

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

УДК 550.4 (477)

DOI: 10.30758/0555-2648-2018-64-3-270-293

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДАЙКОВЫХ ПОРОД ОСТРОВОВ АРХИПЕЛАГА АРДЖЕНТАЙН И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЧАСТИ АНТАРКТИЧЕСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЗАПАДНАЯ АНТАРКТИДА)

Г.В. АРТЕМЕНКО¹, В.И. ГАНОЦКИЙ²

¹ — *Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины, г. Киев, Украина*

² — *Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина*

**regulgeo@gmail.com*

GEOCHEMICAL FEATURES OF DIKE ROCKS OF THE ARGENTINE ISLANDS AND THE NEAR AREA OF THE ANTARCTIC PENINSULA (WESTERN ANTARCTICA)

G.V. ARTEMENKO¹, V.I. GANOTSKIY²

¹ — *Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, Kiev, Ukraine*

² — *National Technical University “Dneprovskaya Polytechnica”, Dnepr, Ukraine*

**regulgeo@gmail.com*

Received June, 11, 2018

Accepted August, 13, 2018

Keywords: Antarctic Peninsula, Argentine Islands, dikes, Fe-Ti cumulates, multielement diagram, REE.

Summary

The block of the Antarctic Peninsula is part of a magmatic arc formed along the southwestern part of the paleo-Pacific margin of the Gondwana supercontinent. Currently, subduction processes continue only in its northwestern part — in the region of the South Shetland islands, and to the southwest of it — there is a passive segment of the continental margin, within which the Argentine islands are located. Here, subduction was completed in the late Miocene-Early Pliocene. In the geological structure of the Argentine islands archipelago, the rocks of the Upper Jurassic volcanic group (AP Volcanic Group) and intrusive batholiths of the batholiths (AP batholiths) are distinguished. In them, there are numerous dikes of basic, medium and acidic compositions. The activation of dyke magmatism on the passive margin of the Antarctic Peninsula was probably connected with subduction processes in its northwestern part.

Citation: *Artemenko G.V., Ganotskiy V.I.* Geochemical features of dike rocks of the Argentine islands and the near area of the antarctic peninsula (Western Antarctica). *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2018, 64, 3: 270–293. [In Russian]. doi: 10.30758/0555-2648-2018-64-3-270-293

The age sequence of dike formation in the rocks of the Antarctic Peninsula (AP) volcanic Group and intrusions of the gabbroids and granitoids of the Andean complex in the Argentine Islands and the near area of the Antarctic Peninsula is determined. The early dikes of the dacites in the volcanogenic stratum of the AP volcanic Group and the gabbrodiabases in the gabbroids of the Andean complex have a submeridional and northwestern strike. After the introduction of the granitoids of the Andean complex, dikes predominantly of the sublatitudinal and north-easterly strike are formed. The early dikes in the gabbroids of the Andean complex are Fe-Ti cumulates, and in granodiorite intrusions they are represented by aplites, probably formed from the residual magma of these intrusions. Later dikes were formed, probably due to the melting of the metasomatized mantle source at moderate depths under the influence of plumes. To their primitive (initial) melts, the composition of high-magnesian dike rocks is probably close. Products of deep mantle (plume) sources in the sample of selected samples were not detected. The dike rocks of this region according to their geochemical characteristics correspond to the mature island-arc formations of the calc-alkaline series.

Поступила 11 июня 2018 г.

Принята к печати 13 августа 2018 г.

Ключевые слова: Антарктический полуостров, дайки, мультиэлементная диаграмма, острова архипелага Арджентайн, РЗЭ, Fe-Ti кумулаты.

Земная кора Антарктического полуострова (Западная Антарктида), сформировавшаяся в юрское и меловое время, была в последующем разбита многочисленными разломами, трас-сируемыми дайками разных направлений. Формирование даек связывается с тектоническими процессами, вызванными продолжающейся субдукцией океанической коры в крайней северо-восточной части Антарктического полуострова. В результате выполненных исследований в районе островов архипелага Арджентайн и прилегающей части Антарктического полуострова установлено, что ранние дайки ориентированы в северном и северо-западном направлении, а более поздние — в северо-восточном. В нескольких дайках выявлены контрастные геохимические аномалии — ванадия, хрома, никеля, меди, цинка и свинца. Палеомагнитные исследования дайковых пород позволяют получить важные данные о миграции Антарктического полуострова на Земле в послемеловое время.

ВВЕДЕНИЕ

Блок Антарктического полуострова (АП) является частью магматической дуги, формировавшейся вдоль юго-западной части палео-тихоокеанской окраины супер-континента Гондвана [1]. Она была активной зоной на протяжении всего позднего мезозоя-кайнозоя, что обуславливалось субдукцией плиты Феникс под блок АП в направлении юго-запад-северо-восток [2]. В настоящее время процессы субдукции продолжаются только в северо-западной части АП в районе Южных Шетландских островов, а к юго-западу от нее (район моря Беллингсгаузен, северной части Земли Грейама и пролива Герлаха) — находится пассивный сегмент континентальной окраины АП [3].

В геологическом строении острова архипелага Арджентайн выделяются породами вулканической группы АП (AP Volcanic Group) и интрузивными образованиями батолита Антарктического полуострова (AP batholiths) (рис. 1) [4, 5, 6, 7]. Породы вулканической группы АП представлены лавами и туфогенными образованиями основного, среднего и кислого составов. Они формировались в интервале 188–153 млн лет [8]. Интрузивные породы батолита АП, представленные габбро, диоритами, гранодиоритами и гранитами, прорывают породы вулканической группы АП. U-Pb (SHRIMP) изотопный возраст габбро мыса Туксен составляет $88 \pm 1,1$ млн лет, а тоналита о. Питерман — $95,9 \pm 1,0$ млн лет [9].

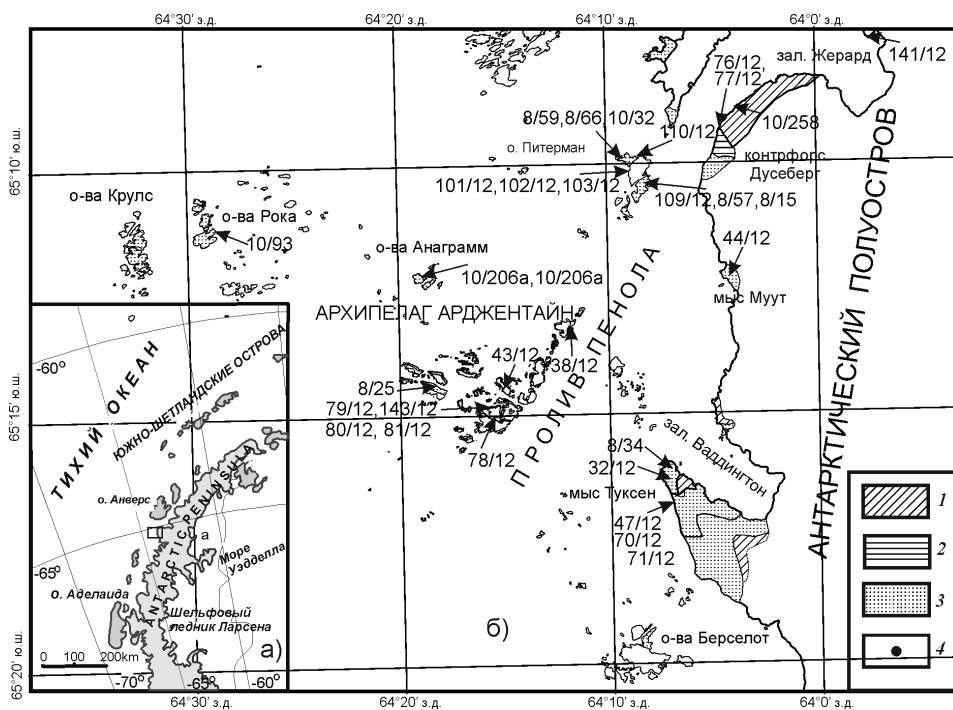


Рис. 1. Схематическая геологическая карта архипелага Арджентайн и прилегающей части Антарктического полуострова [12], с изменениями и дополнениями. 1 — базальты, андезиты, кислые вулканиды верхнеюрской вулканической группы; 2 — туфогенные породы вулканической группы АП; 3 — габбро, диориты, гранодиориты андского комплекса; 4 — точки отбора проб
 Fig. 1. Schematic geological map of the Argentine Islands and the adjacent part of the Antarctic Peninsula [12], with changes and additions. 1 — basalts, andesites, acid volcanics of the AP volcanic group; 2 — tuffs of the AP volcanic group; 3 — gabbro, diorites, granodiorites of the Andean complex; 4 — sampling points

В этом районе широко распространены многочисленные дайки, которые изучены значительно слабее. Впервые петрохимические исследования дайковых пород архипелага Арджентайн выполнены Д. Элиотом [7]. Среди дайковых пород этих островов постандского возраста он выделял две группы. Дайки первой группы, которые находятся в интрузивах plutonic пород андского комплекса, были отнесены к микрогабброидами, а дайки второй, которые находятся в вулканиках вулканической группы АП, к микродиоритам. Согласно его данным, постандские дайковые породы изменены не меньше, чем доандские. На момент его исследований было сделано только незначительное количество силикатных химических анализов дайковых пород.

Целью проведенной нами работы были геолог-структурные и геохимические исследования дайковых пород островов архипелага Арджентайн и прилегающей части Антарктического полуострова для определения последовательности их формирования и генезиса. Эти данные необходимы для определения особенностей дайкового магматизма на пассивной окраине магматической дуги Антарктического полуострова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Силикатные анализы дайковых пород выполнены в Институте геохимии, минералогии и рудообразования Национальной академии наук Украины (ИГМР НАН Украины). Содержания редких и рассеянных элементов определялись методом индукционно-связанной плазмы с масс-спектрометрическим окончанием анализа (ICP-MS). Разложение образцов пород проводилось методом кислотного разложения как в открытой, так и в закрытой системах, в зависимости от состава породы. Анализ № 1 выполнен в Геологическом институте Кольского научного центра Российской академии наук (ГИ КНЦ РАН); анализы № 2–3 выполнены в Центральной лаборатории Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского (ЦЛ ВСЕГЕИ); анализы № 4–31 в Институте проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук (ИПТМ РАН). Правильность анализов контролировали путем измерения международных и российских стандартных образцов GSP-2, VM, СГД-1А, СТ-1. Ошибки определения концентраций составляли от 3 до 5 мас. % для большинства элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дайковые породы изучались на участках развития разновозрастных пород — вулканитов вулканической группы АП юрского возраста и интрузий габброидов и гранитоидов андского комплекса, сформировавшихся в мелу. Географические и геологические привязки изученных обнажений даек приведены на рис. 1 и в таблицах 1, 2, 3.

Результаты полевых геолого-структурных наблюдений

Дайки в породах вулканической группы АП. На о. Винтер, сложенном вулканитами вулканической группы АП, изучены дайки субмеридионального и северо-западного (ранние) и более поздние — северо-восточного простираний.

Ранними являются дайка дацитов (обр. 143/12) мощностью 1,3 м (аз. пад. СВ 20°, угол 85°), которых нет в интрузиях андского комплекса, и, вероятно, дайка базальтов (обр. 79/12) (аз. пад. ЮЗ 230°, угол 70°) и дайка андезитобазальтов (обр. 78/12) (аз. пад. З 270°, угол 75°), прорывающие (соответственно) — андезитовые порфириты и туфы кислого состава вулканической группы АП* (рис. 1).

К более поздним относятся дайка трахибазальтов, мощностью 3 м (обр. 81/12) (аз. пр. СВ 30°, угол 90°), прорывающая андезитовые порфириты и дайку вышеописанных ранних базитов субмеридионального простирания, и дайка андезитобазальтов, мощностью 7 м (обр. 80/12) (аз. пад. СЗ 285°, угол пад. 80°), прорывающая андезитовые порфириты вулканической группы АП.

