

УДК 622.348.1:002.2

А.А. Зубков

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БЕДНЫХ НИКЕЛЕВЫХ РУД

Разработана технология переработки бедных никелевых руд с использованием геавтоклава. Показана экономическая целесообразность переработки труднообогатимой руды без предварительного обогащения ввиду низких технологических показателей на первой стадии переработки – получения концентрата. Предложена технология переработки таких руд по схеме – «все металлы в раствор – селективно извлечение из растворов».

Ключевые слова: геавтоклав, никель, концентрат, флотация, извлечение, выщелачивание, гидрометаллургия.

Основная часть никеля в России выплавляется из руд Норильского региона, находящегося в районе Крайнего Севера. Являясь, помимо получения никеля и меди, одновременно основным источником получения металлов платиновой группы, редких и рассеянных металлов, эти руды – являются уникальными и не имеют аналогов на территории России.

Однако, учитывая, географическую отдаленность и экстремальные климатические условия добыча и переработка таких руд в районе г. Норильска, отсутствие промышленных запасов легкообогатимых руд в районах Южного Урала и Кольского полуострова, расширение сырьевой базы получения никеля за счет более доступных регионов остается актуальным. Естественно, любые месторождения никельсодержащих руд, открытых ранее или находящиеся на стадии оценки теперь, представляют большой интерес для возможного их освоения. Поисковыми геологическими работами на Вожминском массиве были найдены рудоносные участки медно-никелевых руд в Карелии.

С целью технологической оценки были отобраны 5 проб бедных медно-никелевых руд с различных участков –

западной части рудной зоны, Светлоозерского и Кумбуксинского, которые оказались близкие по минералогическому составу и характеру вкрапленности ценных компонентов.

Основные рудные минералы: пирротин, пентландит, халькопирит; нерудные – амфиболы и хлориты. Пентландит – единственный сульфид никеля, имеющий практический интерес.

Пентландит – тесно связан с пирротин, магнетитом, которые хорошо извлекаются в магнитную фракцию и извлекают соответственно пентландит вследствие очень тонкого сростания его с магнитными минералами. Однако, качество рудного концентрата в этом случае в значительной степени снижается вследствие разубоживания его серпентинитом, который тоже извлекается в магнитную фракцию за счет импрегнируемого его пылевидного магнетита-мартигита.

Все рудные минералы (пирротин, магнетит-магмамит, пентландит, пирит), находятся большей частью в тесном сростании друг с другом в виде мелких агрегатов размером от 0,1 до 0,25 мм, редко до 0,6 мм. Размеры отдельных зерен минералов в этих агрегатах колеблются от 0,003 до 0,1 мм. Лишь в очень

Таблица 1

**Содержание основных ценных компонентов в рудах
Вожминского массива**

№ пп	Наименование проб Пробы руд	Содержание, %					
		Cu	Ni	Cr	Co	Pb	Zn
1	Вожминская 1	0,23	0,50	0,20	0,028	0,001	-
2	Вожминская 2	0,06	0,45	0,02	0,018	0,001	-
3	Вожминская 3	0,029	0,38	0,015	0,013	-	-
4	Кумбуксинская	0,09	0,4	0,40	0,0119	-	0,008
5	Светлоозерская	0,026	0,38	0,01	0,018	-	-

Таблица 1

Технологические показатели флотационного обогащения рудных проб

№ пп	Наименование проб	Содержание в концентрате, %				Извлечение, %			
		Cu	Ni	Cr	Co	Cu	Ni	Cr	Co
1	Вожминская 1	1,0	2,13	0,85	0,09	94,9	85,5	84,0	83,5
2	Вожминская 2	0,27	2,0	0,08	0,07	72,4	75,2	71,2	73,1
3	Вожминская 3	0,1	2,18	0,07	0,053	80,0	69,4	78,0	69,0
4	Кумбуксинская	0,1	2,12	0,018	0,07	78,0	71,7	78,1	70,7
5	Светлоозерская	0,1	2,02	0,09	0,07	77,5	70,3	76,0	66,1

редких случаях отдельные единичные зерна достигают 0,5-0,8 мм, которые приурочены, в основном, к карбонат-кварцевым и асбестовым прожилкам в серпентините, занимающий ничтожный объем по сравнению с основной тонковкрапленной рудой.

