

УДК 551.248.1(477.9).

ПАЛИНСТАСТИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ГОРНОГО КРЫМА В СРЕДНЕЙ ЮРЕ - РАННЕМ МЕЛУ НА ОСНОВЕ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

© 1993 г. Д. М. Печерский, В. А. Сафонов

Институт физики Земли РАН, Москва

Поступила в редакцию 05.09.91 г.

Выполнено палеомагнитное изучение верхнеюрских осадочных пород (10 объектов, 131 образец) и галек из верхнеюрских конгломератов (3 объекта, 118 образцов) Горного Крыма. В результате сочетания ступенчатой термочистки и метода пересечения кругов перемагничивания, тестов галек, складки и обращения выделены по крайней мере две древних компоненты естественной остаточной намагниченности. Их направления различаются в западной и восточной частях Горного Крыма: 1) близкая первичной доскладчатая позднеюрская компонента со средним склонением соответственно 353° (запад) и 318° (восток), наклонением 45° (запад) и 43° (восток); 2) синскладчатая компонента, охватывающая время деформаций осадочных пород поздняя юра – ранний мел, со средним склонением соответственно 357° (запад) и 340° (восток), наклонением 60° (запад) и 51° (восток). На основании этих, а также ранее полученных авторами палеомагнитных данных по среднеюрским образованиям сделаны следующие выводы. Островная дуга Горного Крыма находилась в средней юре на широте 26° , ее палеопростираие было около 300° ; в средней юре - начале поздней юры она испытала вращение по часовой стрелке на 156° . В раннем мелу восточный блок Горного Крыма повернулся против часовой стрелки на 25° , а западный – менее чем на 10° , почти не меняя своего широтного положения. В дальнейшем блок Горного Крыма двигался к северу вместе с Восточно-Европейской платформой и Скифской плитой. Вращение блоков Горного Крыма связывается с общей эволюцией Альпийского пояса, закрытием океана Тетис, взаимодействием с соседними Родопским и Малокавказским блоками, присоединением к краю Восточно-Европейской платформы.

ВВЕДЕНИЕ

Горный Крым, являясь частью Альпийско-Гималайского складчатого пояса, в процессе своего геологического развития был, как и другие участки этого пояса, вовлечен в движения, вызванные сближением суперконтинентов Гондваны и Евразии и закрытием океана Тетис. Перемещение блоков земной коры внутри нынешнего Альпийского пояса достигало первых тысяч километров, а их вращения нередко превышали 80° [5, 12, 13]. В тех же публикациях Горный Крым изображается в неизменном по отношению к Восточно-Европейской платформе и Скифской плите положении, хотя приводятся многочисленные свидетельства геологической оторванности Горного Крыма в ранней - средней юре от сопредельных складчатых сооружений [5, 7]. По сейсморазведочным данным отсутствуют мезозойские структуры земной коры, соединявшие Горный Крым с Кавказом и Добруджей [9, 10, 11]. Объяснение существования ряда геологических образований в Горном Крыму также требует предположений о значительных перемещениях Горного Крыма по отношению к окружающим его блокам земной коры, равно как и отдельных его частей друг относительно друга. Так, например, не ясен источник поступления обломочного материала таврической серии, "экзотических"

глыб пермских и каменноугольных известняков среди триасово-юрских пород, гальки палеозойских и протерозойских пород в юрских конгломератах [3 - 6].

Среднеюрские вулканиты Горного Крыма петрохимически являются представителями островодужной ассоциации [5, 6], что подтверждается и специфическим составом титаномагнетитов в них [8]. Верхнеюрская толща в районе городов Балаклава и Феодосия согласно залегают на среднеюрских породах, на большей же части территории Западного Крыма перекрывает их с азимутальным и угловым несогласием и начинается мощной пачкой базальных конгломератов, содержащих кальки нижнемезозойских, палеозойских и докембрийских пород [5, 6]. Отмеченные особенности в сочетании с данными о фациальной неоднородности отложений в западном и восточном Крыму однозначно говорят о различии динамических условий развития разных частей Крыма в поздней юре - раннем мелу. Лишь меловые отложения Горного Крыма формируют относительно единую структуру – моноклираль, породы которой согласно налегают на верхнеюрские известняки, конгломераты и флишоидные отложения, образовавшиеся в более или менее однотипных условиях мезозойско-кайнозойского шельфа юга Евразии.

Для уточнения тектонической и палеогеографической обстановки и истории развития Горного Крыма, а главное, для количественной оценки его палеоширотного положения и вращений в 1985 - 1989 гг. сотрудниками Института физики Земли АН СССР и Института минеральных ресурсов Мингео УССР велись палеомагнитные исследования мезозойских пород. В отборе и полевых измерениях образцов принимали участие А.Н. Диденко, В.Э. Павлов, в подборе объектов - С.В. Пивоваров. Авторы благодарят коллег за помощь. Данные палеомагнитного и петромагнитного изучения среднеюрских магматических и обожженных ими пород опубликованы ранее [8]. В ходе термической очистки образцов в результате применения теста обжига, галек, складки, обращения, метода пересечения кругов перемагничивания надежно выделены близкие первичным до складчатые палеомагнитные направления [8]. Из

их анализа следует, что среднеюрские вулканы входили в состав островной дуги запад-северо-западного простирания на широте примерно 25°, которая в свою очередь являлась частью единой системы дуг, включавшей, в частности, Малокавказскую дугу [1, 2, 13]. В течение среднеюрской вулканической активности в западной части Горного Крыма (район мыса Фиолент) блок, включавший островную дугу, повернулся по часовой стрелке на 100 - 150°. В вулканитах этого района выделяются три различных палеомагнитных направления, отражающие стадии вулканизма во время вращения ($D_1 = 125$, $D_2 = 54$ и $D_3 = 352^\circ$) при незначительно возрастающих наклонениях от 44 до 51° [8]. На фоне общего поворота Горного Крыма отмечены локальные развороты - до 50° - составляющих его мелких блоков. В раннем мелу Горный Крым находился уже в повернутом положении: меловое палеомагнитное склонение близко к современному.

