

ГЕОЛОГИЯ

УДК 550382.3:549.26:552.4

ДИАГНОСТИКА МАГНИТНЫХ КАРБИДОВ ЖЕЛЕЗА В УГЛЕРОДИСТО-СЛЮДИСТЫХ СЛАНЦАХ ИЗ МУРУНТАУСКОЙ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЫ (Узбекистан)

© 1996 г. И. А. Свяжина, Р. А. Коптева, М. В. Лагутина, И. И. Глухих

Представлено академиком А.А. Маракушевым 24.10.94 г.

Поступило 01.11.94 г.

Мурунтауской сверхглубокой скважиной вскрыты метатерригенно-сланцевые толщи бесапанской и тасказганской свит, ритмичность строения которых подчеркивается распределением углеродистого вещества. Максимальное содержание последнего наблюдается в углеродисто-слюдистых сланцах. Судя по изотопному составу — $\delta^{13}\text{C}$ от 22 до 28.9‰, углеродистое вещество имеет осадочно-диагенетическое происхождение [1]. При изучении керн черносланцевой толщи установлено, что магнетизм пород связан с различными минералами, точки Кюри (T_c) которых находятся в области температур 210–270°C, 320–360°C и 380–600°C. Наличие в сланцах углеродистого вещества позволило высказать предположение о присутствии в них магнитных карбидов железа — когенита Fe_3C и халипита Fe_{20}C_9 , имеющих точки Кюри в интервалах 210–220°C и 240–270°C [2].

Исследования керн включали измерения магнитной восприимчивости k , естественной остаточной намагниченности J_n , остаточной коэрцитивной силы H_{crs} , определение модуля и знака палеомагнитного наклона I и вычисление фактора Кенигсбергера Q . При изучении состава магнитной фракции пород использовались методы термомагнитного анализа остаточной намагниченности насыщения J_{rs} и J_n с контролем поведения векторов в процессе терморазмагничивания, а также метод параметров насыщения — J_{rs} и разрушающего ее поля H_{crs} [3].

Для углеродисто-слюдистых сланцев разреза характерны большие значения фактора Q : естественная остаточная намагниченность в десятки раз (максимум 159) превышает индуктивную $J_i = kH$, т.е. магнетизм пород связан с J_n . Большие значения остаточной коэрцитивной силы H_{cr} (до $14 \cdot 10^3$ А/м) подтверждают высокую стабильность J_n . Палеомагнитные наклоны большинства образцов изменяются в пределах от -45° до $+45^\circ$. Для бесапанской свиты в целом характерна отрицательная, обратная полярность остаточной намагни-

ченности, так как векторы J_n направлены вверх, противоположно современному полю. На этом фоне выделяются три зоны, приуроченные к крупным разломам, в пределах которых векторы J_n направлены вниз — сланцы из разрывных структур прямо намагничены. На границе бесапанской свиты с тасказганской и в самой тасказганской свите наблюдается частая смена знака палеомагнитного наклона.

Выявленные закономерности в направлениях векторов намагниченности пород обеих свит объясняются тем, что J_n углеродисто-слюдистых сланцев является суммой нескольких намагниченностей, каждая из которых связана с определенным магнитным минералом и имеет свое направление.

Магнитные свойства пород черносланцевой толщи вскрытого разреза ранее объяснялись присутствием ферримагнитного пирротина Fe_7S_8 . Однако проведенные исследования показали, что последний является основным носителем намагниченности пород бесапанской свиты, исключая сланцы из зоны тектонических нарушений. Действительно, при термомагнитном анализе J_{rs} и J_n сланцев этой свиты зафиксирована область температур 320–360°C, где происходило частичное или полное разрушение намагниченности, обусловленной моноклинным пирротинном. Поведение параметров насыщения J_{rs} , H_{crs} типично для ферримагнитного пирротина: изменения начинались после 300°C и по достижении 600°C они возрастали в 1.5–2 раза, что связано с частичным окислением пирротина до магнетита [4]. Компонента J_n , обусловленная моноклинным пирротинном, стабильна и имеет направление, обратное современному геомагнитному полю.