Пробы Кумбуксинская и Светлоозерская, представлены серпентинитом темносерого цвета с зеленоватым оттенком, мелкозернистого строения массивно-однородной структуры, содержащие сравнительно густую точечную вкрапленность рудных минералов — сульфидов. Содержание основных металлов в рудных пробах представлены в табл. 1.

Технологическая оценка обогатимости руд проводилась различными методами -флотационному, гравитационному и с применением электромагнитных методов совместно с последними, а также прямая гидрометаллургическая переработка исходной руды и черновых коллективных концентратов.

При использовании механических методов обогащения более высокие технологические показатели для всех исследованных рудных проб были получе-

ны флотационным методом. Практически все рудные пробы имели близкие флотационные свойства, за исключением рудной пробы Вожминская 1, по которой получены более высокие показатели по извлечению всех металлов (на 10 - 15 % при том же качестве концентратов).

Извлечение и качество полученных концентратов приведены в табл. 2, полученные при следующих условиях, близких для всех рудных проб:

Двухстадийный помол исходной руды до крупности 85 % выхода класса - 0,074 мм, при следующем расходе реагентов, в г/т: соды- 600, карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) - 500, медного купороса - 220-230, бутилового ксантогената - 60 -75, вспенивателя Т-80 - 170.

Применение для переработки таких бедных руд по стандартной технологии - получение кондиционных концентратов для дальнейшего пирометаллургического передела или переработки их в стандартных автоклавах, экономически нецелесообразно. Ранее нами была разработана концепция переработки бедного и труднообогатимого минерального сырья с использованием геореактора

Таблица 2

Извлекаемая ценность основных извлекаемых элементов по различным вариантам переработки руд

Наименование металлов	Стоимость 1т металла, долл. США	Сквозное извлечение,%		Количество выпускаемой продукции, тыс.т/год		Стоимость выпускаемой годовой продукции, млн долл. США	
		Из конц.	Из руды	Из конц.	Из руды	Из конц.	Из руды
Никель	20000	68,5	80,0	2,74	3,20	54,8	64,0
Медь	5500	92,5	95,0	1,70	1,75	9,35	9,62
Хром	20000	54,5	65,0	0,87	1,0	17,4	20,0
Кобальт	35000	54,2	65,0	0,12	0,15	4,2	5,2
Железо	200	35,0	95,0	19,0	62,7	3,8	12,5
Итого						89,5	102,3

(автоклава нового поколения) по схеме «все металлы в раствор – селективно из раствора» [1]. В этом случае комплексное использование минерального сырья позволит экономически выгодно перерабатывать бедное минеральное сырье, т.к.

Для приближенного технико-экономического анализа возможных методов переработки бедных руд Карелии, на примере руд Вожминского массива, выполнены расчеты для предприятия с условной производительностью 2400 т в сутки (800 000 т /год).

Сравнительная извлекаемая ценность основных элементов, извлекаемых в готовую продукцию по различным вариантам переработки сырья, для более легкообогатимой руды (Вожминская 1), которые свидетельствуют о преимуществе технологии прямого выщелачивания руды перед комбинированной технологией, включающую флотацию с дальнейшей переработкой концентрата гидрометаллургическим методом.

В расчете не были использованы возможности получения редких, рассеянных и благородных металлов, со-

держащихся в этих рудах, извлечение которых по прямой гидрометаллургической технологии более высокое по сравнению с комбинированными технологиями (например, флотация и дальнейшая пиро- или гидрометаллургическая переработка концентратов).

Еще более убедительными преимуществами прямой гидрометаллургической переработки руды перед другими становятся после анализа технико-экономических расчетов по более бедным и более труднообогатимым рудам, при флотации которых извлечение металлов ниже на 10 -15 % по сравнению с рудной пробой Вожминская 1.

Низкие показатели механического обогащения испытанных руд - флотационного или магнитно-флотационного, которые также проводились, объясняются тонкой вкрапленностью ценных компонентов и небольшими их содержаниями в руде. Установлено, что даже при стадийном помоле руды при выходе класса - 0,074 мм порядка 85-90 % вскрытие ценных минералов происходит неполно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подзноев Г.П., Зубков А.А., Шуленина З.М.. Переработка колчеданных руд и горно-металлургических отходов с помощью геоавтоклава // VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». – М.: РГПРУ. 2007 г. Доклады. Том 7, - С. 93 -96. **ПЛАТ**

Коротко об авторе

Зубков А.А. – кандидат технических наук, гл. технолог ООО «Экомет Плюс», trbusiness7@mail.ru