



ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ И МАГНЕТИЗМ ГОРНЫХ ПОРОД

**Материалы XXV юбилейной
Всероссийской школы-семинара
по проблемам палеомагнетизма
и магнетизма горных пород
(с международным участием)**

Институт физики Земли РАН | Геофизическая обсерватория «Борок»

25-29 сентября 2019 года

Научный совет по геомагнетизму РАН
Институт физики Земли РАН

**Палеомагнетизм
и магнетизм
горных пород**

**Материалы XXV юбилейной
Всероссийской школы-семинара
по проблемам палеомагнетизма
и магнетизма горных пород
(с международным участием)**

Москва – Борок
25–29 сентября 2019 г.

УДК 552:550.38(063)

ББК 26.304.04я431

П 14

Палеомагнетизм и магнетизм горных пород. Материалы XXV юбилейной Всероссийской школы-семинара по проблемам палеомагнетизма и магнетизма горных пород (с международным участием), Москва-Борок, 25 – 29 сентября 2019 г. / РАН, Институт физики Земли, Геофизическая обсерватория «Борок» ; отв. ред. В. П. Щербаков. – Москва ; Ярославль : Филигрань, 2019. – 285 с.

Ответственный редактор:

д. ф.-м. н., профессор В.П. Щербаков

Финансовая поддержка: Российский фонд
фундаментальных исследований,
грант 19-05-20048.



УДК 552:550.38(063)

ББК 26.304.04Я431

ISBN 978-5-6043198-9-5

© ФГБУН ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН, 2019

Палеомагнетизм коньякских-сантонских отложений ЮЗ Крыма

Гужиков А. Ю., Федулеев Д. В.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н. Г. Чернышевского, Саратов, e-mail: aguzhikov@yandex.ru, feduleev021099@mail.ru

В 2018 г. палеомагнитному исследованию был подвергнут разрез коньяка–сантона Аксу-Дере, расположенный в 2 км к северу от с. Кудрино Бахчисарайского района республики Крым. Возраст пород надежно обоснован микро- и макропалеонтологическими данными. Между коньякским и сантонским ярусами установлен крупный перерыв, соответствующий среднему и верхнему коньяку [1]. В толще известняков и мергелей, мощностью ~ 15 метров, были взяты ориентированные образцы с 40 уровней (рис. 1), в общей сложности палеомагнитному изучению подверглось более 100 образцов. В 2019 г. в этом же обнажении дополнительно были взяты ориентированные образцы еще с 29 уровней, изучение которых продолжается в настоящее время.

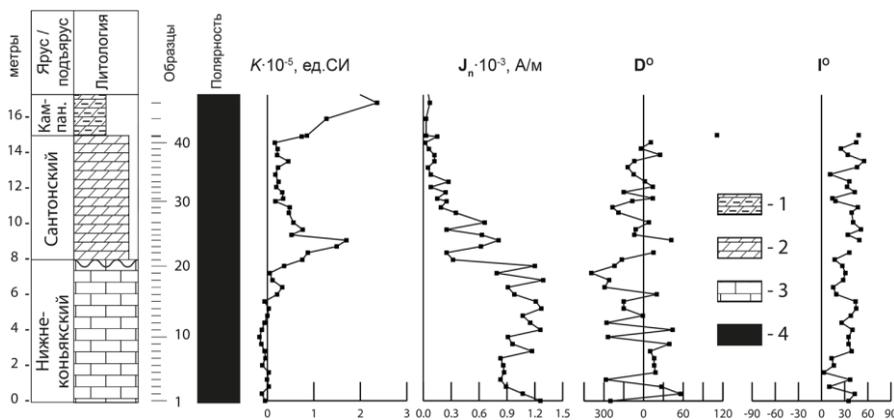


Рис. 1. Магнитостратиграфический разрез коньяка–сантона Аксу-Дере. 1 – сильнотлиннистые мергели, 2 – мергели, 3 – известняки, 4 – нормальная геомагнитная полярность.

Сантон характеризуется чрезвычайно малой магнитной восприимчивостью (K) ($0.16\text{--}1.70 \times 10^{-5}$ ед. СИ), коньяк представлен преимущественно диамагнитными породами ($K = (-0.36)\text{--}(-0.17) \times 10^{-5}$ ед. СИ). Однако естественная остаточная намагниченность (J_n) довольно высока (в коньяке – $0.83\text{--}1.27 \times 10^{-3}$ А/м, в сантоне – $0.02\text{--}0.81 \times 10^{-3}$ А/м) (рис. 1), а исследуемые образцы оказались стабильными в палеомагнитном отношении, обнаружив в результате магнитных чисток, как переменным полем, так и температурой, однокомпонентный состав (рис. 2).