На о. Ирizar и Гротто опробованы дайки базальтов и диабазов северо-западного простирания, прорывающие вулканиты вулканической группы АП (обр. 38/12 и 32/12 соответственно), а на мысе Туксен Антарктического полуострова, на склоне горы Де-Мария изучена дайка андезитобазальтов миндалекаменных северо-восточного простирания (обр. 32/12), прорывающая туфы основного состава вулканической группы АП.

Дайки в интрузиях габброидов и гранитоидов андского комплекса. *Габброиды* являются первой интрузивной фазой андского комплекса. Они прорываются дайками габбро, габбродолеритов, м/з габбро, долеритов, дайковых базальтов, амфиболитов, спессартитов, керсантитов и гранодиорит-порфиров.

Примечание. Здесь и далее приняты следующие сокращения: обр. — образец, аз. пад. — азимут падения пласта, аз. пр. — азимут простирания, угол — угол наклона в градусах.

Таблица 1

Силикатные анализы дайковых пород, %

Оксиды	1/ 10/93	2/ 8/59	3/ 8/66	4/ 101/12	5/ 102/12	6/ 103/12	7/ 109/12	8/ 110/12	9/ 8/57	10/ 8/57	11/ 8/25	12/ 80/12	13/ 81/12
SiO ₂	48,32	41,71	42,27	49,98	49,29	49,19	49,91	51,22	45,37	52,99	50,89	57,02	49,69
TiO ₂	2,08	2,66	3,62	1,66	1,29	1,29	1,06	0,89	1,14	2,00	0,94	1,29	1,01
Al ₂ O ₃	7,59	16,66	11,26	18,55	16,88	14,71	15,23	18,60	14,65	16,61	15,95	16,58	16,87
Fe ₂ O ₃	3,33	8,38	9,47	1,92	1,84	1,46	2,51	2,48	5,15	2,99	2,19	3,00	2,11
FeO	12,93	9,20	10,20	7,87	8,72	8,21	6,77	6,29	6,34	7,47	6,19	4,58	5,17
MnO	0,42	0,27	0,36	0,11	0,25	0,19	0,18	0,17	0,24	0,24	0,35	0,22	0,21
MgO	11,28	5,22	7,07	5,13	4,91	10,56	8,12	6,70	11,56	4,06	6,84	3,29	6,15
CaO	5,82	12,24	12,60	8,72	9,68	9,97	9,74	8,47	9,86	6,44	9,71	6,14	8,18
Na ₂ O	0,42	1,70	1,80	2,90	2,74	1,55	2,48	2,38	2,08	4,00	1,82	3,67	4,00
K ₂ O	4,29	0,40	0,20	0,85	0,60	0,40	1,00	1,00	1,20	0,80	2,10	1,15	2,75
S _{общ}		0,23	0,12	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	0,10	0,03	0,06	0,10	0,02	<0,02
P ₂ O ₅	0,45	0,24	0,22	0,47	0,15	0,19	0,18	0,07	0,27	0,18	0,18	0,29	0,16
H ₂ O-	0,62	0,04	0,05	0,30	0,19	0,32	0,39	0,12	0,15	0,17	0,16	0,14	0,27
H ₂ O-п.п.	2,21	1,10	0,92	1,03	3,15	1,48	1,95	1,19	1,59	1,56	2,22	2,68	3,04
Сумма	99,76	99,94	100,10	99,56	99,69	99,52	99,52	99,66	99,65	99,57	99,64	100,07	99,61
#mg	0,55	0,36	0,40	0,49	0,46	0,66	0,62	0,59	0,65	0,42	0,60	0,41	0,41
Оксиды	14/ 78/12	15/ 79/12	16/ 143/12	17/ 76/12	18/ 77/12	19/ 44/12	20/ 32/12	21/ 8/34	22/ 47/12	23/ 70/12	24/ 71/12	25/ 38/12	26/ 10/258
SiO ₂	55,00	50,63	63,98	50,39	56,73	54,64	55,55	42,64	66,19	44,89	47,56	46,26	59,18
TiO ₂	1,56	1,57	1,14	0,96	1,04	2,38	1,29	2,38	0,66	1,15	2,20	0,95	0,74
Al ₂ O ₃	14,74	16,53	13,29	15,33	16,44	15,55	13,28	16,89	13,30	15,99	17,82	16,48	15,29
Fe ₂ O ₃	3,26	2,65	1,23	3,60	1,82	3,33	1,26	5,92	2,29	2,65	3,69	1,92	<0,10
FeO	6,86	9,58	5,46	5,86	6,44	5,89	9,07	9,36	2,02	5,39	7,18	8,26	6,75
MnO	0,12	0,15	0,20	0,22	0,14	0,19	0,11	0,19	0,05	0,09	0,34	0,63	0,76
MgO	3,87	4,72	1,56	7,04	3,86	3,12	4,20	6,44	1,36	9,40	5,60	8,24	3,07
CaO	6,59	6,83	3,70	10,50	5,65	5,75	8,48	11,87	4,26	9,60	9,86	10,27	4,49
Na ₂ O	4,28	3,23	4,20	2,05	4,06	4,40	2,70	1,82	3,62	2,49	3,40	1,20	4,80
K ₂ O	0,90	0,70	1,40	0,80	2,00	1,40	0,40	0,30	1,80	0,20	0,20	<0,01	2,80
S _{общ}	<0,02	0,04	0,67	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,11	0,02	<0,02	<0,02	0,67	0,04
P ₂ O ₅	0,19	0,27	0,13	0,13	0,15	0,42	0,17	0,07	0,13	0,19	0,39	0,09	0,10
H ₂ O-	0,20	0,05	0,25	0,12	0,09	0,17	0,31	0,10	0,13	3,93	0,23	0,45	0,16
H ₂ O-п.п.	2,60	2,59	2,65	2,85	1,44	2,30	2,78	1,52	3,89	3,67	1,09	4,42	1,78
Сумма	100,17	99,54	99,86	99,85	99,86	99,54	99,60	99,61	99,72	99,64	99,56	99,84	99,96
#mg	0,41	0,41	0,30	0,58	0,46	0,38	0,42	0,44	0,37	0,68	0,49	0,59	0,44

Примечание. 1 — дайка биотит-амфибол-кварцевой породы в гранодиоритах андского комплекса, мощность до 0,5 м, острв в архипелаге Роки, **обр. 10/93**; 2 — дайка габродолерита, частично амфиболитизированного (габродиабаз) в интрузии габброидов андского комплекса, мощность до 8 м, о. Питерман, **обр. 8/59**; 3 — то же, там же, **обр. 8/66**; 4 — дайка долерита порфирового в габброидах андского комплекса, мощность до 0,6 м, о. Питерман, **обр. 101/12**; 5 — дайка базальта, секущая габбро и тоналиты андского комплекса, а также дайку вышеописанных долеритов порфировых, мощность 1,5 м, там же, **обр. 102/12**; 6 — дайка амфиболита (вероятно, интенсивно амфиболитизированный мелкозернистый долерит) в интрузии габбро андского комплекса, мощность до 1 м, там же, **обр. 103/12**; 7 — дайка амфиболита (вероятно, интенсивно амфиболитизированный порфировый долерит или базальт) прорывает гранодиориты андского комплекса и секущую их дайку алгита, мощность 2 м, о. Питерман, **обр. 109/12**; 8 — дайка базальта прорывает катаклазиты по габбро возле интрузивного контакта гранодиоритов и габброидов андского комплекса, мощность 1,2 м, о. Питерман, **обр. 110/12**; 9 — дайка долерита амфиболитизированного в гранодиоритах андского комплекса, мощность 2 м, о. Питерман, **обр. 8/57**; 10 — дайка диабаз в андезитовых порфиритах вулканической группы Антарктического полуострова (АП), мощность до 5 м, о. Гротто, **обр. 43/12**; 11 — дайка базальта в гранодиоритах андского комплекса, мощность 0,3 м, о. Барханы, **обр. 8/25**; 12 — дайка андезитобазальтов с редкими миндалитами в андезитовых порфиритах вулканической группы АП, мощность до 7 м, о. Винтер, **обр. 80/12**; 13 — дайка миндалекаменных базальтов прорывает андезитовые порфириты вулканической группы АП и дайку базитов северо-западного простирания, мощность до 3 м, там же, **обр. 81/12**; 14 — дайка андезитобазальтов в метатуфах кислого состава вулканической группы АП, мощность 1,5 м, о. Винтер, **обр. 78/12**; 15 — дайка базальтов прорывает андезитовые порфириты вулканической группы АП, мощность 1,3 м, о. Винтер, **обр. 79/12**; 16 — дайка дацита прорывает андезитовые порфириты вулканической группы АП, мощность 1,3 м, о. Винтер, **обр. 143/12**; 17 — дайка базальтов, мощностью 0,8 м, прорывает диориты андского комплекса, контрфорс Дусеберг, **обр. 76/12**; 18 — дайка андезитовых порфиритов, мощностью 0,7 м, прорывает гранодиориты андского комплекса, там же, **обр. 77/12**; 19 — дайка андезитобазальтов, мощностью до 3 м, прорывает диориты андского комплекса, мыс Муут, **обр. 44/12**; 20 — дайка андезитобазальтов миндалекаменных, мощностью 1,2 м, прорывает туфы основного состава вулканической группы АП, мыс Туксен, **обр. 32/12**; 21 — дайка долеритов в габбро андского комплекса, мощность 0,25 м, мыс Туксен, **обр. 8/34**; 22 — дайка гранодиорит-порфира, частично грейзенизированного в полосчатых габброидах андского комплекса, мощность 1 м, мыс Туксен, **обр. 47/12**; 23 — дайка долерита черного цвета, мощностью 0,25 м, прорывает светло-серые габбро андского комплекса и вышеописанную дайку гранодиоритов, там же, **обр. 70/12**; 24 — дайка сильно деформированных, трещиноватых мелкозернистых габбро, мощностью 3 м, прорывает светло-серые габбро андского комплекса, там же, **обр. 71/12**; 25 — дайка базальтов в миндалекаменных андезитобазальтах вулканической группы АП, мощность 2 м, о. Иризар, **обр. 38/12**; 26 — туфогенно-обломочная порода вулканической группы АП, обнажение у подножия г. Скотт, **обр. 10/258**; 27 — базальт вулканической группы АП, северный край залива Герлач у входа в пролив Лемьер, **обр. 141/12**; 28 — дайка алгита в гранодиоритах андского комплекса, мощность до 0,8 м, о. Питерман, **обр. 8/15**; 29 — дайка спессаргита прорывает дайку габродиабазов (Fe-Ti кумулатов), мощность 0,5 м, о. Питерман, **обр. 10/32**; 30 — дайка габбро в габброидах андского комплекса, мощность 0,3 м, о. Ноб, **обр. 10/206а**; 31 — дайка керсангита в габброидах андского комплекса, мощность 20 м, там же, **обр. 10-206**.

