

- Wagner B., Niessen F., Kopsch C. The IMPACT Project: High resolution sediment echosounding of El'gygytgyn crater lake and correlations with the paleorecord // AGU EOS Transactions. – 2000. – Vol. 81, N 48. – F230.
- Wand U., Schwarz G., Bruggemann E., Brauer K. Evidence for physical and chemical stratification in Lake Untersee (central Dronning Maud Land, East Antarctica) // Antarctic Science. – 1997. – Vol. 9. – P. 43–45.
- Wang L., Sarnthein M., Erlenkeuser H. et al. Holocene variations in Asian monsoon moisture: a bidecadal sediment record from the south Chine sea // Geophys. Res. Lett. – 1999. – Vol. 26, N 18. – P. 2889–2892.
- Wetzel R. Limnology: Lake and river ecosystems. – N.Y.: Academic Press, 2001. – 1006 p.
- Wolf T. C. W., Thiede J. History of terrigenous sedimentation during the past 10 My in the north Atlantic (ODP-Legs 104, 105 and DSDP 81) // Marine Geology. – 1991. – Vol. 101. – P. 83–102.
- Zhu R.Y., Zhou L.P., Laj C. et al. The Blake geomagnetic polarity episode in Chinese loess // Geophys. Res. Lett. – 1994. – Vol. 21, N 8. – P. 697–700.

А. Ю. Куражковский, Н. А. Куражковская

ФРАГМЕНТ ПОВЕДЕНИЯ ПАЛЕОНАПРЯЖЕННОСТИ В САНТОНЕ

Подробному изучению поведения напряженности геомагнитного поля на протяжении последних сотен тысяч лет посвящены десятки публикаций. На основе совместного анализа результатов этих работ появилась возможность составить представление как об основных событиях, касающихся поведения напряженности земного магнитного поля, так и об особенностях отражения этих событий в магнитных свойствах осадочных пород [Петрова, Пилипенко, 2000].

Определение непрерывных рядов значений палеонапряженности на более удаленных в прошлое временных промежутках крайне малочисленны и пока не поддаются сопоставлению и совместному анализу. Началом планомерного изучения вариаций магнитного поля в мезозое является настоящая работа.

Объект исследования

Исследована 7-метровая толща сероцветных, морских, алевритовых отложений из открытого разреза, находящегося на правом берегу р. Дон в районе ст. Голубинская Волгоградской области. Для изучения были отобраны штуфы осадков с 34 горизонтов отложений. Из каждого штуфа в дальнейшем выпиливалось от 2 до 10 образцов.

Согласно фаунистическим определениям, толща принадлежит верхней части сantonского яруса меловой системы [Морозов, 1962]. Осадки визуально однородны по цвету и структуре. Модальный размер зерен исследуемых отложений, определенный отмучиванием, находится в интервале 10–20 мкм. Алевритовые отложения покрыты зеленоватыми песками, а снизу подстилаются кремнистыми глинами и опоками, принадлежащими тому же ярусу [Морозов, 1962].

Петромагнитные свойства отложений крайне незначительно изменяются по мощности разреза. Так, магнитная восприимчивость χ в среднем составляла $10 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ и ее изменения не превышали $1 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ (что совпадает с ценой деления прибора). Остаточная намагниченность насыщения $SIRM$ изменялась от 52 до 64 мА/м.

По результатам термомагнитной чистки сделан вывод, что естественная остаточная намагниченность NRM двухкомпонентна. Низкотемпературная компонента разрушается при нагреве до 200°C . Величина низкотемпературной компоненты в 1,5–4 раза больше оставшейся после чистки высокотемпературной компоненты намагниченности. После 200-градусной чистки обнаружилось, что в некоторых горизонтах NRM_{200} имеет значительный (до 4-кратного) внутриплаковый разброс. В этих же горизонтах наблюдался значительный (до 70°) разброс направлений вектора NRM .

