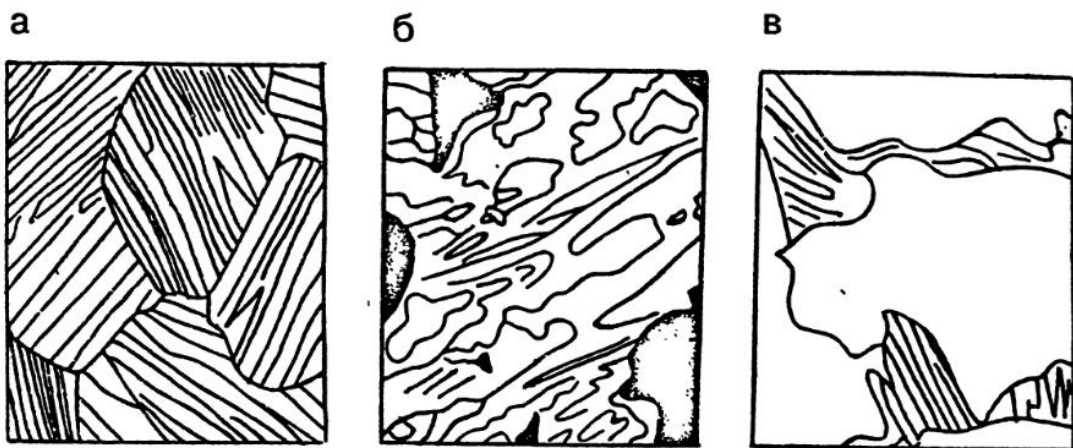


А.А. Гараева, Г.С. Нечкин, Т.А. Шерендо

Влияние условий метаморфизма на структурно-магнитные особенности пиррогинов по разрезу Мурунтауской сверхглубокой скважины СГ-10

Работа проводилась с целью изучения состава, форм, характера распределения железосодержащих ферримагнитных рудных минералов. Подготовленные к наблюдениям в отраженном свете образцы использовались и для изучения доменной структуры (ДС) минералов в состоянии естественной остаточной намагниченности при комнатной температуре с помощью магнитного коллоида. Межфазные границы устанавливались по динамике ДС в постоянном магнитном поле вплоть до 160 кА/м. Состав (Fe, Ni, Co, S) отдельных блоков в зернах пирротина (Po) определялся на микроанализаторе (аналитик Т.Я. Гуляева). По выделенным из зерна магнитным фракциям на дифрактометре ДРОН-3 (аналитик Г.В. Пальгуева) определялся структурный тип Po. Термомагнитные исследования — изучение магнитной восприимчивости этих фракций как функции температуры — проводились на установке, разработанной в институте геофизики РАН [2].

Результаты показали, что основным носителем намагниченности пород является Po, который отмечается по всему разрезу. Атомная структура и магнитный тип Po определяются в первую очередь метаморфическими процессами. В породах скважины интенсивность динамотермальных преобразований усиливается с глубиной и проявляется в синхронном развитии биотита в сланцах. Большая часть Po ассоциирует с этим био-



Доменные структуры пирротинов разных модификаций. Рисунки с фотографий, $\times 350$.
 а — моноклиный пирротин, гл. 1203.5, б — гексагональный ферромагнитный пирротин, гл. 3222.2, в — гексагональный немагнитный пирротин (белое), по краям блока замещается моноклиным с параллельными доменными границами, гл. 3597.8

титом и кристаллизуется в зонах кливажирования, рассланцевания, в участках флексурных перегибов, осевых зон складок, в плоскостях отслоения. По из верхней части разреза, постепенно вытеснивший на глубине 400—470 м пирит (Py), представлен в основном термостабильной моноклиной фазой и имеет достаточно однородную ДС с параллельными ровными границами (см. рисунок, а). Строение зерен Po сложное, «блоковое», чаще всего с различающимися направлениями доменных границ. Температура метаморфизма верхнего горизонта 250—300°C [3]. По данным Py-Po равновесия температура кристаллизации Po меньше 300°C, иногда до 400°C.

