

А.А.Гараева, Т.А.Шерендо, Т.Я.Гуляева, Г.В.Пальгуева

ОСОБЕННОСТИ ФАЗОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ МАГНИТНЫХ МИНЕРАЛОВ ИЗ БАЗАЛЬТОИДОВ УРАЛЬСКОЙ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЫ СГ-4

Уральская сверхглубокая скважина, вскрыла более 5км пород с преобладанием лавового и пирокластического материала базальтового состава. При изучении рудных минералов основное внимание большинства исследователей было обращено на сульфидную составляющую. С нашей точки зрения, уникальные особенности состава и структурно-чувствительных магнитных свойств минералов системы Fe-Ti-O, тесно связанных с историей формирования пород, могут быть весьма информативными для выявления условий кристаллизации и вторичных изменений оксидов железа. По результатам проведенных нами исследований, во многих слоях разреза скважины железистоокисные выделения являются основными компонентами рудной составляющей при незначительном количестве сульфидов железа, как правило, не магнитных.

Исследованные образцы керна СГ-4 представляют: верхний лавовый комплекс (34-430м), слой базальтовых туфов (2398-2500м), слой базальтовых туффицитов (2790-2826м), верхний горизонт лавокластитов андезитов-базальтов колчедановоносной Кабанской свиты (5070-5197м).

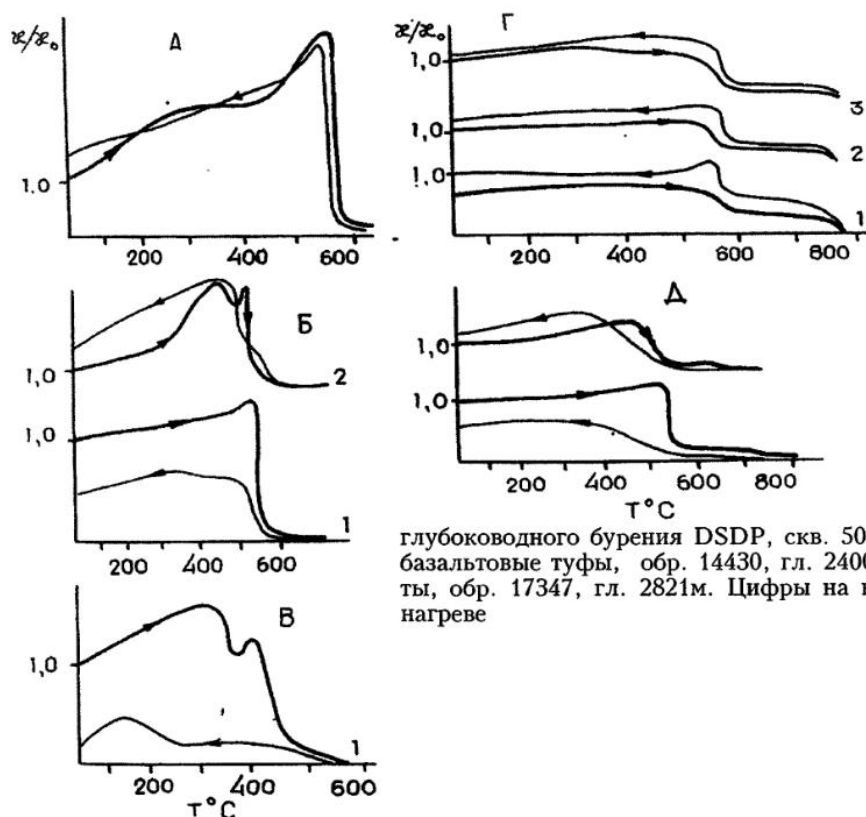
Были проведены микроскопия полировок, рентгенофазовый, микрозондовый, термомагнитный анализы и наблюдения доменной структуры. Главные магнитные минералы в отобранных пробах являются магнетит, титаномagnetит (титаномagnetит), магнетит. Некоторые образцы содержат слабомагнитные минералы: гематит, гемоильменит, гидроокислы железа. Также отмечаются сульфиды: пирит, халькопирит, борнит, гексагональный немагнитный пирротин и др.

