УДК 622.765

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ОБРАЗЦОВ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЙ РУДЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФЛОТАЦИИ

А. С. КОРЗИНОВА, А. А. ЛАВРИНЕНКО, О. Г. ЛУСИНЯН, Г. Ю. ГОЛЬБЕРГ
Институт проблем комплексного освоения недр
им. академика Н. В. Мельникова РАН
Москва, Россия

Современный этап развития горнорудной промышленности характеризуется вовлечением в переработку сравнительно бедных малосульфидных медно-никелевых руд сложного вещественного состава [1]. Наряду с минералами меди и никеля в рудах присутствуют и силикаты, в том числе магнийсодержащие (МС) [2]; некоторые из них при флотации руд извлекаются в концентрат. Магний является вредной примесью, т. к. он увеличивает затраты энергии на пирометаллургические процессы переработки концентрата [3]. Поэтому важной задачей совершенствования технологии флотации медно-никелевых руд является эффективная депрессия МС с учетом фазового состава руд. Исследования, выполненные в ИПКОН РАН, показали перспективность применения в качестве депрессора МС полианионной целлюлозы марки ПАЦ-Н производства ЗАО «Полицелл» (г. Владимир) с молекулярной массой порядка 116 000 кг/кмоль, степенью замещения около 90 % [4]. Известны исследования по депрессии таких МС, как тальк и серпентин [3]; влияние депрессоров на другие МС при флотации руд до настоящего времени остается не вполне ясным.

Цель работы – определение влияния фазового состава образцов медно-никелевой руды на результаты флотации с применением депрессора.

В работе выполнены исследования образцов медно-никелевой руды: АМ-1 и АМ-2. Содержание меди, никеля и магния в АМ-1 составило 0,25 %, 0,44 % и 15,80 %; в АМ-2 – 0,39 %, 0,60 % и 8,70 % соответственно. Фазовый состав определяли методами оптической микроскопии и рентгенофазового анализа. Установлено, что в составе АМ-1 медь содержится в халькофиллите, а никель – в пентландите, виоларите и никеленосном пирротине. Преобладают МС: кордиерит, содержащий в виде сростков сульфидные минералы, антигорит и др.

В отличие от АМ-1, в АМ-2 медь содержится в халькопирите, никель – в пентландите, пирротине и ретгерсите. В этой руде представлены слоистые МС, проявляющие гидрофобные свойства: вонезит (31 %), шамозит (17 %), сепиолит (2 %); сростки силикатных и сульфидных минералов не выявлены.

Опыты по флотации образцов руды АМ-1 и АМ-2 были выполнены на лабораторной флотационной машине. В качестве собирателя применяли бутиловый ксантогенат калия (БКК) с расходом 112 г/т; в качестве пенообразователя – метилизобутилкарбинол (МИБК) с расходом 21 г/т; в качестве депрессора МС – ПАЦ-Н с расходом 700 г/т. Порядок подачи реагентов: ПАЦ-Н → БКК → МИБК. Определяли следующие параметры: выход концентрата, извлечение меди и никеля, содержание магния (соответственно γ, εCu, εNi и βMg). Из данных табл. 1 видно, что ПАЦ-Н оказывает депрессирующее действие на МС. При этом

снижение значений γ и βMg для АМ-2 несколько выше, чем для АМ-1; вероятно, это обусловлено преобладанием слоистых МС в составе АМ-2. Более значительное снижение εCu и εNi для АМ-1 по сравнению с АМ-2 связано с тем, что в АМ-1 медь и никель содержатся в халькофиллите, более гидрофильном по сравнению с сульфидными минералами, а также в сростках с кордиеритом, на котором закрепляются молекулы ПАЦ-Н, тем самым гидрофилизируя поверхность этого минерала. В то же время для АМ-2 потери меди и никеля ниже по причине отсутствия сростков сульфидных и силикатных минералов.

Табл. 1. Результаты опытов по флотации образцов руды АМ-1 и АМ-2

Наименование параметра	Значение параметров, %			
	АМ-1		АМ-2	
	без депрессора	с ПАЦ-Н	без депрессора	с ПАЦ-Н
Выход концентрата (γ)	24,5	20,0	46,0	41,0
Извлечение меди (εCu)	76,5	64,5	88,5	83,0
Извлечение никеля (εNi)	62,0	52,5	71,0	64,5
Содержание магния (βMg)	16,7	16,0	9,2	8,3

Таким образом, в работе показано, что ПАЦ-Н при флотации медно-никелевых руд эффективно депрессирует слоистые МС. Для руды, содержащей сростки силикатных и сульфидных минералов, при действии ПАЦ-Н потери меди и никеля больше, чем для руды, не содержащей сростки. Для повышения гидрофобности минералов меди и никеля после подачи депрессора целесообразно применение органических реагентов-модификаторов, закрепляющихся на поверхности указанных минералов за счет образования координационных связей с ионами меди и никеля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Боярко, Г. Ю.** Минерально-сырьевая база меди России: состояние, возможности развития / Г. Ю. Боярко, А. М. Лаптева, Л. М. Болсуновская // Горные науки и технологии. – 2024. – Т. 9, № 4. – С. 352–386.

2. Upgrading of talc-bearing copper-nickel sulfide ore by froth flotation using sodium phytate as depressant / J. Xie, W. Sun, K. Zhao [et al.] // Colloids and Surfaces A : Physicochemical and Engineering Aspects. – 2024. – Vol. 687, № 133561.

3. Review on the challenges of magnesium removal in nickel sulfide ore flotation and advances in serpentinite depressor / F. Yin, Ch. Zhang, Y. Yu [et al.] // Minerals. – 2024. – Vol. 14, № 965. – P. 20.

4. Применение отечественных полимерных анионоактивных депрессоров при флотации забалансовой оталькованной медно-никелевой руды / А. А. Лавриненко, И. Н. Кузнецова, О. Г. Лусинян, Г. Ю. Гольберг // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2023. – Т. 29, № 5. – С. 5–14.