

УДК 551.21+551.22(477)

## МАГМАТИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРНОГО КРЫМА. СТАТЬЯ 2

*Э. М. Спиридонов, Т. О. Федоров, В. М. Ряховский*

**Бодракский субвулканический комплекс.** Многочисленные субвулканические тела, дайки, жерловые образования этого комплекса тесно связаны с вулканитами покровной фации карадагской свиты Качинского поднятия и частично являются подводными каналами для эффузивов. Тела бодракского субвулканического комплекса распространены значительно шире, чем современные площади эффузивов. Дайки бодракского комплекса секут габброиды первомайско-аюдагского комплекса и пересечены гранитоидами кастельского комплекса

Бодракский субвулканический комплекс образован несколькими поколениями внедрений, близких по геологическому и изотопному возрасту. К/Аг возраст пород бодракского комплекса 160—175 млн лет [6], что отвечает концу средней юры.

I фаза (оливин-гиперстен-авгитовые долериты, долеритовые порфириты, долеритобазальты, двупироксеновые базальты). Образования I фазы представлены силлообразными и линзовидными телами, реже дайками северо-восточного, менее широтного простирания, обычно с падением в северных румбах. Мощность тел достигает 55 м, длина — 400 м. Субвулканические тела возникли при внедрении базальтовых расплавов вдоль поверхностей межпластовых срывов и секущих разломов. Тела окружены узкими, менее 1 м ореолами дегидратированных и обожженных пород.

Силл Короновского (левый борт овра. Шара в 400 м от устья, простирание СВ 40—50°, падение СЗ  $\angle$  40°) пересечен дайкой (простирание 310°, падение 90°) оливиновых базальтов II фазы и дайкой (простирание СВ 60°) гиперстеновых базальтов III фазы бодракского субвулканического комплекса.

Маломощные тела и краевые зоны крупных силлов сложены базальтами, долеритобазальтами, долеритовыми порфиритами с вкрапленниками авгита, плагиоклаза, реже гиперстена и оливина. Центральные части крупных силлов сложены мелко- и среднезернистыми долеритами, нередко такситовыми — с чередованием небольших участков среднезернистых и мелкозернистых, лейкократовых и меланократовых, обогащенных титаномагнетитом или ильменитом. Характерной особенностью долеритовых пород и краевых и центральных участков силлов является наличие редких крупных (до 6—8 мм) вкрапленников оливина с микровростками хромшпинелидов. Основная масса долеритов сложена плагиоклазом, авгитом, гиперстеном, титаномагнетитом; структура ее офитовая, долеритовая.

Магматиты I фазы по составу отвечают базальтам, от мелано- до лейкократовых, обогащены Mg и Ca, весьма бедны Na, K, Ti, P (табл. 1). Долериты силла Короновского содержат, г/т: Cr 100—150, V около 300, Ni 50—60, Co 40—50, Cu 50—60, Zn 80—100, Pb 6—7, Sr 300, Ba 200—300, Zr 40—80, Nb 5—6, Sn 1—2. Все это характерно для толеитовых (и близких к толеитовым) базальтоидов [3].

II фаза (частиковкрупленные меланократовые оливин-авгитовые, двупироксен-оливиновые, оливино-

вые базальты, долеритобазальты, долеритовые порфириты, долериты, лавовые брекчии оливиновых базальтов). Образования II фазы представлены крутопадающими дайками, реже удлинёнными штоками северо-западного простирания [14, рис. 1] и дайкообразными телами лавовых брекчий. Дайки протяжённые (до 500 м) и маломощные (0,5—2,5, реже до 7 м), широко разви-

Таблица 1

Химический состав горных пород I фазы бодракского субвулканического комплекса, % мас.

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	46,60	48,58	47,45	46,00	46,31	51,31	49,00
TiO <sub>2</sub>	0,63	0,66	0,65	0,81	0,89	0,66	0,78
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,04	0,06	0,07	не опр.	0,14	не опр.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,52	15,33	14,45	17,12	16,73	17,07	17,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	10,52	12,03	13,05	9,05	10,22	9,67	9,08
MnO	0,13	0,24	0,28	0,36	не опр.	0,17	0,20
MgO	10,56	8,43	7,10	3,79	6,09	6,98	3,72
CaO	9,92	9,54	10,12	12,86	6,98	9,03	7,80
Na <sub>2</sub> O	1,15	1,37	1,18	2,15	2,96	2,63	2,33
K <sub>2</sub> O	0,11	0,30	0,17	0,20	0,80	0,48	0,09
п. п. п.	5,31	3,11	5,02	7,09	8,40	1,84	9,76
Сумма	99,50	99,63	99,53	99,50	99,38	99,98	100,04

Примечание. 1, 2 — оливин-гиперстен-авгитовые долериты с редкими крупными вкрапленниками оливина, силл Короновского, левый борт овра. Шара; 3 — оливин-авгитовые долериты с редкими крупными вкрапленниками оливина, дайки в левом борту долины р. Бодрак у впадения овра. Шара; 4 — плагнопорфировые долеритобазальты, широтная дайка к югу от с. Трудолюбовка; 5 — долеритобазальты, дайка в долине р. Бодрак; 6 — двуокисные базальты, дайки в долине р. Бодрак; 7 — долериты, линзовидное тело в долине р. Бодрак. Данные: 1—4 — В. М. Ряховского, 5, 7 — по [4], 6 — М. Н. Щербаковой.