С целью выяснения времени главного поворота и некоторых локальных вращений в пределах Горного Крыма проведено более детальное палеомагнитное изучение средневерхнеюрских пород. Для учета возможных относительных смещений отдельных блоков точки отбора были распределены по всем крупным структурам - Восточно-Крымскому, Юго-Западному и Судакскому синклиориям, Качинскому, Южнобережному и Туакскому поднятиям. Настоящая статья посвящена результатам этих исследований и методам их получения.

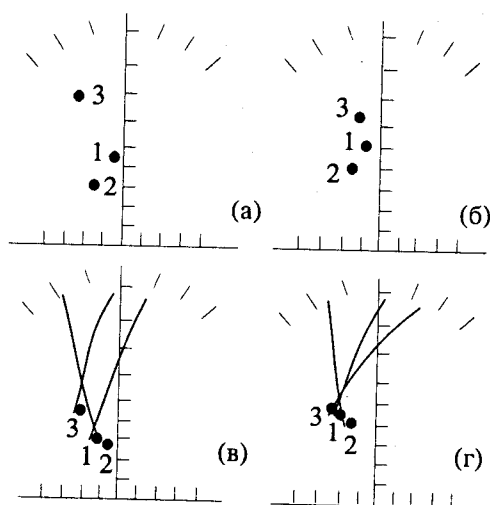
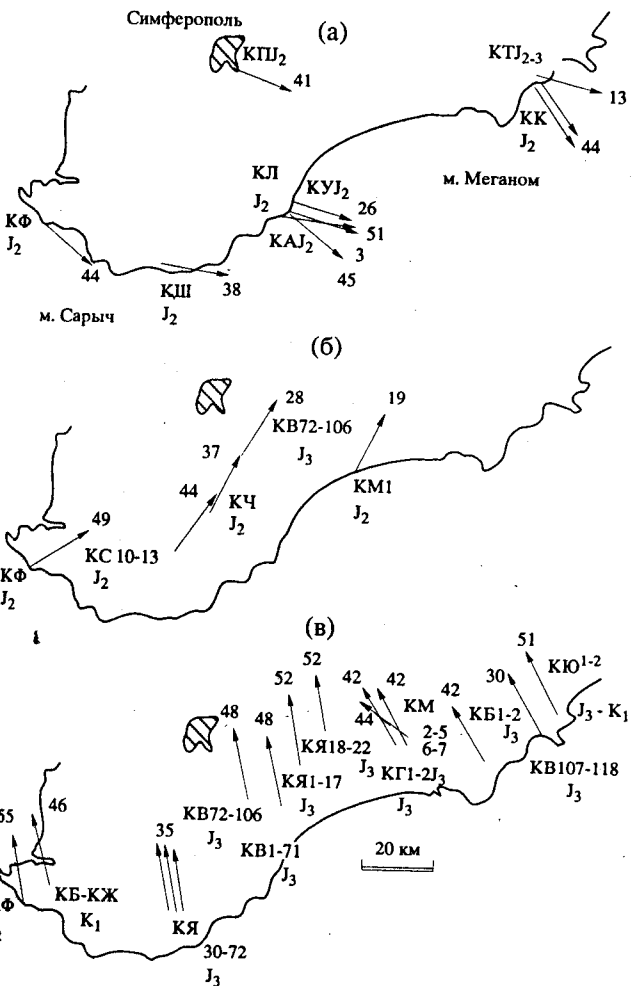


Рис. 2. Палеомагнитные направления (1 - КЯ 30 - 41, 2 - КЯ 42 - 61, 3 - КЯ 62 - 74) в современной (а) и древней (б) системе координат, полученные по пересечению индивидуальных кругов перемагничивания, и круги перемагничивания, построенные по средним (групповым) направлениям для каждого температурного интервала (в - современная, г - древняя система координат).

Рис. 1. Схемы расположения мест отбора ориентированных образцов и палеомагнитных направлений на территории Горного Крыма: а, б - среднеюрские, в - верхнеюрско-нижнемеловые объекты и палеомагнитные данные. Стрелки - палеомагнитные направления, цифры возле стрелок - наклонения.