Содержания элементов в дайковых породах, ppm

Элементы	1/ 10/93	2/ 8/59	3/ 8/66	4/ 101/12	5/ 102/12	6/ 103/12	7/ 109/12	8/ 110/12	9/ 8/57	10/ 43/12	11/ 8/25
Li	н/о	н/о	н/о	7,8	17,9	12,0	23,9	13,3	13,1	24,7	19,2
Be	н/о	0,80	0,53	1,7	0,71	0,79	0,77	0,73	0,91	0,77	0,60
Sc	54,47	н/о	н/о	29,8	36,6	28,0	34,7	34,4	31,5	39,2	30,9
V	800	575	861	275	298	194	246	268	209	218	197
Cr	100	27,1	16,6	65,5	37,5	413	174	34,3	618	5,8	315
Co	30	44,9	37,4	29,3	29,2	51,1	35,7	37,2	52,6	23,2	33,9
Ni	100	13,3	12,5	28,0	29,8	324	47,9	22,3	316	4,5	97,2
Cu	450	206	220	76,5	105,5	102	71,1	140	60,1	37,1	37,8
Zn	200	124	110	107	156	93,1	108	120	71,4	104	114
As	н/о	н/о	н/о	1,2	4,5	< ПО	11,6	2,2	2,7	3,0	< ПО
Rb	125,2	8,50	3,86	37,0	13,3	13,6	50,6	32,0	38,0	9,6	143,1
Sr	29,80	470	381	549	552	537	722	650	774	401	311
Y	31,48	8,24	11,5	31,4	18,9	16,9	11,8	16,4	16,4	23,3	15,9
Zr	21,53	19,6	24,0	18,8	59,1	25,4	32,5	26,5	52,6	35,8	51,5
Nb	13,47	1,02	1,29	6,6	2,0	3,7	1,4	2,7	3,3	2,5	1,9
Mo	2	0,75	0,63	0,53	0,82	1,3	0,73	0,87	0,20	0,47	0,61
Ag	н/о	н/о	н/о	< ПО	0,095	0,044	0,10	0,14	0,048	0,052	< ПО
Sn	5	н/о	н/о	1,6	0,87	1,2	0,73	0,93	0,76	2,8	0,75
Sb	н/о	0,38	0,24	0,25	0,25	0,27	2,3	0,58	0,39	0,98	0,75
Cs	2,887	1,27	0,37	2,4	1,3	2,3	4,3	1,9	5,1	0,71	9,9
Ba	487,8	125	68,2	369	183	119	288	366	655	201	161
La	18,65	2,73	2,69	21,9	9,9	8,5	8,4	11,1	15,8	6,0	6,1
Ce	48,81	6,15	5,83	49,9	23,1	19,6	18,3	24,4	34,7	14,9	14,2
Pr	7,309	0,98	1,05	6,8	3,2	2,6	2,4	3,3	4,7	2,1	2,0
Nd	34,99	4,42	5,42	29,5	14,9	11,5	10,3	14,7	21,2	10,3	9,2
Sm	9,377	1,41	1,85	6,6	3,7	2,7	2,3	3,3	4,7	2,9	2,4
Eu	1,076	0,71	0,72	1,6	1,2	0,88	0,76	1,0	1,4	1,1	0,82
Gd	8,931	1,38	1,95	6,7	4,0	3,1	2,5	3,4	4,5	3,8	2,9
Tb	1,268	0,23	0,34	0,91	0,54	0,44	0,33	0,46	0,54	0,57	0,42
Dy	6,970	1,52	2,18	5,3	3,2	2,8	2,0	2,8	3,0	3,8	2,6
Ho	1,420	0,34	0,45	1,1	0,65	0,57	0,41	0,56	0,57	0,79	0,53
Er	3,668	0,85	1,17	3,0	1,8	1,6	1,2	1,6	1,5	2,3	1,5
Tm	0,556	0,11	0,17	0,40	0,25	0,23	0,16	0,22	0,20	0,33	0,21
Yb	3,677	0,74	1,01	2,6	1,6	1,5	1,1	1,4	1,3	2,2	1,5
Lu	0,570	0,11	0,16	0,39	0,23	0,23	0,15	0,20	0,19	0,29	0,22
Hf	1,385	0,51	0,67	0,81	2,0	1,1	1,1	1,0	1,6	1,5	1,6
Ta	2,522	0,10	0,12	0,52	0,16	0,35	0,10	0,19	0,26	0,41	0,15
W	н/о	0,22	0,18	0,63	0,33	0,88	0,29	0,44	0,55	0,44	0,96
Pb	81,22	9,98	6,05	11,2	19,8	7,1	19,9	9,1	10,2	21,8	5,8
Th	7,574	0,44	0,51	5,2	1,4	0,86	2,8	3,2	1,7	1,1	0,76
U	2,167	0,14	0,14	0,94	0,45	0,23	0,52	0,61	0,39	0,23	0,34
(La/Yb) _N	3,64	2,65	1,91	6,04	4,44	4,07	5,48	5,69	8,72	2,0	2,92
Eu/Eu*	0,36	1,56	1,16	0,74	0,95	0,93	0,97	0,91	0,93	1,01	0,95

Элементы	12/ 80/12	13/ 81/12	14/ 78/12	15/ 79/12	16/ 143/12	17/ 76/12	18/ 77/12	19/ 44/12	20/ 32/12	21/ 8/34
Li	19,9	23,8	20,9	19,1	20,1	15,3	19,2	15,8	12,5	5,5
Be	1,08	0,932	0,85	0,97	1,3	0,461	1,0	1,0	0,75	0,41
Sc	21,8	24,2	36,3	39,4	23,1	27,9	17,1	25,5	32,9	37,4
V	146	161	162	328	30,3	179	166	239	328	838
Cr	50,8	64	4,8	46,6	5,5	298	10,9	4,6	21,8	30,6
Co	21,3	27,6	17,9	33,0	6,8	38,1	20,9	21,0	26,1	45,2
Ni	22	39,8	6,4	16,6	10,9	120	11,0	6,7	14,6	14,6
Cu	53,2	76,9	28,4	101	21,6	20,9	36,3	60,2	98,0	360
Zn	87,9	69,3	103	99,3	97,5	122	111	97,3	97,4	133
As	н/о	н/о	1,0	< ПО	< ПО	н/о	3,9	1,1	0,89	< ПО
Rb	28,9	49,8	29,8	27,7	51,3	32,1	57,8	35,2	11,2	5,8
Sr	479	484	504	468	84,8	373	511	569	528	591
Y	23,6	13,8	25,6	23,0	42,6	13,4	15,9	24,1	22,2	9,2
Zr	91,3	63,3	56,5	63,4	189	38,8	58,0	91,0	67,2	28,8
Nb	5,55	2,4	2,3	4,5	6,7	2,29	3,2	4,2	2,4	1,5
Mo	0,757	0,561	0,51	0,63	1,1	0,454	1,0	0,41	0,37	0,56
Ag	н/о	н/о	0,071	0,12	0,12	н/о	0,091	< ПО	0,039	0,22
Sn*	н/о	н/о	1,0	1,3	1,6	н/о	0,91	1,4	1,3	0,49
Sb	0,264	0,286	0,37	0,28	0,45	1,42	0,86	0,15	0,22	0,23
Cs	1,02	1,26	2,2	2,3	1,3	4,96	3,0	1,1	0,44	0,50
Ba	363	496	185	173	223	97,4	454	414	223	101
La	20,6	13,6	6,6	10,2	19,0	6,42	12,3	11,2	8,4	3,6
Ce	39,2	26,3	16,2	23,9	46,8	14,6	26,9	26,1	20,4	8,5
Pr	5	3,53	2,3	3,2	6,1	2,05	3,2	3,6	2,9	1,2
Nd	21,2	15,1	11,2	14,9	27,9	9,75	13,5	17,3	14,1	6,0
Sm	4,91	3,36	3,1	3,7	7,0	2,43	3,0	4,2	3,6	1,7
Eu	1,46	1,07	1,2	1,3	1,9	0,89	0,90	1,4	1,4	0,68
Gd	3,95	2,72	4,1	4,4	7,8	2,2	3,1	4,8	4,3	1,9
Tb	0,773	0,479	0,63	0,62	1,2	0,453	0,44	0,66	0,60	0,29
Dy	4,27	2,68	4,0	3,9	7,8	2,61	2,6	4,0	3,7	1,8
Ho	0,83	0,523	0,87	0,79	1,6	0,525	0,54	0,81	0,77	0,35
Er	2,42	1,41	2,5	2,2	4,8	1,34	1,5	2,3	2,2	1,1
Tm	0,428	0,243	0,36	0,31	0,68	0,259	0,22	0,33	0,30	0,15
Yb	2,73	1,57	2,4	2,1	4,6	1,66	1,5	2,1	2,1	0,97
Lu	0,392	0,214	0,34	0,28	0,68	0,221	0,19	0,32	0,29	0,14
Hf	2,43	1,53	2,0	2,17	5,2	1,09	1,7	2,9	2,3	0,95
Ta	0,496	0,209	0,19	0,34	0,46	0,192	0,26	0,58	0,17	0,10
W	0,45	0,274	0,46	0,45	0,93	0,763	1,2	0,49	0,30	0,14
Pb	9,62	5,28	6,3	6,6	18,3	6,39	5,3	5,4	6,5	4,5
Th	3,71	3,87	1,2	1,7	4,4	0,518	3,1	3,4	1,1	0,52
U	0,903	0,958	0,29	0,39	1,1	0,168	0,65	0,70	0,35	0,18
(La/Yb) _N	5,4	6,2	2,0	3,48	2,96	2,7	5,9	3,83	2,87	2,66
Eu/Eu*	1,0	1,08	1,03	0,99	0,79	1,18	0,90	0,95	1,09	1,16

Элементы	22/ 47/12	23/ 70/12	24/ 71/12	25/ 38/12	26/ 10/258	27/ 141/12	28/ 8/15	29/ 10/32	30/ 10/206a	31/ 10/206
Li	9,1	18,6	3,3	20,2	н/о	48,6	3,6	9,4	2,5	3,5
Be	1,1	0,488	0,375	0,905	н/о	0,74	3,1	1,6	0,11	0,13
Sc	9,5	27	32,5	32,7	39,98	41,2	1,8	27,9	101,3	73,1
V	53,5	188	244	219	н/о	507	5,1	275	1674	1283
Cr	12,0	370	12,1	254	н/о	46,9	26,9	56,9	421	298
Co	8,7	44,1	29,7	38,6	н/о	36,6	1,8	28,1	85,0	72,3
Ni	5,6	178	13	127	н/о	20,9	17,1	28,8	43,8	36,9
Cu	9,9	66,4	64,9	53,9	н/о	63,5	35,7	50,9	57,1	45,5
Zn	46,0	86,5	112	199	н/о	300	24,7	100	216	174
As	< ПО	н/о	н/о	н/о	н/о	11,8	0,3	1,2	< ПО	0,12
Rb	40,4	1,53	3,34	1,11	53,32	28,9	123	17,8	2,1	7,2
Sr	315	487	672	414	259,3	395	66,0	552	38,4	212
Y	21,0	15,7	27,8	17,4	26,51	20,0	32,2	30,6	13,0	9,3
Zr	123	59,2	12,2	61,7	79,15	54,5	114	22,2	18,1	13,6
Nb	4,3	3,1	4,08	3,63	9,399	3,0	6,6	6,5	0,5	0,5
Mo	0,70	0,517	0,527	0,274	н/о	0,63	1,9	0,83	0,58	0,66
Ag	< ПО	н/о	н/о	н/о	н/о	0,079	< ПО	0,052	0,036	0,033
Sn*	0,91	н/о	н/о	н/о	н/о	1,4	1,6	1,6	0,83	0,64
Sb	0,35	0,356	0,275	0,241	н/о	0,69	0,49	0,36	0,068	0,06
Cs	2,0	0,262	0,558	0,553	2,792	1,1	1,1	1,5	0,14	0,59
Ba	618	132	130	36,5	153,4	300	330	291	14,4	42,3
La	16,1	7,97	13,9	12,8	22,77	10,5	20,1	33,2	1,6	2,0
Ce	35,2	18	33,8	26,4	46,86	24,3	47,5	68,9	4,3	4,9
Pr	4,0	2,59	5,22	3,79	6,526	3,1	5,7	8,5	0,72	0,73
Nd	16,4	12,4	27,8	17,3	29,72	13,9	22,4	34,4	4,1	3,8
Sm	3,5	3	6,74	3,82	7,848	3,3	4,9	7,0	1,5	1,2
Eu	0,84	1,07	2,22	1,34	1,919	0,94	0,42	1,6	0,48	0,43
Gd	3,5	2,65	5,64	3,47	7,801	3,7	4,7	6,9	2,3	1,8
Tb	0,57	0,512	1,05	0,583	1,285	0,54	0,78	0,92	0,36	0,27
Dy	3,4	2,89	5,8	3,38	7,654	3,3	5,1	5,4	2,4	1,7
Ho	0,70	0,606	1,06	0,666	1,412	0,69	1,1	1,1	0,50	0,35
Er	2,3	1,56	2,72	1,74	3,818	2,0	3,5	2,9	1,4	1,0
Tm	0,34	0,282	0,414	0,292	0,539	0,28	0,55	0,41	0,19	0,14
Yb	2,37	1,68	2,49	1,93	2,920	1,9	3,9	2,6	1,2	0,89
Lu	0,35	0,248	0,32	0,259	0,437	0,27	0,56	0,36	0,18	0,13
Hf	3,9	1,41	0,462	1,5	2,445	1,8	6,4	0,88	0,73	0,54
Ta	0,37	0,395	0,417	0,292	3,599	0,22	0,94	0,44	0,045	0,055
W	0,27	0,213	0,331	0,482	н/о	0,54	1,9	0,78	0,63	0,65
Pb	11,6	3,11	3,63	4,46	12,48	14,8	11,9	8,3	2,7	3,5
Th	8,5	0,489	0,397	2,8	2,662	2,0	23,8	5,2	0,31	0,16
U	2,0	0,154	0,14	0,654	1,784	0,35	5,4	0,99	0,60	0,27
(La/Yb) _N	4,87	3,4	4,0	4,76	5,59	3,96	3,70	9,16	0,96	1,61
Eu/Eu*	0,73	1,16	1,10	1,12	0,75	0,82	0,27	0,70	0,79	0,90

