

УДК 622.75/.77 622.765 622.777/.778

Разработка комбинированной схемы обогащения руды Кингашского месторождения

**Н.К. Алгебраистова*,
Н.С. Перфильева, С.А. Маркова,
А.В. Развязная, Е.А. Гроо,
А.А. Кондратьева, А.В. Макшанин**
*Сибирский федеральный университет,
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79¹*

Received 07.12.2012, received in revised form 14.12.2012, accepted 21.12.2012

Объектом исследований являются медно-никелевые сульфидные руды Кингашского месторождения. Руда технологической пробы представлена серпентинитами с мелкой и тонкой вкрапленностью рудных минералов, среди которых преобладает магнетит, общее количество сульфидов составляет 3,7 %, из них 2,5 % сульфиды меди и никеля и 1,5 % – пирротина. Оптические исследования свидетельствуют о преобладании весьма сложных сростаний сульфидов и магнетита. Разработана комбинированная магнитофлотационная схема, позволяющая получить никелевый концентрат, который пригоден для плавки на фанштейн. Извлечение никеля, меди, при этом составляет 72,7 и 26,1 % соответственно.

Ключевые слова: медь, никель, флотация, магнитная сепарация.

Введение

Объектом настоящих исследований являлись медно-никелевые сульфидные руды Кингашского месторождения, расположенного в Саянском районе на востоке Красноярского края.

Минералогический анализ показал, что руда технологической пробы представлена, в основном, оруденелыми серпентинитами с мелкой и тонкой вкрапленностью рудных минералов, среди которых преобладает магнетит – 12 %, общее количество сульфидов составляет 3,7 %, из них 2,5 % сульфиды меди и никеля и 1,5 % – пирротина. Оптические исследования свидетельствуют о преобладании весьма сложных сростаний сульфидов и магнетита.

Содержание компонентов в исходном материале пробы в расчете на воздушно-сухую пробу таково (%): Cu – 0,24; Ni – 0,54; Co – 0,017; МПГ – 0,5 г/т; Ag – 1,2 г/т; Au – 0,2 г/т. Вредные примеси незначительны по количеству и представлены лишь пятиокисью фосфора.

Исходя из вещественного состава руды и практики действующих предприятий, было принято решение проводить технологические исследования в направлениях использования комбинированных гравитационно-флотационных и магнитофлотационных стадийных схем.

* Corresponding author E-mail address: algebraistova@mail.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

Методы исследования

Технологические опыты реализовывали в одну основную операцию на лабораторных аппаратах.

Критерием оптимизации являлись технологические показатели обогащения никеля.

В проведённых ранее исследованиях показана эффективность использования гравитационных аппаратов при обогащении медно-никелевых руд [1], кроме того, для этих руд разработаны гравитационно-флотационные схемы обогащения с использованием центробежных концентраторов [2].

С целью определения возможности использования гравитационного метода обогащения для извлечения ценных минералов были выполнены поисковые исследования с использованием концентрационного стола, центробежного концентратора «Falcon» и винтового шлюза.

Условия реализации экспериментов и полученные технологические показатели представлены в табл. 1.

Исследования показали, что гравитационные аппараты не обеспечивают требуемой степени концентрации и извлечения металла.

Исходя из сообщений [3, 4] комбинированные магнитно-флотационные схемы обогащения медно-никелевых руд являются наиболее перспективными.

Учитывая, что особенностью исследуемой руды является тесное срастание пентландита с магнетитом, при этом характер срастаний достаточно сложный, а сростки имеют форму обтекания пентландита магнетитом с образованием своеобразной «рубашки», представилось целесообразным исследовать магнитный метод обогащения.

Были реализованы опыты сухой и мокрой магнитной сепарации на сепараторах с различной величиной напряжённости магнитного поля. Определено, что мокрая магнитная сепарация обеспечивает при крупности помола 45 % класса -0,074 мм извлечение в магнитную фракцию, содержащую 1 % никеля 73,65 % металла. Сухая сепарация в крупности (-1+0) мм позволяет сбросить в хвосты 7,5 % материала с массовой долей ценного компонента 0,078 %. При этом потери металла составили около 1 %.

Исследования флотационным методом показали, что применение катионного собирателя не дает ожидаемого результата, процесс флотации порообразующих минералов идет менее селективно в сравнении с бесколлекторным процессом.

Определено, что флотация магнитной фракции в щелочной среде более благоприятна, чем в кислой.

Заключение

В результате исследований рекомендована магнитно-флотационная схема со стадийным измельчением (рис. 1), технологические показатели обогащения по данной схеме представлены в табл. 2.