Магнетизм углеродисто-слюдистых сланцев из главных зон тектонических нарушений бесапанской свиты и из тасказганской свиты связан в основном с минералами, имеющими точки Кюри в области 210–270°C и 380–600°C. При терморазмагничивании J_{rs} , J_n пород в интервалах 200–220°C и 240–270°C происходило частичное разрушение намагниченности, а в некоторых случаях полное,

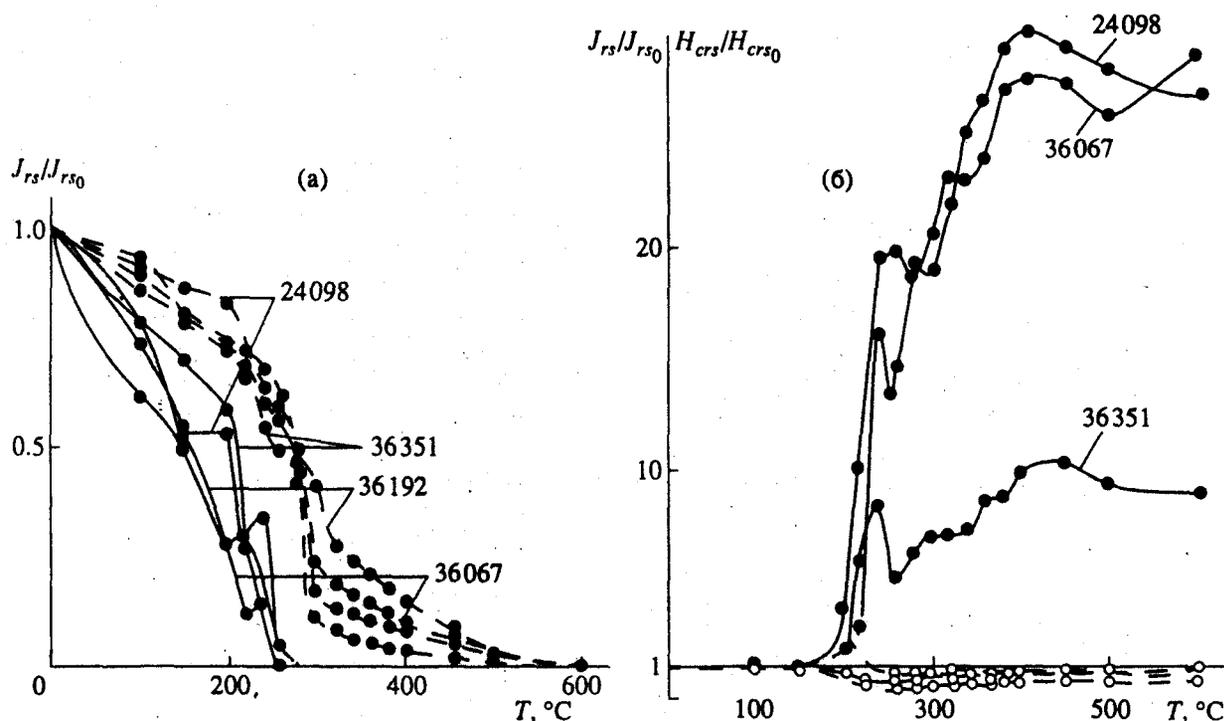


Рис. 1. Температурные кривые. а – термомагнитный анализ J_{rs} : сплошная линия – первый нагрев; штриховая – второй нагрев; б – параметры насыщения J_{rs} , H_{crs} : сплошная линия – J_{rs} , штриховая – H_{crs} .

как показано на рис. 1а на примере обр. 24098, 36067, 36192, 36351. После нагрева последних до 600°C на кривых повторного терморазмагничивания только в одном случае сохранился перегиб при 200°C и на всех отсутствовал второй, что характерно для карбидов железа: халипит при 360°C полностью переходит в когенит, который, в свою очередь, после 450°C начинает разлагаться на магнетит и графит. Поэтому на кривых вторичного терморазмагничивания появился "хвост", свидетельствующий о новообразовании магнетита.

Выводы о возможном присутствии карбидов железа, сделанные по результатам термомагнитных исследований, находят подтверждение в данных геохимического изучения углеродистого вещества. Имеется ряд признаков, указывающих на его вовлечение во взаимодействие с горячими флюидами [5]. Наиболее активное воздействие наблюдается в зонах кливажа бесапанской свиты с опережающими разломами, где резко повышается содержание углеродистого вещества – C_{cp} 5.28% по сравнению с C_{cp} 0.61% по скважине, вследствие его перераспределения в процессе интенсивного смятия пород. Вещество из зон тектонических нарушений отличается сниженным на $15\text{--}20^\circ T_{max}$ экзoeffекта и заметной изотопной облегченностью углерода (на 1.5–2.5%). Таким образом, имеются основания предполагать, что в результате гидротермально-метасоматической деятельности в восстановительных условиях, на что указывает

широкое развитие сульфидной минерализации, в углеродисто-сланцевых сланцах мог образоваться карбидный углерод. Когенит и халипит в породах разреза характеризуются стабильной остаточной намагниченностью, векторы которой направлены вниз, т.е. имеют прямую полярность.