Примечания. 1. В образце 10/93 элементы V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Mo и Sn (значения выделены жирным шрифтом) определены методом количественного спектрального анализа в ИГМР НАН Украины.

2. < ПО — ниже предела обнаружения; н/о — элемент не определялся.

Координаты точек опробования и элементы залегания даек

№ п/п	№ образца	Координаты точек опробования (система координат WGS-84)	Элементы залегания даек
1	10/93	S65°10,734'; W64°29,455'	Полукруглая, угол падения (пад.) 70°
2	8/59	S65°12,201'; W64°19,130'	Аз. пад. ЮЗ 235°, угол 55°
3	8/66	Там же	Аз. пад. ЮЗ 240°, угол 70°
4	101/12	S65°09,964'; W64°09,130'	Аз. пад. ЮЗ 265°, угол 75°
5	102/12	Там же	Аз. пад. С 360°, угол 60°
6	103/12;	Там же	Аз. пад. ЮЗ 265°, угол 60°
7	109/12	S65°10,683'; W64°08,771'	Аз. пад. СВ 25°, угол 65°
8	110/12;	S65°09,964'; W64°09,130'	Аз. пр. СВ 60°, угол 90°
9	8/57	S65°10,496'; W64°08,268'	Аз. пад. ЮВ 115°, угол 82°
10	43/12	S65°14,523'; W64°15,127'	Аз. пад. ЮЗ 270°, угол 75°
11	8/25	S65°14,503'; W64°18,101'	Аз. пад. СВ 50°, угол 70°
12	80/12	S65°14,870'; W64°16,049'	Аз. пад. СЗ 285°, угол 80°
13	81/12	S65°14,905'; W64°15,901'	Аз. пр. СВ 30, угол 90°
14	78/12	S65°14,905'; W64°15,886'	Аз. пад. З 270°, угол 75°
15	79/12	S65°14,872'; W64°15,995'	Аз. пад. ЮЗ. 230°, угол 70°
16	143/12	S65°14,887'; W64°15,807'	Аз. пад. СВ 20°, угол 85°
17	76/12	S65°10,026'; W64°05,201'	Аз. пад. ЮЗ 255°, угол 82°
18	77/12	S65°10,035'; W 64°05,243'	Аз. пад. СВ 20°, угол 80°
19	44/12	S65°12,217'; W 64°04,568'	Аз. пад. ЮВ 100°, угол 75°
20	32/12	S65°16,464'; W64°06,762'	Аз. пр. СВ 40°, угол 90°
21	8/34	S65°16,154'; W64°07,037'	Аз. пад. СВ 60°, угол 90°
22	47/12	S65°16,406'; W64°07,638'	Аз. пад. ЮВ 145°, угол 85°
23	70/12	S65°16,428'; W64°07,595'	Аз. пад. СЗ 280°, угол 85°
24	71/12	S65°16,441'; W64°07,588'	Аз. пад. СВ 40°, угол 70°
25	38/12	S65°13,430'; W64°12,187'	Аз. пад. СВ 70°, угол 78°
26	10/258	S65°09,691'; W64°04,907'	Аз. пад. ЮЗ 277°, угол 55°
27	141/12	S65°08,288'; W64°00,283'	—
28	8/15	S65°10,504'; W64°08,261'	Аз. пад. ЮВ 140°, угол 60°
29	10/32	S65°12,201'; W64°19,130'	Аз. пад. ЮЗ 260°, угол 80°
30	10/206а	S65°12,205'; W64°19,197'	Аз. пр. СВ 40°, угол 90°
31	10/206	S65°12,201'; W64°19,130'	Аз. пр. СВ 60°, угол 90°

Приложение

Краткое петрографическое описание дайковых пород островов архипелага Арджентайн и прилегающей части Антарктического полуострова

Образец 8/15. Гранит-аплит (аплит)

Минеральный состав: микроклин-пертит — 60–65 %; плагиоклаз — 5–10 %; кварц — 30–35 %; эпидот, сфен, рудный минерал — редкие зерна. Полевые шпаты пелитизированы в разной степени. Структура паналлотриоморфнозернистая, мелкозернистая (0,1–1,0 мм).

Образец 8/25. Базальт дайковый (анамезит), палеогипный

Минеральный состав: плагиоклаз — 50 % (во вкрапленниках — 5 %, в основной массе — 45 %); клинопироксен — 15–20 %; боулингит (или биотит?) — 35–40 %; рудный минерал — 1–2 %. Структура породы порфирая; во вкрапленниках плагиоклаз в виде зональных кристаллов размером 1–3 мм, а также в виде сростков величиной до 4 мм. Структура основной массы микрофитовая; промежутки между микролитами плагиоклаза выполнены криптоточечуйчатыми минералами типа бурого боулингита или биотита (?), которые образовались, вероятно, при разложении вулканического стекла или при замещении ортопироксена.

Примечание: в породе присутствуют редкие инородные включения: а) удлинённой формы «обломки», отличающиеся по структуре от основной массы породы (более крупнозернистые кристаллы

плаггиоклаза), б) тоже удлиненные «обломки», сложенные изотропной массой с очень мелкими микролитами плаггиоклаза. Эти включения могли быть захвачены из вмещающих пород.

Образец 8/57. Амфиболитизированный долерит

Минеральный состав: амфибол бледноокрашенный (актинолит или уралит) — 65–70 % с реликтами клинопироксена — до 5 %. Структура породы бластопорфировая: порфиробласты амфибола величиной 1–3 мм (55 % от объема породы) находятся в микрзернистой массе такого же амфибола и других вторичных продуктов. Порфиробласты имеют столбчатую или таблитчатую форму и часто содержат реликты пироксена. Во вмещающей массе амфибол в виде субпризматических кристаллов величиной 0,12–0,5 мм. Между микрокристаллами амфибола вмещающей массы находятся агрегаты игольчатого актинолита с примесью серицита и, иногда, плаггиоклаза (возможно, эти агрегаты образовались при замещении плаггиоклаза). В породе содержится до 3 % лейкоксена в смеси с рудным минералом и сфеном (псевдоморфозы замещения первичных титансодержащих рудных минералов). Структура породы порфиробластическая с нематобластовой структурой вмещающей массы. Порода образовалась, вероятно, при автометаморфизме дайкового долерита.

Образец 8/59. Габбродолерит, частично амфиболитизированный (габбродиабаз)

От классических габбро отличается наличием офитовой структуры. Минеральный состав: плаггиоклаз (лабрадор № 55) — 35–40 %. Образует таблитчатые и призматические кристаллы, размером 0,4–3,0 мм. Клинопироксен — 35 %. Образует зерна неправильной формы (иногда таблитчатой формы) размером 0,8–3,0 мм. Часть зерен имеет пойкилитовое строение за счет включений кристаллов плаггиоклаза. В разной степени подвержен амфиболитизации. Бурая роговая обманка обычно образует каемки и мелкие включения в пироксене. Бледно-зеленый амфибол (актинолит?, уралит?) замещает отдельные кристаллы пироксена (или их часть), образуя псевдоморфозы выполнения, и составляет 5–10 % объема породы. Биотит коричневый, в шлифе его количество составляет доли %. Он встречается в виде каемок вокруг зерен рудного минерала. Рудный минерал образует выделения неправильной (до ветвистой) формы размером 0,5–4,0 мм. Его содержание достигает 20–25 %. Структура породы офитовая.

Образец 8/66. Габбродолерит, частично амфиболитизированный (габбродиабаз)

Аналогичен образцу 8/59, но содержит больше пироксена. Минеральный состав: плаггиоклаз — 30–40 %, образует таблитчатые и призматические кристаллы величиной 0,6–4,0 мм. Клинопироксен бесцветный в шлифе, образует зерна неправильной, реже субтаблитчатой формы, размером 0,5–4,0 мм; нередко пойкилитовые за счет включений кристаллов плаггиоклаза. Содержание клинопироксена в породе достигает 45–50 %. Бурая роговая обманка (вторичная) наблюдается в виде каемок вокруг зерен пироксена и многочисленных мелких включений в нем. Амфибол бледно-зеленый до бесцветного (актинолит, тремолит?) местами полностью замещает отдельные кристаллы пироксена, образуя псевдоморфозы выполнения. Кроме того, он широко распространен в виде выделений вдоль спайности пироксена. Содержание данного вторичного амфибола более 10 %. Рудный минерал (10–25 %) представлен зернами (и, вероятно, сростками) неправильной до ветвистой формы. Размер выделений 0,4–3,0 мм. В участках интенсивного замещения пироксена амфиболом присутствует микрзернистая вкрапленность гистерогенного магнетита. Биотит коричневый (доли %), местами наблюдается в контакте с рудными минералами. Структура породы офитовая.

Образец 10/32. Спессартит

Минеральный состав: плаггиоклаз (андезин № 45) — 45–50 %; роговая обманка — 50 %; биотит — 1–2 %; апатит — редкие зерна; рудный минерал — 5 %. Плаггиоклаз — удлиненные призматические кристаллы. Во вкрапленниках размером 0,8–4,0 мм (20–30 %) объема породы. В основной массе величина кристаллов 0,05–0,2 мм. Роговая обманка представлена зернами гипидиоморфной и неправильной формы величиной 0,04–0,2 мм. Структура порфировая с гипидиоморфнозернистой структурой основной массы.

Образец 10/93. Биотит-амфибол-кварцевая порода

Это крупнозернистая порода темно-серого цвета с порфировидной текстурой. Порфировидная структура обусловлена присутствием вкрапленников биотита размером до 5×5 мм, которые находятся в среднезернистой массе амфибол-кварцевого состава. Минеральный состав: клинопироксен — 5–7 %; амфибол — 40 %; полевой шпат — 20–25 %; биотит 30 %; рудные минералы — 2–3 %; апатит до 1 %; циркон — единичные зерна. Среди амфибола выделяются роговая обманка и куммингтонит. Среди клинопироксена выделяются неизмененные хорошо сохранившиеся кристаллы и замещенные амфиболом. Полевой шпат замещается вторичными продуктами. Апатит присутствует в виде включений в роговой обманке и кварце.

