

Н. И. ЕРЕМИН, Нат. Е. СЕРГЕЕВА, Т. П. КУЗНЕЦОВА,
В. Б. ШИШАКОВ

ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВОГО ОТНОШЕНИЯ В ПИРИТАХ КОЛЧЕДАНЫХ И КОЛЧЕДАнно- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 15 I 1975)

В геологической литературе есть многочисленные данные по поведению отношения Co/Ni в пиритах из месторождений различных генетических типов. Существует мнение (¹⁻⁵), что это отношение отражает геолого-геохимические условия образования и преобразования пиритсодержащих руд.

Применительно к колчеданным месторождениям, как это впервые было установлено Хегеманом (¹), довольно постоянные количества кобальта и никеля в пирите свидетельствуют об его первично-осадочном происхождении, в то время как значительные колебания содержаний этих металлов (а следовательно и их отношения) характерны для пирита магматического, гидротермального и метаморфического происхождения.

По Г. А. Крутову (⁴), в ряду колчеданных месторождений «осадочных — осадочно-метаморфических — интенсивно метаморфизованных неясного генезиса и относительно высокотемпературных магматогенных» в целом для пиритов наблюдается заметное увеличение содержаний кобальта при постоянной или слабо уменьшающейся концентрации никеля.

Исследованиями авторов (⁵⁻⁷) с использованием современных методов микроанализа было установлено, что пириты разных генераций в пределах единых колчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений дифференцируются по содержаниям кобальта и никеля, их отношениям, а также по степени колебаний этих величин, возрастающей от ранних генераций к поздним.

Предметом настоящей статьи является обсуждение изменения Co/Ni в пирите, принадлежащем одной генерации и образующем основную массу сплошных колчеданных и колчеданно-полиметаллических рудных тел. Такого рода исследования были выполнены авторами при помощи лазерного микроанализатора LMA-1 на кафедре полезных ископаемых геологического факультета Московского университета по методике, описанной ранее (⁸).

Были проанализированы зерна пирита из образцов, отобранных по керну скважин в контурах сплошных рудных тел палеозойских месторождений Осеннего и Джусинского на Южном Урале и протерозойских — Парандовского в Восточной Карелии и Холоднинского в Северном Прибайкалье.

Рудные тела Осеннего медноколчеданного месторождения образуют пластовые субгоризонтальные залежи пирит-халькопиритового состава со сфалеритом и магнетитом. По имеющимся данным (⁹), месторождение образовано эксгальационно-осадочным путем с последующим термальным метаморфизмом руд малыми интрузиями гранитоидов. Были проанализированы зерна пирита из интервалов сплошных руд двух рудных тел (см. рис. 1). Как видно из табл. 1, во всех пяти подсечениях наблюдается единая закономерность, выраженная в однонаправленном изменении величины Co/Ni от кровли каждой залежи к ее подошве. При этом градиент рассмат-

риваемого отношения резко увеличивается в направлениях выклинивания рудных тел. В целом по каждому рудному телу, в их поперечных сечениях отчетливо намечается асимметричная зональность «слоистого» типа, подтверждающая, по мнению авторов, первичную эксгальационно-осадочную природу руд месторождения.

Рудные тела Джусинского месторождения являются колчедано-полиметаллическими и сложены кристаллическим пиритом ранней генерации с гнездовыми и прожилковыми образованиями поздних сульфидов (халькопирит, сфалерит, галенит), образованных при наложении бессернистых гидротермальных растворов с медью, свинцом и цинком на ранее образо-

Рис. 1. Зональность в рудных телах Осеннего месторождения. 1-4 — значение отношения Co/Ni : 1 — 0,050–0,250; 2 — 0,250–0,500; 3 — 0,500–2,000; 4 — более 2,000

Рис. 2. Зональность в рудных телах Джусинского месторождения. 1-4 — содержание Co (усл. ед.): 1 — менее 40; 2 — 40–60; 3 — 60–80; 4 — более 80

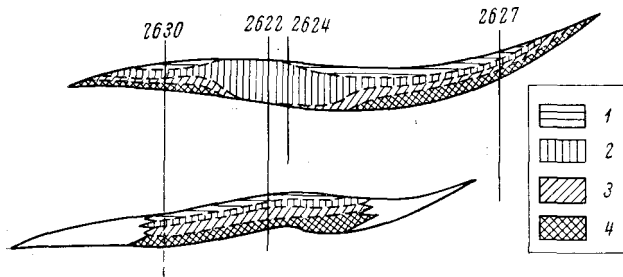


Рис. 1

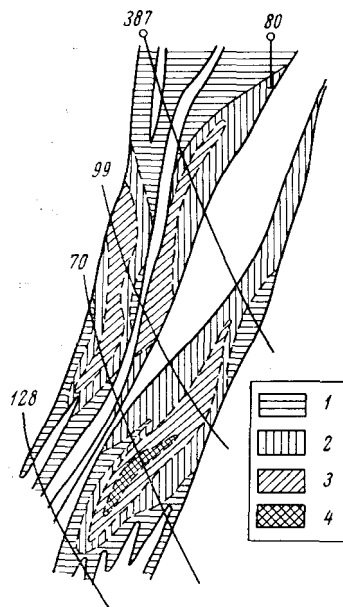


Рис. 2

ванные пиритовые и пирит-халькопиритовые руды. Рудные тела имеют крутые падения и разделены многочисленными субвулканическими до-рудными дайками габбро-диабазов. В плоскости одного вертикального поперечного разреза на месторождении были проанализированы зерна пирита раннего колчеданного этапа из рудных интервалов керна 5 скважин (рис. 2).

