

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

**Палеомагнетизм и петромагнетизм пограничного интервала берриаса–
валанжина Горного Крыма: стратиграфический и палеогеографический
аспекты.**

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ
ПОДГОТОВЛЕННОЙ
НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ДИССЕРТАЦИИ)

аспиранта 3 курса
направления 05.06.01 «Науки о Земле»
геологического факультета
Грищенко Владимира Александровича

Научный руководитель
Доктор геол. - мин. наук, профессор _____ А.Ю. Гужиков

Саратов 2018

Доклад представлен на совместном заседании кафедры общей геологии и полезных ископаемых и государственной экзаменационной комиссии

25.06.2018

Выбор темы диссертации был обусловлен перспективностью методов магнетизма горных пород метода для решения актуальных геологических задач, в первую очередь, таких как детальное расчленение и корреляция разрезов, уточнение возраста отложений, расчет скоростей осадконакопления, выявление гиатусов и оценка их длительности. До сих пор пограничный интервал берриаса–валанжина Горного Крыма оставался, практически неизученным в палеомагнитном отношении, несмотря на ряд проблем, требующих разрешения с точки зрения современной геологии и стратиграфии, например, обоснование подошвы валанжина в Горном Крыму. Данное диссертационное исследование является, по сути, одной из первых отечественных работ, направленных на ликвидацию этого пробела.

Целью работы было получение магнитостратиграфической характеристики пограничного интервала берриаса–валанжина Горного Крыма. Для ее достижения необходимо было решить задач: провести палеомагнитное и петромагнитное изучение разрезов; провести детальное био- и магнитостратиграфическое сопоставление изученных разрезов между собой, с возрастными аналогами других регионов и со Шкалой геомагнитной полярности; провести геологическую интерпретацию палео- и петромагнитных данных.

Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести палео- и петромагнитное изучение разрезов;
2. Провести детальное био- и магнитостратиграфическое сопоставление изученных разрезов между собой, с возрастными аналогами других регионов и со Шкалой геомагнитной полярности;
3. Провести геологическую интерпретацию палео- и петромагнитных данных

В качестве объектов исследования были выбраны 11 разрезов пограничного интервала берриаса-валанжина Горного Крыма. В общей сложности, палео- и петромагнитным исследованиям подвергнуто более 1600 ориентированных образцов с 645 стратиграфических уровней

Исследования проводились по стандартной методике проведения палео- и петромагнитных исследований. Для каждого разреза построена палеомагнитная колонка и получен широкий спектр петромагнитных характеристик (магнитной восприимчивости, гистерезисных параметров, термокаппаметрических данных и других), способных дать дополнительную геологическую информацию.

Результаты магнитоминералогических исследований обнаружили, что в качестве основного магнитного минерала-носителя в породах является магнетит, диагностируемый на термокривых по резкому падению намагниченности в районе точки Кюри. Наличие магнитомягкой, магнетитовой фазы так же подтверждается данными магнитного насыщения.

В палеомагнитном смысле исследованные разрезы, кроме г. Коклюк, оказались пригодными для магнитополярных определений. Качество палеомагнитных результатов приемлемое. В большинстве образцов выделяются характеристические компоненты, соответствующие, как прямой, так и обратной полярности геомагнитного поля.

Магнитные чистки образцов проводились переменным полем и температурой на спин-магнитометре JR-6 (лаборатория «Петрофизики» СГУ им. Н.Г. Чернышевского) и на криогенном магнитометре SQUID (ИФЗ РАН). Хорошая сходимость данных, полученных путем различных чисток, на разных приборах, в разных лабораториях повышает достоверность полученных результатов.

Первое защищаемое положение. На основе полученной магнитостратиграфической информации по пограничному интервалу берриаса–валанжина Горного Крыма и ее сопоставления со шкалой геомагнитной полярности установлены возрастные аналоги зоны Otopereta и,

по аналогии с западноевропейскими разрезами, намечена подошва валанжинского яруса в Восточном Крыму; обоснован позднеберриасский возраст зеленогорской толщи в бассейне р. Тонас; проведена детальная корреляция конденсированных разрезов нижнего валанжина в ЮЗ Крыму.

