентрационных столов СКО-0,5 и «Gemeny», центробежных сепараторов «Итомак» и «Falcon».

Проведены опыты по пневмосепарации. Каждую пробу рассеяли на классы +1; -1+0,5; -0,5+0,3; -0,3+0. Для шлама пробы №1 обогащения не произошло, материал ни в одной спиготе не концентрируется. Из узкого класса крупности -0,5+0,3 мм шлама №2 возможно извлечь серебро в тяжёлую фракцию на 82%, сконцентрировав металл примерно в три раза.

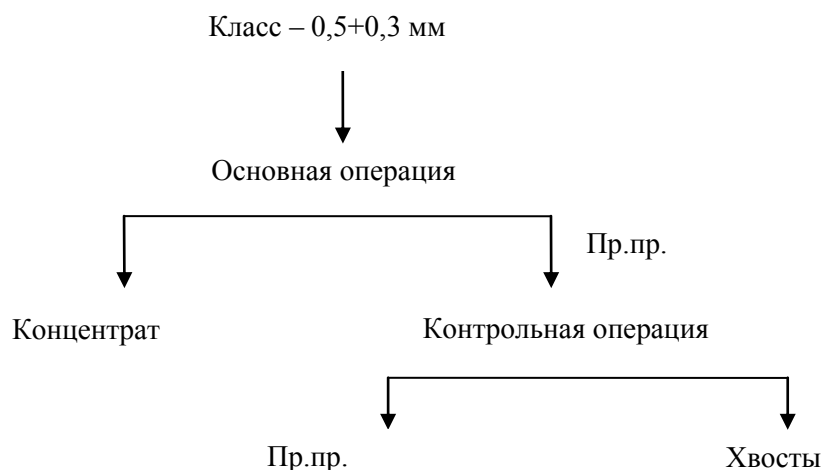


Рисунок 2 - Схема обогащения класса -0,5+0,3 мм пробы №2

Учитывая данные вещественного состава, представилось целесообразным исследовать возможности магнитного метода обогащения. Магнитная сепарация в слабом магнитном поле проводилась постоянным ручным магнитом, сепарация в сильном магнитном поле проводилась на сепараторе 138-ТСЭ. В обеих пробах металл концентрируется в немагнитной и слабомагнитной фракциях.

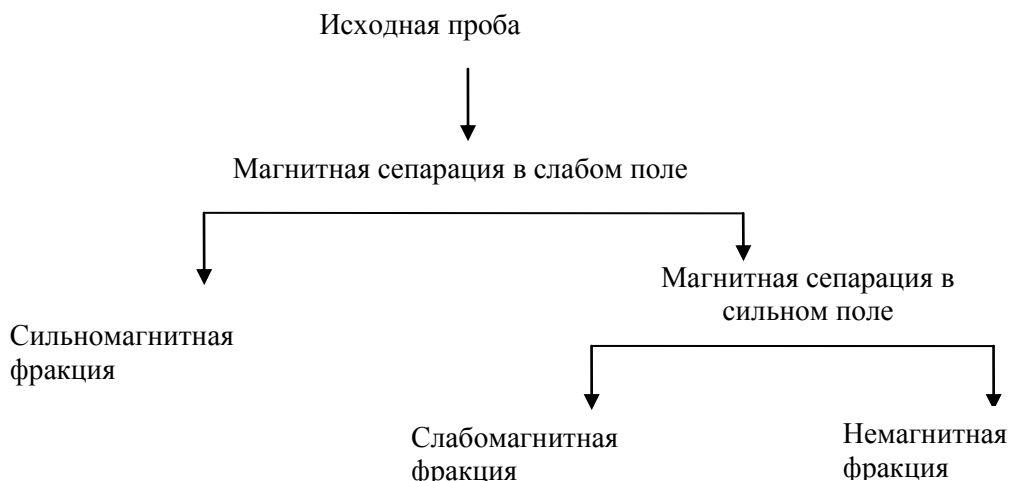


Рисунок 3- Схема реализации опытов магнитной сепарации

При обогащении на центробежных концентраторах учитывалось, что в исходном исследуемом материале имеется класс +1мм. Для предотвращения забивания питающих патрубков его отсевали. За одну основную операцию концентратор «Итомак» позволяет извлечь серебро из класса -1мм изучаемых проб №1, №2 на 29% и 33% соответственно, со степенью концентрации, равной 3. Контрольная операция доизвлекает около 3-10% металла в тяжёлую фракцию с содержанием, примерно равным содержанию в продукте, поступающем на концентратор.

Показатели обогащения основной операции на аппарате «Falcon» уступают показателям обогащения на «Итомаке», но контрольная операция проходит более эффективно. Степень концентрации по этой операции равна 2 при извлечении металла 9-16%. В объединённые концентраты «Falcon» извлекает из класса -1мм пробы № 1 38,64 % серебра.

Для богатой пробы шлаков (№ 2) целесообразно объединять класс +1 мм и концентрат основной операции, т.к. класс +1мм имеет достаточно высокое содержание металла, а тяжёлая фракция контрольной операции, наоборот, - низкое содержание металлов. В объединённом продукте содержание серебра будет равно 40,5% при извлечении 74,4%.