Таблица 1. Результаты палеомагнитных измерений по объектам

Объект	Место отбора		Возраст пород	Залегание		Число		D_c	I_c	K_c	α_{95} α_{cp}	D_a	I_a	K_a	α_{95} α_{cp}	Способ	I_n^a
	широта	долгота		азимут	угол	N	R										
КЮ	45°02'	35°22'	$I_3 - K_1 b_1$	0 - 25	38 - 56	10	0	317	70	58.2	5.8	356,	29	51.6	6.2	$T = 300^\circ$	син
						9	0	299	52	-	-	344*	51*	70*	5.3*	$T + C$	
КЯ 1 - 17(I)	44°54'	34°29'	$I_3 t_1 - 2$	310 - 330	45 - 60	9	0	51	66	70.2	5.6	349	36	53.0	6.4	400°	син
						6*	57*	70.1*	5.6*	$T + C$							
КЯ 18 - 22(II)	44°58'	34°34'		0, 180 - 200, 165 - 180	40, 20 - 50, 4	7	0	359	61	48.7	7.6	355	66	59.5	6.9	300°	син
						357*	63*	84.8*	5.7*	$T + C$							
I + II						20	0	30	64	-	-	355	46	7.9	11.1	$T + K_n$	дос
						25	238	-71	-	173	-58	5.6	11.8	$T + K_n$			
КЯ 30 - 41(I)	44°31'	34°08'	$I_3 t_1 - 2$	320 - 350	10 - 26	7	0	356	51	41.2	8.2	351	36	41.7	8.2	350°	дос
						10	0	359	55	-	5.9	354	37	-	4.2	$T + K_n$	
КЯ 42 - 61(II)	»	»	$I_3 O_2 - km_1$	305 - 355	10 - 21	12	0	354	38	5.6	17.1	352	29	5.5	17.3	300°	дос
						15	0	344	56	-	9.7	345	45	-	12.4	$T + K_n$	
КЯ 62 - 74(III)	»	»		30 - 180, 260 - 330	5 - 35	0	10	170	-33	14.5	11.6	171	-33	14.0	11.9	350°	дос
						0	11	170	-20	-	5.6	176	-24	-	15.9	$T + K_n$	
I + II + III			$I_3 O_1 - 2 - km_1$			2	1	354	41	22.7	20.8	353	34	3118	1.4	$T + K_T + O_6$	дос
						3	0	348	41	17.6	19.2	349	35	49.2	11.5	$T + K_n$	
КВ 1 - 50(I)	44°47'	34°27'	$I_3 O_2 - km_1$	275	25	0	10	112	-58	4.0	22.1	104	-35	4.0	22.1	450°	дос
						0	5	37	-59	17.8	14.9	61	-42	17.8	14.9	»	
1-В						0	5	147	-31	26.9	12.1	140	-14	26.9	12.1	»	
КВ 51 - 7(II)	»	»	$I_3 k_3 - O_1$	280	45	0	11	358	-72	4.4	20.2	77	-47	4.4	20.2	500°	
II-A						0	8	5	-53	9.8	15.8	55	-39	9.8	15.8	»	
II-B						0	5	198	-55	121.2	7.3	149	-37	121.2	7.3	»	

Объект	Место отбора		Возраст пород	Залегание		Число		D_c	I_c	K_c	α_{95} $\alpha_{ср}$	D_a	I_a	K_a	α_{95} $\alpha_{ср}$	Способ	I_n^a		
	широта	долгота		азимут	угол	N	R												
КВ 72 - 106(III)	44°50'	34°16'	$I_3O_2 - km_1$	20	20	0	22	90	-43	2.0	21.1	109	-48	2.0	21.2	»			
III-A						0	4	61	-47	37.5	11.4	82	-60	37.5	11.4			400°	
III-B						0	6	168	-50	134.1	7.0	177	-33	134.1	7.0			»	
III-C						9	0	58	33	6.6	18.2	51	16	6.6	18.2			»	
КВ 1. - 106, сумма						14	0	65	41	6.8	14.3	53	42	6.2	15.0			»	
I + II + III						0	3	88	-68	13.3	22.1	103	-49	15.4	20.6			400 - 500°	пос + син
A, сумма						0	3	45	-53	19.9	18.1	68	-43	17.2	19.5			T + C	син
B, сумма						0	3	173	-46	17.1	19.6	159	-30	29.6	14.9			58* -48* 32.2* 14.2 T + C	син
I + II + III + III-C						1	3	300	61	42.5	10.7	353	48	112.4	6.6			165* -39* 31.2* 14.5* T + C	син
A + B + C, сумма						1	6	43	49	43.2	10.7	30	28	36.1	11.7			T + K _n + C + Об	дос
A + B + C, сумма			1	6	?	?			28	26	11.7	13.7	T + C	пос + син					
КВ 107 - 118	44°58'	35°15'	I_3tt_{1-2}	10 - 15	0 - 10	0	8	151	-37	12.1	14.3	156	-30	12.1	14.3	T + K _n + C + Об	дос + син		
КМ 2 - 5	44°55'	34°51'				13	0	329	71	3.0	22.4	338	45	2.8	23.2	500°	син?		
						8	0	324	61	12.0	14.3	328	40	12.1	14.2	300°			
КМ 6 - 7 + КБ-1 + КГ-1	»	»	$I_3O_2 - km_1$	320 - 340, 81 - 124	21 - 68, 28 - 30	18	0	279	62	-	-	309	44	-	4.7	T + K _n	дос		
						11	0	320	52	-	5.6	323	36	-	8.1	T + K _n			
						0	8	154	31	-	-	154	-47	-	18.0	T + K _n			
						11	8	325	57	-	-	327	42	-	3.9	T + K _n + Об	дос		

Примечание. N и R – число образцов или групп образцов прямой и обратной магнитной полярности соответственно; D, I – склонение и наклонение стабильной компоненты естественной остаточной намагниченности; с – в современной, а – в древней системе координат (полное введение поправки за залегание пород), звездочкой отмечены данные "промежуточного" введения поправки за залегание пород; K – параметр кучности (статистика Фишера), α – угол доверия (α_{95} в случае применения статистики Фишера, $\alpha_{ср}$ в случае применения статистики Бингама в методе Холлса пересечения кругов перемангничивания). Способ – способ выделения стабильной компоненты естественной остаточной намагниченности: T – термоочистка (указана температура чистки), H – чистка – указывается величина переменного поля в мТ; T + K – метод пересечения кругов перемангничивания в ходе термоочистки (K_n – индивидуальные круги, K_г – групповые круги, см. текст); C – тест складки, Об – тест обращения; I_n^a – природа (время приобретения) древней стабильной компоненты естественной остаточной намагниченности: пос – послескладчатая, син – сингладчатая, дос – доскладчатая.

**КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ**

К наиболее древним из изученных пород относятся нижнесреднеюрские $J_1t_2 - J_2b_1$ серые и зеленовато-серые сланцевые глины, алевролиты и песчаники из бешуйской свиты [6, 11], отобранные в верховьях р. Чуин-Елга в Бахчисарайском р-не (рис. 1, КЧ). Средне- и мелкозернистые серые и желто-серые среднеюрские песчаники ($J_2b_2 - bt_2$) опробованы в верховьях р. Бельбек в южной части Качинского поднятия (см. рис. 1, КС 10 - 13) и вблизи поселка Морское, в центральной части Туакского антиклинория (КМ 1). На южном склоне горы Демерджи и на северном плато горы Чатыр-Даг (КВ 1 - 71 и КВ 72 - 106) отобраны гальки различных пород из верхнеюрских базальных конгломератов ($J_3k_3 - km_1$) байраклинской свиты [6, 11] для применения теста галек.

Фациально-литологический состав верхнеюрских отложений ($J_3O_2 - km$) различен в западном и восточном Крыму. На южном склоне Ай-Петринской яйлы изучена яйлинская свита (КЯ - 45 - 72) [4, 11], сложенная в верхней части слоистыми глинистыми и песчанистыми известняками, мергелями. В районе сел Громовка (КГ 1) и Междуречье (КМ 6 - 7) и к северу от с. Богатовка (КБ 1) - южная часть Восточно-Крымского и центральная часть Судакского синклиория - отобраны глины, алевролиты, песчаники и известняки манджильской свиты [11]. Титонский ярус $J_3k_3 - km_1$ сложен трансгрессивным комплексом. На горе Бедене-Кыр (КЯ 30 - 45, Ай-

Петринская яйла), в южной и восточной частях Караби-яйлы (КЯ 1 - 17, КЯ 18 - 22) отобраны образцы пелитоморфных известняков, мергелей, известковистых песчаников ялтинской свиты [11]. В районе сел Громовка (КГ 2) и Междуречье (КМ 2 - 5) титонские отложения представлены флишеподобно переслаивающимися глинами, известняками, песчаниками и конгломератами хуторанской свиты [11]. Отобраны главным образом среднезернистые песчаники и глины. Аналогичные породы отобраны в районе села Богатовка (КБ 2, Судакская синклираль). Более молодые песчаники, глины, известняки верхнего титона - нижнего берриаса двукорной свиты опробованы в восточной части Восточно-Крымского синклиория (КЮ 1 - 2).

Таким образом, палеомагнитным изучением был охвачен весь временной и литологический спектр юрско-нижнемеловых осадочных пород Горного Крыма.

**МЕТОДИКА ПАЛЕОМАГНИТНЫХ РАБОТ
И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Отбор образцов производился из относительно более магнитных осадочных прослоев, для че-

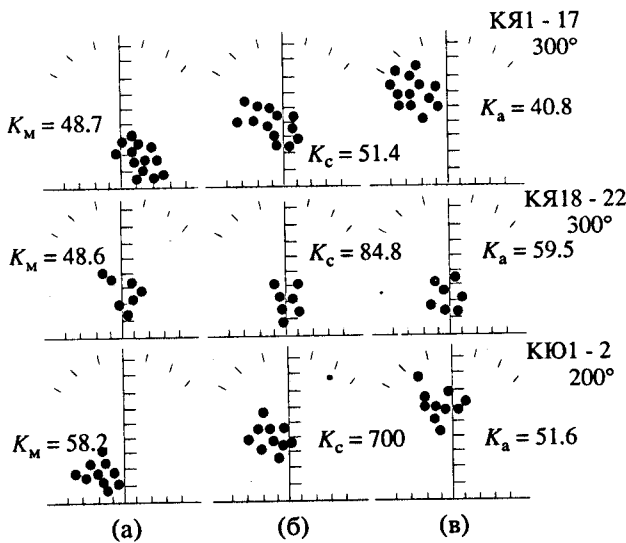


Рис. 3. Примеры распределений индивидуальных векторов естественной остаточной намагниченности после Т-чистки до $300^\circ C$. а - современная система координат; б - "промежуточное" введение поправки за наклон пород (половины угла падения); в - древняя система координат (введение полной поправки за наклон пород). K_m , K_c и K_a - соответствующие величины кучности. Залитые кружки - нижняя полусфера (прямая полярность).

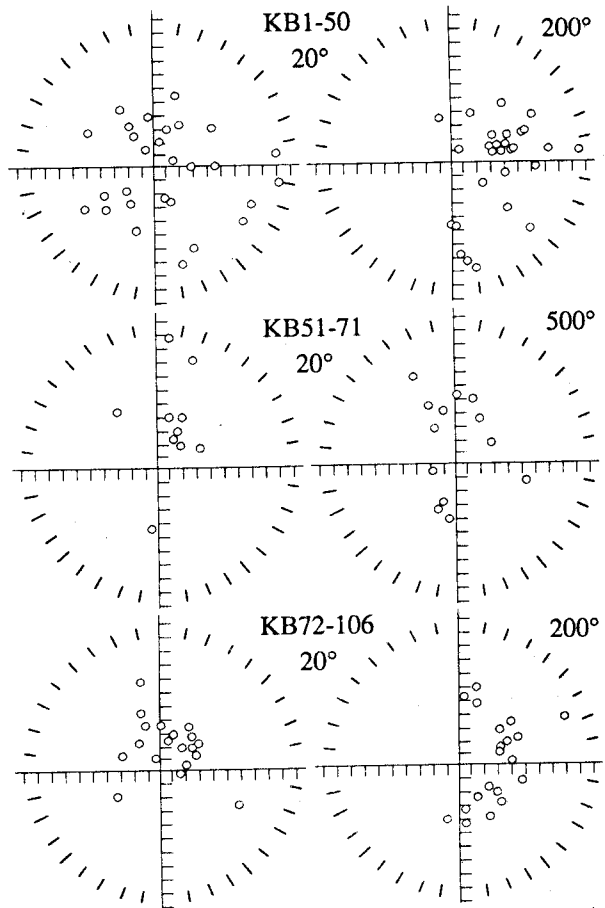


Рис. 4. Результаты термочистки галек из верхнеюрских конгломератов. Полые кружки - верхняя полусфера (обратная полярность).

