

С. В. Юдин

ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДНЕЮРСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ГОРНОГО КРЫМА

Введение. Палеомагнитные исследования магматических образований юрского возраста на территории Горного Крыма проводились на протяжении многих лет. Тем не менее единого мнения о палеоширотном положении и обстановках формирования этого комплекса до сих пор нет.

В последнее десятилетие в Горном Крыму были обоснованы принципиально новые тектонические объекты. Это разновозрастные коллизионные сутуры, крупные меланжи разного возраста, олистостромовые комплексы и др. [1–3]. В Присутурном меланже и гальках моласс краевых прогибов обнаружены фрагменты офиолитов. Это подтверждает наличие ныне субдуцированной океанической коры Мезотетиса. Однако существование геодинамической модели эволюции региона на основе только геологического материала остается недостаточно полным.

Одним из методов, способных дать количественную характеристику величин латерального перемещения выявленных блоков и террейнов в пространстве, являются палеомагнитные реконструкции. Помимо палинспастических посылок, его применение позволяет также определить кинематические параметры вращения локальных структур, необходимые для расшифровки палеогеодинамики Крыма.

Палеомагнитные исследования на территории Горного Крыма проводятся не в первый раз. В статьях Д. М. Печерского, В. А. Сафонова, А. Н. Диденко и др. [4, 5] рассмотрены результаты петромагнитных и палеомагнитных работ по магматическим и осадочным породам полуострова. Ими были выделены две древние компоненты естественной остаточной намагниченности (ЕОН, J_n) с различными направлениями в восточной и западной частях Горного Крыма. По результатам исследований сделан вывод, что среднеюрские вулканы входили в состав островной дуги запад-северо-западного простирания. Средняя палеоширота была определена в 25° с. ш., а палеопростирание дуги оценено в 300° . На фоне общего поворота Горного Крыма отмечены локальные развороты до 50° составляющих его мелких блоков. Часть дуги в конце юры – начале мела повернулась на 110 – 140° по часовой стрелке и в дальнейшем двигалась к северу вместе с Восточно-Европейским кратоном и Скифской плитой. Это связывается с общей эволюцией Альпийского пояса, закрытием океана Тетис и присоединением островной дуги к краю палеоконтинента [5].

В 1994–1995 гг. А. В. Заморуевым (устное сообщение, 1996 г.) было проведено палеомагнитное опробование флиша таврической серии и известняков средне-позднеюрского возраста Байдарской долины и р. Черной. В песчано-алевролитовых породах бата-келлова был выделен палеомагнитный вектор, имеющий склонение (D) 336° и наклонение (I) 36° , а в титонских отложениях $D = 353^\circ$, $I = 35^\circ$. Таким образом, получены более низкие палеошироты (20 – 21°) относительно полученных ранее. Заниженные наклонения А. В. Заморуев связывает с «ошибкой наклонения», возникающей в породах во время уплотнения осадка, достигающей 10° .

Согласно новой интерпретации тектоники Горного Крыма [2, 6], большинство ранее опробованных магматических и осадочных объектов расположены в составе меланжированных зон и олистостромовых комплексов. Как следствие, многие исследователи Крыма видят несостоятельность и противоречивость реконструкций, выполненных по этим объектам,

виду сильного разброса выделенных направлений. Потому объекты изучения были отобраны нами с учетом размещения микститов. Часть объектов также анализировалась для более четкого доказательства аллохтонности их залегания. По территориальному положению объекты можно сгруппировать в три группы¹:

1) магматические и пирокластические тела Предгорного Крыма. Это Бодракский субвулканический комплекс (BS), расположенный возле села Трудолюбовка (рис. 1), Петропавловский карьер близ села Украинка (PP);