В верхнем комплексе подушечных лав можно выделить три наиболее магнитных слоя пород на глубине 47,9-88,2; 126,8-188,7 и 201,7-267,5м. Рентгенофазовый анализ магнитных фракций образцов керна с этих глубин показывает одинаковый состав: магнетит, гематит, магнетит. Для образцов из верхнего слоя, например, обр.136 (гл.79,3м), характерны мелкие дендритовые и футлярные формы магнетитов без структур распада с содержанием титана 1-3 масс.%. Такие вы-

наковый состав: магнетит, гематит, маггемит. Для образцов из верхнего слоя, например, обр.136 (гл.79,3м), характерны мелкие дендритовые и футлярные формы магнетитов без структур распада с содержанием титана 1-3 масс.%. Такие выделения характерны для быстро остывающих в подводных условиях лав. На термомагнитной кривой проявляются две магнитные фазы: термостабильный магнетит с температурой Кюри около 570°C и нестабильный маггемит, вероятнее всего, гидротермального генезиса.

Во втором и третьем слоях базальтовых лав, например, обр.890 (гл.188,7м) и обр.995 (гл.204,2м), кроме дендритовых магнетитов наблюдаются крупные гипидиоморфные (часто идиоморфные) кристаллы магнетита с силикатными включениями и контракционными трещинами. При оптической однородности этих магнетитов содержание титана в разных участках одного зерна 1-6 масс.%. В них, по-видимому, начинается перераспределение титана, предшествующее полному распаду титано-магнетитового твердого раствора. Однако, при термомагнитном анализе выявляется различие между вторым и третьим магнитными слоями. Так, термомагнитная кривая $\chi/\chi_0 = f(T)$ первого цикла обр.890 из второго слоя имеет почти обратимый ход (см.рисунок, А) со смещением температуры Кюри титаномагнетитовой фазы влево по оси температур. Такой тип кривой наблюдается у слабоокисленных титаномагнетитов $Fe_{3-x}Ti_xO_4$ с высоким значением x из океанических базальтов Косториканского рифта, проект DSDP [4].

Термомагнитная кривая обр.995 из третьего слоя демонстрирует необычный ход кривой нагрева второго температурного цикла: она имеет прогиб при температуре 500°C (см.рисунок, Б). Это похоже на аналогичную кривую нагрева первого температурного цикла с прогибом 400°C, полученную нами для некоторых образцов океанических базальтов из подушечных лав Косториканского рифта, проект DSDP (например, скв.504В, обр.ч28-3/133-135 (см.рисунок, В) Т.Фурта [4] объясняет прогиб (впадину) на кривой "инверсионного" типа как точку "инверсии" титаномагнетита, сильно окисленного в результате низкотемператур-



Термомагнитные кривые базальтоидов скв. СГ-4 (А,Б,Г,Д) и океанических базальтов Косториканского рифта (В).

А,Б - подушечные лавы, обр. 890, гл. 188,7м и обр. 995, гл. 204,2м; В - океанические базальты, проект

глубоководного бурения DSDP, скв. 504В, обр. ч28-3/133-135; Г - базальтовые туфы, обр. 14430, гл. 2400м; Д - базальтовые туффы, обр. 17347, гл. 2821м. Цифры на кривых - номер цикла при нагреве

ных гидротермальных изменений. Тот факт, что для базальтов из скв. СГ-4 "инверсия" имеет место на кривой второго цикла в отличие от "инверсии" первого цикла для океанических базальтов, возможно, связано с различными условиями окисления и отражает разную степень измененности первичного титаномагнетита базальтов в результате вторичных (гидротермальных) воздействий. Лавы из третьего базальтового слоя СГ-4 сохраняли свое первоначальное состояние до начала лабораторных исследований. Только после окисления в результате предварительного нагрева на воздухе (первый цикл) титано-магнетит из этих лав проявляют магнитную "инверсию" при вторичном нагреве.