Данные термомагнитного анализа не информативны, кривые магнитного насыщения повсеместно фиксируют магнитомягкую фазу (насыщение приобретается в полях ~ 50 мТл) (рис. 3а), а данные коэрцитометрии указывают на псевдооднодоменное (PSD) состояние ферромагнитных частиц или на смесь в образце SD, PSD и MD-зерен [4] (рис. 3б). Подобные магнитные свойства (в частности, коэрцитометрические характеристики), в сочетании с высокой палеомагнитной стабильностью, типичны для однодоменного магнетита биогенного генезиса [3 и др.]. Характерный размер частиц биогенного магнетита – 0.01 мкм, а максимальный – не превышает 0.1 мкм. Микронзондовый анализ обнаружил в исследуемых образцах частицы железа и магнетитовые сферулы, размерами несколько мкм, предположительно, метеорную пыль. Но, наряду с ними, на грани возможностей микроанализатора, были обнаружены и частицы магнетита, размерностью ~ 0.1 мкм и менее. Как показывает опыт [2, 5, 6 и др.], в слабомагнитных верхнемеловых отложениях, где не обнаружены иные носители намагниченности, кроме космической пыли, палеомагнитное качество пород, гораздо, хуже, а все магнитные частицы находятся в многодоменном состоянии. Таким образом, имеющаяся совокупность магнито-минералогических данных не противоречит гипотезе о биогенном магнетите, как главном носителе намагниченности, хотя не исключает пока и других версий о природе супертонкодисперсных частиц Fe_3O_4 , например, их космогенного или хемогенного (за счет миграции углеводородов в породах) происхождения.

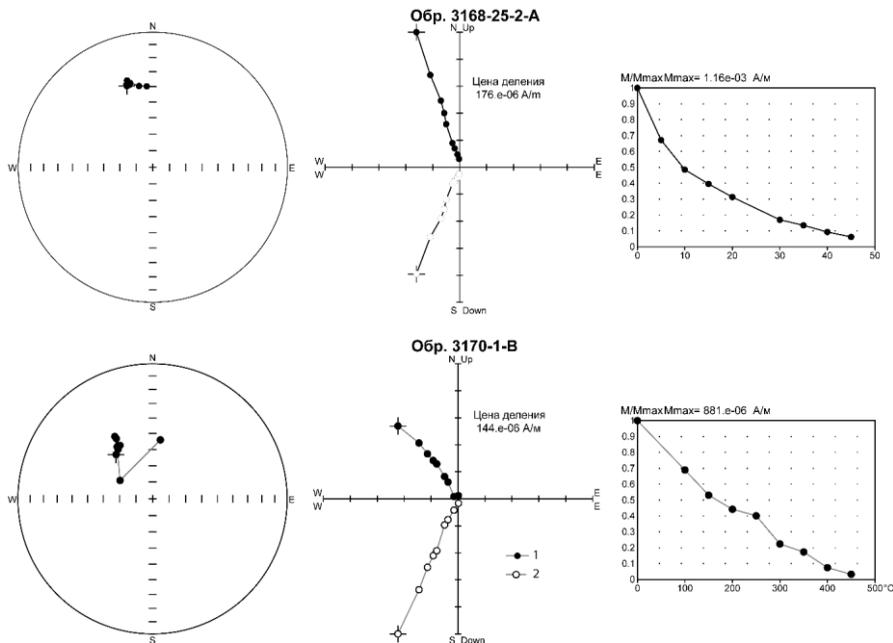


Рис. 2. Типичные результат компонентного анализа.