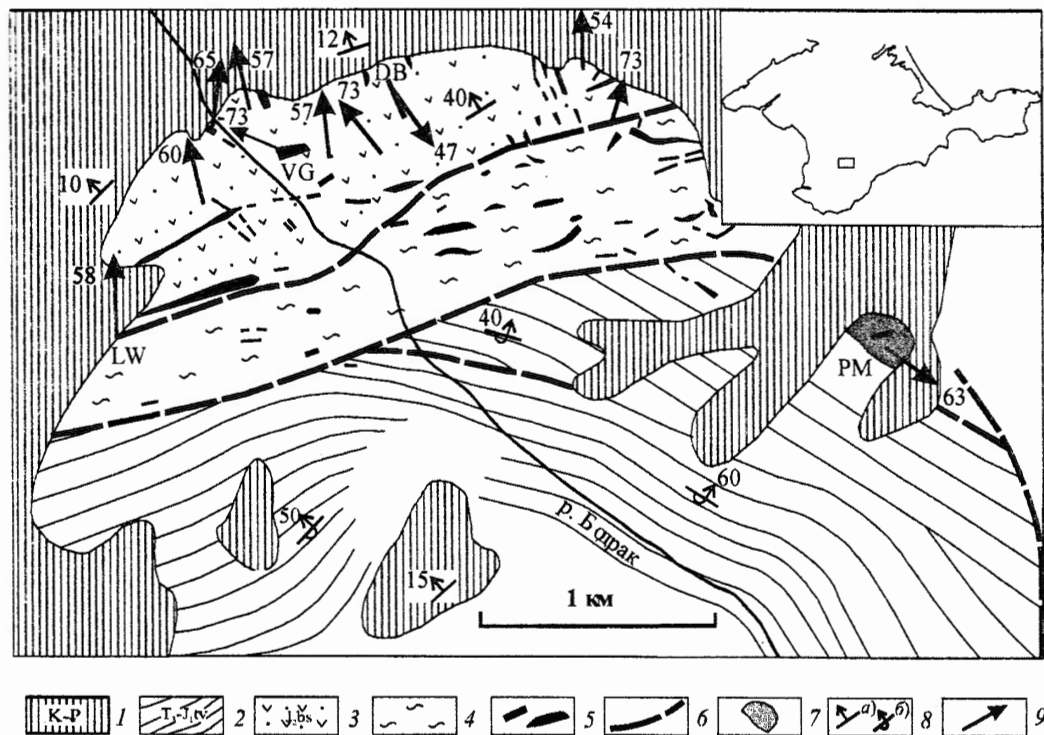


Рис. 1. Геологическая схема района отбора образцов Бодракского комплекса (составлена на основе карт работ [2, 11, 12]).

1 – моноκлинально залегающие нижнемел-палеогеновые толщи; 2 – флишиидные отложения таврической серии; 3 – бодракская вулканогенно-осадочная толща; 4 – Симферопольский меланж (Лозовская зона смятия); 5 – интрузивные тела; 6 – разрывные нарушения; 7 – Первомайский массив; 8 – элементы залегания пород: а – нормальное, б – опрокинутое; 9 – склонение (стрелки) и наклонение (цифры) полученных направлений ВТК в современной системе координат. На врезке указано местонахождение района исследований.

2) магматические тела южного берега Крыма (ЮБК): район мыса Плака (PL) и санатория «Утес» (US), карьер Шарха (KW) над селом Кипарисное, мысы Рыбачье (RB), Форос (MF) и Гусиный (MG);

3) вулканические и интрузивные комплексы Восточного Крыма: хр. Карагач Карадагского палеовулкана (KG) и хр. Чока-Таш близ села Грушевка (4Т).

Ориентированные образцы отбирались ручным способом. Их общее количество составило около 300 шт. Палеомагнитные исследования проводились в отделе палеомагнитных реконструкций Всероссийского нефтяного геолого-разведочного института (ВНИГРИ) в

¹ Расшифровка и привязка объектов приведена далее в тексте.

Санкт-Петербурге. Для выделения компонент ЕОН были применены ступенчатая температурная чистка (установка TD48, США) и размагничивание переменным магнитным полем (установка LDA 3, Agico, Чехия). После каждого цикла нагрева–охлаждения измерялась величина ЕОН на спин-магнитометре JR-4 (г. Брно, Чехия). Компонентный анализ сделан по общепринятой методике с использованием программных пакетов Енкина. Контроль за химическими изменениями магнитных минералов в процессе термочистки осуществлялся путем измерения магнитной восприимчивости (χ) на каппабридже KLY-2 (г. Брно, Чехия). Параллельно с выделением компонент ЕОН проводились магнито-минералогические исследования (установка KLY-3, Agico, Чехия) для определения минералов-носителей намагниченности.

Геологическое строение района исследований. Бодракский субвулканический комплекс расположен в Бахчисарайском районе, в окрестности сел Трудолюбовка и Партизанское. В тектоническом районировании Горного Крыма он относится к Качинскому поднятю. Вулканогенно-осадочная толща наклонена на север-северо-запад под углами 40–50°. Она прослеживается по простиранию на расстояние более 10 км широкой полосой северо-восточного простирания, пересекая долины рек Бодрак, Альма и Салгир. На юго-востоке толща ограничена региональным надвигом северо-западного падения с мощным Симферопольским меланжем по вулканогенно-осадочным породам [2, 6].

Вулканогенно-осадочные и осадочные образования в бассейне р. Бодрак представлены пепловыми, лапиллиевыми туфами, гиалокластитами, туфопесчаниками и тефроидами. Возраст толщи датируется как байосский ярус средней юры, точнее верхнебайосский подъярус. Он определен находками аммонитов *Calliphylloceras heterophylloides* Opp., *Lytoceras* sp., белемнитов *Megateuthis* cf. и др. [7].

Образцы отбирались из 13 точек в долине р. Бодрак по обе ее стороны в незатронутых меланжированием породах, по 3–22 ориентированных штуфа из каждой. Были опробованы секущие комплекс интрузивные образования (PM, LW, DB, VG, WK, PD) и 7 точек из вмещающей их эффузивно-осадочной толщи (BS) (рис. 1).

В 2 км к юго-востоку от дер. Трудолюбовки, в пределах Первомайского карьера (PM), изучены биотит-роговообманково-авгитовые мелкозернистые диориты [7], слагающие крупный интрузивный массив. В верховьях Ленинградского оврага (левобережье р. Бодрак), на левом борту, напротив плотины небольшого озера, отобраны кварцсодержащие долериты из штокоподобного тела (LW). У восточной окраины Трудолюбовки на южном склоне горы Белой исследована дайка долерито-базальтов, секущая вулканогенно-осадочную толщу (DB), на южном склоне Воронежской горки (VG) на северной окраине Трудолюбовки взяты долеритовые порфириты из силлоподобного тела.