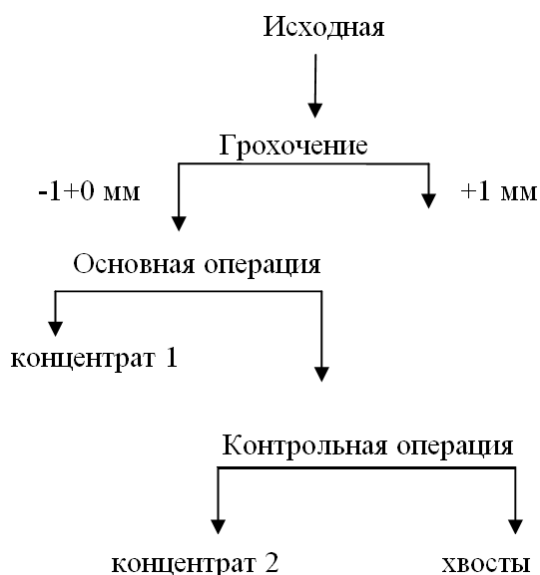


Рисунок 4 - Схема реализации опытов на центробежных сепараторах

Исследования на центробежной отсадочной машине «Kelsey» проводили в одну операцию. Исходный материал был доведён до крупности -0,5мм (необходимая крупность питания машины). Приемлемые результаты получены при обогащении только пробы шлаков № 2. Суммарное значение извлечения серебра в концентрат и класс +0,5мм для данной пробы составляет более 85%, содержание серебра в этом продукте 48% при степени сокращения материала 4.

Исследования на винтовом шлюзе выполняли на классе – 1мм. Результаты обогащения для пробы шлаков № 1 выше, в сравнении с центробежными сепараторами. Содержание серебра в концентрате составило примерно 13% при извлечении 21%.

Обогащение на концентрационном столе проводилось в две операции. Данный аппарат обеспечивает степени концентрации 2-6, при извлечении серебра в тяжёлую фракцию от 19 до 64%, хвосты с отвальным в них содержанием металла получить не удалось.

Стол Gemini GT60 позволяет извлечь из проб № 1 и № 2 в концентрат и промпродукт 1 серебра 27,71; и 33,63% соответственно. Содержание металла в этом

объединённом продукте по пробам составляет: 9,67 и 46,61%. Введение контрольной операции нецелесообразно. Концентрационный стол Gemini из исследуемых гравитационных аппаратов обеспечивает наиболее высокие степени концентрации.

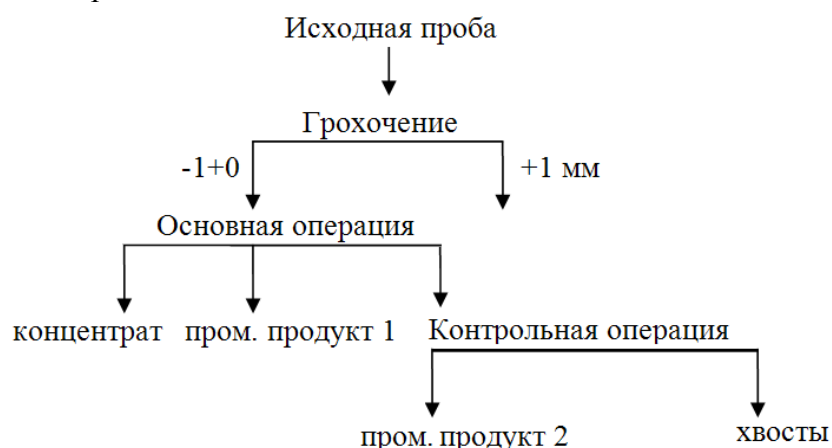


Рисунок 5 - Обогащение на концентрационном столе Gemini GT60

Исследования флотационным методом обогащения реализовывали на машине механического типа ФМ-237А в одну операцию продолжительностью 7 минут. На флотацию направляли после доизмельчения до крупности - 0,1мм хвосты концентрационного стола СКО-0,5 Флотационный метод обогащения не обеспечивает удовлетворительную концентрацию металлов в пенный продукт.

При флотации класса -0,1мм от исходной навески пульпу подкислили. Флотацию вели до истощения пены в одну операцию с получением пенного и камерного продуктов. При флотации оборотных шлаков в пенный продукт удалось извлечь серебро из проб от 48 до 73%.

Вышеприведенные исследования проводились с материалом исходной крупности или с определённым классом, высеянном из исходной навески. Учитывая данные минералогического анализа, распределение металлов по классам крупности были проведены исследования с доизмельчением материала до крупности -0,5 мм.

Исследования выполняли на аппаратах, которые обеспечили наиболее высокие технологические показатели: винтовой шлюз и концентрационный стол СКО-0,5. В результате опытов по реализации двухстадиальных схем выявлено, что вторая стадия обогащения на гравитационных аппаратах при измельчении материала до крупности -0,5 малоэффективна для исследуемых продуктов

Были предложены двухстадиальные комбинированные гравитационно-флотационные схемы обогащения, которые обеспечивают извлечение серебра и золота в концентратные продукты из проб:

- № 1 на 64,9 и 74,41%;
- № 2 на 92,55 и 87,89%.