ты в левом борту овра. Шара и на стрелке оврагов Шара и Мендерского, сложены базальтами и долеритобазальтами, долеритовыми порфиритами, центральные части более мощных даек — долеритами. В долеритах и долеритобазальтах удлинённого штока в с. Трудолюбовка, развита псевдошаровая отдельность. Для всех типов базальтоидов II фазы характерно обилие крупных вкрапленников зонального авгита (часто это агломераты зерен авгита) и мелких вкрапленников оливина, наличие многочисленных мелких миндалин с карбонатом, хлоритом и другими минералами.

Оливин-хризолит Mg<sub>85-82</sub> постоянно содержит мелкие включения хромита и алюмохромита. Хромшпинелиды широко развиты и в цементующей массе пород, где с ними ассоциируют ильменит, менее пирротин, халькопирит, титаномагнетит, кубанит, пентландит. Ильменит беден Mn и Fe<sup>3+</sup>. Микроструктуры базальтов лавовых брекчий микролитовые до гналопилитовых, базальтов даек — обычно микродолеритовые.

Породы II фазы по составу отвечают толеитовым меланобазальтам и базальтам, они бедны Al, Ti, K, крайне бедны P, обогащены Ca и Mg (табл. 2); содержат, г/т: Cr 400—600, V 100—300, Ni 80—250, Co 30—50, Cu 60—100, Zn 60—150, Pb 3—10, Sr 150—250, Ba 100—300, Zr 40—80, Nb 4—6, Sn 1—2,5. По особенностям химического и минерального состава породы занимают промежуточное положение между типичными меланобазальтами (пикритовыми базальтами) остро-

дужных серий и породами бонинитовой серии [1, 16]; наиболее ярко это проявлено в весьма низкой щелочности (ниже примитивных океанических толеитов) и крайне низких концентрациях фосфора.

Хромшпинелиды описанных базитов близки к хромшпинелидам типичных коматитов-бонинитов, отличаясь несколько повышенными содержаниями  $Fe^{3+}$  и Ti [13]; особенно близки они к хромшпинелидам раннегеосинклинальных вулканитов Северного Казахстана, состав ко-

Таблица 2

Химический состав горных пород II фазы бодракского субвулканического комплекса, % мас.

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	42,28	45,49	46,15	46,65	46,56	49,30	47,92
TiO <sub>2</sub>	0,46	0,48	0,63	0,56	—	0,81	0,66
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,09	0,04	0,04	—	0,14	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,39	11,79	14,50	13,65	13,27	14,44	14,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	9,65	11,03	11,45	10,63	9,75	10,89	11,28
MnO	0,12	0,17	0,15	0,28	—	0,17	0,22
MgO	11,91	13,75	9,25	11,18	11,73	9,29	10,60
CaO	10,43	11,19	12,50	11,92	10,84	10,32	10,23
Na <sub>2</sub> O	0,95	1,34	1,40	1,17	1,56	1,55	1,57
K <sub>2</sub> O	0,09	0,16	0,27	0,14	0,29	0,39	0,29
п. п. п.	12,19	4,01	3,16	3,30	6,07	2,12	2,14
Сумма	99,50	99,50	99,50	99,52	100,07	99,50	99,50

Примечание. 1—3 — дайки в левом борту овра. Шара, 3 — дайка, секущая силл Короновского; 1 — гиперстен-авгит-оливиновые базальты, 2 — оливин-авгитовые долеритобазальты, 3 — оливин-авгитовые долериты; 4 — дайка на стрелке оврагов Шара и Мендер, левый борт долины р. Бодрак, оливин-авгитовые долеритовые порфириды; 5—7 — удлиненный штук в с. Трудолюбовка (Трудолюбовский массив), породы с псевдошаровой отдельностью: 5 — оливиновые базальты, 6 — оливин-авгитовые долеритобазальты, 7 — оливин-авгитовые долериты. Данные: 1—4, 6, 7 — В. М. Ряховского, 5 — по [8].

торых промежуточный между толеитами и коматитами-марианитами [12].