У села Партизанского в долине р. Альма в Школьном (Саблыньском) карьере (WK) обследованы андезито-дациты крупного субвулканического тела. На правом берегу Партизанского водохранилища в 50 м от плотины опробована дайка долеритов (PD). В окрестностях села Украинка, в пределах Петропавловского карьера (PP) (старая выработка) отобрана серия образцов из покровов подушечных и шаровых лав мелкопорфировых базальтоидов [8].

Вулканическая толща ЮБК развита в юго-западной части полуострова у мысов Ифигения, Мелас и Форос. Здесь распространены бомбовые, глыбовые и песчано-пепловые туфы от базальтового до андезитового состава. Все типы вулканитов района ЮБК – миндалекаменные и порфировые, с вкрапленниками плагиоклаза, авгита и микровкрапленниками титаномагнетита [7].

У мыса Плака опробованы массив темно-серых диоритов (PL) и тело сходного состава, располагающегося с северной стороны санатория «Утес» (US). К северу от мыса Форос в обрыве над ялтинским шоссе (MF) изучены образцы вулканогенно-осадочной толщи, сложенной переслаиванием лапиллиевых туфов и аргиллитов с потоками спилитов и диабазо-

вых порфиритов. На мысе Гусиный (MG) из Леменского хребта (хр. Дракона) были отобраны образцы полнокристаллических диоритов из вулканогенной толщи, относимой к байосу [9].

В районе развития комплекса малых интрузий Горного Крыма [10] взяты образцы плагиогранит-порфиритов из Шархинского карьера (KW) над Алуштой. Юго-западнее пос. Рыбачье (RB) в береговом клифе обнажаются вулканические породы, слагающие одноименный мыс. Из них отобраны образцы лав кератоспилитов с ясно выраженным подушечным строением.

Вулканиды Туакского поднятия (Карадагский массив и прилегающие районы) по составу преимущественно шошонитовые, реже известково-щелочные [7]. Из юго-восточной части массива Берегового хребта Карадага (хр. Караагач) (KG) отбирались образцы диоритов из лавовых покровов. В ядре крупной антиклинали Суук-Су у села Лесное Судакского района расположен интрузивный массив Чока-Таш (4Т). Из центральной части массива исследованы образцы серых диоритов массивной текстуры.

Результаты лабораторных исследований. В изученных породах в большинстве случаев выделяются две компоненты ЕОН: низкотемпературная, возникшая под действием современного поля, и высокотемпературная – древняя либо являющаяся суперпозицией нескольких компонент (рис. 2).

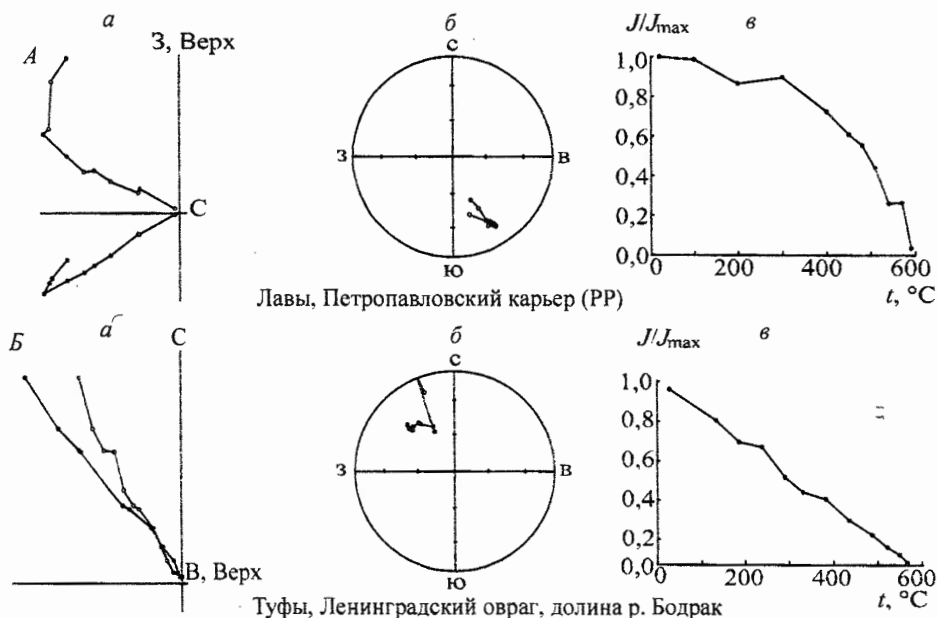


Рис. 2. Типичные диаграммы Зейдверельда (а), стереограммы (б) и зависимости намагниченности J/J_{max} от температуры t (е) для магматических (А) и осадочных (Б) пород в древней системе координат.

Темные знаки (а) – проекция на горизонтальную плоскость, светлые – на вертикальную; темные знаки (б) – проекции на нижнюю полусферу, светлые – на верхнюю.