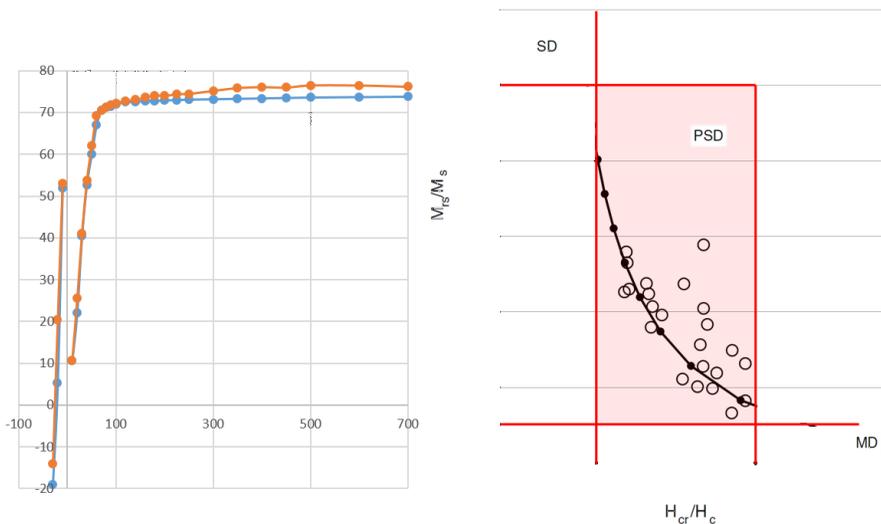


Рис. 3. Результаты магнитного насыщения (а) и диаграмма Дея (б). PD, PSD и MD – области одно-, псевдо- и многодоменных частиц, соответственно.

Палеомагнитные направления соответствуют нормальной полярности поля, но имеют очень большой разброс (рис. 1, 4а, б). Кучности векторов в коньякских образцах (рис. 4а) существенно меньше, чем в сантонских (рис. 4б), но средние направления для коньяка и сантона статистически совпадают.

Пограничному интервалу коньяка–сантона в соседнем обнажении Аксу-Дере-2 (~ в 1 км к востоку от разреза Аксу-Дере), мощностью ~ 2 м, также свойственен относительно большой межпластовый разброс и вытянутая форма распределения палеомагнитных направлений (рис. 4в). Палеомагнитное изучение в 2019 г. более древнего туронского интервала, мощностью ~ 19 м, в разрезе Кизил-Чигир (~ в 8.5 км к ССЗ от Аксу-Дере), в котором коньякский ярус уничтожен размывом, напротив, обнаружило высокую межпластовую кучность (110) у образцов, взятых с 19 разных уровней (рис. 4г). При этом туронские отложения по магнитным свойствам и уровню палеомагнитной стабильности не отличаются от коньякских и сантонских пород.

Аномальный разброс палеомагнитных векторов пока не находит удовлетворительного объяснения в рамках причин, не имеющих отношения к древнему геомагнитному полю (таких как, частичное перемагничивание, наличие синскладчатых деформаций и др.). Поэтому на данном этапе исследований, наряду с альтернативными версиями, нами рассматривается гипотеза о существовании в коньякском и сантонском веках неизвестных ранее высокоамплитудных вариаций поля (рис. 5а, б). Наблюдаемая тенденция коньякских палеомагнитных полюсов к обособлению в две группы – в южных и ЗСЗ румбах полярной стереопроекции (рис. 5а) наводит на мысль, что носители намагниченности обогащали осадок преимущественно при определенных положениях магнитного полюса. Такую ситуацию можно представить, допу-

стив, что поступление аллотигенных ферромагнетиков (космической пыли) или образование аутигенных (биогенного магнетита) контролировалось циклами Миланковича. В свою очередь, связь вековых вариаций геомагнитного поля с астрономическими периодами известной длительности неоднократно отмечалась рядом исследователей [7, 8, 9 и др.]. Однако подобные предположения преждевременны до окончательного выяснения вопроса о природе обнаруженного разброса палеомагнитных направлений. Вероятно, без аналогичных данных по разновозрастным отложениям других структурно-фациальных зон и регионов, аномальный характер коньякского–сантонского геомагнитного поля нельзя будет считать доказанным.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-05-00784-а).