III фаза (миндалекаменные лейкократовые авгит-гиперстеновые, гиперстен-авгитовые, гиперстеновые базальты, долеритобазальты, долеритовые порфириды, долериты). Образования III фазы представлены крутопадающими протяженными дайками субширотного — северо-восточного, реже северо-западного простирания, единичными силлообразными телами (у подножия горы Кизил-Чигир и в овра. Шара). В левом борту овра. Шара дайка гиперстеновых лейкобазальтов III фазы мощностью около 5 м (простирание СВ 60°) пересекла силл Короновского долеритов I фазы и дайку оливиновых базальтов II фазы. Трудолюбовский массив долеритов II фазы рассечен дайкой авгит-гиперстеновых долеритобазальтов III фазы. В Первомайском карьере лавовые брекчии оливиновых базальтов II фазы бодракского субвулканического комплекса пересечены дайкой гиперстен-оливин-авгитовых долеритовых порфиридов III фазы.

Особенностями пород III фазы являются обилие мелких вкрапленников плагиоклаза и наличие миндалинов халцедона (агата) и цеолитов. Характерный темноцветный минерал — ромбический пироксен (обычно маложелезистый гиперстен, реже железистый бронзит) развит и в ос-

новной массе пород и во вкрапленниках; часто встречаются гломеро-порфиновые сростки гиперстена. Оливинсодержащие базальты и долериты включают в заметном количестве мелкие выделения хромита и алюмохромита, состав которых такой же, как в базитах II фазы [13]; другие акцессорные — ильменит и пирротин, титаномагнетит редок. По составу породы отвечают базальтам толеитовой и менее известково-щелочной серий (табл. 3). Гиперстеновые лейкобазальты содержат,

Таблица 3

Химический состав горных пород III фазы бодракского субвулканического комплекса, % мас.

Компоненты	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	45,05	49,82	51,15	48,15	48,73	51,65
TiO <sub>2</sub>	0,64	0,73	0,72	0,61	0,86	0,79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,04	0,06	0,04	0,06	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,82	16,68	17,47	15,72	17,71	17,65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	11,51	11,32	9,83	10,05	10,67	11,35
MnO	0,14	0,17	0,14	0,22	0,18	0,12
MgO	8,81	7,24	4,72	6,32	4,42	5,22
CaO	10,25	9,60	5,88	9,72	8,90	9,99
Na <sub>2</sub> O	1,90	2,75	4,13	2,15	2,80	2,20
K <sub>2</sub> O	0,02	0,37	1,22	0,04	0,84	0,38
п. п. п.	6,35	1,12	4,18	6,49	4,33	0,37
Сумма	99,53	99,84	99,50	99,50	99,50	99,80

Примечание: 1 — оливин-гиперстеновые базальты, дайка, секущая силл Короновского, овр. Шара; 2, 3 — авгит-гиперстеновые долеритобазальты, дайки на северной окраине с. Трудолюбовка; 4 — гиперстен-авгитовые долеритобазальты, дайки, овр. Джиданский; 5, 6 — гиперстен-авгитовые базальты, дайки, долина р. Альмы, ниже плотины. Данные В. М. Ряховского.

г/т: Cr 150, V 200, Ni 60, Co 30, Cu 60, Zn 150, Sr 350, Ba 400, Zr 100, Sn 4.

IV фаза (роговообманковые андезитобазальты, андезиты, андезитодациты, дациты, лавовые брекчий андезитов, долериты). Данная ассоциация представлена крутопадающими маломощными (< 5 м) дайками северо-северо-западного и восток-северо-восточного простираний и штокообразными телами. По Р. Н. Кочуровой [4], это наиболее молодые (послесреднеюрские) магматические образования, которые пересекли все другие субвулканические дайки и вкрест простирания всю карадагскую серию, включая самые верхние покровы миндалекаменных базальтов и андезитов. Так, вертикальная дайка роговообманковых андезитов (андезитовых порфиритов) мощностью 1,5 м (аз. пр. 310°) сечет Трудолюбовский массив долеритов II фазы бодракского субвулканического комплекса.

Породы группы чаще светлоокрашенные, повсеместно содержат вкрапленники плагиоклаза, поэтому обычно они именуется плагиоклазовыми «порфиритами» (андезитовыми) и плагиоклаз-роговообманковыми «гранодиорит-порфирами» и «микродиоритами».

Наиболее крупное субвулканическое тело представляет собой Школьный (Саблынский) массив в долине р. Альмы у с. Партизаны, с поперечником более 150 м. Это неправильной формы наклонно залегающий массив с относительно пологой кровлей, прорвавший толщу флиша таврической серии. В экзоконтакте массива осадочные породы

заметно роговоикованы в зоне мощностью 1—3 см. Эндоконтактовая зона массива сложена афанитовыми и мелкокрапленными роговообманковыми и авгит-роговообманковыми андезитодацитами, ориентировка вкрапленников роговой обманки и плагиоклаза конформна поверхности контактов массива. В центральной части массив сложена слегка более раскристаллизованными средне- и средне-крупновкрапленными роговообманковыми и биотит-роговообманковыми дацитами и андезитодацитами, с массой микровкрапленников титанистого магнетита. Наклонная ориентировка длиннопризматических вкрапленников роговой обманки (текстуры течения) в центре массива, очевидно, отвечает его залеганию. Вкрапленники роговой обманки повсеместно окружены опацитовыми каймами.