Палеомагнитные направления высокотемпературной компоненты (ВТК) большинства пород заметно отличаются от направления современного геомагнитного поля как по склонению, так и по наклону (интрузивы PP, KG, 4Т, MG, MF, AD, US, KW). Наиболее близки к современному полю направления ВТК ЕОН интрузивов LW, WK, SB, RB и осадочных образований BS. ЕОН характеризуется наиболее высокой стабильностью к нагревам в интрузивных телах Южного берега. При температуре выше 400 °С сохраняется более 60% ее исходной величины, тогда как в осадочных образованиях она редко превышает 20% (BS). В пользу надежности палеомагнитных склонений, выделяемых у южнобережных магматитов, свидетельствует их сходство между собой и со склонениями вулканических объектов (PP, PM, см. таблицу).

Основные характеристики полученных направлений J_n

Объект изучения	Элементы залегания, град.	N	Методика	D_B , град.	I_B , град.	D_s , град.	I_s , град.	K	A_{95} , град.	ϕ , град.	$\phi_{\text{монокл.}}$, град.
BS	345 \angle 50	69	ВТК	359	63	337	23	6,2	13	12	
VG		10	ВТК	319	-26			15	14		
		10	НТК	360	64,6			18	24	9,6	
DB		32	ВТК	147	47,1			73	3,6	28,2	38,7
PM		16	ПП	126	63,3			60	5,7	44,5	53,9
LW		13	ВТК	358	57,6			25	9,4	38,7	26,6
WK		11	ВТК	355	61,3			72	6,1	42,1	30
PD		13	ВТК	250	-15			49	6,3	7,6	20,6
PP	350 \angle 70-90	26	ВТК	67	-40	113	-14	10	11	7,1	
PL		6	ВТК	25	-69			10	25		
US		6	ВТК	341	-20			6,5	33		
RB		14	ВТК	357	75,6			9,3	17		
KW		14	ПП	165	35,7			24	9,5	20	28,2
MF	50 \angle 80	13	ВТК	8,3	24,9	1,4	-36	6,7	18	20	28,5
MG		12	ВТК	58	66,5			20	13	49,7	40,9
KG	350 \angle 80	11	МПКП	19	-33	35	54	15	14	18	26,8
4T		10	ВТК	308	25,5			17	15	13,7	7,6

Примечание. Расшифровку и привязку объектов см. в тексте; N – количество измеренных образцов; методика получения палеомагнитного направления: ВТК, НТК – компонента высоких и низких температур, МПКП – метод пересечения кругов перемагничивания, ПП – чистка переменным магнитным полем; D – склонение, I – наклонение вектора естественной остаточной намагниченности (ЕОН) в соответствующих нижнему индексу системах координат (g – географическая, s – стратиграфическая); K – кучность векторов ЕОН; A_{95} – угол доверия; ϕ – вычисленная палеоширота места образования объектов исследования; $\phi_{\text{монокл.}}$ – широта, рассчитанная за вычетом угла падения верхнего структурного этажа (моноклинали).

Анализ зависимости намагниченности от температуры большинства образцов интрузивных тел установил, что магнитным минералом в них является магнетит. Его мелкодисперсная фракция обнаруживается при оптической диагностике [7].

Вулканоогенно-осадочные образования Бодракского комплекса (BS). Образцы здесь обладают намагниченностью от 1 до 650 мА/м, в среднем – 130 мА/м. Магнитная восприимчивость образцов χ_{cp} составляет $133 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. В большинстве образцов выделяется однокомпонентная характерная намагниченность, хотя присутствует и двухкомпонентная (см. рис. 2). Судя по кривым термомагнитного анализа, минералами, несущими намагниченность, являются титаномагнетит и гематит. Магнитная восприимчивость образцов возрастает в интервале температур 550–600 °С. Большинство пород комплекса имеет прямую намагниченность. Направление падения толщи в западной и восточной ее частях различаются на 10–15°. Это дает возможность проведения теста складки. Величина кучности остается неизменной при учете элементов залегания, что скорее всего говорит о недостаточной разнице в углах залегания толщи, необходимых для проведения теста. Тест складки – неопределенный, откуда можно предположить синскладчатый характер намагниченности. Направление ВТК в географической системе координат совпадает с направлением векторов силовых линий современного геомагнитного поля ($D = 4^\circ, I = 63^\circ$) (рис. 3).

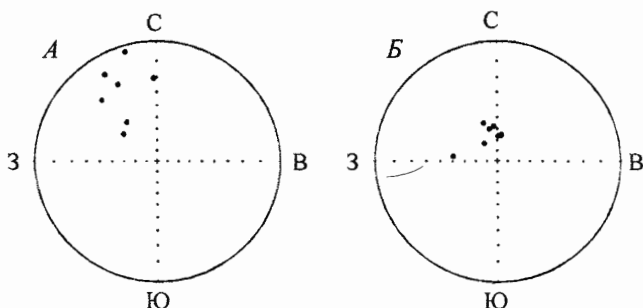


Рис. 3. Распределение высокотемпературной компоненты ЕОН в древней (А) и современной (Б) системах координат (осредненное по каждой точке отбора) для туфов Бодракского комплекса.