В интервале 1670—3500 м происходит укрупнение порфиробласт биотита, развитие кливажа и милонитизации. Результаты микронзондовых и рентгеноструктурных анализов и наблюдаемые ДС пирротинов указывают на преобладание гексагональной фазы с упорядоченным расположением катионных вакансий в металлической подрешетке минерала, проявляющего сильно магнитные свойства. Температура минералообразования в этом интервале по Py-Po и Po-Sft геотермометрам соответствует 400—470°C. По термомагнитным кривым сложного необратимого вида идентифицируется нестабильный ферромагнитный Po. Зерна его проявляют сложную ДС с преобладанием извилистых и лабиринтообразных границ (см. рисунок, б).

Ниже глубины 3500 м разрез представляет область сплошного развития крупночешуйчатого биотита и крупнозернистого кварца. Основная масса Po представлена гексагональной антиферромагнитной фазой. Кристаллизация по Py-Po сольвиду проходит в условиях высоких температур (500—520°C). Для этих Po характерно наличие области гамма-перехода в ферромагнитный Po, с чем связано резкое увеличение магнитной восприимчивости при нагреве до температуры выше 200°C, обусловленное изменением структурного, а следовательно, и магнитного состояния Po. Это свидетельствует о том, что вмещающие породы не испытывали прежде значительных нагревов (выше 250°C) после кристаллизации [1]. Таким образом, наблюдаемое с глубиной изменение типов сульфидов Py-Po моноклиный — Po гексагональный ферромагнитный — Po гексагональный антиферромагнитный связано с постепенным увеличением динамотермального метаморфизма вмещающих пород.

Локальные флуктуации термодинамических условий (изменение температуры, активности серы, тектонические напряжения и др.) приводят к усложнению основной зональности, выделяемой по пирротинам. Магнитные структуры последних в этом случае неоднородны или не характерны для соответствующего интервала глубин и зависят от длительности воздействия новых условий. Так, в зонах проявления тектонических подвижек или при увеличении температуры (по нашим экспериментальным данным) резко увеличивается доля сильно магнитного моноклиного Po. Эти изменения проходят

в первую очередь в краевых зонах зерен P_0 (см. рисунок, в) и вдоль трещин. При более сильном динамическом воздействии иногда ярко проявляется сильная магнитная анизотропия P_0 . При этом большинство микроблоков в зернах имеют ДС с направлением векторов намагниченности, субпараллельным сланцеватости, что может привести к магнитным макроаномалиям.

Таким образом, использование петромагнитных исследований способствует решению многих задач. Некоторые из них были рассмотрены выше.

1. Расшифровка магнитных аномалий горных пород, обусловленных магнитными сульфидами железа. Такие аномалии раньше связывали в основном с железистоокисными минералами (магнетит, маггемит).

2. Выделение вертикальной зональности по пирротиновым модификациям и их магнитным свойствам сверху вниз: P_0 мон. ферримангнитный — P_0 гекс. ферримангнитный — P_0 гекс. антиферримангнитный.

3. Определение генетической связи и корреляции сульфидной (пирротиновой) минерализации с интенсивностью динамотермальных преобразований вмещающих пород. В этом случае микроструктурные особенности зерен и магнитные свойства P_0 можно использовать как индикаторы условий метаморфизма.

4. Выявление роли воздействия вторичных термодинамических условий, ведущих к нарушению общей зональности и обуславливающих сложное чередование типов P_0 .

Список литературы

1. Бродская С.Ю. Пирротин как геотермометр повторного нагрева породы // Физика Земли. 1980. № 3. С. 48—55.
2. Глухих И.И., Фоминых В.Г. Магнитные свойства и состав титаномагнетитов некоторых месторождений Урала // Методика магнитных измерений и интерпретация в геофизике. Свердловск, 1970. С. 66—76.
3. Кременецкий А.А., Овчинников Л.Н. Геохимия глубинных пород. М: Наука, 1986.