В центральной и южной частях Школьного массива андезитодациты и дациты вдоль крутопадающих трещин пропилитизированы — замещены агрегатами карбоната, хлорита, альбита, пирита, актинолита, эпидота. В северной части массива андезитодациты пересечены поло-

Таблица 4

Химический состав пород IV фазы бодракского субвулканического комплекса, % мас.

Компоненты	1 (4)	2 (5)	3 (1)	4 (1)	5 (1)	6 (1)	7 (1)	8 (6)
SiO <sub>2</sub>	45,01	49,34	53,48	55,66	56,80	57,60	61,43	63,40
TiO <sub>2</sub>	0,58	0,94	0,70	0,71	0,87	0,68	—	0,39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,22	0,24	0,30	0,37	не опр.	0,25	—	0,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,15	17,0	16,47	18,07	18,40	16,74	17,64	16,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	10,97	9,811	8,45	9,01	8,38	7,96	7,00	4,53
MnO	0,16	0,20	0,18	0,23	0,09	0,16	—	0,17
MgO	8,59	5,22	3,37	3,05	3,22	2,94	2,08	1,95
CaO	9,90	7,93	5,13	2,40	4,22	3,85	5,91	3,90
Na <sub>2</sub> O	3,38	3,05	4,25	6,25	3,63	4,50	3,84	3,83
K <sub>2</sub> O	0,91	0,51	1,58	0,99	1,98	1,87	1,08	1,77
п. п. п.	5,88	5,27	5,56	2,96	1,98	2,95	1,41	2,63
Сумма	99,75	99,51	99,47	99,60	99,57	99,50	100,39	99,60

Примечание. 1 — роговообманково-двупироксеновые долериты, центральная часть пластового интрузива у с. Лозовое; 2 — долеритобазальты, дайки, гальвег овра. Джидайрский; 3 — роговообманковые андезитобазальты, дайка, правый борт овра. Джидайрский; 4 — миндалекаменные роговообманковые андезиты (трахиандезиты), дайка в Первомайском интрузиве; 5, 6 — роговообманковые андезиты: 5 — дайка со столчатой отдельностью, правый берег р. Альмы, 6 — дайка на водоразделе Бодракского и Джидайрского оврагов; 7 — роговообманковые андезитодациты; 8 — биотит-роговообманковые дациты, Школьный (Саблынский) массив, долина р. Альмы. Данные: 1 — по [5], 2 — 4, 6 — В. М. Ряховского, 5 — по [4], 7 — по [10], 8 — по [2, 4, 8] и В. М. Ряховского. В скобках — число анализов.

гой дайкой кайнотипных меланобазальтов мощностью до 0,2 м. На размытую поверхность Школьного массива налегают отложения нижнего мела.

В бассейне р. Бодрак наряду с дайками роговообманковых андезитобазальтов и андезитов IV фазы довольно широко развиты и дайки плагиопорфировых авгит-гиперстеновых базальтов и гиперстен-авгитовых андезитобазальтов с редкими миндалинами кварца с карбонатом. Вероятно, к образованию IV фазы принадлежит пластовый интрузив роговообманково-двупироксеновых долеритов и миндалекаменных долеритовых порфиритов, залегающий в низах карадагской свиты у с. Лозовое [5]; мощность интрузива 10 м, длина 200 м.

Общими особенностями вулканитов IV фазы являются: 1) наличие вкрапленников роговой обманки с опацитовой каймой: гломеропорфировых сростков кристаллов плагиоклаза с закругленными гранями, во внешней зоне которых находится масса включений раскристаллизованного вулканического стекла, отсутствие хромшпинелидов; 2) пересыщенность кремнеземом; 3) относительно повышенная калийность (табл. 4). По химическому составу они принадлежат известково-щелочной серии. Дациты Школьного массива относительно высокоглиноземистые, умеренно железистые, бедны P, Sr (1—2 г/т), Cu (9 г/т), Nb (5 г/т), Ge, относительно богаты Ba (1100 г/т), Sr (420 г/т), Li (62 г/т), Zr (98 г/т), величина Ni/Co=0,8 типична для кремнекислых магматитов.

Таким образом, породы бодракского субвулканического комплекса, особенно I—III фаз, близки к вулканитам карадагской свиты Качинского поднятия. Породы субвулканических тел в целом более меланократовые, обогащены оливином и хромшпинелидами по сравнению с вулканитами покровной фации. Ведущую роль в образовании вулканитов и андезитов, изредка до дацитов, вероятно, играли процессы кристаллизационной дифференциации базитовых расплавов в промежуточных магматических камерах: происходила отсадка оливина и хромшпинелидов, частью гиперстена и авгита, фракционирование кремнекислого материала.