Порфириты интрузивного тела **Воронежской горки (VG)** обладают намагниченностью от 100 до 300 мА/м (среднее – 202 мА/м), $\chi_{\text{cp}} = 115 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Достаточно четко проявляют себя три разнотемпературные компоненты. Первая – низкотемпературная (до 250 °С) компонента (НТК) – в современной системе координат четко совпадает с направлением современного геомагнитного поля, вторая – среднетемпературная и третья – высокотемпературная; компоненты имеют высокие наклонения в древней системе координат.

Первомайский карьер (PM). Образцы были подвергнуты чистке переменным магнитным полем до величин до 60–70 мТл. Средняя намагниченность пород составляет 31 мА/м. На диаграмме Зийдервельда выделяются две разнонаправленные компоненты в разных значениях поля. Обе компоненты положительные и имеют сходные наклонения. Склонение компоненты низких значений переменного поля на 50° меньше, чем высоких. Возможно, здесь имело место вращение в горизонтальной плоскости по часовой стрелке между временем фиксации намагниченности в породах.

Школьный карьер (WK). Размагничивание переменным полем для этих образцов проводилось до значений напряженности поля 70–80 мТл. Средняя намагниченность их высокая и составляет 340 мА/м. Во всех образцах выделяется однокомпонентная намагниченность. Направления вектора ЕОН довольно кучно группируются, за исключением одного образца, который был исключен из выборки для среднего направления.

Партизанская дайка (PD). К отобранным ее породам было применено температурное размагничивание до 540 °С. Из-за резкого увеличения магнитной восприимчивости в интервале температур 450–500 °С чистка была остановлена. Средняя намагниченность – 17 мА/м, $\chi_{\text{cp}} = 6,5 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Образцы обладают однокомпонентной намагниченностью с хорошей кучностью выделяемых направлений, но с отрицательным наклонением.

Ленинградский штук (LW). Температурная чистка до 600 °С выявила относительно высокую намагниченность 695 мА/м, и магнитную восприимчивость образцов $\chi_{\text{cp}} = 176 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Значение χ_{cp} резко возрастает в интервале температур 540–555 °С, и эти точки не учитывались в выделении ВТК. На диаграмме Зийдервельда, помимо основной высокотемпературной компоненты, иногда прослеживается вторая – малых температур. Направления обеих компонент отличаются не сильно. ВТК четко совпадает с направлением современного геомагнитного поля. Возможно, породы были перемагничены современным либо близким к его направлению полем.

Карьер Петропавловский (старая выработка) (PP). Температурная чистка до 610–640 °С проводилась с шагом 30–50 °С. Образцы обладают высокими значениями намагниченности – 5070 мА/м, $\chi_{\text{cp}} = 310 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Термомагнитный анализ показал, что магнитным минералом является магнетит (резкий пик магнитной восприимчивости и падение намагниченности при 580 °С). В большинстве образцов выделяется двухкомпонентная намагниченность (см. рис. 2), и они обладают стабильной намагниченностью – при нагреве до температур 400 °С в них сохраняется более 70% величины J_n . В коллекции преобладают обратномагнитные образцы ВТК. Тест обра-

чения отрицательный, тест складки – положительный. Кучности направлений векторов ВТК очень малы и практически не различаются в современной и древней системах координат.

Массив Плака (PL). Намагниченность образцов низкая и составляет 29,34 мА/м, $\alpha_{cp} = 4,5 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. В ходе температурной чистки обнаружился сильный внутритуфовой разброс направлений, в связи с которым возникает низкая кучность общего результирующего направления. Диаграммы Зийдервельда показывают хаотичное поведение вектора намагниченности в каждом образце, по которому трудно выделить какое-либо одно направление. По сумме вышеперечисленных характеристик результатами измерений приходится пренебречь.

Интрузивное тело у санатория «Утес» (US). Образцы диоритов обладают низкой намагниченностью – 22,7 мА/м, $\alpha_{cp} = 4,8 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Температурная чистка до 610 °С велась через 30–80 °С. При температуре 570 °С магнитная восприимчивость возросла на порядок, и этот интервал не использовался при компонентном анализе. Термомагнитный анализ показывает, что магнитным минералом, отвечающим за ЕОН, является магнетит. Все образцы обладают однокомпонентной намагниченностью, разрушающейся при 540–580 °С. Низкая кучность и высокое значение угла доверия свидетельствуют о небольшой надежности полученного результата.

Поселок Рыбачье (RB). Для выделения ЕОН была применена температурная чистка до 500 °С. У половины образцов магнитная восприимчивость резко возрастала при температуре 400 °С. В связи с этим по причине подмагничивания новообразующихся минералов дальнейшая чистка была приостановлена. Исходя из зависимости магнитной восприимчивости от температуры магнитными минералами являются магнетит ($T_k = 580$ °С) и титаномагнетит. Намагниченность пород слабая – 2,3 мА/м, $\alpha_{cp} = 4,2 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Анализ диаграмм Зийдервельда обнаруживает однокомпонентную ЕОН.

Шархинский карьер (KW). Чистка до 610 °С проводилась через интервал 50–30 °С. Образцы плагногранит-порфиров обладают двухкомпонентной намагниченностью, НТК пропадает при нагреве до 300 °С. Намагниченность пород слабая и составляет 1,5 мА/м, $\alpha_{cp} = -2,3 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Образцы обладают стабильной намагниченностью – при нагреве до температур 400 °С сохраняется более 60% ее исходной величины. Магнитным минералом является магнетит ($T_k = 580$ °С). Исходя из статистических характеристик выделенного направления и резкого отличия его от современного направления поля выделенную ВТК можно считать первичной.