Таблица 2. Средние палеомагнитные направления

Возраст пород		Объект	N	D	I	K	α_{95}	Φ_a
$J_2 b_2 - bt_2$	пер	КП*	1	101	46	16.1	8.5	
»	пер	КФ 1 + y	1	125	44	15.4	6.2	
»	J_2	З. Крым	2	113	46	45.4		26
»	пер	К. Крым (КК)	1	144	44	—	4.4	26
J_2	J_2	Евразия	—	36	62	—	—	42
$J_2 - 3 (?)$	пер	КФ IV*	1	54	49	24.6	3.2	
»	дос	КС 10 - 13*	1	33	43	16.1	6.6	
»	$J_2 - 3$	З. Крым	2	43	46	53.3		27
$J_2 - 3$	$J_2 - 3$	Евразия	—	25	58	—	—	40
»	пер	КФ П + Ш + У*	3	352	51	34.8	4.7	
$J_3 k_3 - km_1$	дос	КВ 1 - 106	3	353	48	112.4	6.6	
$J_3 O_2 - tt_1 - 2$	дос(пер?)	КЯ 30 - 74	3	349	35	3117	1.4	
$J_3 tt_1 - 2$	дос(пер?)	КЯ 1 - 22	2	354	52	6.8	8.0	
J_3	J_3	З. Крым	11	352	47	102.8		28
$J_3 tt_1 - 2$	дос	КМ 2 - 5	1	309	44	49.0	4.7	
$J_3 O_2 - km_1$	дос(пер?)	КМ 6 - 7 + КБ 1 + КГ 1	3	327	42	69.8	3.9	
J_3	J_3	В. Крым	4	318	43	74.5		26
J_3	J_3	Евразия	—	22	54	—	—	35
$J_3 tt_1 - 2$	син(K_1)	КЯ 1 - 17	1	6	57	70.1	5.6	
»	син(K_1)	КЯ 18 - 22	1	357	63	84.8	5.7	
$K_1 a_1^d$	дос(пер?)	КБ + КЖ*	2	350	46	24.3	7.3	
$K_1 ?$	$K_1 ?$	З. Крым	4	357	68.2			36?
$J_3 tt_2 - K_1 b_1$	син(K_1)	КЮ	1	344	51	20.0	5.3	
$J_3 tt_1 - 2$	син(K_1)	КВ 107 - 118	1	331	37?	12.1	14.3	
	$K_1 ?$	В. Крым	2	337	44	46.7		26
K_1	K_1	Евразия	—	16	50	—	—	31
$J_2 - 3$	пос($K_1 - 2$)	КС + КЧ + КМ + КЯ + КВ	5	32	56	1161	0.5	37
K_2	K_2	Евразия	—	18	55	—	—	36

Примечание. Пер — первичная компонента естественной остаточной намагниченности; N — число объектов; Евразия — континент, по палеомагнитному полюсу которого вычислены склонение, наклонение и палеоширота Горного Крыма при хранении его нынешнего относительного положения на краю Евразии; Φ_a — палеоширота. Остальные обозначения см. в табл. 1.

о непосредственно на обнажении приборами МВ-2 и КТ-5 измерялась магнитная восприимчивость. В начальной стадии работ отбирались литологические разновидности, впоследствии предпочтение отдавалось пелитоморфным известнякам и мелкосреднезернистым песчаникам. С целью исключения влияния палеоэволюционных вариаций, локальных вторичных изменений и других факторов в каждом разрезе отбиралось не менее 20 ориентированных штуфов с охватом мощности во многие десятки и сотни метров. Непосредственно в поле штуфы распиливались на кубики, проводились предварительные измерения естественной остаточной намагниченности и термочистка. В дальнейшем последняя детализировалась и проводилась в лаборатории в Москве. Измеренные

значения естественной остаточной намагниченности и восприимчивости обычны для слабомагнитных осадочных пород, поэтому окончательные измерения велись на магнитометре JR-4. Ступенчатая термочистка с шагом 50 - 100°C осуществлялась в печи, помещенной в пятислойный пермаллоевый экран, обеспечивающий ослабление внешнего магнитного поля в 3 - 10 тыс. раз, чистка начиналась с 200°C и продолжалась до тех пор, пока чувствительность магнитометра позволяла измерять остаточную намагниченность; обычно она завершалась около 600°C.

Основные способы обработки первичных данных: осреднение (статистика Фишера) и построение кругов перемагничивания в ходе T-чистки. Круги перемагничивания строились в двух вари-

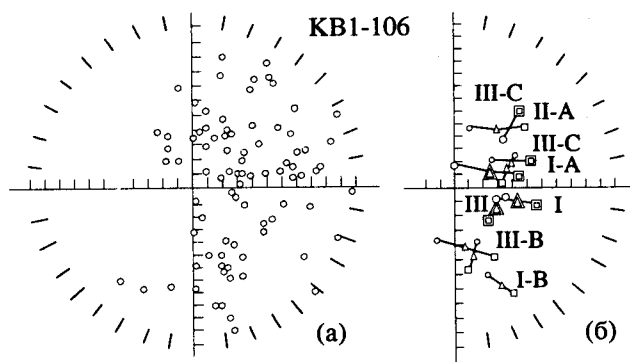


Рис. 5. Распределение единичных векторов стабильной части естественной остаточной намагниченности после T -чистки в древней системе координат (а) и их средних значений (б) по трем группам – А, В, С – в современной (кружок), промежуточной (треугольник) и древней (квадрат) системе координат. Значения одной группы соединены линией.