**Карадагский субвулканический комплекс.** Вулканиты покровной фации Карадагского массива сопровождаются многочисленными субвулканическими телами и дайками, жерловыми образованиями, neckами.

I фаза комплекса представлена субвулканическими телами и дайками базальтов, долеритов, трахиандезитобазальтов, оливиновых трахибазальтов. Во многих из этих тел развита классическая столбчатая отдельность, перпендикулярная поверхности контактов.

II фаза представлена серией мощных даек и neckов трахиандезитодацитов («кератофиров»), в том числе биотит-пироксеновых, субвулканических тел и даек андезитов, дацитов, риодацитов, трахитов, базальтов (мелафиров), трахибазальтов до тефритов и оливиновых тефритов. Единичные дайки и тела того же состава известны и в районе г. Судак — оливиновые тефриты (% мас.): SiO<sub>2</sub> 46,20; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14,54; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO 10,89; Mg 10,37; CaO 6,69; Na<sub>2</sub>O 4,65; K<sub>2</sub>O 2,44; п.п.п. 4,01; сумма 99,79.

Типоморфные для комплекса оливиновые тефриты во вкрапленниках оливина содержат микровростки хромшпинелидов, в цементирующей массе — пластинчатые выделения ильменита, единичные зерна титаномагнетита и халькопирита. Ядра зерен хромшпинелидов сложены Mn—Mg-алюмоферрихромитом, внешние зоны — Mn-хроммагнетитом. Ильменит весьма богат Mn и Fe<sup>3+</sup>. Состав рудных аксессуариев типичен для щелочно-базальтовой серии [13].

Для трахиандезитодацитов и трахитов характерны вкрапленники калиевого олигоклаза Ca<sub>14</sub>Na<sub>78</sub>K<sub>8</sub> и анортотклаза Ca<sub>3</sub>Na<sub>84</sub>K<sub>13</sub>.

III фаза комплекса представлена флюидальными риолитами и риодацитами с вкрапленниками андезита. Они слагают жерловину Святой Горы с зонами краевых брекчий. По химическому составу породы субвулканического комплекса идентичны вулканитам карадагской свиты [14, табл. 4].

Вулканиты Карадагского массива повсеместно, но в весьма различной степени метаморфизованы в условиях цеолитовой фации.

В частности, риолиты III фазы практически на весь объем превращены в так называемые трассы — светлоокрашенные голубовато-зеленоватые породы, сложенные тонкозернистыми агрегатами цеолитов типа морденита, кварца, селадонита; потери при прокаливании у этих пород превышают 10%. По этой причине не приведены анализы трассов из [7], так как они характеризуют состав метаморфитов, а не исходных вулканитов.

Вулканиты Карадагского массива, в том числе субвулканические образования, сопровождаются небольшими скоплениями, гнездами, жилами, прожилками колчеданов существенно пиритового и пирит-марказитового состава.

---

Преобладающая часть магматитов Горного Крыма принадлежит бодракско-карадагской вулканической серии, порожденной позднебайосским пароксизмом вулканизма, самым мощным для Крымско-Кавказского региона [9]. Цепочка вулканических массивов от Балаклавы и долины р. Бодрак на западе через район Симферополя до Карадага на востоке фиксирует палеоостровную дугу, которая протягивалась далее в район Кавказа. Для этой вулканической островной дуги намечается латеральная петрохимическая зональность. Вулканиты Качинского поднятия и Южного берега Крыма (ЮБК) преимущественно известково-щелочные с подчиненным количеством толеитовых и убогих шошонитовых типов; в бассейне р. Бодрак широко проявлены базиты толеитового типа и толеиты с отклонениями к марианитам и коматитовым базальтам. Вулканиты Туакского поднятия (Карадагский массив и прилегающие районы) преимущественно шошонитовые, менее — известково-щелочные, с убогим количеством толеитовых типов.

Вулканиты карадагской свиты и сопутствующих им субвулканических и жерловых образований бодракского и карадагского комплексов образуют сложную мультиплетную магматическую серию, эволюция которой в грубом приближении гомодромная. Входящие в ее состав вулканиты толеитовой (с отклонениями к бонинитовой), известково-щелочной, шошонитовой (латитовой) и щелочно-базальтовой серий формировались за счет одновременной деятельности различных, независимых магматических источников. С завершающими бодракско-карадагскую вулканическую серию субвулканическими телами кремнекислого состава сопряжены проявления колчеданных руд.

Итак, рассмотренная серия представляет собой ассоциацию вулканитов различных типов щелочности, полно дифференцированных, так называемую непрерывную серию.