Вторым следствием нагрева до 600°C образцов, содержащих карбиды железа, стало появление наряду с магнетитом магнитного пирротина, на долю которого пришлось от 70 до 90% J_{rs0} – такая часть намагниченности разрушилась в интервале $280\text{--}320^\circ\text{C}$. Последний образовался в результате фазового превращения немагнитной разности пирротина в магнитную, на что указывает поведение параметров насыщения J_{rs} и H_{crs} в ходе нагревов (рис. 1б). Изменения магнитных свойств начинались после 100°C , при этом J_{rs} резко возрастала и в области 250°C наблюдался пик (λ -пик). Одновременно происходило уменьшение H_{crs} . Перечисленные факты свидетельствуют о присутствии в сланцах вместе с когенитом и халипитом антиферромагнитного пирротина λ -типа, который в результате γ -превращения при нагреве переходит в ферромагнитный пирротин. Аналогичные переходы наблюдались во всех изученных образцах, содержавших магнитные карбиды железа, т.е. когенит и халипит в углеродисто-сланцевых сланцах находятся в ассоциации с пирротинном λ -типа.

Помимо гексагонального пирротина, карбидов железа в черных сланцах сопутствуют магнитные минералы с точками Кюри в области 380–600°C. Присутствие последних установлено при терморазмагничивании естественной остаточной намагниченности. После разрушения компонент J_n , связанных с карбидами железа и моноклинным пирротинном, намагниченность вновь значительно возрастала и далее, до 600°C, неоднократно меняла величину и направление. Однако терморазмагничивание остаточной намагниченности насыщения тех же образцов происходило при температурах от 260 до 360°C и лишь в единичных случаях в интервале 380–600°C выявлялись небольшие по величине, менее 10% $J_{r_{50}}$, компоненты противоположного направления. Несоответствие результатов термомагнитного анализа двух видов остаточной намагниченности показывает, что имеющий $T_C \approx 580^\circ\text{C}$ магнетит, самый сильный из природных ферромагнетиков, не участвует в намагниченности углеродисто-сланцевых сланцев. Вместе с тем известны магнитные фазы сульфидов железа с точками Кюри от 380 до 580°C, которые образуются при определенных условиях из парамагнитных разностей, в частности пирита [6]. Наличие пирротина с $T_C = 580^\circ\text{C}$ (суперпирротина) служит причиной самообращения намагниченности, и, очевидно, описанное выше аномальное поведение J_r при терморазмагничивании со сменой знака компонент обязано этому эффекту. Надо полагать, что отмеченные обстоятельства позволяют связать намагничен-

ность, разрушающуюся в интервале 380–600°C с пирротинами, имеющими высокую температуру Кюри, и объяснить происхождение прямой и обратной полярности ее явлением самообращения.

Таким образом, карбиды железа в углеродисто-сланцевых сланцах ассоциируют с гексагональным лямбда-пирротинном и пирротинами, имеющими точки Кюри в диапазоне 380–600°C. Появление когенина, халипита, лямбда-пирротина суперпирротина связано, по всей вероятности с наложенными гидротермальными процессами в зонах разрывных нарушений имеются признаки гидротермально-метасоматической деятельности. Наличие лямбда-пика у пирротина свидетельствует о том, что отложение карбидов из названных сульфидов железа происходило на последнем этапе формирования черносланцевой толщи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаякубов Т.Ш., Цой Р.В., Голованов И.М. и др. Сов. геология. 1991. № 10. С. 10–22.
2. Штейнберг Д.С., Лагутина М.В. Углерод в ультрабазитах и базитах. М.: Наука, 1984. 109с.
3. Петрова Г.Н. В сб.: Геомагнитные исследования. М.: Наука, 1977. № 19. С. 37–44.
4. Бродская С.Ю., Ветошкин И.Д., Жерденко О.Н. Изв. АН СССР. Физика Земли. 1973. № 3. С. 112–120.
5. Виленкин В.А., Заири Н.М. В кн.: Третье Всесоюзное совещание по геохимии углерода. Тез. докл. М., 1991. С. 281–282.
6. Попонникова В.А., Звезгинцев А.Г., Бретштейн Ю.С. Геомагнетизм и аэрономия. 1972. № 3. С. 284–285.