антах: а) по индивидуальным образцам и б) по группам образцов. Обработка тех и других велась методом Холлса (статистика Бингхама). Так, например, на объектах КЯ 30 - 41, 42 - 61, 62 - 72, расположенных на расстоянии 3 - 5 км друг от друга, полученные в процессе чисток средние палеомагнитные направления в современной и древней системе координат существенно отличаются от направления современного геомагнитного поля, но тест складки и метод пересечения индивидуальных кругов перемагничивания положительных результатов не дали: кучности распределений в современной и древней системе координат различаются незначительно, и говорить о выделении доскладчатой компоненты нельзя (табл. 1). В то же время групповые круги перемагничивания имеют более кучное пересечение в древней системе координат (рис. 2б, 2г). Распределение средних точек пересечения индивидуальных кругов в древней системе координат значимо кучнее, чем в современной (рис. 2а, 2в), но кучность меньше, чем в случае групповых кругов. В сумме с положительным применением метода обращения это однозначно говорит о доскладчатом происхождении выделяемой таким образом компоненты естественной остаточной намагниченности. Следовательно, большой случайный разброс направлений остаточной намагниченности индивидуальных образцов в средних склонении и наклоне существенно сглаживается и четче выделяются средние – групповые тенденции.

Оценка природы и надежности выделенных T -чисткой стабильных компонент естественной остаточной намагниченности (доскладчатой, синскладчатой, первичной и др.) производилась тестами складки, обращения, галек и их комбинированием между собой и с различными методами статистической обработки. Результаты обработки приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Просмотр данных показывает, что в большинстве случаев кучности векторов остаточной намагниченности после T -чистки в современной и древней системе координат различаются незначительно (см. табл. 1); при этом в древней системе координат средние наклоны более пологие, чем в современной системе, и явно преобладает падение пород в северных румбах. Отсюда напрашивается предположение, что в остаточной намагниченности содержится значительная доля послескладчатой и особенно синскладчатой компоненты. Для проверки такого предположения подсчитаны параметры распределений при введении “промежуточной” поправки на наклон, в нашем случае – учета половины угла падения пластов. Оказалось, что величина кучности у ряда объектов при “промежуточной” поправке значительно превосходит K_c и K_a (например, КЮ, КЯ 18 - 22, КВ 1 - 106 и др., см. табл. 1, рис. 3), что позволяет говорить о значительном вкладе в естественную остаточную намагниченность синскладчатой компоненты и относить выделенное палеомагнитное направление ко времени деформаций отложений. Это определяет верхнюю возрастную границу приобретения стабильной компоненты.

На четырех объектах, где изучались гальки из конгломератов (КВ 1 - 50, 51 - 71, 72 - 106, 107 - 118), направления стабильной части остаточной намагниченности близки направлениям синскладчатой компоненты (см. выше), имеют кучное распределение и обратную полярность (рис. 4, см. табл. 1), что однозначно свидетельствует о перемагничивании галек после их отложения. Более того, для суммарного направления галек тест складки положителен (см. табл. 1). Таким образом, определяется нижняя возрастная граница перемагничивания конгломератов: после их отложения (оксфорд – нижний киммеридж) и до их деформации. В распределениях единичных векторов КВ 1-106 выделяются статистически значимые группы А – С (рис. 5, см. табл. 1); группы А и В – обратной магнитной полярности, группа С – прямой. Направления А и В являются синскладчатыми. Построение индивидуальных кругов перемагничивания подтверждает наличие этих групп направлений. В случае применения способа групповых кругов в двух вариантах – с разделением и без разделения данных по объектам на указанные группы – выделяются только два направления – В и С. Причем в первом варианте направление В доскладчатое, а во втором – круги имеют статистически значимое пересечение только в древней системе координат и оно совпадает с направлением С. На основании этого можно говорить о до- или синскладчатом направлении перемагничивания – В и С. Направление С имеет наилучшие статистические параметры и близко к объектам КЮ и КЯ, наклонение компоненты В выше, чем у направления С. Последнее свидетельствует о более позднем приобретении

компоненты В по отношению к направлению С. Направление С более "размытое". Направления группы А растягиваются в облако, соединяющее почти по большому кругу направления В и С (см. рис. 5а), отражая ход перемагничивания галек от направления С к направлению В в процессе деформации толщ, т.е. направление А синскладчатое (см. табл. 1).

При обобщении полученных палеомагнитных результатов попытаемся оценить их надежность, природу и время приобретения разных компонент естественной остаточной намагниченности. В табл. 2 выписаны средние палеомагнитные направления по отдельным объектам, восточной и западной частям Горного Крыма с указанием времени приобретения остаточной намагниченности по отношению к тектоническим деформациям пород (доскладчатая и синскладчатая компоненты). Сюда вписаны и ранее полученные среднеюрские палеомагнитные направления [8]. Как видно из табл. 2 и еще более наглядно на рис. 1, выделяются три группы направлений: 1) среднеюрское юго-восточное (см. рис. 1а); по ряду объектов по тесту обжига, тесту галек, тесту термомагнитного состояния Шолпо-Лузяниной показано, что стабильная компонента естественной остаточной намагниченности этого направления имеет термическое происхождение и приобретена в процессе остывания лав и обжига ими вмещающих пород [8]; 2) среднеюрское северо-восточное (см. рис. 1б) – доскладчатого происхождения и, судя по некоторым вулканитам и дайкам мыса Фиолент, также первичное [8]; 3) северное на западе и северо-западное на востоке (см. рис. 1в) – доскладчатое и синскладчатое. Третье палеомагнитное направление зафиксировано в среднеюрских вулканитах мыса Фиолент (первичное), верхнеюрских (оксфорд-титонских) отложениях и альбских туфопесчаниках. Синскладчатая компонента относится, судя по отсутствию деформаций верхнемеловых отложений, к первой (нижней) половине мела - верхам юры. Доскладчатая компонента естественной остаточной намагниченности верхнеюрских отложений, естественно, древнее синскладчатой, т.е. не моложе конца юры. Часть галек из оксфорд-нижнекимериджских конгломератов перемагничена до тектонических деформаций этих конгломератов, т.е. это палеомагнитное направление ($D = 353^\circ$, $I = 48^\circ$, KB 1 - 106) является позднекимериджско-последнекимериджским. В этих же конгломератах часть галек приобрела синскладчатую намагниченность подобного направления ($D = 345^\circ$, $I = 39^\circ$; компонента В, KB 1 - 106).