Было установлено, что этот пирит характеризуется исключительно низкими концентрациями никеля, близкими к пороговой чувствительности метода, и высокими содержаниями кобальта. По этой причине в данном случае оказалось более удобным (и более точным) рассмотреть изменение содержания кобальта, а не отношения Co/Ni . Как видно из рис. 2, в плоскости вертикального поперечного разреза по изолиниям содержаний кобальта фиксируется концентрическая зональность, характеризующаяся резким увеличением содержаний этого металла в центральных частях каждого из трех рудных тел, что наиболее отчетливо видно в сечении восточного рудного тела.

Этот тип зональности, принципиально отличный от первого случая, подтверждает гидротермально-метасоматическую природу колчеданных руд на данном месторождении.

Установленная закономерность пространственного изменения Co/Ni в пирите рудных тел палеозойского возраста справедлива и для более древних месторождений рассматриваемого класса, где основная масса этого минерала принадлежит к генерации, связанной с интенсивной метаморфической перекристаллизацией.

Отношение Co/Ni в пиритах Осеннего месторождения

Рудное тело	Скв. № 263v		Скв. № 2622		Скв. № 2624		Скв. № 2627	
	глуб., м	Co/Ni	глуб., м	Co/Ni	глуб., м	Co/Ni	глуб., м	Co/Ni
«Верхнее» (В)	89,2	15,6	89,0	3,6	89,0	5,4	88,0	15,9
	89,5	4,0	91,0	3,4	90,5	3,6	96,0	2,8
	91,0	2,2	97,5	2,8	92,7	4,6	101,0	0,4
	91,9	0,5			101,0	1,9		
	102,1	0,4			102,0	1,8		
«Нижнее» (Н)			148,0	3,8				
			153,0	3,7				
			154,0	0,4				
Градиент отношения Co/Ni на 1 м мощности рудного тела	1,2		В 0,1 Н 0,6		0,3		1,2	

Так, аналогичные исследования были проведены для одной вертикальной линзовидной рудной залежи Парандовского месторождения (Восточная Карелия), сложенной перекристаллизационными первично-вулканогенно-осадочными пиритовыми рудами с наложенными гидротермально-метаморфическими прожилками и гнездами пирит-пирротинового состава. Средние величины Co/Ni, рассчитанные по 39 частным анализам пирита из предположительно верхней, средней и предположительно нижних частей залежи, составляют 2,5; 1,9 и 1,2 соответственно; градиент этого отношения для залежи в целом не превышает 0,07.

Другим примером изменения величины Co/Ni в перекристаллизованных пиритах является исследование руд Холоднинского месторождения. Рудные тела, сложенные пиритом, галенитом и сфалеритом, представляют собой крутопадающие согласные залежи сложной формы среди интенсивно дислоцированных метаморфических сланцев. Был проанализирован пирит, образующий основную массу сплошных однородных и полосчатых руд по керну скв. № 89. Как видно из приводимых данных, здесь устанавливается ясное уменьшение Co/Ni от всякого бока к лежащему при наличии единичных анализов, выпадающих из этой закономерности (повторные контрольные измерения вновь подтвердили эту зависимость, несмотря на весьма малую величину градиента Co/Ni, составляющего для данного интервала около 0,06):

Глубина, м	160,2	166,0	171,4	177,2	184,8	192,0
Co/Ni	2,8	1,8	1,0	1,1	0,7	0,8

Таким образом, установлено закономерное пространственное изменение отношения Co/Ni в пирите, образующем основную массу сплошных колчеданных и колчеданно-полиметаллических рудных тел. Это изменение носит зональный характер; тип зональности отражает первичную природу рудной залежи. Последнее подтверждается резким ослаблением контрастности этой зональности в протерозойских месторождениях по сравнению с палеозойскими, вследствие глубоких метаморфических преобразований, выразившихся в перекристаллизации пиритных масс, сопровождающейся «усреднением» распределения элементов-примесей в них.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Центральный научно-исследовательский
геологоразведочный институт цветных
и благородных металлов
Москва

Поступило
11 I 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ *F. Hegemann*, Zs. angew. Mineral., В. 4, Н. 2/3 (1943).
- ² *B. Cambel, J. Jarkovsky*, Geochem. der Pyrite einiger Lagerstätten der Tschechoslowakei, VSAV, Bratislava, 1967.
- ³ *В. Г. Прохоров*, Тр. Н.-и. ин-та геол., геофиз., мин. сырья, в. 102 (1970).
- ⁴ *Г. А. Крутов*, Месторождения кобальта, М., Госгеолтехиздат, 1969.
- ⁵ *Н. И. Еремин*, Тез. докл. Международн. геохим. конгресса, т. 1, М., 1971.
- ⁶ *Н. И. Еремин, Н. Е. Сергеева*, Геол. рудн. месторожд., № 2 (1974).
- ⁷ *Нат. Е. Сергеева*, Вестн. Московск. ун-та, № 5 (1973).
- ⁸ *Н. И. Еремин, В. Е. Кельх и др.*, Сб. МОИП, Новые методы исследования минералов и горных пород, М., 1973.
- ⁹ *Б. П. Потапенко, В. С. Требухин, С. Т. Агеева*, Тр. ЦНИГРИ, в. 105 (1973).