10/258. Туфогенно-обломочная порода (туффит?)

Порода состоит из обломков кристаллов плаггиоклаза, кварца и почти полностью разложенных обломков вулканической породы, первоначально, вероятно, существенно стекловатой. Размер обломков псаммитовый (0,2–1,0 мм). Форма обломков плаггиоклаза и кварца разнообразная, чаще неправильная, угловатая, иногда оплавленная. Обломки вулкаников также неправильной формы или овальные. Границы их чаще нечеткие. Они почти полностью замещены слюдястым минералом, крипточешуйчатым, слабо

окрашенным и плеохроирующим (биотит, флогопит, фенгит?) (необходим рентген или термика). Нередко содержат включения микрокристаллов (0,03–0,15 мм) плагиоклаза призматической формы (исходная микропорфировая структура). Обломки измененных вулканитов из-за нечетких очертаний как бы заполняют промежутки между зернами плагиоклаза и кварца, создавая впечатление цемента. Структура породы псаммитовая (туфовая).

Образец 10/206. Керсантит

Минеральный состав: плагиоклаз — 60–65 %; биотит — 30–35 %; роговая обманка — 5 %; рудный минерал — 3–5 %; апатит 1–2 %. Плагиоклаз в виде мелких кристаллов (до 0,08–0,3 мм) слагает в смеси с биотитом (0,07–0,15 мм) основную массу породы. Кроме того, плагиоклаз встречается в виде фенокристаллов (величиной 0,4–2,0 мм), составляющих до 3 % объема породы. Роговая обманка образует вкрапленники размером 0,5–2,5 мм таблитчатой, иногда листоватой формы. Составляет не более 5 % объема породы. Апатит в виде игольчатых кристаллов размером 0,025–0,07 мм равномерно распределен в породе, составляет 1–2 % объема породы. Рудный минерал образует зерна 0,07–0,1 мм. Структура породы порфировая, основная масса гипидиоморфнозернистая.

Образец 32/12. Андезитобазальт миндалекаменный

Порода состоит из основной массы и миндалин. Миндалины составляют 30–35 % объема породы. Форма их овальная, реже неправильная, удлиненная. Подавляющее число миндалин сложены хлоритом (иногда с примесью кварца, эпидота), реже кварцем, эпидотом. Размер миндалин 0,2–1,0 мм. Основная масса породы состоит из микролитов (призматических кристаллов) плагиоклаза величиной 0,05–0,35 мм, в смеси с которыми находятся хлорит, эпидот, рудные минералы, криптозернистые сфеноподобные (?) агрегаты. Текстура породы миндалекаменная, структура основной ткани призматически-зернистая, близкая к интерсергальной.

Образец 45/12. Базальт дайковый палеотипный (анамезит)

Минеральный состав: плагиоклаз — 60–70 % (лейсты размером 0,2–0,6 мм); клинопироксен — 15–20 % (агрегаты между кристаллами плагиоклаза, реже таблитчатые кристаллы); лейкоксенизованный минерал — 5 % (титано-магнетит или ильменит); хлорит мелкочешуйчатый, вторичный по плагиоклазу, иногда гнезда в промежутках между кристаллами плагиоклаза; эпидот ~ 3–5 % (в составе основной массы породы); кальцит ~ 2–3 % (в прожилках, реже в основной массе). Структура микрофитовая.

Образец 46/12. Базальт (или андезитобазальт) дайковый

Минеральный состав: плагиоклаз — 65–70 % (лейсты размером 0,1–0,5 мм с обильными включениями криптозернистого, не поддающегося диагностике под микроскопом вторичного минерала); пироксен (?) ~ 10–15 % (в виде микро- и криптозернистых агрегатов и зерен между кристаллами плагиоклаза); хлорит ~ 10–15 % (в промежутках между лейстами плагиоклаза; вторичный, вероятно по вулканическому стеклу); эпидот ~ до 3–5 % (слагает редкие миндалины, размер которых до 0,4 мм); рудный минерал — до 10 % (равномерно распределен в породе; имеет часто квадратные сечения). Структура породы пилотаксовая.

Образец 47/12. Гранодиорит-порфир, частично грейзенизованный

Минеральный состав: плагиоклаз — 60–70 %; кварц — 15 %; кальцит — 15–20 %; хлорит — 10–15 %; рудный минерал ~ 3 %; гидрослюда развита по плагиоклазу; сфен — ед. зерна. Плагиоклаз образует непрерывный ряд таблитчатых и субтаблитчатых кристаллов размером от 0,2 до 2,0 мм. В значительной степени замещен безцветной слюдой (гидрослюдой) в виде очень мелких чешуек, пластинок, иногда розеток радиально-лучистого строения. Кальцит — зерна и агрегаты, замещающие отдельные участки породы, величиной 0,3–1,5 мм. Хлорит образует псевдоморфозы замещения по первичным роговой обманке и биотиту. Структура апогипидиоморфнозернистая сериальная. Проявление процесса грейзенизации — поисковый признак на золото.

Образец 70/12. Базальт палагонитизированный (палеотипный)

Минеральный состав: плагиоклаз (40–45 %). Образует микролиты размером (длиной) 0,08×0,3 мм, при толщине кристаллов 0,01–0,05 мм и редкие микровкрапленники субтаблитчатой формы, величиной до 0,8×1,0 мм. Палагонит (50–55 %) двупреломляющий бурый (до коричневого) — заполняет промежутки (интерстиции) между микролитами плагиоклаза. Образовался в результате замещения вулканического стекла и, отчасти, микрофенокристаллов темноцветных минералов (вероятно, в основном оливина). Представляет собой смесь глинистых минералов: каолинита, монтмориллонита и других. В породе присутствуют единичные миндалины овальной или линзовидной формы, размером 0,5–1,5 мм, заполненные каолинитом. Рудный минерал (до 5 %) образует равномерно распределенную в породе вкрапленность зерен размером 0,01–0,05 мм. Структура породы апоинтерсергальная.

Образец 71/12. Габбродолерит лейкократовый палеотипный (амфиболитизированный)

Минеральный состав: плагиоклаз (60 %) образует таблитчатые, субтаблитчатые и призматические кристаллы размером 0,5×2,5 мм. Клинопироксен (2–3 %) встречается преимущественно в виде реликтов во вторичной амфиболовой массе. Амфибол (30–35 %) бледно-зеленый в шлифе. Слагает псевдоморфозы выполнения по пироксену в виде волокнистых агрегатов (актинолит?, уралит?). Рудный минерал (5–10 %) образует зерна неправильной формы величиной 0,05×0,5 мм. Апатит (до 1 %)

образует призматические кристаллы, включенные в плагиоклаз, размером от 0,01 до 0,5 мм. Структура породы апоофитовая.

Образец 76/12. Метабазит апобазальтовый

Порода подверглась интенсивным вторичным изменениям. О первичной вулканической ее природе свидетельствуют только сохранившиеся в той или иной степени микролиты плагиоклаза. Под микроскопом в шлифе наблюдаются микролиты плагиоклаза (участками), хлорит, бледно-зеленый амфибол, эпидот, гидрослюды (?) в виде крипточешуйчатых агрегатов, рудные минералы, лейкоксен и, вероятно, другие вторичные минералы. Структура породы лепидонематобластическая.

Образец 77/12. Андезитовый порфирит измененный (палеотипный), дайковый

Минеральный состав: фенокристаллы плагиоклаза размером 0,5–2,5 мм слагают 20–30 % объема породы. Форма фенокристаллов субтаблитчатая (гипидиоморфная), неправильная, иногда идиоморфная таблитчатая. Основная масса также включает кристаллы плагиоклаза, но более мелкие (0,05–0,5 мм) столбчатой формы, распределенные в криптозернистой изотропной массе, представляющей собой, вероятно, девитрифицированное вулканическое стекло. Вкрапленники плагиоклаза в разной степени замещены буроватым биотитоподобным минералом с примесью крипточешуйчатого серицита и более поздним плагиоклазом, в связи с чем проявляют пятнистое блочковое строение.

В состав основной массы породы помимо плагиоклаза и изотропного вещества входят рудные минералы с размером зерен от 0,01 до 0,5 мм, буроватый биотит, местами хлорит, реликты амфибола, серицит. Структура породы порфировая, структура основной массы микропорфировая.

Образец 78/12. Андезитобазальт дайковый

Минеральный состав: плагиоклаз — 60–70 % (лейсты величиной 0,2–0,4 мм, очень тонкие); пироксен — 30–35 % (зерна и агрегаты величиной 0,2–0,5 мм); лейкоксенизированный титаносодержащий минерал (титаномagnetит?) — 5 % — зерна размером 0,04–0,08 мм; эпидотовые и кварц-эпидотовые миндалины величиной 1,0–2,0 мм (редкие); хлорит — примесь в промежутках между лейстами плагиоклаза. Структура породы микроофитовая.

Образец 79/12. Базальт измененный (палеотипный) дайковый

Минеральный состав: плагиоклаз — 50 % (образует лейсты величиной 0,1–0,5 мм); пироксен — 10–15 % (зерна и агрегаты размером 0,1–0,4 мм); амфибол — 20–25 % (вторичный типа уралита с размером псевдоморфоз 0,2–0,3 мм); хлорит местами — 5 %; рудные минералы — 10 % (зерна 0,015–0,1 мм). Структура микроофитовая. Вероятно, в неизменном виде базальт был двупироксеновый, один из пироксенов заместился уралитовым (?) амфиболом.

Образец 80/12. Андезитобазальт пропилитизированный

(т.е. эпидотизированный и хлоритизированный)

Минеральный состав: плагиоклаз (30–40 %) сохранился только в виде микролитов размером 0,08×0,3 мм в составе основной массы породы. Эпидот (25–30 %). Эпидотизации подвержены фенокристаллы и частично микролиты плагиоклаза. Кроме того, эпидот входит в состав прожилков и гнезд. Хлорит (35–40 %) является составной частью основной массы породы, заполняя промежутки между микролитами плагиоклаза и зернами эпидота. Представляет собой продукт замещения вулканического стекла и темноцветных минералов, проявляясь иногда в виде явных псевдоморфоз по первичному цветному минералу, размером до 2 мм.

Кварц (до 3–5 %) обнаруживается в основной массе породы в виде зерен изометричной или неправильной формы величиной 0,02×0,3 мм.

Кальцит (1–2 %) образует зерна неправильной формы величиной 0,2–0,5 мм.

Рудный минерал (2–3 %) зерна размером 0,025–0,25 мм. Структура породы blastoporphiroвая с blastointersertальной структурой основной массы.

Образец 81/12. Трахибазальт

В шлифе наблюдается значительно измененная вулканическая порода, состоящая из малочисленных вкрапленников и основной массы. Во вкрапленниках трещиноватые таблитчатые формы кристаллов плагиоклаза, размером 0,5×5 мм и более редкие, замещенные бледно-зеленым амфиболом и гидрослюдой (?) вкрапленники первоначального цветного минерала (до 4 мм). По трещинам в фенокристаллах плагиоклаза развит эпидот. Основная масса породы сложена микролитами плагиоклаза величиной 0,12×0,15 мм, хлоритом, эпидотом, слабо окрашенным амфиболом, гидрослюдой (?) и рудным минералом. Хлорит присутствует в промежутках (интерстициях) между микролитами плагиоклаза и, вероятно, образовался при замещении первичного вулканического стекла. Амфибол и гидрослюда (?) образовались, очевидно, при замещении темноцветных минералов. Эпидот, вероятно, выборочно замещал более основной плагиоклаз в основной массе. Структура породы порфировая, структура основной массы апоинтерсертальная.