Методика и результаты

Методика проведения петро- и палеомагнитных определений состоит в следующем. Для образцов из семи горизонтов была получена температурная диаграмма Зийдервилда. Из этих же горизонтов было проведено переосаждение образцов после 200, 250, 300 и 350-градусной термоочистки. Коэффициент переосаждения определялся отношением

$$P_T = NRM_T / DRM_T,$$

где DRM – лабораторная ориентационная намагниченность; T – температура чистки. Обнаружено, что в этом температурном интервале значения P_T не зависят от температуры чистки.

Затем были проведены 250-градусная термоочистка и переосаждение всех исследуемых образцов. Для каждого образца определялся коэффициент переосаждения P_{250} . В горизонтах, ранее обнаруживших значительный разброс NRM_{200} , наблюдался большой (до 2-кратного) разброс коэффициентов переосаждения.

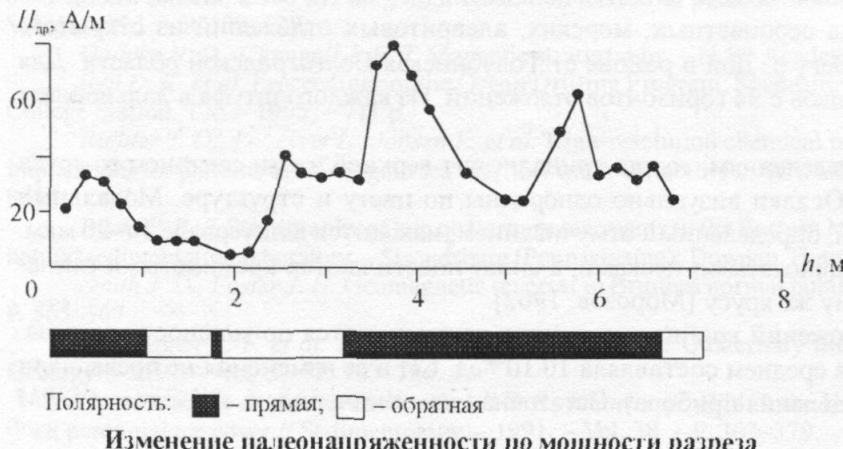
После определения коэффициента $R_{ds250} = DRM_{250} / SIRM_{250}$ выяснилось, что в горизонтах с большим разбросом величин и направлений NRM_{200} встречались образцы с низкими значениями $R_{ds} < 2 \cdot 10^{-3}$. При переосаждении у них наблюдались значительные отклонения направления DRM от направления лабораторного магнитного поля. По-видимому, в естественных условиях такие отложения будут плохо приобретать ориентационную намагниченность. Об этом свидетельствует большой внутриплактовый разброс направлений векторов NRM после 200-градусной термоочистки. Образцы, имеющие значения R_{ds} меньше $2 \cdot 10^{-3}$, были исключены из дальнейшего рассмотрения. Для оставшихся после отбраковки среднее значение коэффициента $\{R_{ds}\}$ составило $2,1 \cdot 10^{-3}$.

Селективный подход позволил до минимума сократить разброс значений палеомагнитных параметров. Однако после отбраковки количество образцов, используемых для определения палеонапряженности, сократилось до 1–3 с горизонта, а в трех уровнях не осталось ни одного образца. Ранее было показано, что в результате такой операции точность определений поведения магнитного поля значительно возрастает [Куражковский, Куражковская, 2001]. Значения палеонапряженности определялись по формуле

$$H_{dp} = H_o \cdot R_{ns250} / \{R_{ns}\}_{250}.$$

Максимальный разброс параметра R_{ns} для горизонтов, из которых исследовались три образца, не превышал 10% от среднего.

Результаты определения поведения палеонапряженности изображены на рисунке. На исследованном временном интервале обнаружены два эпизода прямой и один эпизод обратной геомагнитной полярности. Палеонапряженность изменялась от 5 до 80 А/м, а ее среднее значение составляло 38 А/м.