Мыс Форос (MF). Образцы с этого мыса при температурном размагничивании (до 550 °С) показали низкую намагниченность (0,65 мА/м) и магнитную восприимчивость $\alpha_{cp} = 4,7 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Во всех случаях проявляется однокомпонентная намагниченность.

Мыс Гусиный (MG). Точки на диаграмме Зийдервельда выше 550 °С не учитывались при выделении компонент по причине возрастания магнитной восприимчивости в данном интервале температур. Величины средней намагниченности и магнитной восприимчивости низки: $J_{n\text{cp}} = 1,5$ мА/м и $\alpha_{cp} = 2,2 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Однокомпонентную намагниченность, выделяющуюся во всех образцах по значению кучности и несовпадению с современным направлением поля, можно считать первичной.

Хребет Карагаич (KG). Образцы обладают очень высокой намагниченностью (7630 мА/м), которая в нескольких случаях была выше измерительной способности прибора. Средняя магнитная восприимчивость повышена до значений $357 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Все образцы обладают однокомпонентной намагниченностью. Выделение компонент ЕОН производилось с применением метода пересечения кругов размагничивания, по причине хаотического расположения направлений, выделенных стандартным способом. Судя по зависимостям намагниченности от температуры, минералом, несущим намагниченность, является магнетит.

Массив Чока-Таш (4Т). Температурная чистка велась до 600 °С. Намагниченность образцов высокая, – от 8 до 1300 мА/м, в среднем – 460 мА/м, магнитная восприимчивость – $100 \cdot 10^{-4}$ ед. СИ. Выделение компонент ЕОН происходило с использованием метода пересечения кругов размагничивания по причине сильного разброса направлений, получаемых обычным способом. При обращении ВТК двух отдельно стоящих отрицательных образцов они попадают в основную группу направлений, т. е. тест обращения – положительный.

Обсуждение полученных результатов. Для получения представления о палеомагнитной характеристике района в целом рассмотрим каждый объект исследования.

Исходя из сходства полученного направления для вулканогенно-осадочной толщи долины р. Бодрак (BS) в географической системе координат с направлением на современный геомагнитный полюс можно предположить преобладание современной компоненты над древней. Компоненты разделить не удалось.

При интерпретации данных для интрузивных образований представилось возможным внести поправки на наклон моноклинально залегающих толщ мела–палеогена. Для пересчета направлений были приняты усредненные элементы залегания верхнего структурного этажа: $345^\circ \angle 12^\circ$.

Для пород дайки на горе Белой (DB) выделенное направление ВТК не совпадает с направлением на геомагнитный полюс, составляя с ним разницу по склонению 140° . Отсюда напрашивается вывод о правостороннем его повороте на соответствующее значение угла.

Палеоширота места образования тела соответствует 26° . При учете общего наклона мел-палеогеновых толщ это направление ВТК ($D_s = 147^\circ$, $I_s = 47^\circ$) пересчитывается в следующее: $D = 139^\circ$, $I = 57^\circ$. Наклонение данного вектора соответствует палеошироте $38,7^\circ$, что на 12° севернее полученного первичного результата (см. рис. 1).

Интрузивное тело Первомайского карьера (РМ) по наклонению совпадает с направлением на современный геомагнитный полюс. В то же время склонение составляет с ним разницу 126° и свидетельствует о правостороннем повороте. Возможно, этот поворот и размещение интрузива в полосе регионального Симферопольского меланжа [2] обусловила сдвиговая составляющая перемещения меланжированных масс при надвигании. Такое заключение подтверждают тектонические контакты штока с матриком из дезинтегрированных пород таврической серии и положение рисуемого на геологических картах правостороннего сдвига.

Наклонение ВТК дайки, секущей аргиллиты на берегу Партизанского водохранилища (РД), в современной системе координат ($D_g = 250^\circ$, $I_g = -15^\circ$) при учете элементов залегания вмещающих ее аргиллитов ($195^\circ \angle 60^\circ$) пересчитывается в направление $D = 281^\circ$, $I = -31,5^\circ$. Это дает палеошироту $20,6^\circ$. Отрицательное наклонение, скорее всего, обусловлено наличием знакопеременных зон в гиссарской гиперзоне полярности, к возрастному интервалу которой относится изучаемый объект. Судя по склонению, тело претерпело левосторонний поворот на $80-100^\circ$.

Не исключено, что вращения затронули и другие тела в пределах Качинского поднятия (WK, LW), входящие в зону разрывного нарушения. Отмеченные изменения в магнитных характеристиках минералов могут быть следствием низкоградного позднеюрско-раннемелового динамометаморфизма. Минеральные ассоциации и состав минералов метаморфитов пренит-пумпеллитовой фации указывают на то, что они возникли при температуре 300°C и давлении около 2 кбар. Для регионального метаморфизма это отвечает минимальной глубине около 6 км [7]. Соответствующие условия могли быть обеспечены только за счет надвигообразования, и их достаточно для частичного или полного изменения общего направления вектора ЕОН.