В ходе комплексных био- и магнитостратиграфических исследований Восточного Крыма были изучены разрезы в окрестностях сел Султановка и Наниково (гора Коклюк) и в карьере «Заводская балка» на северной окраине Феодосии. Отложения представлены глинами султановской свиты и глинами наниковской толщи, залегающими согласно друг с другом.

Благодаря имеющимся макро- и микропалентологическим данным в сложной знакопеременной палеомагнитной зональности разреза «Заводская балка» надежно идентифицируются аналоги магнитных хронов M16, M15 и M14.

Магнитостратиграфическая интерпретация полученных данных по разрезам Султановка и Коклюк осложняется сильной дислоцированностью глин и последовательность хронов M16-M14 может быть в них выделена только предположительно.

Находка берриасского аммонита *Berriassella callisto* в обратномагнитных отложениях не позволяет датировать их моложе, чем хрон M14r.

Таким образом, в нерасчлененной толще султановской свиты, по аналогии со Шкалой геомагнитной полярности, впервые была обоснована подошва валанжина.

В Центральном Крыму изучению был подвергнут разрез верхней части султановской свиты и зеленогорской толщи близ с. Алексеевка Белогорского района Крыма.

Поскольку по аммонитам надежно установлено, что нижняя часть разреза относится к зоне *boissietii*, мощную магнитозону нормальной полярности, охватывающую султановскую свиту, однозначно, следует идентифицировать с магнитным хроном M16n.

Границе султановской свиты и зеленогорской толщи, скорее всего, соответствует перерыв в осадконакоплении, потому что грубообломочные пески перекрывают трансгрессивную последовательность отложений (по данным шлифового анализа содержание обломочных частиц закономерно убывает к кровле свиты), исходя из чего выявленная в ней зона прямой полярности, может соответствовать, как верхам хрона M16n, так и более молодому хрону M15n.

Палеомагнитные колонки конденсированных ЮЗ Крыма разрезов очень схожи и образованы чередованием пяти интервалов разного знака: R-1, N-1, R-2, N-2 и R-3. Таким образом, магнитополярные данные позволяют провести наиболее детальную корреляцию разрезов.

Разрез г. Длинная хорошо охарактеризован палеонтологическими находками, которые позволяют предполагать наличие подзоны оторета нижнего валанжина.

Исходя из того, что подзоне Оторета соответствует преимущественно нормальная полярность (хрон M15n), наиболее вероятным вариантом представляется корреляция магнитозоны R-2 с магнитным хроном M14r.

Второе защищаемое положение. На основе информации о магнетизме пород в Восточном Крыму установлено формирование верхов берриасса – низов валанжина одновременно со складчатостью; рассчитана средняя скорость осадконакопления для глин, слагающих верхи султановской свиты в бассейне р. Тонас; реконструирована динамика формирования баровых песков в ранневаланжинском бассейне ЮЗ Крыма.

В ходе исследования разрезов Восточного Крыма был обнаружен парадоксальный характер АМВ глин в разрезе Султановка.

Распределение главных осей магнитного эллипсоида по стереограмме, соответствует модели отложений, образовавшихся в спокойных гидродинамических условиях и подвергшихся впоследствии слабому тектоническому сжатию.

При отсутствии возмущений в придонных слоях, КЗ короткие занимают в осадке вертикальное положение, а длинные (K1) и средние (K2) оси – горизонтальное. При незначительных тектонических деформациях происходит упорядочивание длинных осей магнитных эллипсоидов по линии, перпендикулярной направлению тектонического сжатия. Но весь парадокс заключается в том, что наблюдается это не в стратиграфической (как это должно быть), а географической системе координат. Такой же эффект (но в меньшей степени) наблюдается в разрезе Заводская балка.