Образец 83/12. Туффит кристалловитрокластический

В породе преобладают (90 %) обломки стекловатой основной массы вулканических пород преимущественно псифитового размера (0,5–1,5 мм). Форма обломков разнообразная: от сплюснутых,

изогнутых — до преобладающих овальных (возможно, частично окатанных и переотложенных). Редко наблюдаются частицы каплевидной формы и обломки, содержащие включения микролитов плагиоклаза. Степень девитрификации различная: от едва различимых под микроскопом двупреломляющих «чешуек» до почти полного замещения обломков слюдой (?) или глинистыми минералами. Встречаются также редкие обломки с фельзитовой структурой и кварцита. Наряду с рассмотренными обломками в породе отмечаются обломки кристаллов кварца, полевых шпатов (2–3 %), агрегата бурого биотита и хлорита. У кварца наиболее четко проявлена пирокластическая природа, т.к. форма зерен хорошо сохранилась: она остроугольная, чеблевидная, с рваными краями и т.д. Иногда встречаются идеально окатанные зерна кварца, свидетельствующие о переотложенности материала. Кристаллы плагиоклаза таблитчатые, а обломки кристаллов также нередко остроугольные.

Образец 101/12. Долерит пироксен-плагиоклазовый порфиновый

Минеральный состав: плагиоклаз — 50–60 %; клинопироксен — 35–40 %; биотит — 2–3 %; рудный минерал — 2–3 %. Плагиоклаз образует удлиненной формы вкрапленники — до 30 % объема породы, величиной 2–5 мм. В основной массе гипидиоморфные кристаллы размером 0,2–0,8 мм. Клинопироксен — зерна и агрегаты размером 0,08–1,2 мм. Биотит — местами (неравномерно) скопления, реже отдельные пластинки и чешуйки 0,08–0,2 мм. Рудный минерал — мелкие зерна (0,015–0,2 мм), более или менее равномерно распределенные в породе. Структура породы порфировая, структура основной массы офитовая.

Образец 102/12. Базальт дайковый

Минеральный состав: плагиоклаз — 45–50 % (образует лейсты величиной 0,08–0,4 мм); пироксен — 40–45 % (зерна и агрегаты размером 0,08–0,4 мм в промежутках между кристаллами плагиоклаза); зеленое вулканическое стекло (?) ~ 5 %; рудный минерал — 10 % (зерна и сростки величиной 0,012–0,06 мм). Структура породы микроофитовая.

Образец 103/12. Амфиболит

(вероятно, интенсивно амфиболизированный мелкозернистый долерит-анаменит)

Минеральный состав: амфибол — до 90 % (актинолит или уралит в виде удлиненных или шестоватых кристаллов величиной 0,1–0,5 мм); плагиоклаз — 3–5 % (реликты среди амфиболовой массы размером 0,01–0,2 мм); биотит (или флогопит) — 1–2 %; рудный минерал — 2–3 %. Структура породы нематобластическая.

Образец 109/12. Амфиболит

(интенсивно амфиболизированный порфиновый долерит или базальт)

Порода сложена преимущественно вторичным амфиболом (актинолитом или уралитом), реликтами плагиоклаза и редкими реликтами пироксена. Амфибол образует зерна и удлиненные кристаллы величиной 0,08–0,2 мм в виде псевдоморфоз по первичным фенокристаллам пироксена до 0,8–1,2 мм (бластопорфиновые субтаблитчатые кристаллы в поперечном разрезе).

Минеральный состав: амфибол — 70–75 %; плагиоклаз сохранился в виде редких лейст и единичных частично измененных фенокристаллов величиной до 2 мм в количестве — 10–20 %; рудный минерал образует зерна размером 0,04–0,12 мм в количестве ~ 3–5 %, равномерно распределен в породе. Структура породы бластопорфировая (изначально порфировая), структура вмещающей массы (грано) — нематобластическая (изначально, вероятно, офитовая).

Образец 110/12. Базальт амфиболизированный (палеотипный), дайковый

Минеральный состав: плагиоклаз — 50–55 % (образует тонкие лейсты величиной 0,1–0,4 мм); амфибол — 45–50 % (актинолит или уралитовая роговая обманка) кристаллы-псевдоморфозы, вероятно, по пироксену, размером 0,08–0,2 мм; биотит — местами образует скопления, но в общем объеме породы его мало (до 2–3 % или меньше); кварц — редкие выделения между лейстами плагиоклаза или очень редкие миндалины и прожилки; рудный минерал — зерна величиной 0,01–0,08 мм или, местами, симплектитоподобные сростания с плагиоклазом. Структура породы бластопорфировая или даже бластоинтерсерральная.

Образец 141/12. Базальт амфиболизированный (палеотипный)

Он сложен очень тонкими лейстами плагиоклаза (~ 50 % объема породы) размером 0,1–0,3 мм и вторичным амфиболом (актинолитом или уралитом) с размером кристаллов 0,02–0,15 мм, замещившими первичные цветные минералы. В породе присутствует до 7 % рудного минерала, нередко лейкокренизированного. Структура породы бластоинтерсерральная (или микроофитовая).

Образец 143/12. Дацит дайковый

Порода сложена преимущественно (до 70–80 % объема) тонкими кристаллами (лейстами) плагиоклаза размером ~ 0,08–0,3 мм, в промежутках между которыми находится вулканическое стекло. Содержание рудных минералов до 5–7 %, среди которых выделяются две разновидности: первичный рудный минерал, равномерно распределенный в породе в виде мелких (0,01–0,03 мм) зерен, и более поздний пирит в составе миндалиноподобных гнезд величиной до 2 мм кварц-пиритового, кварц-карбонат-пиритового состава, кварц-эпидот-хлорит-пиритовых и др. Зерна рудных минералов достигают размера 0,2–2,0 мм. Структура породы гиалопилитовая (андезитовая).



Рис. 2. Северо-западная часть о. Питерман. Дайка габбродиабазы в интрузии габброидов андского комплекса (аз. пад. ЮВ 235–240°, угол 55–70°). В обнажении выделяется по наличию гидроокислов железа на поверхности породы. Представляет собой Fe-Ti кумулат из остаточной магмы интрузии габбро андского комплекса

Fig. 2. North-western part of Pieterman island. Dyke of gabbrodiabase in the intrusion of gabbroids of the Andean complex (falling azimuth SE 235–240°, angle 55–70°). In the outcrop, it is distinguished by the presence of iron hydroxides on the surface of the rock. They represent Fe-Ti cumulate from the residual magma of the intrusion of the gabbro-Andean complex

Согласно полевым наблюдениям на обнажениях о. Питерман, наиболее ранними дайками, прорывающими габброиды андского комплекса, являются дайки габбродиабазов мощностью до 8 м (обр. 8/59, 8/66) (аз. пад. ЮВ 235–240°, угол 55–70°) (рис. 1, 2). Эти дайки прорываются дайкой спессартита (обр. 10/32) (мощность 0,5 м) (аз. пад. ЮЗ 260°, угол 80°) и дайкой андезитов (аз. пад. ЮВ 115°, угол 80°).

В 30 м южнее этого обнажения в зоне контакта интрузии гранодиоритов андского комплекса с интрузией габброидов наблюдается скопление даек нескольких простираний и разного состава, приуроченных, вероятно, к ослабленной зоне контакта.

Зона контакта интрузии гранодиоритов с интрузией габброидов имеет субширотное простирание. В габбро, вблизи контакта с гранодиоритами, наблюдается дайка меланократовых габбро (обр. 101/12), мощностью 0,6 м (аз. пад. ЮЗ 265°, угол 75°). Эта дайка прорывается жильными телами гранодиоритов андского комплекса.

Дайки базальтов (обр. 102/12), мощностью 1,2 м (аз. пад. С 360°, угол 60°), и дайка амфиболита (обр. 103/12), мощностью 0,25 м (аз. пад. Ю 180°, угол 55°), прорывают дайки габбродиабазов и жилы гранодиоритов андского комплекса (рис. 1).

В 400 м южнее мыса Туксен в сильно трещиноватых габброидах, местами превращенных в катаклазиты, наблюдаются дайки гранодиорит-порфиров, которые ориентированы ортогонально друг к другу. Они, вероятно, генетически связаны с интрузией гранодиоритов андского комплекса. Опробована дайка гранодиорит-порфира, частично грейзенизированного (обр. 47/12), мощностью до 1,0 м, прорывающая габброиды андского комплекса (аз. пад. ЮВ 145°, угол 85°).

Дайка гранодиорит-порфира прорывается дайкой долерита черного цвета (обр. 70/12), мощностью 0,25 м (аз. пад. СЗ 280°, угол 85°).

В северо-западной части о. Ноб архипелага островов Анаграмм изучена прерывистая дайка габбро (обр. 10/206а) (аз. прост. СВ 40°, угол 90°), мощностью 0,3 м, прорывающая габброиды андского комплекса. Она внедрялась в еще не закристаллизованную магму габброидов. На этом же участке опробована дайка керсантитов (обр. 10-106), мощностью 20 м (аз. прост. СВ 60°, угол 90°) в габброидах андского комплекса. На других участках — пересечения даек разных простираний в интрузиях габброидов андского комплекса не наблюдались.

В юго-западной части мыса Туксен опробована дайка сильно деформированных, трещиноватых м/з габбро (мощность 3 м), прорывающая светло-серые габбро андского комплекса, с апофизами во вмещающие породы (аз. пад. СВ 40°, угол 70°), обр. 71/12.

На мысе Туксен, склон в сторону залива Ваддингтон, опробована дайка долеритов (мощность 0,25 м), которая прорывает габбро андского комплекса, (аз. пр. СВ 60°, угол 90°), обр. 8/34.

Гранитоиды и диориты андского комплекса образовались позднее габброидов. Согласно полевым наблюдениям в обнажениях на о. Питерман, наиболее ранней дайкой, прорывающей гранодиориты андского комплекса, является дайка аплита (обр. 8/15) мощностью 0,8 м (аз. пад ЮВ 140°, угол 60°). Эта дайка, вероятно, генетически связана с интрузией гранодиоритов (рис. 1).

В юго-западной части острова Питерман дайка аплита прорывается дайкой амфибололита (вероятно, интенсивно амфиболлизированного порфирированного долерита или базальта) (обр. 109/12), мощностью 2 м (аз. пад. ЮЗ 215°, угол 85°).

Гранодиориты андского комплекса также прорываются дайками базальтов и андезитобазальтов северо-западного и северо-восточного простираний.



Рис. 3. Дайка биотит-амфибол-кварцевой породы в интрузии гранодиоритов андского комплекса (обр. 10/93)

Fig. 3. Dyke of biotite-amphibole-quartz rock in intrusion of the granodiorite of the Andean complex (sample 10/93)

Дайки базальтов и андезитовых порфиритов северо-западного простирания, прорывающие гранодиориты и гранодиориты андского комплекса, опробованы в обнажениях контрфорса Дусеберг Антарктического полуострова (обр. 76/12 и 77/12 соответственно) и на о. Барханы (обр. 8/25).

Дайки долеритов амфиболлизированных и андезитобазальтов северо-восточного простирания в гранодиоритах опробованы в юго-восточной части о. Питерман (обр. 8/57) и мысе Муут (обр. 44/12) (рис. 1).

На небольшом острове в архипелаге островов Роки, возле заброшенного британского маяка, в гранодиоритах встречена полуокруглая дайка биотит-амфибол-кварцевой породы (обр. 10/93), мощностью до 0,5 м, (угол пад. около 70°) (рис. 1, 3).