Таким образом, как видно из рис. 1в и табл. 1, 2, до- и синскладчатые палеомагнитные направления близки между собой и при этом закономерно различаются в восточной и западной частях Горного Крыма, т.е. даже синскладчатые направле-

ния приобретены заведомо до относительного разворота западной и восточной частей Крыма.

Отметим важную для природы доскладчатой намагниченности верхнеюрских и нижнемеловых осадочных пород закономерность: наклонение занижено примерно на 5° по сравнению с наклонениями первичной остаточной намагниченности среднеюрских и, возможно, синхронных (верхнеюрских) вулканитов мыса Фиолент, имеющих север-северо-западное склонение (см. табл. 2). Такое закономерное занижение может быть связано с известным явлением выполаживания удлиненных зерен магнитных минералов. В таком случае это служит признаком первичной ориентационной остаточной намагниченности.

В пользу близости доскладчатой компоненты естественной остаточной намагниченности верхнеюрских осадочных пород Горного Крыма к первичной свидетельствует магнитостратиграфическая информация по разрезу КЯ 30 - 72, где в титонской части разреза фиксируется только прямая магнитная полярность, ниже, в киммеридж-оксфордской части разреза, отмечается чередование магнитозон прямой и обратной полярности (достаточно уверенно выделяются четыре магнитозоны), что очень сходно с позднеоксфорд-титонским интервалом мировой шкалы геомагнитной полярности [12].

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

Для магнитотектонической интерпретации по каждой из возрастных групп подсчитано среднее палеомагнитное направление для западной и восточной частей Горного Крыма. Соответственно по наклонениям определены палеошироты, а по склонениям восстановлена ориентировка Горного Крыма (рис. 6). Для оценки палеогеографического положения Горного Крыма относительно Евразийского и Африкано-Аравийского континентов мы воспользовались палинспастическими реконструкциями Л.П. Зоненшайна и др. [5]. По положениям палеомагнитного полюса Евразийского континента [12, 13] вычислены палеомагнитные направления и широты Горного Крыма в случае единства с Евразийским континентом и сохранения их современного относительного положения (см. табл. 2).

На рис. 6 наглядно представлена динамика поведения Горного Крыма на фоне общих движений соседних суперконтинентов. Так, во время активного среднеюрского вулканизма Крымская островная дуга находилась на широте 26° с. ш., ее простирали примерно 300° . В бате-келловее (?), во время смещения к югу континента Евразии, Горный Крым, оставаясь практически на месте (по широте), развернулся на 156° по часовой стрелке, а относительно Евразии этот поворот составил 120° (табл. 2). Дальнейшее

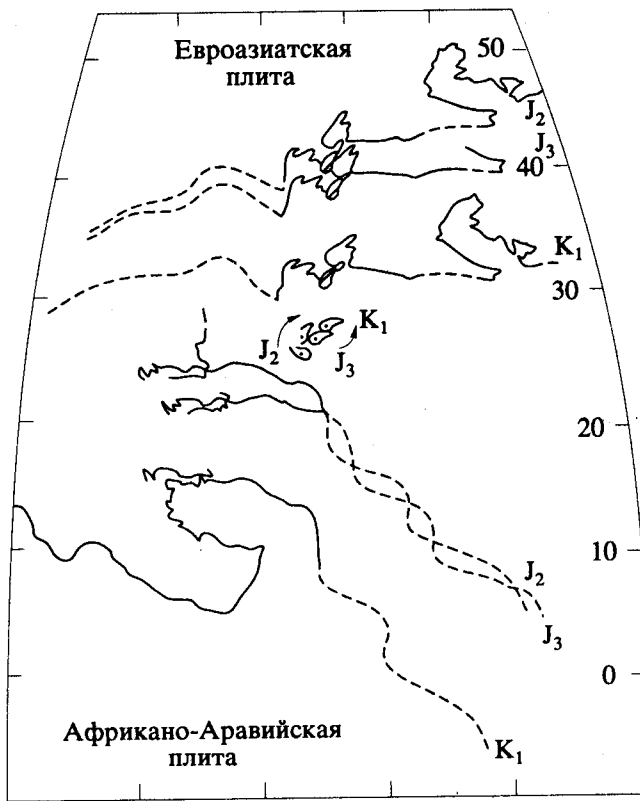


Рис. 6. Палинпастическая реконструкция положения Горного Крыма в средней юре - раннем мелу по палеомагнитным данным. Контурные контуры окраин Евразийского и Африкано-Аравийского континентов даны по [5].

сближение вплоть до соединения с Евразией сопровождалось поворотом восточной части Крыма против часовой стрелки на 25° , западной – менее чем на 10° , а относительно Евразии этот поворот был соответственно на 58 и 43° . Это произошло примерно в середине мела.