Такое распределение осей АМВ можно объяснить только консидементационным возрастом складчатости, сформировавшей Султановскую синклинали и обусловивший наклон слоев в Заводской балке, в условиях которой, частицы могли сохранять субгоризонтальное положение.

Петромагнитные исследования разреза Алексеевка позволили дополнительно расчленить исследуемый разрез на 4 петромагнитных интервала и реконструировать некоторые условия осадконакопления:

Например, повышенные значения *прироста магнитной восприимчивости* фиксируют обогащение пород тонкодисперсным пиритом, связанным, как правило, с органическим веществом. Скорее всего, основная масса органического вещества поступала с суши, потому что именно в этом интервале фиксируются максимальные концентрации обломочных частиц в глинах (до 8-10% от объема образца) по данным шлифового анализа.

Магнитная текстура глин, слагающих султановскую свиту, обнаруживают слабую тенденцию к упорядоченности длинных осей по линии ЮЗ-СВ, что свидетельствует о воздействии тектонического стресса в направлении ЮВ-СЗ.

В песчанистых породах верхней пачки проявлена тенденция к вытянутости проекций коротких осей с ЮВ на СЗ, которая, очевидно, обусловлена тектонической деформацией пород вследствие развития надвигов. Таким образом, благодаря данным по анизотропии магнитной

восприимчивости установлено, что надвиговые процессы сказались и на глинах пачки 1.

Все петромагнитные характеристики разреза Алексеевка были подвергнуты спектральному анализу. Однако, только на спектрограмме параметра J_{rs} обозначились два четких пика с частотой 3-4 и 9-11, соответственно.

Поскольку обнаруженные частоты отличаются друг от друга, примерно, в 2,5 раза, можно предположить, что низкая из них соответствует циклу эксцентриситета земной орбиты ($\sim 100\ 000$ лет), а более высокая циклу изменения угла наклона земной оси к плоскости эклиптики ($\sim 40\ 000$ лет).

В этом случае, время формирования глин султановской свиты оценивается примерно в 400 тыс.лет, а скорость формирования глин султановской свиты при этом получается равной 6.25 см/ тыс. лет.

Это, примерно в 2 раза больше скорости формирования одновозрастных глин султановской свиты в разрезе Заводская балка, определенной по палеомагнитным данным (деление мощности магнитозоны на длительность соответствующего ей хрона).

По вариациям петромагнитных параметров в конденсированных разрезах нижнего валанжина ЮЗ Крыма также можно судить о некоторых условиях осадконакопления.

График остаточной коэрцитивной силы, связанный с количеством гидроокислов в породе, обнаруживает устойчивый тренд к уменьшению значений вверх по разрезу, на основании чего можно сделать вывод о меньшей степени конденсированности верхов разреза.

Результаты анизотропии магнитной восприимчивости разрезов г. Шелудивая и г. Длинная характерны для отложений, формировавшихся в мелководных обстановках, с активной гидродинамикой: короткие оси ($K3$) смещены от центра полярной проекции к западу (угол отклонения составляет $\sim 14 - 18^\circ$), а длинные оси ($K1$) группируются преимущественно в восточной

части стереограммы. Эти особенности магнитных текстур связаны с косо́й слоистостью баровых песков.

Высокая кучность ($k = 9.72$) проекций $K3$ разреза г. Длинная однозначно указывает на транспортировку осадков за счет придонных вод, а низкая внутрипластовая кучность ($k = 2.42$) коротких осей магнитного эллипсоида г. Шелудивая свидетельствует об участии в барообразовании волноприбойного потока и, как следствие, его более мелководное положение. Исходя из чего, можно сделать вывод что г. Длинная и г. Шелудивая являются останцами не одного, а двух, параллельно расположенных, баров («Длинный» и «Шелудивый»), соответственно.

Из-за более мелководного положения, бар «Шелудивый» должен был чаще переходить из подводной в надводную стадию развития, следовательно иметь большее количество (или продолжительность) стратиграфических перерывов. Данный вывод хорошо согласуется с результатами палеомагнитной корреляции.