По результатам полевых наблюдений нами определена следующая последовательность формирования даек (от ранних к поздним): 1) дайки дацитов и, вероятно, базальтов и андезитобазальтов в вулканитах вулканической группы АП северо-западного простирания; 2) дайки габбродиабазов (Fe-Ti кумулаты) в интрузиях габброидов андского комплекса северо-западного простирания; 3) дайки спессартита северо-западного простирания, прорывающие дайки габбродиабазов; 4) дайки аплитов северо-восточного простирания, прорывающие гранодиориты андского комплекса; 5) дайки базальтов, андезитобазальтов и андезитов преимущественно северо-восточного и, в меньшем количестве, — северо-западного простираний. Установлено, что дайки северо-восточного простирания прорывают дайки северо-западного простирания.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕТРОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДАЙКОВЫХ ПОРОД

Петрохимическая характеристика

На диаграмме TAS преобладающее количество фигуративных точек дайковых пород островов архипелага Арджентайн прилегающей части Антарктического полуострова попадают в поле известково-щелочных пород, за исключением трахибазальтов (обр. 81/12),

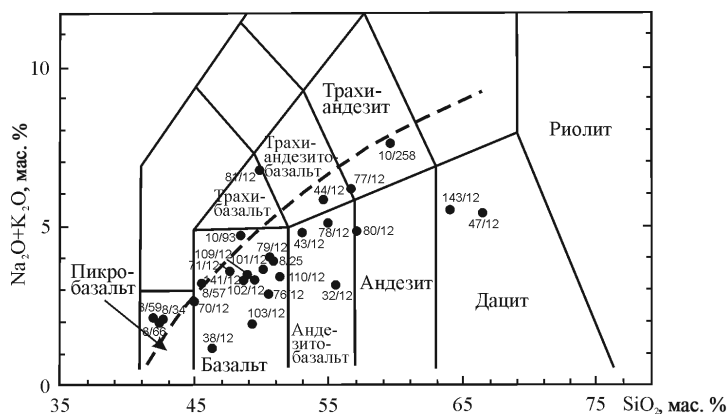


Рис. 4. Диаграмма TAS ($SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$) для дайковых пород островов архипелага Арджентайн и прилегающей части Антарктического полуострова. Штриховая линия разделяет поля щелочных и известково-щелочных пород

Fig. 4. The TAS diagram ($SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$) for the dike rocks of the Argentine Islands and the adjacent part of the Antarctic Peninsula. The dashed line separate the fields of alkaline and calc-alkaline rocks

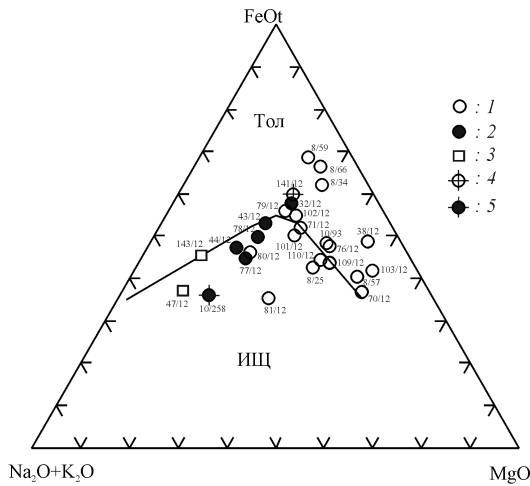


Рис. 5. Диаграмма AFM для дайковых пород островов архипелага Арджентайн и прилегающей части Антарктического полуострова: 1 — основные породы; 2 — породы среднего состава; 3 — породы кислого состава. Вулканыты вулканической группы АП: 4 — базальты амфиболизированные (141/12); 5 — туффиты среднего состава (10/258).

Fig. 5. The AFM diagram for the dike rocks of the Argentine Islands and the adjacent part of the Antarctic Peninsula: 1 — basic rocks; 2 — rocks of medium composition; 3 — rocks of acid composition. Vulcanites of the AP volcanic group: 4 — basalts amphibolized (smp. 141/12); 5 — tuffites of medium composition (smp. 10/258).

долеритов (обр. 8/34), Fe-Ti кумулатов — габбродиабазов (обр. 8/59, 8/66) и биотит-амфибол-кварцевой породы (обр. 10/93), которые находятся в поле щелочных пород (рис. 4).

Дайковые породы основного состава не кумулятивного генезиса (SiO_2 — 42,64–52,99 %) по сумме щелочей (1,20–3,93 %; в трахибазальтах — 6,75 %) и их соотношению — $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ (0,87–17) относятся к нормальному ряду, натриевой и калиево-натриевой петрохимических серий (табл. 1). На диаграмме AFM точки даек этих базитов попадают в поля толеитовой и известково-щелочной серий (рис. 5).

Большая часть дайковых пород среднего состава относится к известково-щелочной серии, одна точка (обр. 32/12) относится к толеитовой серии (рис. 5).

Дайки пород кислого состава попадают в поле известково-щелочной серии (рис. 5).

Приведенные для сравнения базальты амфиболизированные верхнеюрской вулканической группы (обр. 141/12) на диаграмме AFM попадают в поле железистых толеитов, а туффиты среднего состава (обр. 10/258) — в поле известково-щелочной серии.

Дайки базитов. Среди даек базитов выделяется два генетических типа. Дайки базитов, образовавшиеся из остаточной магмы интрузий габбро (Fe-Ti кумулаты), и дайки базитов, образовавшиеся в результате частичного плавления мантийного субстрата.

Дайки Fe-Ti кумулатов

К этому типу относятся дайки габбродиабазов на о. Питерман (обр. 8/59, 8/66) (рис. 6), габбро и керсантиты о. Ноб (обр. 10/206а, 10-206), образовавшиеся из остаточной магмы интрузий габбро. Они отличаются повышенными содержаниями — V (до 1674 ppm), Cr (до 421 ppm), Cu (до 360 ppm), Zn (до 216 ppm) и Co (до 85,0 ppm) (табл. 2). На мультиэлементной диаграмме выделяются глубокие



Рис. 6. Дайковый габбродиабаз (обр. 8/59, 8/66). Отличается повышенным содержанием V (до 1674 ppm), Cr (до 421 ppm), Cu (до 360 ppm) и Zn (до 216 ppm). Выветренная порода покрыта бурными пленками гидроокислов железа

Fig. 6. Dyke gabbrodiabase (samples 8/59, 8/66). It has an elevated content of V (up to 1674 ppm), Cr (up to 421 ppm), Cu (up to 360 ppm) and Zn (up to 216 ppm). The weathered rock is covered with brown iron hydroxide films

отрицательные аномалии Nb и Zr и позитивные Sr, Eu и Ti (рис. 4). Положительные аномалии Eu, Sr, Ti (рис. 7) указывают на кумуляцию плагиоклаза и рудных минералов в промежуточной магматической камере. РЗЭ слабо дифференцированные — $(La/Yb)_N = 0,96-3,64$ (табл. 2). В них наблюдаются как позитивные, так и отрицательные европиевые аномалии — $Eu/Eu^* = 0,36-1,56$ (табл. 2).

К этому же типу относится дайка биотит-амфибол-кварцевой породы (обр. 10/93) (обнажение на небольшом острове в архипелаге островов Роки (S 65° 10,734';

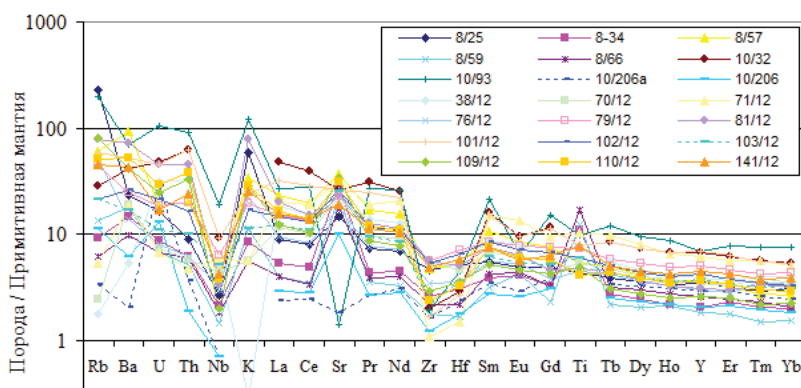


Рис. 7. Мультиэлементная диаграмма для дайковых пород основного состава. Нормировано на примитивную мантию [12]

Fig. 7. The Multielement diagram for dikes of basic composition. It is normalized to primitive mantle [12]

W 064° 29,455') (рис. 1, 3). Она прорывает интрузию гранодиоритов. Эта дайка внедрялась в еще не полностью закристаллизовавшиеся гранодиориты. По химическому составу она соответствует основной породе (табл. 1). Эта порода характеризуется отрицательной европиевой аномалией — $Eu/Eu^* = 0,36$ (табл. 2). В ней повышенное содержание V (800 ppm), Cr (100 ppm), Ni (100 ppm), Cu (450 ppm), Zn (200 ppm), Pb (81,2 ppm) и Sc (54,5 ppm) (табл. 2). Циркон из этой биотит-амфибол-кварцевой породы идентичен циркону из гранодиоритов. Она образовалась, вероятно, из остаточной магмы интрузии гранодиоритов.

Дайки базитов, выплавленные из мантийного субстрата

Среди дайковых пород, выплавленных из мантийного субстрата, выделяются высокомагнезиальные и низкомагнезиальные разности.

Дайки высокомагнезиальных базитов с наиболее высоким содержанием MgO (10,56–11,56 %) установлены в ЮВ и СЗ частях о. Питерман — обр. 8/57 и 103/12 (рис. 1, 3) соответственно (табл. 1). На диаграмме AFM они попадают в поле толеитовой серии (рис. 5). На мультиэлементной диаграмме выделяются отрицательные аномалии Nb, Zr, Ti и положительные — Pb и Sr (рис. 7). P3Э дифференцированные — $(La/Yb)_N = 4,07–8,72$ (табл. 2). Они характеризуются высокими содержаниями Cr (до 618 ppm) и Ni (до 324 ppm) (табл. 2).

Дайки низкомагнезиальных базитов, исключая кумулятивные разности, с содержанием магния — MgO (4,06–6,44 %) (табл. 1) на диаграмме AFM попадают как в поле толеитовой, так и известково-щелочной серий (рис. 5). P3Э дифференцированные — $(La/Yb)_N = 2,66–8,72$ (табл. 2). На мультиэлементной диаграмме выделяются отрицательные аномалии Nb, Zr, Ti и положительные аномалии Pb и Sr (рис. 7).

Дайки пород среднего состава на диаграмме TAS разделяются на известково-щелочные андезиты и андезито-базальты и щелочные трахиандезиты и трахиандезито-базальты (табл. 1, рис. 2). На диаграмме AFM в поле толеитовой серии попадают трахиандезитобазальты (обр. 32/12), остальные — в поле известково-щелочной серии (рис. 5).

P3Э слабо дифференцированные $(La/Yb)_N = 2,0–5,90$ (табл. 2). На спайдер-диаграмме в них выделяются отрицательные аномалии — Nb, Zr, Ti и положительные — K, Sr, Pb (рис. 8). Содержания рудных элементов не превышают — V (328 ppm), Cu (100 ppm) и Zn (111 ppm).

Дайки пород кислого состава

Дайка дацита (обр. 143/12) мощностью до 1,3 м, прорывает андезитовые порфириты вулканической группы АП (о. Винтер, (S65°14, 887'; W64°15,807') (рис. 1). Аз. пад. СВ 20°, угол падения 85°. На мультиэлементной диаграмме выделяются отрицательные аномалии Nb, Sr, Ti и положительные K и Pb (рис. 8). P3Э слабо дифференцированные — $(La/Yb)_N = 2,96$, выделяется отрицательная европиевая аномалия $Eu/Eu^* = 0,79$ (табл. 2). Отличаются высоким содержанием Y (42,6 ppm).