Судя по реконструкциям [5, 12] островная дуга Горного Крыма располагалась на западном окончании Малокавказской островной дуги, контактируя с Родопским массивом на западе. Взаимодействием с последним, видимо, объясняется специфика движения Горного Крыма, его отрыв от Малокавказской дуги и значительные вращения. Первый поворот по часовой стрелке хорошо укладывается в схему отрыва. Движение к северу восточной, основной части дуги сдерживалось континентальной массой Большого Кавказа. В то же время к северу от Родопского массива располагался значительный участок океанской коры [5]. Разность скоростей должна была привести к образованию между участками трансформного разлома, в зоне которого и оказался блок Горного Крыма [5]. Последовавшее за отрывом вращение против часовой стрелки соответствует общему направлению замыкания клиновидной области океана Тетис, окаймляющей Аравийский

клин. Причем, как отмечалось выше, восточная часть Горного Крыма развернулась в большей степени, чем западная, – на 15° . Этот относительный разворот произошел после титона, скорее ближе к середине мела.

Различия восточной и западной частей Горного Крыма в средней юре отразились и в продолжительности среднеюрского вулканизма. Начало вулканизма, судя по сходству палеомагнитных направлений вулканитов Карадага, Петропавловского карьера и мыса Фиолент (см. рис. 1, табл. 2) и геологическим данным [6], имеет близкий возраст, но продолжительность вулканизма различна. Так, Карадагский вулкан имел две основные фазы деятельности, разделенные временем, за которое деформировались вулканиты первой фазы и произошла инверсия геомагнитного поля [8]. Но обе фазы зафиксировали одно и то же направление оси геомагнитного поля, т.е. формирование вулкана произошло за достаточно короткий промежуток времени до значительного вращения Горного Крыма. В отличие от Карадага вулканическая активность на мысе Фиолент была более продолжительной и охватывает время вращения Горного Крыма. Продолжительная вулканическая деятельность на мысе Фиолент может быть объяснена тем, что район находился в средней (поздней?) юре в восточной части дуги Горного Крыма, т.е. в зоне отрыва блока от Малокавказской дуги. Обстановка растяжения в этой области способствовала активизации магматизма. После соединения с Евразийским континентом блок Горного Крыма перемещался вместе с южным краем этого континента, что подтверждается практическим совпадением послескладчатого направления с расчетным (см. табл. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Асанидзе Б.З., Печерский Д.М. Результаты палеомагнитного изучения юрских пород Грузии и Северного Кавказа // Изв. АН СССР. Сер. физика Земли. 1979. № 10. С. 77 - 92.
2. Асанидзе Б.З., Адамия Ш.А., Печерский Д.М. Результаты палеомагнитных исследований палеозойских пород Кавказа // Изв. АН СССР. Сер. физика Земли. 1989. № 9. С. 90 - 109.
3. Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 1000000. Объяснительная записка. Лист L-36, 37, (Симферополь). Л.: Недра, 1986. 132 с.
4. Геология СССР. Т. 8. М.: Недра, 1969. 339 с.
5. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. М.: Недра, 1990. 326 с.
6. Мазарович О.А., Милеев В.С. Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. Стратиграфия кайнозоя. Магматические, метаморфические и метасоматические образования. М.: Изд-во МГУ, 1989. 156 с.
7. Моргунов Ю.Г., Калинин А.В., Калинин В.В. и др. Тектоника и история развития северо-западного шельфа Черного моря. М.: Наука, 1981. 244 с.

8. Печерский Д.М., Диденко А.Н., Сафонов В.А. и др. Некоторые сведения о юрском вулканизме: петромагнитная и палеомагнитная информация // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 3. С. 85 - 104.
9. Соллогуб В.Б. Литосфера Украины. Киев: Наук. думка, 1986. 184 с.
10. Субботин С.И. Геофизические исследования и тектоника юга европейской части СССР. Киев: Наук. думка, 1969. 245 с.
11. Тесленко Ю.В. Стратиграфия (шельф и побережье Черного моря). Киев: Наук. думка, 1984. 181 с.
12. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология. Л.: Недра, 1982. 312 с.
13. Westphal M., Bazhenov M., Lauer J.P., Pechersky D.M. Paleomagnetic implications on the evolution of the Tethys Belt from the Atlantic ocean to Pamir since Trias // Tectonophysics. 1986. V. 123. № 1. P. 37 - 82.

Рецензент: Н.В. Короновский

Palinspastic Reconstruction of the Crimea Mountains Position in the Middle Jurassic - Early Cretaceous Obtained by Paleomagnetic Data

D. M. Pechersky, V. A. Safonov

Upper Jurassic sedimentary rocks (10 sites, 131 samples) and pebbles from upper Jurassic conglomerates (3 sites, 118 samples) of the Crimea mountains were studied paleomagnetically. The combination of the step-wise thermal demagnetization and the method of crossing the remagnetization circles, tests of pebbles, fold and rotation enabled us to distinguish at least two ancient components of the natural remanent magnetization. Their directions in the western part of the Crimea mountains differ from those in the eastern part: 1) close to the initial, pre-folding late Jurassic component with an average declination respectively 353° (west) and 318° (east) and with an inclination of 45° (west) and 43° (east); 2) the synfold component, embracing the period of sedimentary rocks deformation from late Jurassic – early Cretaceous, with an average respectively 357° (west) and 340° (east), with an inclination of 60° (west) and 51° (east). These data and the paleomagnetic evidence obtained by the authors on middle Jurassic formations previously bring us the following conclusions. In the middle Jurassic the island arc of the Crimea mountains was at the latitude of 26° , and its paleostrike was about 300° ; in the middle Jurassic – beginning of the late Jurassic the island arc underwent a clockwise rotation by 156° . In the early Cretaceous the eastern block of the Crimea mountains was anticlockwise rotated by 25° , and the western – by less than 10° without changing its latitudinal position. Further the block of the Crimea mountains moved northward together with the East-European platform and the Scythian plate. The movement of the Crimea mountains blocks is viewed as related to Alpien belt evolution.