Склонения ВТК для образцов из Петропавловского карьера (РР) показывают значительный поворот по часовой стрелке в обеих системах координат и отрицательные наклонения. Заниженные наклонения в древней системе координат могут быть причиной недостаточно разделения компонент намагниченности.

Массивы Утес (US), Плака (PL), мысов Рыбачье (RB) и Гусиный (MG) по нашим наблюдениям расположены в Южнобережном меланже и имеют тектонические контакты с матриком, состоящим из дезинтегрированного флиша таврической серии. Расположение тел в зоне меланжа и низкие показатели кучности не позволяют использовать эти объекты для проведения палинспастических реконструкций, однако дают возможность охарактеризовать вращение отдельных блоков в пределах меланжированных толщ. В случае с наиболее статистически обоснованными объектами RB и PL разница в направлении ВТК составляет 109° .

Образцы, отобранные в пределах Школьного карьера (WK) и Ленинградского штока (LW), имеют сходные с современным, но несколько заниженные наклонения. При учете угла падения мел-палеогеновой моноклинали в них было получено наклонение, пересчитывающееся в палеошироту 30 и 26° соответственно. Следовательно, намагниченность была приобретена после внедрения пород и до тектонического наклона верхнего структурного этажа.

С учетом элементов залегания лавовых потоков с мыса Форос (MF) ($50^\circ \angle 80^\circ$) полученное направление пересчитывается в стратиграфическую систему координат: $D_s = 1,4^\circ$, $I_s = -36,5^\circ$. Направление ВТК в современной системе координат заметно отличается от по-

ложения силовых линий современного магнитного меридиана и при пересчете в древнюю систему координат является отрицательным. Кучности ВТК в обеих системах координат остаются одинаковыми и невысокими. Тест складки оказался неопределенным из-за отсутствия достаточного разброса элементов залегания.

Интрузивное тело г. Чока-Таш (4Т) расположено в ядре крупной антиклинали Суук-Су субширотного простирания. Отложения ядра смяты в мелкие складки, запрокинутые к северу, и чередуются с участками меланжированных пород. Судя по данным измерений, интрузив был повернут по часовой стрелке на 50° . Заниженное наклонение, возможно, объясняется тектоническими подвижками в пределах зоны Щebetовского меланжа [2].

Направление ЕОН хр. Караагач (КГ), входящего в состав Карадагской горной группы, можно интерпретировать в рамках двух предположений о геологическом строении района – принимая разные элементы залегания опробованных толщ. Согласно традиционному представлению В. И. Лебединского и др. [8], Береговой хребет составляет юго-восточное крыло синклинали с омоложением пород к северо-западу. Согласно новым представлениям [3], субвертикально залегающая вулканогенно-осадочная толща хребта представляет собой фрагмент юго-восточного крыла принадлежковой антиклинали и породы на северо-запад удревняются. Наши полевые наблюдения позволяют согласиться со второй точкой зрения. Поэтому при пересчете из современной в древнюю систему координат отрицательное наклонение, получившееся в географической системе координат ($I_g = -33^\circ$), пересчитывается в положительное ($D_s = 35^\circ$, $I_s = 54^\circ$).

Согласно реконструкциям [5], островная дуга Горного Крыма располагалась на западном окончании Малокавказской островной дуги, контактируя с Родопским массивом на западе. Взаимодействием с последним объясняются специфика движения Горнокрымского террейна, его отрыв от Малокавказской дуги и значительные вращения. Вращения интерпретируются положением Крымского террейна в зоне трансформного разлома.

Однако большинство объектов исследования в работе Д. М. Печерского расположены в региональных меланжах по породам таврической серии и в пределах Горнокрымской олистостромы. Из-за хаотичного расположения кластолитов этих комплексов объекты имеют большой разброс направлений до 156° , что не укладывается в значение угла, возникающего при замыкании клиновидной области Тетиса и движениях в пределах зоны трансформного разлома, как объясняет их Д. М. Печерский. Такие вращения, по нашему мнению, связаны с движениями, произошедшими непосредственно с объектами, являющимися кластолитами в пределах меланжированных зон.

При выборке объекты, пригодные для определения их палеоширотного положения, сортировались по статистическим параметрам, наличию положительных полевых тестов, структурному положению относительно меланжированных толщ, весьма распространенных по территории Горного Крыма. Таким образом, была отобрана серия объектов: Шархинский карьер (KW), мыс Форос (MF), дайка на горе Белой (DB), хр. Караагач (КГ). Положение зон вулканизма, рассчитанное для этих объектов, в средней юре соответствовало широтам $26-28^\circ$. Расстояние по меридиану, соответствующее величине открытого океанического бассейна (Таврического, Мелиата, Кюре [13]), относительно края Евразии (располагавшегося на широте 42° [14]), составило $1500-1800$ км. Геологические данные (конгломераты горы Демерджи с обломками офиолитов и гранитоидов) свидетельствуют о меридиональном сокращении и последующем замыкании бассейна с океаническим типом коры. Поднятия, образовавшиеся на месте коллизии с центральными Понтидами [13], были источниками для накопления грубообломочных толщ. Сама же зона субдукции находилась на $100-300$ км южнее [2]. Таким образом, субдукция океанической коры под Крымию и Лавразию сопровождалась общим движением островодужных террейнов Мезотетиса на север.