Первый цикл магнитной сепарации включает в себя операцию сухой магнитной сепарации исходной руды в крупности (-1+0) мм в слабом магнитном поле, немагнитная фракция отправляется на сухую магнитную сепарацию на сепараторе 138Т-СЭ при напряженности магнитного поля 704 кА/м.

Таблица 1. Технологические показатели обогащения, полученные гравитационным методом

Продукты	Выход, %	Массовая доля никеля, %	Извлечение, %	Крупность, мм
Концентрационный стол СКО-0.5 (расход воды 8 л/мин, производительность – 17,5 кг/ч)				
Концентрат	50,6	0,61	57,16	0,5+0
П/продукт	30,71	0,37	21,04	
Хвосты	18,69	0,63	21,8	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Концентрат	43,01	0,62	49,38	-0,25+0
П/продукт	40,23	0,43	32,03	
Хвосты	16,76	0,6	18,59	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Концентрат	42,6	0,64	50,49	-0,1+0
П/продукт	51,6	0,42	40,13	
Хвосты	5,8	0,87	9,38	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Концентратор «Falcon» (отношение Ж:Т в питании 2:1, скорость вращения ротора – 2 200 об/мин, производительность- 50 кг/ч)				
Концентрат	5,42	1,37	13,57	-0,5+0мм
Хвосты	94,58	0,49	86,43	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Концентрат	3,5	2,16	14	-0,25+0мм
Хвосты	96,5	0,48	86	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Концентрат	1,91	2,2	7,78	-0,1+0мм
Хвосты	98,09	0,5	92,22	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Винтовой шлюз ШВ-350 Расход воды 3,3 л/мин, производительность 7,5 кг/ч				
Концентрат	32,96	1,02	62,26	-0,5+0
Хвосты	67,04	0,3	37,74	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Концентрат	34,5	0,8	51,11	-0,25+0
Хвосты	65,5	0,4	48,89	
Исходная руда	100,0	0,54	100,0	
Концентрат	35,18	0,76	49,51	-0,1+0
Хвосты	64,82	0,42	50,49	
Исходная руда	100	0,54	100	

Немагнитная фракция представляет собой отвальный продукт, а магнитная фракция измельчается до крупности 45 % класса -0,074 мм. Измельченный продукт обесшламливается по классу 0,020 мм и поступает во второй цикл магнитной сепарации, первая операция которого выполнена при напряженности 158 кА/м, вторая – на магнитном сепараторе с ферромагнитными телами при напряженности внешнего магнитного поля 182 кА/м.