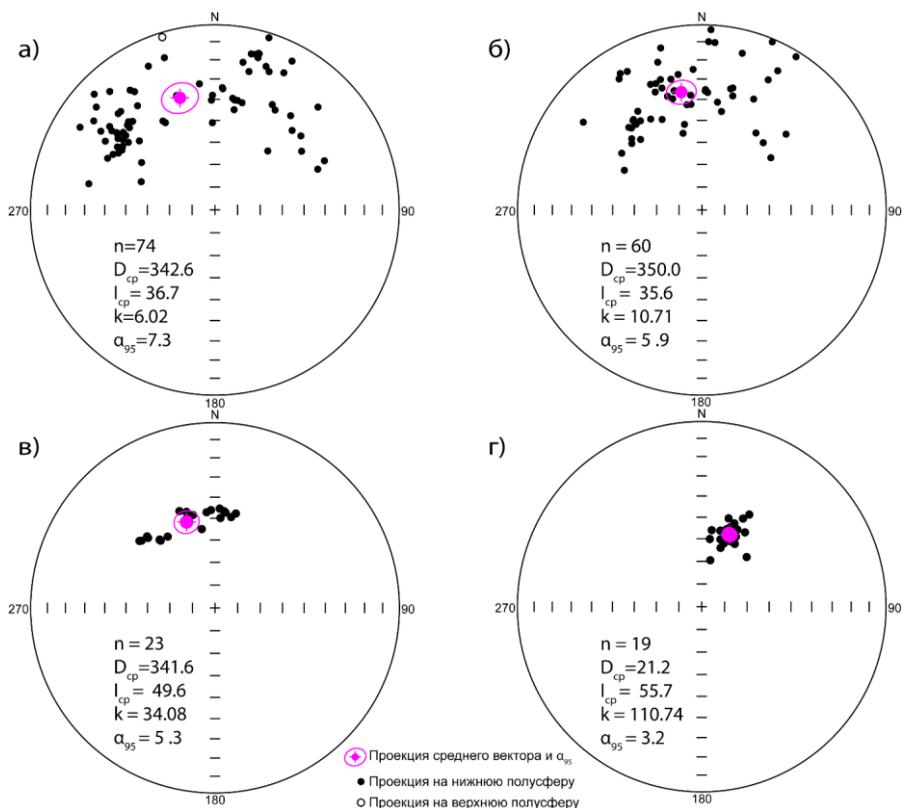


Рис. 4. Стереографические распределения характеристических компонент J_n в коньяке (а) и сантоне (б) разреза Аксу-Дере, пограничном интервале коньяка–сантона разреза Аксу-Дере-2 (в) и туроне разреза Кизил-Чигир (г) в стратиграфической системе координат (n – число образцов, D_{cp} , I_{cp} – среднее палеомагнитное склонение и наклонение, соответственно, k – кучность, α_{95} – радиус круга доверия вектора).

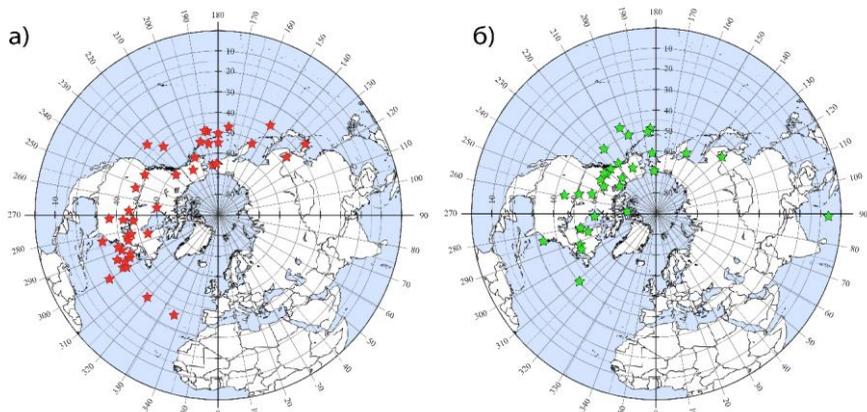


Рис. 5. Положения палеомагнитных полюсов, пересчитанных с направлений характеристических компонент в коньякских (а) и сантонских (б) отложениях разреза Аксудере.