Дайка аплитов (обр. 8/15) мощностью до 1,0 м, прорывает гранодиориты андского комплекса (о. Питерман, в 70 м к северу от бывшей Аргентинской базы) (рис. 1). Аз. пад. ЮВ 140°, угол 60°. Эта дайка, вероятно, генетически связана с гранодиоритами андского комплекса. На мультиэлементной диаграмме выделяются отрицательные аномалии Nb, Sr, Zr, Eu и положительные — Th, U, K, Pb (рис. 8). P3Э слабо дифференцированные — $(La/Yb)_N = 3,7$, выделяется отрицательная европиевая аномалия — $Eu/Eu^* = 0,27$ (табл. 2). В этой дайковой породе обнаружено повышенное содержание Th (23,4 ppm), а также следы Mo (1,9 ppm) и W (1,9 ppm) (табл. 2).

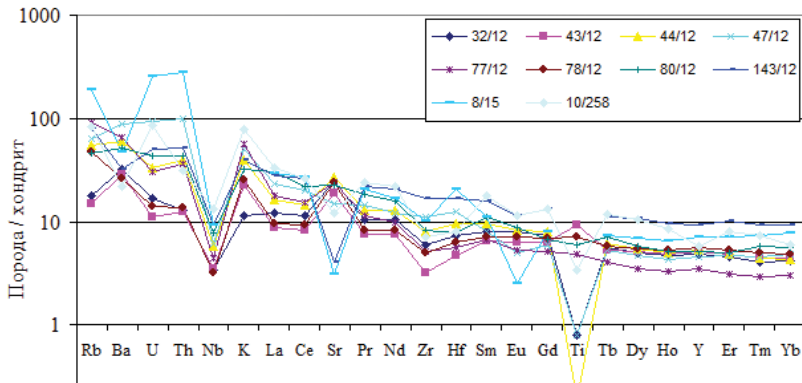


Рис. 8. Мультиэлементная диаграмма для дайковых пород среднего и кислого составов. Нормировано на примитивную мантию [12]

Fig. 8. Multielement diagram for dyke rocks of medium and acidic compositions. It is normalized to primitive mantle [12]

Дайка гранодиорит-порфира, частично грейзенизированного (обр. 47/12) мощностью до 1,0 м прорывает габброиды андского комплекса (в 400 м южнее мыса Туксен) (аз. пад. ЮВ 145°, угол 85°) (рис. 1). На мультиэлементной диаграмме выделяются отрицательные аномалии Nb и Ti и положительные Th, U, K, Pb (рис. 8). РЗЭ слабо дифференцированные — $(La/Yb)_N = 4,87$, выделяется отрицательная европиевая аномалия — $Eu/Eu^ = 0,73$ (табл. 2). Проявление процесса грейзенизации обычно рассматривается как поисковый признак на золото.*

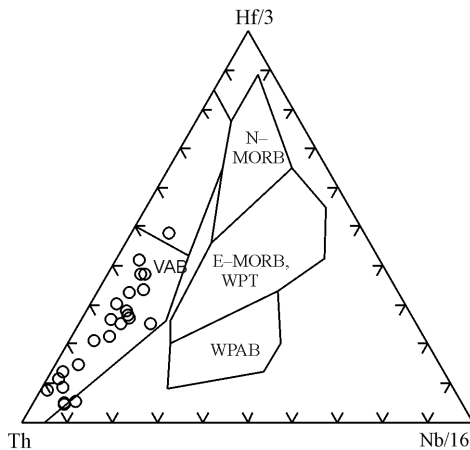


Рис. 9. Дискриминационная диаграмма Hf/3 – Th – Nb/16 [10] для дайковых пород основного и среднего состава. N – MORB: N — тип базальтов срединноокеанических хребтов; E – MORB: E — тип базальтов срединно-океанических хребтов; VAB — островодужные базальты; WPAB — внутриплитные щелочные базальты; WPT — внутриплитные толеиты

Fig. 9. The discriminatory diagram Hf/3–Th–Nb/16 [10] for dikes of basic and medium composition. N – MORB: N — type basalts of mid-ocean ridges; E – MORB: E — type of basalts of mid-oceanic ridges; VAB — island arc basalts; WPAB — intraplate alkaline basalts; WPT — Inplate tholeiites

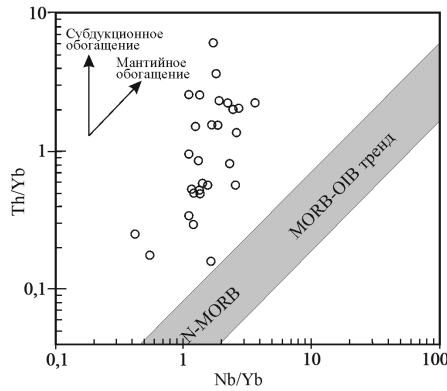


Рис. 10. Диаграмма Th/Yb – Nb/Yb для дайковых пород. Тренд N – MORB – MORB – OIB по [11]
 Fig. 10. The Th/Yb – Nb/Yb diagram for dikes rocks. Trend N – MORB – MORB – OIB after [11]

Согласно полученным геохимическим данным среди «постандских» дайковых пород выделяется два генетических типа. Ранние дайки базитов в интрузиях габброидов и, вероятно, аплитов в гранодиоритах андского комплекса формировались из остаточных магм этих интрузий. Более поздние дайки выплавлялись в результате частичного плавления мантийного субстрата под воздействием плюмов. Их образование связано, вероятно, с периодами активизации, обусловленными формированием островной дуги.

На тектономагматической дискриминационной диаграмме Hf/3 – Th – Nb/16 [10] точки дайковых пород основного и среднего состава попадают в поле базальтов деструктивных континентальных окраин (рис. 9). На диаграмме Nb/Yb – Th/Yb [11] фигуративные точки дайковых пород лежат выше мантийной последовательности пород, что указывает на их существенную контаминацию — Th и Nb (рис. 10).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определена возрастная последовательность формирования даек в породах вулканической группы АП и интрузиях габброидов и гранитоидов андского комплекса на островах архипелага Арджентайн и прилегающей части Антарктического полуострова.

Ранние дайки дацитов и, вероятно, базальтов и андезитобазальтов в породах вулканогенной группы АП и дайки габбродиабазов в габброидах андского комплекса имеют субмеридиональное и северо-западное простирание. После внедрения гранитоидов андского комплекса формируются дайки преимущественно субширотного и северо-восточного простираний и, в меньшем количестве, дайки северо-западного простирания.

Ранние дайки в габброидах андского комплекса представляют собой Fe-Ti кумулаты, а в интрузиях гранодиоритов — они представлены аплитами, которые образовались, вероятно, из остаточной магмы этих интрузий. Более поздние дайки формировались, вероятно, за счет плавления метасоматизированного мантийного источника на умеренных глубинах под воздействием плюмов. К примитивным (исходным) расплавам, вероятно, близок состав высокомагнезиальных дайковых пород. Продуктов глубинных мантийных (плюмовых) источников в выборке отобранных образцов не обнаружено. Дайковые породы этого района по геохимическим характеристикам соответствуют зрелым островодужным образованиям известково-щелочного ряда.

Благодарности. Автор благодарит руководство НАНЦ Украины за представленную возможность выполнить полевые исследования на УАС «Вернадский». Работа выполнена в рамках Государственной целевой научно-технической программы Украины в Антарктике на 2011–2020 годы.

Acknowledgments. The author thanks the leadership of the National Science Center of Ukraine for the presented the opportunity to carry out field research on the Ukrainian Antarctic station “Academician Vernadsky”. The work was carried out within the framework of the State Target Scientific and Technical research program of Ukraine in Antarctica for 2011–2020 years.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Storey B.C., Garrett S.W. Crustal growth of the Antarctic Peninsula by accretion, magmatism and extension // *Geol. Mag.* 1985. V. 122. P. 5–14.
2. Larter R.D., Barker P.F. Effects of ridge crest-trench interaction on Antarctic-Phoenix spreading: Forces on a young subducting plate // *J. Geophys. Res.* 1991. V. 96 (B12). P. 19583–19607.
3. Yegorova T., Bakhmutov V., Janik T., Grad M. Joint geophysical and petrological models for the lithosphere structure of the Antarctic Peninsula continental margin // *Geophys. J. Int.* 2011. V. 184. P. 90–110.
4. Бахмутов В.Г. Геологический обзор архипелага Аргентинские острова и прилегающей территории Антарктического полуострова // *Бюлл. Укр. Антаркт. центра.* 1998. Вып. 2. С. 77–84.
5. Грикуров Г.Э. Геология Антарктического полуострова. М.: Наука, 1973. 120 с.
6. Curtis R. The petrology of the Graham Coast, Graham Coast, Land // *British Antarct. Surv. Sci. Rep.* 1966. № 50. P. 3–51.
7. Elliot D.H. The petrology of the Argentine Islands // *British Antarct. Surv. Sci. Rep.* 1964. № 41. P. 1–31.
8. Pankhurst R.J., Riley T.R., Fanning C.M., Kelley S.P. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana // *Journ. of Petrology.* 2000. V. 41. № 5. P. 605–625.
9. Бахмутов В.Г., Гладкочуб Д.П., Шпыра В.В. Возрастная позиция, геодинамическая специфика и палеомагнетизм интрузивных комплексов западного побережья Антарктического полуострова // *Геофиз. журн.* 2013. Т. 35. № 3. С. 3–30.

REFERENCES

1. Storey B.C., Garrett S.W. Crustal growth of the Antarctic Peninsula by accretion, magmatism and extension. *Geol. Mag.* 1985, 122: 5–14.
2. Larter R.D., Barker P.F. Effects of ridge crest-trench interaction on Antarctic-Phoenix spreading: Forces on a young subducting plate. *J. Geophys. Res.* 1991, 96 (B12): 19583–19607.
3. Yegorova T., Bakhmutov V., Janik T., Grad M. Joint geophysical and petrological models for the lithosphere structure of the Antarctic Peninsula continental margin. *Geophys. J. Int.* 2011, 184: 90–110.
4. Bakhmutov V.G. Geological survey of the archipelago of the Argentine Islands and the adjacent territory of the Antarctic Peninsula. *Bull. Ukr. Antarkt. tsentra.* Bulletin of the Ukrainian Antarctic Center. 1998, 2: 77–84. [In Russian].
5. Griukurov G.E. *Geologiya Antarkticheskogo poluoostrova.* Geology of the Antarctic Peninsula. Moscow: Nauka, 1973: 120 p. [In Russian].
6. Curtis R. The petrology of the Graham Coast, Graham Coast, Land. *British Antarct. Surv. Sci. Rep.* 1966, 50: 3–51.
7. Elliot D.H. The petrology of the Argentine Islands. *British Antarct. Surv. Sci. Rep.* 1964, 41: 1–31.
8. Pankhurst R.J., Riley T.R., Fanning C.M., Kelley S.P. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana. *Journ. of Petrology.* 2000, 41, 5: 605–625.
9. Bakhmutov V.G., Gladkochub D.P., Shpyra V.V. Age position, geodynamic specifics and paleomagnetism of intrusive complexes of the western coast of the Antarctic Peninsula. *Geofiz. zhurn.* Geophysic. journal. 2013, 35, 3: 3–30. [In Russian].

10. *Wood D.A.* The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary Volcanic Province // *Earth and Planetary Science Letters*. 1980. V. 50. P. 11–30.

11. *Pearce J.A., Peate D.W.* Tectonic implication of the composition of volcanic arc magmas // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 1995. V. 23. P. 251–285.

12. *Sun S.S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // *Magmatism in the Ocean Basins / Saunders A.D., Norry M.J. (eds). Geological Society. Special Publication. Cambridge University Press, 1989. № 42. P. 313–345.*

10. *Wood, D.A.* The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary Volcanic Province. *Earth and Planetary Science Letters*. 1980, 50: 11–30.

11. *Pearce J.A., Peate D.W.* Tectonic implication of the composition of volcanic arc magmas. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 1995, 23: 251–285.

12. *Sun S.S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the Ocean Basins. Saunders A.D., Norry M.J. (eds). Geological Society. Special Publication. Cambridge University Press, 1989, 42: 313–345.*