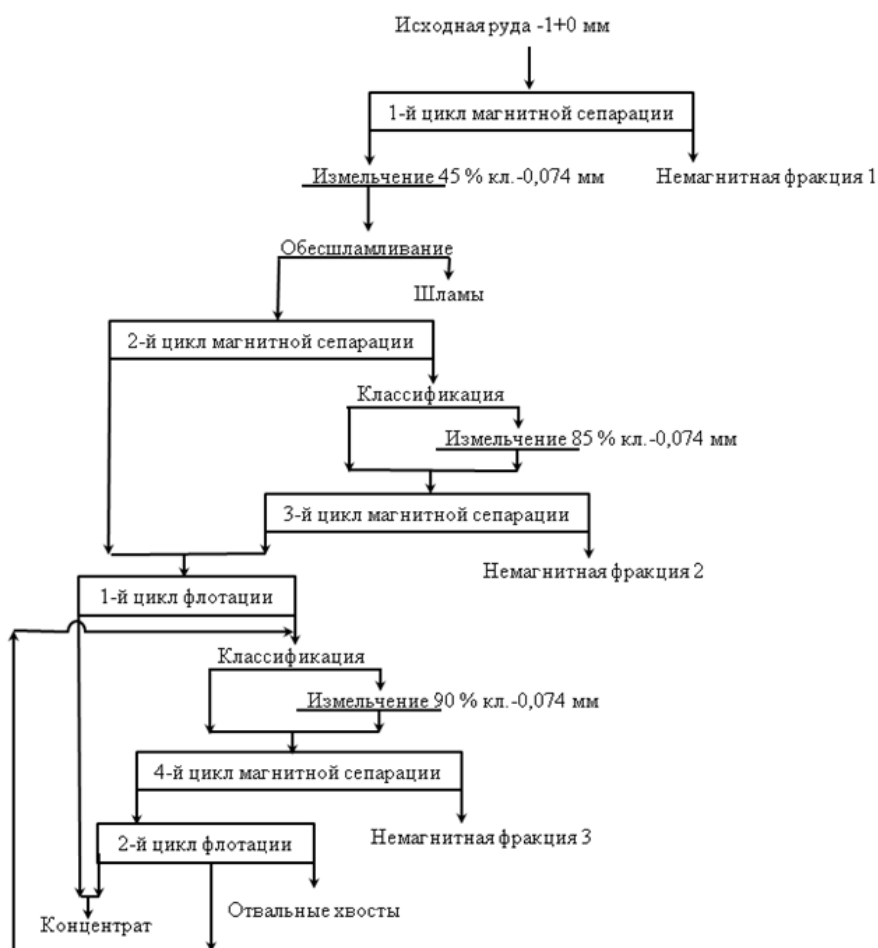


Рис. 1. Рекомендуемая схема обогащения

Таблица 2. Технологические показатели обогащения по рекомендуемой схеме

Продукт	Выход, %	Массовая доля %			Извлечение, %		
		Ni	Cu	Co	Ni	Cu	Co
Концентрат	11,23	3,69	0,59	0,1	72,70	26,10	70,19
Немагн. фракция 1	7,58	0,078	0,075	0,003	1,04	2,24	1,42
Слив	1,6	0,283	0,1	0,004	0,79	0,63	0,40
Немагн. фракция 2	27,6	0,194	0,22	0,006	9,39	23,92	10,35
Немагн. фракция 3	16,95	0,202	0,23	0,006	6,0	15,36	6,36
Хвосты флотации	35,04	0,164	0,23	0,005	10,08	31,75	11,28
Исходный продукт	100	0,57	0,254	0,016	100,0	100,0	100,0

Немагнитная фракция второго цикла магнитной сепарации измельчается до крупности 85 % класса -0,074 мм. Измельченный продукт поступает в третий цикл магнитной сепарации, включающий две операции полиградиентной сепарации при напряженности внешнего магнитного поля 182 кА/м.

Магнитная фракция второго и третьего циклов магнитной сепарации объединяются и поступают на основную флотацию, которая реализуется в три приёма: – 10, 6 и 5 минут. Реагентный режим флотации предусматривает дозирование соды, медного купороса, бутилового ксантогената и аэрофлота. Камерный продукт флотации доизмельчается до крупности 90 % класса -0,044 мм. Измельченный продукт направляется в четвертый цикл магнитной сепарации, который осуществляется в полиградиентном сепараторе в две операции при напряженности внешнего магнитного поля 182 кА/м.

Магнитная фракция четвертого цикла магнитной сепарации поступает во второй цикл флотации.

Схема позволяет получить никелевый концентрат, который пригоден для плавки его на файнштейн. Извлечение никеля, меди, кобальта при этом составляет, %: 72,7; 26,1; 70,19 соответственно.

Список литературы

- [1] Кайтмазов Н.Г., Яценко А.А., Алексеева Л.И., Благодатин Ю.В., Захаров Б.А., Исмагилов Р.И., Салайкин Ю.А // III конгресс обогатителей стран СНГ, Москва, 20-23 марта, 2001: тезисы докладов. М., 2001. С. 139.
- [2] Волянский Б.М., Острожная Е.Е., Широков М.А., Геоня Н.И., Королев Э.А. Комбинированные схемы обогащения норильских медно-никелевых руд // Цветная металлургия. 1989. № 6. С. 22-24.
- [3] Патент № 2144429 РФ МПК7 B03B9/00 Способ обогащения сульфидных медно-никелевых руд, содержащих собственные минералы платиновых металлов и магнетит / Яценко А.А., Салайкин Ю.А., Захаров Б.А. и др. заявка № 98113184/03 от 14.07.1998; опубл. 20.01.2000, Бюл. № 2.
- [4] Гзоган Т.Н., Перепелицын А.И., Чмырев А.В., Экарева Е.М. // Тез. докл. юбил. Плаксин. чтений, Москва, 10-14 окт., 2000. М., 2000. С. 68.
- [5] Алгебраистова Н.К., Рахманова З.А. // Тезисы третьего Всероссийского симпозиума с международным участием. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2004.

The Development Combinative Ore-Dressing Scheme of Kingash Ore

**Natalya K. Algebraistova,
Nadegda S. Perfileva, Svetlana A. Markova,
Alexandara V. Razvayznaya, Ekaterina A. Groo,
Anna A. Kondratieva and Andrey V. Macshanin**
*Siberian Federal University,
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia*

The object of research is copper-nickel ore of Kingash deposit. The ore of technological sample is represented serpentinite with fine dissemination of ore minerals. Magnetite dominates, total amount of sulfides is 3,7 %, copper and nickel sulfides content – 2,5 %, pyrrhotite – 1,5 %. Optical researches indicate dominate multiple intergrowth of magnetite and sulfides. The combinative magnetic-flotation scheme is development. It allows to receive nickel concentrate, which acceptable for converter matte. The copper, nickel recovery are, %: 72,7; 26,1 severally.

Keywords: copper, nickel, flotation, magnetic separation.
