

ISSN 1997-8316



НИЖНЕ-ВОЛЖСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

НЕДРА
ПОВОЛЖЬЯ
И ПРИКАСПИЯ

VOLGA AND PRICASPIAN
REGION RESOURCES

ВЫПУСК 78 • МАЙ 2014

АНИЗОТРОПИЯ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ КАК СПОСОБ ИЗУЧЕНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПОРОД НА ПРИМЕРЕ АЛЬБСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРОДА ВОЛЬСКА

© 2014 г. В. А. Грищенко, А. М. Суринский

Саратовский госуниверситет

Изучению магнитных текстур горных пород с целью выяснения особенностей вещественного состава и реконструкций формирования пород уделяется много внимания во всем мире. Применительно к осадочным толщам данные о магнитных текстурах несут важную информацию о гидродинамике среды осадконакопления, тектонических и атектонических деформациях отложений, других факторах седиментогенеза и эпигенеза [1–4].

Чаще всего в качестве индикатора магнитной текстуры служит анизотропия магнитной восприимчивости (AMB) – данные о магнитной восприимчивости (K) пород, измеренной по разным направлениям. Данные по AMB образца традиционно представляются в виде трехосного эллипсоида (рис. 1) с максимальной (длинной) – K_1 , промежуточной (средней) – K_2 и минимальной (короткой) – K_3 осями. При геологической интерпретации материалов AMB анализируются стереограммы проекций осей магнитных эллипсоидов, кон-

фигурация которых обусловлена различными особенностями формирования пород. Также по значениям осей рассчитывают многочисленные параметры, характеризующие степень анизотропии, форму зерен и другие черты магнитной текстуры.

В 2012 г. в рамках комплексного био- и магнитостратиграфического изучения меловых отложений в карьерах «Большевик» и «Коммунар» цементных заводов города Вольска (рис. 2) из парамоновской свиты (верхний альб), представленной черными глинами, были отобраны 22 ориентированных штуфа (12 – в «Большевике» и 10 – в «Коммунаре»). Видимая мощность опробованных интервалов (от уреза воды, скопившейся на дне карьера, до подошвы верхнего мела) составляет 6,5 м в Большевике и 10,5 м в Коммунаре. Из каждого штуфа выпиливалось по два-три образца кубической формы размером 20 x 20 x 20 мм для измерений объемной магнитной восприимчивости ($K = 8\text{--}14 \times 10^{-5}$ ед. СИ) и ее анизотропии на каппабридже MFK1-FB (AGICO, Чехия).

На территории Вольского района широко распространены оползневые процессы, чему способствуют, в первую очередь, особенности геологического строения правого берега реки Волги в сочетании с тектоническими и гидрогеологическими условиями [5]. В Вольске на пластичных глинах альба, без признаков углового несогласия, залегают твердые карбонатные породы верхнего мела (мелоподобные мергели), мощностью около 100 м. Ополз-