**Допозднеюрский кастельский интрузивный комплекс.** Плагииграниты и тесно с ними связанные тоналиты, граниты плагноклазовые (относительно богатые калием), кварцевые диориты, кварцевые габбро-диориты Кастельского, Серагозского (Сераузского), гор Шахра и Ай-Иори и других интрузивов выделены в кастельский диорит-плагиигранитный комплекс. Интрузивы комплекса окружены широкими (до 300 м) ореолами контактово-метаморфизованных пород. В этих контактовых ореолах уничтожены минеральные ассоциации пренит-пумпеллиновой и цеолитовой фаций, наложенные на таврическую и эскиординскую серии, первомайско-аюдагский интрузивный комплекс, карадагскую свиту, бодракский и карадагский субвулканические комплексы. В плагиигранитах Кастельского интрузива содержатся ксенолиты габбро-долеритов и габбро-диоритов первомайско-аюдагского интрузивного комплекса, долеритобазальтов и долеритов бодракского

субвулканического комплекса. По наблюдениям А. Е. Лагорио, у подножия горы Ай-Тодор (ЮБК) субвулканическое тело базальтов с обильными вкрапленниками оливина пересечено «гранодиоритами» (=тоналитами — плагиогранитами). Валуны и галька интрузивных пород кагельского комплекса установлены в верхнеюрских конгломератах в районе Балаклары [2] и на горе Демерджи. К/Аг возраст плагиогранитоидов кагельского комплекса около 160 млн лет, что отвечает концу средней юры. Интрузивы кагельского комплекса развиты только в ядерной части наиболее глубоко эродированного Южнобережного поднятия.

Кагельский комплекс представлен магматами двух фаз внедрения и послепостинтрузивными дайками. Породы I интрузивной фазы, авгит-биотит-роговообманковые кварцевые диориты и кварцевые габбро-диориты (обычно среднезернистые) слагают ядерную и южную части Кагельского штока. Породы II интрузивной фазы, авгит-биотит-роговообманковые плагиограниты, тоналиты, гранодиориты слагают основной объем Кагельского, Урагского и других интрузивов. В центральной части интрузивных массивов породы II фазы среднезернистые и мелко-среднезернистые, относительно равномерно-зернистые; в краевой части интрузивов породы II фазы — мелкозернистые порфиридные выделения плагиоклаза в них представлены лабрадором и андезином-лабрадором, цементирующая масса сложена андезином, кварцем, красновато-бурым биотитом, акцессорные — магнетит, апатит, титанит. Август, как и в породах I фазы, слагает ядра в выделениях темно-зе-

Таблица 5  
Химический состав горных пород кагельского интрузивного комплекса, % мас.

Компоненты	I фаза		II фаза		Дайки 5 (2)
	1 (3)	2 (1)	3 (1)	4 (2)	
SiO <sub>2</sub>	56,19	65,87	65,97	70,82	75,72
TiO <sub>2</sub>	—	0,30	—	—	0,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,15	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,21	14,31	17,50	15,03	12,97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	10,08	5,38	2,17	2,07	1,75
MnO	—	0,16	—	—	—
MgO	2,70	0,93	1,20	1,26	0,78
CaO	7,59	3,30	2,69	2,51	0,94
Na <sub>2</sub> O	3,18	4,15	4,41	4,63	4,71
K <sub>2</sub> O	0,73	1,25	1,76	2,54	1,65
п. п. п.	3,13	3,71	4,19	0,84	0,80
Сумма	99,81	99,50	99,89	99,70	99,51

Примечание. 1 — среднезернистые авгит-биотит-роговообманковые кварцевые габбро-диориты, интрузив Урага и мелкие тела рядом с ним; 2, 3 — мелкозернистые биотит-роговообманковые тоналиты — плагиограниты; 2 — гора Кагель, 3 — лакколит Шарка; 4 — мелкозернистые граниты плагиоклазовые, дайкообразное тело среди габбро-долеритов и диоритов интрузива м. Партеит; 5 — плагиогранит-порфиры, массив горы Кагель. Данные: 1, 3—5 — по [10], 2 — М. Н. Щербаковой.

ленной роговой обманки. Наблюдения в западной части контактовой зоны Кагельского плутона свидетельствуют о механической активности расплавов II фазы [11]. Интрузивные массивы окружены ореолами биотитовых роговиков (с силлиманитом) шириной до 20 м и ороговикованных пород шириной не менее 100 м.

В краевых частях Кастельского интрузива развиты многочисленные крутопадающие дайки плагиогранит-порфиров с резко выраженными зонами закалки, мощность даек от долей до 3—6 м. Многие вертикальные стенки по западному краю интрузива представляют собой отпрепарированные поверхности даек плагиогранит-порфиров. В северной части интрузива наблюдались единичные дайки кварцевых диорит-порфиритов (с вкрапленниками плагиоклаза и роговой обманки), реже микродиоритов, мощность даек 0,3—1 м. На все эти образования в отдельных участках наложены зоны пропилитизации (хлорит, эпидот, карбонат и др.) и березитизации. Березитизированные гранитоиды осветлены, содержат тонкочешуйчатый серицит-мусковит, карбонат и метакристаллы пирита размером до 5—8 мм, изредка небольшие количества мелких выделений халькопирита, сфалерита, рутила; в них установлены следы As, Au, Hg.

