

1,8 мм/год. В пределах равнинной Башкирии активно протекают геодинамические процессы наведенного характера вследствие активного воздействия человека на земную поверхность. К.М. Мирзоев своими исследованиями на территории Татарстана доказал, что в верхних пластах земли накапливаются силы, которые принято называть коровыми. Они вызывают «локальные поверхностные» землетрясения, которые фиксируют только местные сейсмические станции. Мощность таких землетрясений может достигать 6–7 баллов. Территория Башкирии не является исключением и подвержена действию этих сил.

Для предупреждения аварийных ситуаций необходимо создавать геодинамические полигоны, где проводить геодезические, гравиметрические измерения, установить сейсмические станции. Возобновить работу геодезических организаций по созданию утраченных и развитию новых геодезических сетей. В более активных тектонических зонах провести геофизическую разведку и составить тектоническую карту с локальными структурами и разломами масштаба 1:200 000.

Литература:

1. **Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г. и др.** Карст Башкортостана. Уфа, 2002. 383 с.
2. **Никонов А.Л.** Современные движения земной коры. М.: Наука, 1979. 183 с.
3. **Рождественский А.П., Журенко Ю.Е.** К оценке современных тектонических движений Волго-Уральской области // Материалы по геоморфологии и новейшей тектонике Урала и Поволжья. Уфа, 1962. С. 44–52.
4. **Рождественский А.П.** Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Урала. М.: Наука, 1971. 285 с.
5. Объяснительная записка к геологической карте СССР. Лист N-40-XX. Серия Южно-Уральская / И.М. Синицин, Г.И. Синицина. 1:200 000. М., 1969. 104 с.

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТИТАНОМАГНЕТИТОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ

К.Н. Данукалов

Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа, e-mail danukalov@mail.ru

Титаномагнетит, т.е. твердый раствор магнетита и ульвошпинели, является одним из наиболее распространенных природных ферромагнетиков и основным магнитным минералом изверженных горных пород. Титаномагнетиты возникают практически во всех изверженных породах на разных стадиях магматического процесса. Большая часть составов титаномагнетитов метастабильна в условиях поверхности Земли, их время сохранности в горных породах не превышает 5–6 млн. лет, поэтому изучение их фазовых превращений дает возможность построения шкалы для определения возраста пород в указанном промежутке времени [1]. Наличие характерных ассоциаций минералов — продуктов фазовых изменений — позволяет оценивать состав первичного титаномагнетита в древних горных породах, открывая широкие перспективы при исследовании древнего вулканизма, эволюции магматических очагов, условий образования и существования изверженных пород. В то же время во многих случаях титаномагнетиты частично или полностью сохраняются в горных породах, возраст которых значительно превышает 6 млн. лет. Это позволяет использовать их при решении многих задач палеомагнетизма и магнетизма горных пород.

В монографиях [1, 2] описаны эксперименты по синтезу титаномагнетитов при высоких температурах, давлениях и различных окислительно-восстановительных условиях. Детально исследованы температурные преобразования титаномагнетитов [1–4] и установлено, что основные изменения в них могут происходить в результате следующих процессов: распада твердого раствора, многофазного окисления; однофазного окисления, приводящего к образованию катион-дефицитных титаномагнетитов. Вопрос же влияния давления на титаномагнетиты при комнатной температуре изучен недостаточно. Цель настоящей работы — выявить изменения магнитных структурно-чувствительных характеристик различных титаномагнетитов при высоких давлениях, а также установить, как эти давления влияют на дальнейшие превращения минерала.

В качестве объектов исследования выбраны сильноизмененные крупнокристаллические низкотитанистые ($T_c = 520\text{--}540^\circ\text{C}$) уральские титаномагнетиты из кварцевой жилы, отобранные в районе Тирляна и 2 типа свежих океанических базальтов, извлеченных из скважин во время рейсов 65 и 69 судна «Гломар Челленджер» в районе Коста-Риканского рифта [5, 6]. Базальты содержат неизмененные высокотитанистые титаномагнетиты с низкими температурами Кюри ($T_c = 160\text{--}240^\circ\text{C}$). Ряд контрольных менее детальных опытов был проведен с другими уральскими титаномагнетитами и современными камчатскими лавами. Всего было изучено 15 различных штуфов по 1–5 образцов (в зависимости от детальности опыта) из каждого штуфа.