Правосторонние вращения, показанные в предшествующих работах [4, 5], подтверждаются в настоящем исследовании и составляют от 35 до 165° (MF, KW, KG, DB, PM). Возможность таких движений можно объяснить положением полюса вращения блоков либо в их пределах, либо в непосредственной близости от них.

Заключение. Изучение геологии и тектоники среднеюрских образований Горного Крыма показало их неполную пригодность для палеомагнитных исследований и геодинамических реконструкций. Наиболее достоверные и отвечающие серии тестов результаты получены для следующих объектов: KW, MF, DB, KG.

Палеомагнитные характеристики образцов, отобранных из зон меланжей и олистостром, подтверждают хаотичность их положения и автономное движение глыб и массивов в микститах.

Предшествующие палеомагнитные реконструкции Крыма проводились на основе материалов по объектам исследования с нечетко определенным структурным положением. Поэтому нередко результаты плохо соответствуют современным представлениям о геодинамической эволюции региона. В частности, многочисленные повороты интрузивных тел-кластолитов в пределах меланжированных толщ принимались либо за исходный изгиб островной дуги, либо за результат вращения крупных структурных блоков в пределах складчато-надвиговой области.

Данные палеомагнитных исследований позволили уточнить широтное положение Горнокрымского террейна (Крымии) в средней юре. Оно составляет 26–28° с. ш. Учитывая реконструированное положение южного края Лавразии [14], ширина субдущированного фрагмента палеоокеана Мезотетис между Горнокрымским террейном и Крымией в средней юре составляла по меридиану не менее 1500–1800 км. В ранней юре она была больше [6] и последовательно сократилась к окончанию коллизии в конце раннего мела.

Автор благодарит проф. Г. С. Бискэ и В. В. Юдина за организацию работы, а также А. Н. Храмова и В. В. Попова за помощь в ее проведении, поддержку и ценные указания.

Summary

Yudin S. V. Paleomagnetic research of Middle Jurassic objects of the Crimean Mountain.

On the base of new paleomagnetic data for the Bajosean island arc volcanic formation of the Crimean mountain range, its paleo latitude position is calculated to be $27 \pm 3^\circ$. The distance from the Southern edge of Eurasia, which is situated at latitude 42°, to the volcanic arc is determined to be 1500–1800 km along the meridian. Based on this result it is concluded that there are significant clockwise rotations within the volcanic arc. Geological data indicate the presence at this time of a basin with oceanic crust (the Tavricheskiy basin) near the south edge of Eurasia closed by a collision with Central Pontides.

Литература

1. Юдин В. В. Магматизм Крымско-Черноморского региона с позиций актуалистической геодинамики // *Мінеральні ресурси України*. 2003. № 3.
2. Юдин В. В. Геологическое строение Крыма на основе актуалистической геодинамики: Приложение к сб. «Вопросы развития Крыма». Симферополь, 2001.
3. Юдин В. В., Ключко А. А. Тектоника Восточного Крыма (Карадаг) // *Материалы конференции «Тектоника и нефтегазоносность Азово-Черноморского региона в связи с нефтегазоносностью пассивных окраин континентов»*. Симферополь, 2001.
4. Печерский Д. М., Диденко А. Н., Сафонов В. А. и др. Петромагнитная и палеомагнитная характеристика среднеюрского вулканизма Горного Крыма // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1991. № 3.
5. Печерский Д. М., Сафонов В. А. Палинспастическая реконструкция положения Горного Крыма в средней юре – раннем мелу на основе палеомагнитных данных // *Геотектоника*. 1993. № 1.
6. Юдин В. В. Палеогеодинамика Крыма, прилегающих акваторий и территорий // *Геол. журн. (Киев)*. 1996. № 3–4.
7. Милеев В. С., Мазарович О. А. Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия кайнозоя, магматические, метаморфические и метасоматические образования. М., 1989.
8. Лебединский В. И., Махаров Н. М. Вулканизм Горного Крыма. Киев, 1962.
9. Славин В. И., Пермя-

ков В. В., Нероденко В. М. и др. Сводный путеводитель экскурсий 27-й сессии Международного геологического конгресса. Киев, 1984. 10. Шнюков Е. Ф., Щербаков И. Б., Шнюкова Е. Е. Палеоостровная дуга севера Черного моря. Киев, 1997. 11. Бискэ Г. С. Тектоника Качинского поднятия: эволюция представлений за 50 лет работы на крымском полигоне. Геология Крыма // Учен. зап. кафедры историч. геологии СПбГУ. 2003. Вып. 2. 12. Милеев В. С., Мазарович О. А. Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. М., 1989. 13. Казмин В. Г., Тихонова Н. Ф. Раннемезозойские окраинные моря в Черноморско-Кавказском регионе: палеотектонические реконструкции // Геотектоника. 2005. № 5. 14. История океана Тетис / Под ред. А. С. Моница, Л. П. Зоненшайна. М., 1987.

Статья принята к печати 16 октября 2006 г.