Литература

1. Алексеев А.С. Меловая система. Верхний отдел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. Ред. О.А. Мазарович, В.С. Милеев. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 123–157.
2. Гужиков А. Ю., Барабошкин Е. Ю., Беньямовский В. Н., Вишневская В. С., Копаевич Л. Ф., Первухов Е. М., Гужикова А. А. Новые био- и магнитостратиграфические данные по кампанским–маастрихтским отложениям классического разреза Нижняя Банновка (юг Саратовского Правобережья) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Том 25, № 1. 2017. С. 24–61.
3. Channell J.E.T., Ohneiser C., Yamamoto Y., Kesler M.S. Oligocene-Miocene magnetic stratigraphy carried by biogenic magnetite at sites U1334 and U1335 (equatorial Pacific Ocean) // *Geochem. Geophys. Geosyst.* V. 14. No. 2. 2013. P. 265–282.
4. Dunlop D., Theory and application of the Day plot (Mrs/Ms versus Hcr/Hc) 1. Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *J. Geophys. Res.*, V. 107. No. B3, 2056, 10.1029/2001JB000487.
5. Guzhikov A.Y., Guzhikova A.A., Manikin A.G., Grishchenko V.A. Magnetostratigraphy of the Maastrichtian from Volga Right Bank Area Near Saratov (Lower Volga Region) // In: Yanovskaya T., Kosterov A., Bobrov N., Divin A., Saraev A., Zolotova N. (eds) *Problems of Geocosmos–2018. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences.* Springer, Cham. 2020. P. 83–105. (First Online: 14 July 2019)
6. Guzhikova A.A., Guzhikov A.Y., Pervushov E.M., Ryabov I.P., Surinskiy A.M. Existence of the Reversal Polarity Zones in Turonian-Coniacian from the Lower Volga (Russia): New Data // In: Nurgaliev D., Shcherbakov V., Kosterov A., Spassov S. (eds) *Recent Advances in Rock Magnetism, Environmental Magnetism and Paleomagnetism.* Springer Geophysics. Springer, Cham. 2019. P. 353–369.
7. Iorio M., Tarling D., D'Argenio, G. Nardy, A.E. Hailwood A.E. Milankovitch cyclicity of magnetic directions in Cretaceous shallow-water carbonate rocks, Southern Italy // *Boll. Geof. Teor. Appl.*, V. 37. 1995. P. 109–118.
8. Tarling D.H., Iorio M., D'Argenio B. Geomagnetic long-term secular variations in Italian Lower Cretaceous shallow-water carbonates // *Geophys. J. Int.* V. 137. 1999. P. 713–722.

9. Thouveny, N., J. Carcaillet, E. Marena, G. Leduc, and D. Nérini, Geomagnetic moment variation and paleomagnetic excursions since 400 kyr BP: a stacked record from sedimentary sequences of the Portuguese margin // *Earth Planet. Sci. Lett.*, V. 219. 2004. P. 377–396.

Новые палеомагнитные данные по осадочным породам инзерской и зильмердакской свит на Южном Урале

Данукалов К. Н., Сальманова Р. Ю., Голованова И. В., Парфирьев Н. П.

Институт геологии УФИЦ РАН, Уфа, e-mail: danukalov@mail.ru

Палеомагнитное изучение песчаников и алевролитов инзерской и зильмердакской свит верхнего рифея представляет как самостоятельный интерес, так и может быть полезным в качестве исследования «ближайшего окружения» катавской свиты, которая из-за особенностей запечатленного в ней палеомагнитного сигнала (в случае доказательства его первичности) может быть использована как важный геофизический временной репер в неопротерозойской истории Земли. Доказательство первичности магнитостратиграфической записи, обнаруженной в катавской свите, также имеет большое значение для получения представления о характере поведения геомагнитного поля в позднем докембрии, что очень важно для понимания эволюции внутренних оболочек Земли и всей планеты в целом (Павлов, Галле, 2009).

Характеристическая компонента намагниченности известняков катавской свиты наблюдается в различных разрезах, расположенных на расстоянии до сотен километров друг от друга (Шипунов, 1991). Следовательно, если эта компонента возникла в результате позднепалеозойского перемагничивания, то процесс, к нему приведший, должен был иметь региональный характер. Таким образом, если палеомагнитные направления выше- и нижележащих свит будут значимо отличаться от направления ВТК намагниченности катавской свиты, то это будет являться серьезным аргументом в пользу отсутствия записи регионального перемагничивания во всех трех свитах.

Нами были опробованы 2 разреза инзерской и зильмердакской свит на Южном Урале в окрестностях д.д. Галиакберово и Толпарово (рис. 1). Всего было отобрано более 110 образцов, сгруппированных в 16 сайтов. С образцами была проведена температурная магнитная чистка до 700 °С, в результате которой в части коллекции удалось выделить высокотемпературную компоненту намагниченности. Компонентный анализ был выполнен с помощью пакета программ Р. Энкина (Enkin, 1994). Графические построения проведены при помощи программы Ж.-П. Конье (Cogne, 2003).