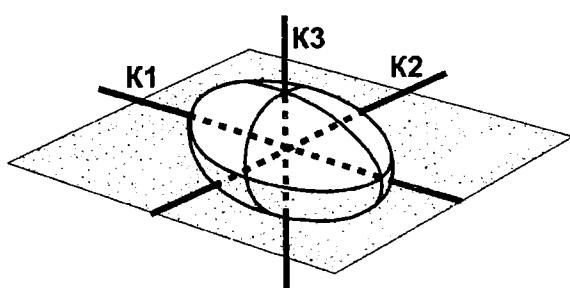


Рис. 1. Схема эллипсоида анизотропии магнитной восприимчивости

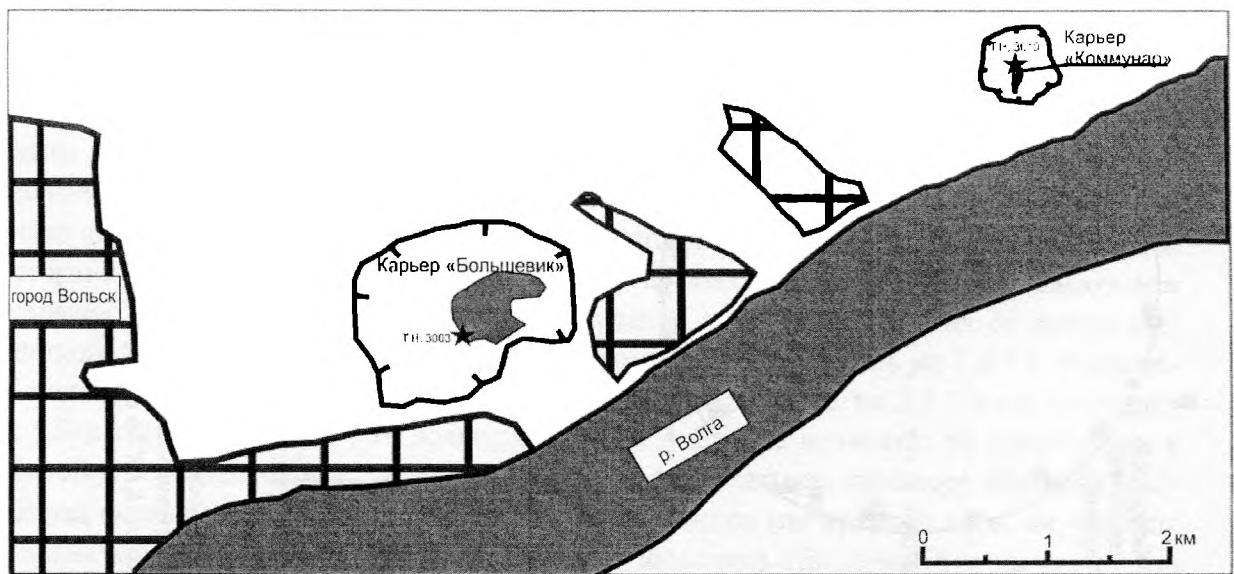


Рис. 2. Схемы расположения изученных разрезов
Звездочками обозначены точки отбора образцов из верхнего альба

невые процессы на неотектоническом этапе связаны с деятельностью верхнемелового водоносного горизонта, водоупором для которого являются альбские глины. В карьерах «Большевик» и «Коммунар» смещения верх-

немеловых пород очевидны, они фиксируются по многочисленным экзогенным дизъюнктивным нарушениям (рис. 3) и наклонным залеганиям пластов (до 15-20°) (рис. 4). В литологически же однородных альбских глинах оползневые деформации незаметны, и вопрос об их наличии остается открытым, но он может быть решен с помощью петромагнитных данных.

Для осадков, накапливающихся в спокойной гидродинамической среде, характерна анизотропия магнитной восприимчивости, при которой короткие оси магнитных эллипсоидов группируются в центре, а средние и длинные равномерно распределены по краю



Рис. 3. Экзогенный сброс в верхнем мелу (кампан-маастрихт) карьера «Большевик»

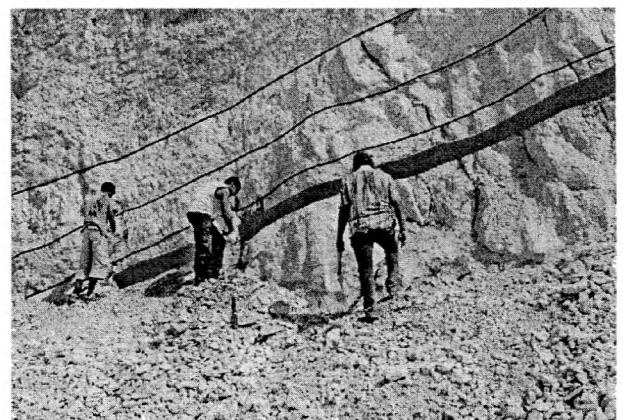


Рис. 4. Наклонное залегание верхнемеловых (сантона-кампанских) слоев в карьере «Коммунар»