Высокие квазигидростатические давления до 20 Кбар создавались в двухслойной твердофазной камере типа «цилиндр – поршень» с внутренним диаметром 12 мм в присутствии лабораторного магнитного поля. Образцы выдерживались под давлением в течение 30 мин. Средой, передающей давление, являлся цемент «Силидонт». Тарировка камеры производилась по фазовому переходу в соли RbCl. Магнитные измерения были выполнены на стандартной и оригинальной магнитометрической аппаратуре: рок-генераторах ИОН-1 и JR-4, каппа-мостике KLY-2 и термомагнитометре Irs конструкции К.С. Буракова чувствительностью $1 \cdot 10^{-5}$ Гс·см³.

В результате экспериментов выявлено необратимое увеличение величины разрушающего поля насыщения H_{sg} и остаточной намагниченности насыщения Irs с повышением давления, наиболее интенсивное до значений сжимающей нагрузки в 2–8 Кбар (для разных образцов). Различия могут наблюдаться в абсолютных величинах магнитных параметров и степени их возрастания, но тенденция к асимптотическому росту одинакова для всех образцов. Такое поведение магнитных параметров обусловлено ростом магнитной жесткости минерала, вызванным увеличением дефектности структуры (появилась микроблочность, произошла собирательная перекристаллизация гематитовых примесей), возможен также частичный распад твердого раствора [7] при высоких механических нагрузках. Магнитная восприимчивость K почти всех образцов, кроме сложных в магнитном отношении случаев, при нагружении ведет себя следующим образом: сначала K незначительно возрастает (до 3–10% для разных образцов), этот рост продолжается до значений давления 0,5–1,5 Кбар, затем магнитная восприимчивость существенно уменьшается, причем иногда K при 20 Кбар в 2,5 раза меньше исходной. Графики зависимости магнитной восприимчивости от давления сильно различаются абсолютными величинами K , степенью ее изменения и в ряде случаев формой кривых $K(P)$.

В таблице для примера выбраны только крайние случаи, т.е. сильно измененный низкотитанистый титаномагнетит (обр. № 8) и 2 неизмененных высокотитанистых образца из свежих океанических базальтов (№№ 12-3 и 20-1). Ранее проведенные [7] магнитометрические и микроскопические исследования образца № 8 показали, что он состоит из очень низкотитанистого титаномагнетита (почти магнетита) с сильной структурой распада магнетит – ильменит и вкраплениями гематита. Данные по микрозондированию на микроанализаторе MS-46 позволяют утверждать, что пластинчатые выделения ильменита (под рудным микроскопом) из структуры распада гематит – ильменит представляют собой на самом деле гемоильменит, т.е. в образце присутствуют 3 магнитных минерала с разными знаками константы магнитострикции. Такой сложный состав обр. № 8 и приводит к нетипичным для титаномагнетита явлениям: рост K после воздействия давления, слишком большая исходная величина

Нсг, слишком большое ее возрастание (почти в 3,5 раза) при нагружении. Однако в целом таблица иллюстрирует сильное необратимое увеличение Нсг и Irs, а также уменьшение К высокотитанистых титаномагнетитов с возрастанием давления, на фоне более слабых изменений магнитных характеристик в низкотитанистых измененных титаномагнетитах (учитываются данные по другим уральским образцам).

Таблица

Сравнение магнитных свойств титаномагнетитов, испытанных воздействию давления 20 Кбар в течение 30 мин. с магнитными свойствами исходных образцов

Образец	Irs, Гс·см ³ /г		Нсг, Э		К, усл. ед.	
	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта
№ 8, монокристалл из кварц. жилы, хр. Урал-Тау, р-н Тирляна	0,075	0,078	660	2140	128	166
№ 12-3, массивный афировый базальт, рейс 65 судна «Гломар Челленджер», скв. 482 В	0,108	0,206	60	236	2134	895
№ 20-1, порфириновый пиллоу-базальт, рейс 65 судна «Гломар Челленджер», скв. 483	0,165	0,264	90	306	934	503

На кривых термомагнитного анализа Irs всех образцов, приведенных в таблице, видно сильное отличие формы кривых Irs(T) 1-го и 2-го нагрева у образцов, выдержанных под давлением, практически не наблюдавшееся у исходных образцов. Но если у титаномагнетита № 8 изменение формы кривой Irs(T) свидетельствует об изменении структуры (разрушение под негидростатическим давлением, рост плотности дислокаций), температура же Кюри остается неизменной, то в случае свежих океанических базальтов устанавливается существенное увеличение температуры Кюри (до 525°C у обр. № 12-3 и до 400°C у обр. № 20-1) после 1-го нагрева у образцов, подвергшихся воздействию высокого давления. У ненагружавшихся образцов такое возрастание Тс значительно слабее (до 450°C у обр. № 12-3 и до 350°C у обр. № 20-1). Кроме того, у этих образцов еще и относительная доля фазы с высокой температурой Кюри гораздо меньше, чем у выдержанных под давлением. Изменение температуры Кюри указывает на фазовые превращения, скорее всего высокотемпературное окисление, в титаномагнетитах.