Учитывая, что косая слоистость, наклоненная к востоку, фиксирует направление волноприбойных движений, по отношению к которому простирание баров и береговой линии должно занимать перпендикулярное положение, можно предположить, что бары «Шелудивый» и «Длинный» располагались субмеридионально, а береговая линия располагалась к западу от г. Шелудивая.

Третье защищаемое положение. Синскладчатые палеомагнитные направления, связанные с механическими разворотами ферромагнитных частиц в не полностью литифицированных осадках, могут быть скорректированы с помощью данных по анизотропии магнитной восприимчивости.

В качестве объекта исследований был выбран разрез Заводская Балка, по которому, с учетом данных полученных ранее имелись наиболее представительные палеомагнитные данные и материалы по анизотропии магнитной восприимчивости.

Несмотря на хорошее качество диаграмм Зийдервельда и наличие в разрезе компонент как прямой, так и обратной полярности, палеомагнитные межпластовые кучности по всему разрезу относительно невысоки (не превышают несколько десятков), тест инверсий отрицателен, а результаты теста складки некорректны.

На стереограммах АМВ фиксируется отклонение проекции среднего направления коротких осей от центра. Причем если разбить данную часть разреза на два блока, то несмотря на большой разброс проекций КЗ в низах разреза, среднее направление тяготеет к центру стереограммы, в то время как в верхней части разреза такое отклонение максимально.

Для изученных глин характерна плоскостная магнитная анизотропия, связанная, вероятно, с уплощенной формой глинистых чешуек, которая подтверждается данными микрозондового анализа.

Мы предположили, что отклонения положения коротких осей магнитной анизотропии от центра стереограммы обусловлены вязкопластичными деформациями, которые невозможно учесть при полевом изучении разреза. Если наше предположение верно, то использование величины отклонения коротких осей анизотропии АМВ в качестве поправки за элементы залегания пласта, должно привести к улучшению качества палеомагнитных данных.

На данном слайде схематично представлены варианты распределения глинистых частиц при складкообразовании: в первом варианте деформируется твёрдый пласт, в котором перераспределение частиц невозможно. Результаты теста складки в этом случае должны указывать на присутствие доскладчатой компоненты намагниченности. И в этом случае введения дополнительных поправок не требуется.

Если складчатости подвергается не полностью литифицированный, вязкопластичный осадок, то в нем может формироваться синскладчатая намагниченность. В этом случае наиболее корректный палеомагнитный результат должен быть при введении поправки, рассчитанной по АМВ.

И, наконец, в третьем варианте осадок настолько слаболитифицирован, что частицы в нем во время складчатости могут сохранять горизонтальное положение, а окончательная литификация и формирование намагниченности могут произойти в конце складчатости. В этом случае результаты теста складки будут фиксировать наличие послескладчатой компоненты, хотя ее возраст, практически, не будет отличаться от возраста складчатости. В этом случае на стереограммах магнитной анизотропии проекции коротких осей в современной системе координат будут тяготеть к центру, а в древней, наоборот, смещаться от него.

Исходя из этой модели, нами по данным о магнитной анизотропии были рассчитаны поправки за залегание пластов для каждого уровня. На данном слайде вы видите групповые палеомагнитные стереограммы до- и после ввода поправки.

После корректировки данных наблюдается несомненное улучшение палеомагнитного качества: тест складки регистрирует наличие древней (в низах разреза) и синскладчатой (в верхах разреза) компоненты намагниченности, а результаты теста обращения фиксируют положительный результат на высоком уровне значимости.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтвердили гипотезу о возможности корректировки палеомагнитных данных с помощью материалов по анизотропии магнитной восприимчивости. Однако апробированная нами методика, безусловно, требует доработки и проверки на других объектах, сложенных глинистыми отложениями.

Уважаемые слушатели, благодарю вас за внимание.