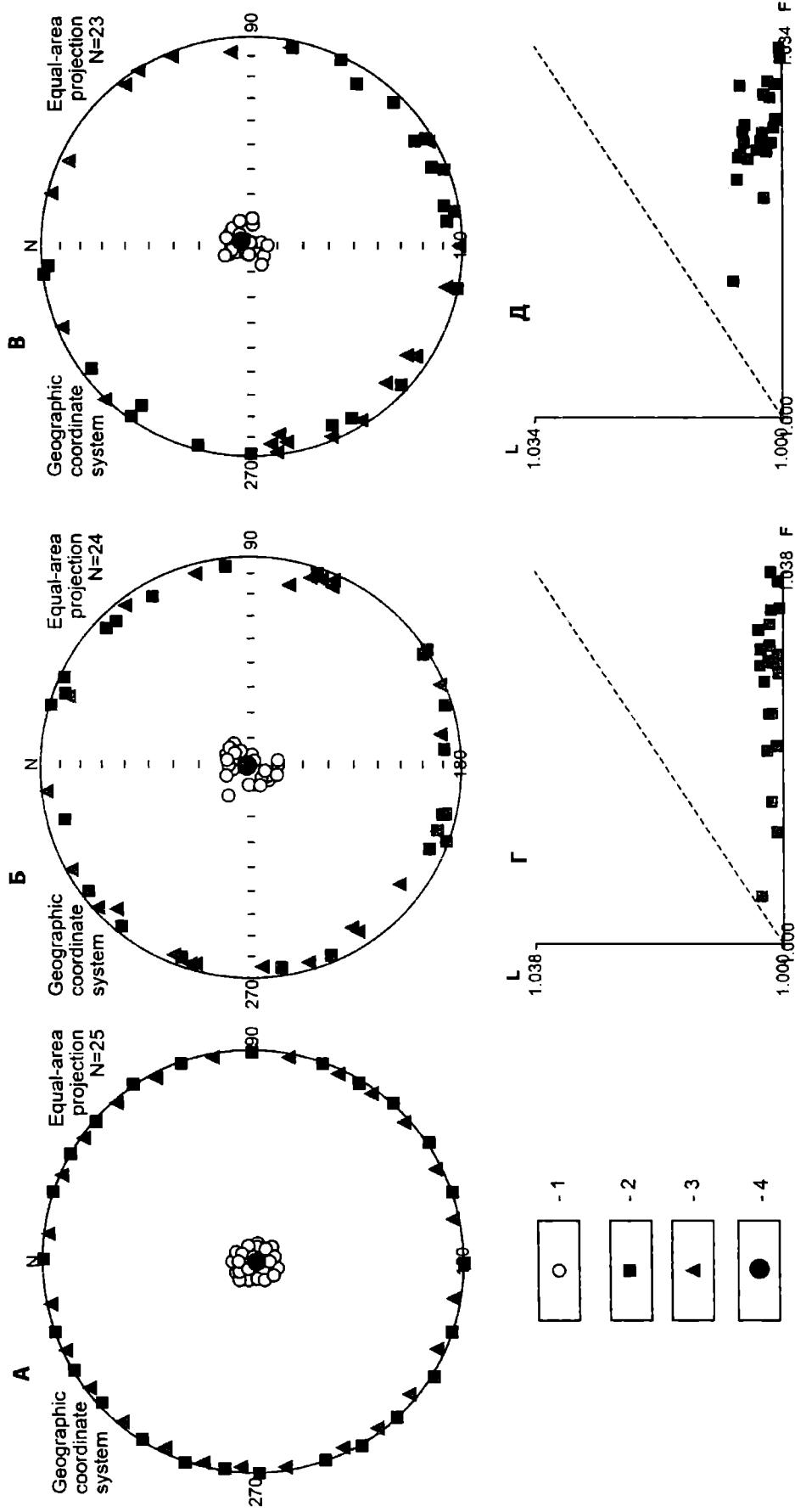


Рис. 5. (А, Б, В) – стереограммы анизотропии магнитной восприимчивости: (А) – теоретическое распределение осей магнитных эллипсоидов в осадке, формировавшемся на горизонтальной поверхности в спокойной гидродинамической обстановке; (Б) и (В) – реальные распределения осей магнитных эллипсоидов в альбских глинах разрезов «Большевик» и «Коммунар» соответственно. (Г, Д) – зависимости параметров $F = K_2/K_3$ от $L = K_1/K_3$ при $L = 1.034$ и $F = 1.038$ для разрезов «Большевик» и «Коммунар» соответственно

стереограммы (рис. 5 А). Подобная конфигурация АМВ обусловлена уплощенной формой магнитных частиц, всегда занимающих после осаждения положение, при котором $K3$ направлена вверх (рис. 1), $K1$ и $K2$ при отсутствии подводных течений или других упорядочивающих факторов располагаются случайным образом.