В заключение следует отметить, что высокое давление вызывает необратимые изменения магнитных структурно-чувствительных параметров изученных титаномагнетитов, что свидетельствует о структурных изменениях в них. Это облегчает дальнейшие фазовые превращения минерала, причем чем меньше изменен исходный титаномагнетит, тем сильнее возрастает магнитная жесткость при воздействии высокого давления и тем легче вызываются последующие фазовые превращения в нем.

Литература:

1. Печерский Д.М., Багин В.И., Бродская С.Ю., Шаронова З.В. Магнетизм и условия образования изверженных пород. М.: Наука, 1975. 288 с.
2. Яновский Б.М. Земной магнетизм. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. 592 с.
3. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология. Л.: Недра, 1982. 312 с.
4. Ozima M., Sakamoto N. Magnetic properties of synthetic cation deficient titanomagnetites // J. Geophys. Res. 1971. V. 76, № 29. P. 7035–7046.

5. **Pechersky D.M., Tikhonov L.V., Zolotarev B.P.** Rock magnetism and paleomagnetism of basalts drilled during Deep Sea Drilling Project Leg 65 // Initial Reports of the DSDP. Washington: US Government Printing Office. 1983. V. 65. P. 717–726.

6. **Pechersky D.M., Tikhonov L.V., Pertsev N.M.** Magnetic properties of basalts, Deep Sea Drilling Project Leg 69 and 70 // Initial Reports of the DSDP. Washington: US Government Printing Office. 1983. V. 69. P. 705–710.

7. **Данукалов К.Н., Пшеничный Г.Н.** Влияние квазивсесторонних давлений на магнитные характеристики минералов // Тез. докл. 2 Всесоюз. съезда «Постоянное магнитное поле, магнетизм горных пород и палеомагнетизм». Тбилиси: Изд-во ТбилГУ, 1981. Ч. 1. С. 99.

К НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКЕ УФИМСКОГО ПЛАТО

Ш.А. Мустафин

Институт геологии УНЦ РАН, Уфа

Выбор района исследования связан с вопросом о мере унаследованности и характере движений структур Новейшего Урала, поскольку он располагается в области влияния Уфимского выступа Восточно-Европейской платформы (ВЕП), с наличием которого многие исследователи связывают особенности строения обдуцированных комплексов грандиозного позднепалеозойского Урала. Однако влияние выступа на его современную геодинамику не столь неоднозначно. Поэтому у многих исследователей [5, 4 и мн. др.] этот район Среднего Урала относительно своего новейшего этапа развития получил название «Среднеуральская аномальная зона». Здесь заметно снижены гипсометрические отметки его рельефа, что многими исследователями напрямую объясняется малыми градиентами амплитуд новейших тектонических движений. Данные повторного высокоточного нивелирования на взгляд некоторых авторов [8 и др.] показывают, что и современные поднятия этой территории характеризуются самыми незначительными скоростями, а то и опусканиями по сравнению с сопредельными областями Урала. В тоже время к этой области приурочены границы зон наибольшей сейсмичности из исследованных районов Урала, которые, казалось бы, наоборот характеризуют ее высокую современную мобильность. Эти зоны также совпадают с границами Уфимского выступа ВЕП. Наконец, напротив Среднего Урала располагается одна из самых активных новейших структур краевой части ВЕП — Уфимское плато (УП). Считается [16 и др.], что она испытывала неоднократные периоды воздыманий и в более ранние периоды своей геологической истории и неоднократно проявлялась в рельефе на протяжении длительного времени. Так, по Б.И. Чувашову [17], эта шовная зона прогиба и платформы выступала как яркая орографическая единица в московском, ассельском, сакмарском веках и в позднем кунгуре. По-видимому, что это не случайно. Поэтому рассмотрение особенностей этой структуры ВЕП, является, на наш взгляд, исключительно важным для понимания самой природы активности Новейшего Урала и соответственно связано с выбором наиболее непротиворечивой версии его формирования, как новейшего орогена.

Уфимское плато (УП) — одна из наиболее выраженных в рельефе новейших структур краевой части ВЕП, известная еще со времен В.И. Меллера (собственно и давшего структуре это название), А.П. Карпинского, Ф.Н. Чернышева, и которая, предположительно, входит в зону динамического влияния Уфимского выступа. Традиционно считается, что УП как составная часть Пермско-Башкирского свода; представляет собой положительную меридиональную новейшую тектоническую структуру сводового типа, которая определяется особенностями строения на дневной поверхности артинских и кунгурских отложений [12, 10, 11 и мн.