Базальтовые туфы с глубины 2398-2500м относятся к краснообломочной толще, фшзмирование которой проходило в субаэральных условиях [3]. В образцах этих туфов, например, обр. 14430 (гл. 2400м) преобладают однородные мелко- и среднезернистые магнетиты с содержанием титана 5-6 масс.%, а также титаномагнетиты со структурой распада. Измерения на микрозонде ламеллей решетки показали, что это гемоильменитовая фаза с содержанием железа до 55% и титана до 20%. Термомагнитный анализ свидетельствует, что магнитная фаза этого образца достаточна устойчива к многократным тепловым воздействиям до 800°C (см. рисунок, Г). Можно говорить о высокотемпературном окислении титаномагнетитов, причина которого может быть в окислительных свойствах первичного расплава и высокотемпературной быстрой кристаллизации.

В туффитах с глубины 2790-2826м наблюдаются однородные зерна титаномагнетита, в которых содержание титана достигает 7-9 масс.%, а в зернах со структурой распада в ламеллях гемоильменита титана 15-20 масс.% (обр. 17347, гл. 2821м). Повышенное содержание титана отражается на температуре Кюри исходной магнитной фазы: она меньше, чем у стехиометричного магнетита. Кривые этого образца (см. рисунок, Д) типичны для данного интервала глубин и отражают нестабильность к температурным воздействиям (распад на несколько новых фаз) первичного титаномагнетита.

Магнитные фракции туфов (гл. 2398-2500м) и туффитов (гл. 2790-2826м) в исходном состоянии практически однофазны и близки по химическому составу, похожи они и по микроструктурным особенностям. Проявление нестабильности титаномагнетитов из туффитов к воздействию температуры является главным отличием от титаномагнетитов вышележащих туфов. Это можно объяснить разными условиями извержения: субаэральные в первом случае и подводные - во втором [2], т.е. различными условиями кристаллизации минералов. На термомагнитных кривых некоторых образцов туфов и туффитов проявляется дополнительная магнитная фаза с высокой температурой Кюри (около 750-770°C), характерной для чистого железа. Для идентификации этой фазы и выяснения ее природы необходимы дополнительные исследования.

Нами изучены первые образцы из вскрытой на глубине 5070м рудоносной Кабанской свиты (гл. 5083-5197м, образцы 33552, 33970, 34148, 34203). Они содержат единственную магнитную фазу с температурой Кюри 580°C - магнетит, который проявляет себя как очень стабильная фаза к повторным температурным воздействиям. Однако в образце лавакластитов 33678 (гл. 5100,8м), помимо магнетитовой фазы, термомагнитным анализом выявлена еще одна стабильная магнитная фаза с температурой Кюри около 200°C (гексагональный ферримангнитный пирротин?). По характеру проявления на термомагнитной кривой она очень похожа на подобную фазу некоторых рудных магнетитов, связанных с диабазовыми дайками Магнитогорского месторождения [1].

Таким образом, магнитные минералы являются очень чувствительными индикаторами условий кристаллизации, связанных со становлением вмещающих пород, и вторичных изменений. Они также служат источником информации для выявления фациальных условий и уточнения структурных и литологических границ по разрезу скважины.

Список литературы

1. Гараева А.А., Глухих И.И., Шерендо Т.А., и др. Особенности кристаллизации магнетит-пирротиновых парагенезисов в рудах Магнитогорского рудного поля // Минералогия месторождений Урала. Свердловск, 1990. С.3-5.
2. Каретин Ю.С. Структурная позиция и фациально-формационная принадлежность вулканогенных образований Уральской сверхглубокой скважины (СГ-4) // Уральская сверхглубокая скважина. Ярославль, 1992. С.158-165.
3. Шахторина Л.Н. Геологический разрез скважины СГ-4 // Там же. С.49-59.
4. Furuta T. Magnetig properties of basalt samples from holes 504B and 505B on the Costa Rica Rift DSDP legs 69 and 70 // Initial Reports of the Deep Stf Deelling Project, 69; Washington (U.S. Govt. Printing Office). P. 711-770.