Реальное распределение анизотропии магнитной восприимчивости в изученных альбских глинах из карьеров «Большевик» (рис. 5 Б) и «Коммунар» (рис. 5 В) полностью соответствует теоретической модели АМВ для пород, формировавшихся в спокойной гидродинамической среде (рис. 5 А). Индикатором формы магнитных частиц служит зависимость параметров F от L (рис. 5 Г, Д): точки, располагающиеся ниже пунктирной линии, соответствуют уплощенным частицам (чем ближе точки располагаются к оси L , тем больше частицы похожи на чешуйки). Вероятно, графики $F(L)$ (рис. 5 Г, Д) отражают форму глинистых частиц, на которых агрегированы тонкодисперсные ферромагнитные зерна субмикронной размерности.

Оползневые процессы неизбежно привели бы к искажению первичной магнитной текстуры, и поскольку на самом деле этого не наблюдается, то факт отсутствия деформаций в альбских глинах в карьерах «Большевик» и «Коммунар», по крайней мере, на участках опробования, можно считать установленным.

Стереограммы на рисунках 5 Б и 5 В строились исходя из допущения о горизонтальном залегании альбских слоев. Если это предположение неверно, то средние значения коротких осей должны отклониться от центра стереограммы по направлению падения пластов на расстояние, равное углу падения. Результаты исследований показывают, что средние значения $K3$ отстоят от центра стереограммы всего лишь на 1,6 ° в «Большевике» (рис. 4 Б) и на 2,3 ° в «Коммунаре» (рис. 4 В), что позволяет не сомневаться в субгоризонтальном характере залегания альбских пластов (по крайней мере, на участках опробования). Проверка [6] показывает, что в обоих случаях положение проекции среднего значения $K3$ при данном количестве образцов статистически совпадает с центром стереограммы.

Сохранность первичной магнитной текстуры лишь в двух произвольно выбранных точках не может быть основанием для заключения об отсутствии оползневых деформаций в альбских глинах. Для окончательных выводов необходимо детальное равномерное опробование парамоновской свиты по всей исследуемой площади. Поэтому полученные нами результаты не претендуют на уточнение геологического строения территории, но призваны продемонстрировать целесообразность привлечения метода анизотропии магнитной восприимчивости для решения подобных задач.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ
(Гранты № 12-05-00196, 14-05-31152)*

Л и т е р а т у р а

1. Багаева М.И., Гужиков А.Ю. Отражение в анизотропии магнитной восприимчивости (AMS) условий формирования пород нижнего мела Горного Крыма //Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии /под ред. Е.Ю. Барабошкина, Н.А. Бондаренко, К.Е. Барабошкина. – Краснодар, 2012.– С. 28-30.
2. Матасова Г.Г., Казанский А.Ю., Зыкина В.С. Анизотропия магнитной восприимчивости лессово-почвенных отложений (на примере опорного разреза Белово, Западная Сибирь) //Физика Земли.– 2004.– № 2.– С. 50-65.

ГЕОФИЗИКА

3. Parés J.M., Ben A.P. Evaluating magnetic lineations (AMS) in deformed rocks //Tectonophysics.– 2002.– V.350.– P.283-298
4. Tarling D.H., Hrouda F. The magnetic anisotropy of rock //Chapman & Hall.– 1993.– 217 р.
5. Рогозин И.С. Вольские оползни //Труды лаборатории гидрогеологических проблем.– Москва, 1958.– Т. 18.– 98 с.
6. Debiche M.G., Watson G.S. Confidence limits and bias correction for estimating angles between directions with applications to paleomagnetism //J. Geophys. Res.– 1995.– V.100.– No.B12.– P.24405-24430.