Мелкозернистые порфировидные плагиогранитоиды II фазы комплекса слагают большую часть лакколитообразного интрузива Шахра (неподалеку от горы Аюдаг) и, судя по описаниям В. И. Лучицкого, дайкообразные тела среди габбро-долеритов и диоритов интрузивов горы Аюдаг и м. Партенит. В массиве горы Аюдаг производные кастельского комплекса представлены также единичными дайками диорит-порфиритов и зонами березитизированных пород с обильным пиритом и с железистым турмалином.

Гранитоиды характеризуются повышенной железистостью и умеренно низкой калийностью, величина  $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$  составляет 2—4 (табл. 5). Очевидно, формирование кастельского диорит-плагиогранитного комплекса сопряжено с интенсивными предпозднеюрскими движениями в Горном Крыму. Возможно, гранитоидам кастельского комплекса одновозрастны гранитоиды глубоких скважин Степного Крыма, перекрытые меловыми отложениями.

### **Позднемезозойская субплатформенная ассоциация**

**Верхнеальбская балаклавская вулканическая серия.** Меловые магматические образования Горного Крыма представлены туфами и лавами порфировых базальтов, натровых трахиандезитобазальтов и андезитов, слагающими вместе с известковистыми туфопесчаниками и туффитами балаклавскую свиту. Туфы чаще мелкообломочные, лапиллиевые, кристаллокластические. Вкрапленники в вулканитах представлены плагиоклазом, авгитом, роговой обманкой, эндиопсидом, титаномагнетитом. Кроме того, наблюдаются субвулканические дайки кайнотипных базальтов и долеритов.

Существенные количества сингенетичного вулканического материала развиты в терригенных и терригенно-карбонатных отложениях верхнего мела: прослой и горизонты мощностью до 3 м витрокластических туфов кремнекислого состава, превращенных в бентонитовые (монтмориллонитовые) глины («кил») с реликтами мелких кристаллов биотита; пеплистые мергели и т. п. образования. Источник этого вулканического материала не известен.

Незначительное количество вулканического пепла кремнекислого состава (рогульки вулканического стекла) известны в карбонатных и терригенных отложениях палеогена и неогена Крыма, как и в южных частях Восточно-Европейской платформы (например, Молдавия). Источниками пепла кремнекислого состава служили извержения вулка-

нов центрального типа Кавказа и Карпат. Эти же источники можно предполагать и для верхнемеловых пеплов Крыма, поскольку при мощных извержениях тонкий пепел разносится на расстояния до 1000 км и более.

Дайки альмандиновых дацитов, секущие плагиограниты Капельского плутона в его южной части [8, 10], возможно, одновозрастны с альпийскими альмандиновыми дацитами Закарпатья.

### Выводы

1. Горный Крым — складчатая область с редуцированной историей развития: доверхнеюрские магматиты представляют собой образования только раннегеосинклинального (квазиокеанического) этапа. Это офиолитовая ассоциация  $Pz_3$  (?) ÷ Т (незначительного объема) и островодужная ассоциация  $Mz_{1-2}$  (относительно широко развитая).

2. Островодужная ассоциация включает кичикскую толщу риодацитов-андезитодацитов  $T_3$  (?), первомайско-аюдагский долерит-габбро-диоритовый комплекс даек и малых интрузивов  $J_2$  (допозднебайосский), бодракско-карадагскую непрерывную вулканическую серию  $J_2$  (позднебайосскую), кагельский диорит-плагиогранитный интрузивный комплекс (допозднеюрский).

3. Бодракско-карадагская островодужная вулканическая серия включает вулканы толеитовые, промежуточные между толеитовыми и коматит-бонинитовыми, известково-щелочные (преобладают), шошонитовые, щелочно-базальтовые, образованные за счет одновременной деятельности различных, независимых магматических источников. Подобные сочетания вулканитов типичны для колчеданосных вулканических серий, завершающих раннегеосинклинальный этап развития складчатых областей.

Для бодракско-карадагской серии установлена латеральная петрохимическая зональность, характерная для вулканической островной дуги, по [15]. Ее фронтальная — центральная часть (бассейн р. Бодрак) фиксируется развитием вулканитов толеитовых, известково-щелочных, промежуточных между толеитовыми и коматит-бонинитовыми; центральная часть (ЮБК и район Симферополя) — резким преобладанием вулканитов известково-щелочных; ее тыловая часть (восток Крыма, массив Карадаг) — преобладанием вулканитов шошонитовой и наличием вулканитов щелочно-базальтовой серии.