Максимальные значения 25–80 А/м зафиксированы в процессе изучения нижнего горизонта, формированного в магнитном поле прямой полярности. Значения напряженности геомагнитного поля, определенные по обратнонамагниченным осадкам, составили 5–38 А/м. Изучение верхнего горизонта прямой полярности показало, что во время его формирования палеонапряженность изменилась от 8 до 36 А/м.

Из рисунка видно, что вне зависимости от полярности геомагнитного поля палеонапряженность изменяется в широких пределах, а циклы ее изменения имеют примерно одинаковую продолжительность.

Обсуждение

Постоянство магнитоминералогического и гранулометрического составов по мощности разреза свидетельствует в пользу того, что причиной вариаций параметра R_{ns} является изменение палеонапряженности. Одноковое изменение разбросов векторов NRM_{200} и DRM_{200} указывает на подобие механизмов образования естественной и лабораторной намагниченностей. Тот факт, что минимальные значения R_{ns} наблюдаются в середине эпизода обратной полярности, а не перед сменой полярности, указывает на незначительность постседиментационных изменений намагниченности.

Можно допустить, что в оценке абсолютных значений палеонапряженности имеются неточности, однако это не влияет на основные выводы работы. Большой размах изменения значений R_{ns} свидетельствует о том, что в исследованном временном интервале безусловно происходили значительные изменения напряженности геомагнитного поля.

Согласно современным представлениям о скорости накопления алевритовых отложений, время образования исследованной толщи может составлять от нескольких десятков до первых сотен тысяч лет, а продолжительность зафиксированных циклов изменения палеонапряженности – от нескольких тысяч до десятков тысяч лет.

Сравнение полученных результатов с известными данными о поведении H_{dr} показывает, что определения, выполненные в настоящей работе, вполне укладываются в рамки имеющихся представлений о поведении палеонапряженности. Так, согласно определениям, выполненным по термонамагниченным породам, палеонапряженность в сантоне была близка к современной [Солодовников, 2000]. Однако в цитируемой работе не были зафиксированы значительные изменения палеонапряженности. Тем не менее напряженность геомагнитного поля может значительно возрастать перед эпизодами смены полярности земного магнитного поля [Сергиенко, Шашканов, 1999]. Аналогичный случай обсуждается в данном сообщении. Согласно обобщенным данным, напряженность геомагнитного поля в позднем плейстоцене изменялась циклически [Петрова, Пилипенко, 2000]. Амплитуда и продолжительность циклов изменения напряженности магнитного поля позднего плейстоцена совпадают с аналогичными характеристиками магнитного поля сантонов, оценки которых выполнены в настоящей работе.

Заключение

Согласно проведенным определениям, в сантонском веке палеонапряженность изменялась от 5 до 80 A/m при среднем значении 38 A/m. Поведение палеонапряженности в сантоне принципиально не отличается от его поведения в настоящее время (позднем плейстоцене). Так, циклические вариации напряженности геомагнитного поля обнаружены на всем исследованном временном промежутке.

Авторы выражают благодарность А. Ю. Гужикову за помощь в определении возраста исследуемых отложений.

Литература

- Куражковский А. Ю., Куражковская Н. А. Оценка ошибок, вносимых меняющимися условиями осадконакопления в реконструкцию вариаций напряженности геомагнитного поля // Физика Земли. – 2001. – № 4. – С. 31–35.
Морозов Н. С. Верхнемеловые отложения между речь Дона и Сев. Донца и южной части Волгоградского водораздела: Дис. ... докт. геол.-минер. наук. – Саратов, 1962. – 385 с.
Петрова Г. Н., Пилипенко О. В. Внутрирегиональные и межрегиональные корреляции изменений палеонапряженности в позднем плейстоцене // Физика Земли. – 2000. – № 3. – С. 50–58.
Сергиенко Е. С., Шашканов В. А. Палеонапряженность геомагнитного поля во время кайнозойских инверсий // Там же. – 1999. – № 6. – С. 66–75.
Солодовников Г. М. Палеонапряженность геомагнитного поля в сантон – коньяке верхнего мела // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: Теория, практика, эксперимент. – М.: ГЕОС, 2000. – С. 60, 61.