4. Кагельский диорит-плагиогранитный комплекс близок к плагиогранитным комплексам, завершающим раннегеосинклинальную стадию большинства складчатых областей. Незначительные масштабы проявления гранитоидов, возможно, обусловлены малой величиной эрозионного среза складчатого комплекса Горного Крыма.

Авторы благодарны В. С. Милееву за конструктивную критику и М. Н. Щербаковой, которая предоставила ряд анализов горных пород и коллекцию шлифов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология дна Филиппинского моря. М., 1980. 340 с.
2. Геология СССР. Т. 8. Крым. М., 1969. 576 с.
3. Геохимия магматических пород океана и зон сочленения океан — континент. Новосибирск, 1984. 185 с.
4. Кочурова Р. Н. Магматизм северо-западной части Горного Крыма. Л., 1968, 111 с.
5. Лебединский В. И. Дифференцированная пластовая интрузия диабазов в Горном Крыму//Изов. АН СССР. Сер. геол. 1962. № 11. С. 84—94.
6. Лебединский В. И., Макаров Н. Н. Вулканизм Горного Крыма. Киев, 1962. 143 с.
7. Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Дьякова-Савельева Е. Н. Вулканическая группа Карадага в Крыму. М.; Л., 1933.

151 с. 8. Лучицкий В. И. Петрография Крыма. М.; Л., 1939. 98 с. 9. Милановский Е. Е., Короновский Н. В. Орогенный вулканизм и тектоника Альпийского пояса Евразии. М., 1973. 279 с. 10. Попов С. П. Минералогия Крыма. М.; Л., 1938. 352 с. 11. Славин В. И. Современные геологические процессы в Юго-Зап. Крыму. М., 1975. 195 с. 12. Спиридонов Э. М., Дашевская Д. М. Хромшпинелиды и ассоциирующие минералы раннегеосинклинальных ультраосновных вулканитов Сев. Казахстана//Тр. Минералог. музея АН СССР. 1988. Вып. 35. С. 161—182. 13. Спиридонов Э. М., Коротаева Н. Н., Ладыгин В. М. Хромшпинелиды, титаномагнетит и ильменит островодужных вулканитов Горного Крыма//Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. 1989. № 6. 14. Спиридонов Э. М., Федоров Т. О., Ряховский В. М. Магматические образования Горного Крыма. Ст. 1//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1990. Т. 65, вып. 4. С. 119—134. 15. Miyashiro A. Volcanic rock series in island arcs and active continental margins//Amer. J. Sci. 1974. Vol. 274. P. 321—355. 16. Shiraki K., Kuroda W. The boninite revisited//J. Geogr. Japan. 1977. Vol. 86. P. 174—190.

Московский  
государственный университет

Поступила в редакцию  
26.09.89

## MAGMATIC ROCKS OF MOUNTAIN CRIMEA. ARTICLE 2

*E. M. Spiridonov, T. O. Fedorov, V. M. Ryakhovsky*

There are described the Middle Jurassic Bodrak and Karadagh subvolcanic complexes. The short characteristic of Upper Albian Balaklava volcanic series is given.

## НОВЫЕ КНИГИ В БИБЛИОТЕКЕ МОИП

**Kosanke R. M.** Palynological studies of Middle Pennsylvanian Coal beds of the proposed Pennsylvania System stratotype in West Virginia//U. S. Geol. Surv. Prof. Paper. 1988. N 1451. 73 p.

Изучены палиноморфы из свиты Канавха и песчаников Чарлстон, входящих в состав стратотипа пенсильванской системы (средний карбон). В свите Канавха преобладают виды *Lycospora*, а в нижней части песчаников Чарлстон — *Laevigatosporites* и *Torispora*.

**Mc Cracken A. D.** Protopanderodus (Conodonta) from the Ordovician Road River Group, Northern Yukon Territory, and the evolution of the genus//Geol. Surv. Canada Bulletin. 1989. N 388. 39 p.

Подробно описаны встреченные виды конодонтов рода *Protopanderodus*, сделана попытка дать филогению этой группы ордовикских конодонтов.

**Rigby J. K., Chaterton B. D. E.** Middle Silurian Ludlowian and Wenlockian Sponges from Baille—Hamilton and Cornwallis Islands, Arctic Canada//Geol. Surv. Canada Bulletin. 1989. N 391. 69 p.

Описана одна из наиболее разнообразных в Северной Америке силурийская фауна губок. Вмещающие породы являются склоновыми и большинство губок находятся в аллохтонном залегании. Описано 5 новых родов и 19 новых видов.

**Lundelius E. J., Jr., Turnbull W. D.** The Mammalian fauna of Madura Cave, Western Australia. Part VII: Macropodidae, with review of the marsupial portion of the fauna//Fieldiana. Geology. 1989. N. Ser. N 17. 71 p.

Описана фауна плейстоценовых сумчатых. Она содержит формы, встречающиеся сегодня восточнее и западнее равнины Нулларбор.