

УДК 553.52.4:341.1

КИСЛЫЕ ДЕРИВАТЫ ГАББРО-ДИОРИТОВОГО
МАССИВА РОДНИКОВЫЙ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Голушкова А.В.¹, Курочкина Т.А.¹, Шишканова К.О.², Яблокова Д.А.²

¹*Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга*

²*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

Научный руководитель к.г.-м.н. Округин В.М.

В 2011 года при проведении полевых работ на Родниковом золото-серебряном месторождении среди магматических пород, слагающих одноименный габбро-диоритовый интрузивный массив, обнаружены обособления полнокристаллических и фельзитоподобных разностей с высокими содержаниями SiO_2 (до 74.20%) и K_2O (до 6.90%). На основании детального геологического картирования, петрографических, петрологических и минералого-геохимических исследований предполагается, что эти своеобразные образования представляют собой кислые дериваты, возникшие в процессе становления интрузивного комплекса.

Ключевые слова: дериваты, диориты, интрузивный массив, Родниковое месторождение, калий.

ВВЕДЕНИЕ

Родниковое эпитегрмальное золото-серебряное месторождение - один из наиболее хорошо изученных объектов Южной Камчатки, прогнозные ресурсы которого оцениваются величинами до 5.5 тонн золота, 67.8 - серебра, располагается в пределах одноименного рудного поля (рис. 1) [1]. Здесь планируется в ближайшее время строительство ГОК, который будет перерабатывать до 600 000 тонн руды ежегодно.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ

В геолого-структурном отношении рудное поле приурочено к зоне сочленения южных секторов Центрально-Камчатского и Восточно-Камчатского вулканических поясов с Малко-Петропавловской зоной поперечных сбросо-глыбовых дислокаций. В связи с этим, структура месторождения Родниковое определяется его размещением в области пересечения разноранговых и разновозрастных дизъюнктивных структур. [1, 2]. В гео-

логическом строении месторождения принимают участие полифациальные вулканические, интрузивные и вулканогенно-терригенные образования олигоцен-четвертичного возраста (рис. 2).

Главные рудовмещающие интрузивные породы - диориты, в которых локализованы все известные промышленные рудные тела [1, 2]. Руды месторождения относятся к золото-серебряной эпитермальной формации (low sulfidation quartz-adularia vein type) и сложены кварц-карбонат-адуляровыми жилами, в которых количество рудных минералов не превышает 3-5 %. Возраст продуктивного рудообразования в соответствии с геологическими данными и результатами определения абсолютного возраста К-Аг методом (1.1-1.0-0.9-0.6-0.5-0.3 Ма) принимается, как позднеплиоценовый-раннеплейстоценовый [1, 3].

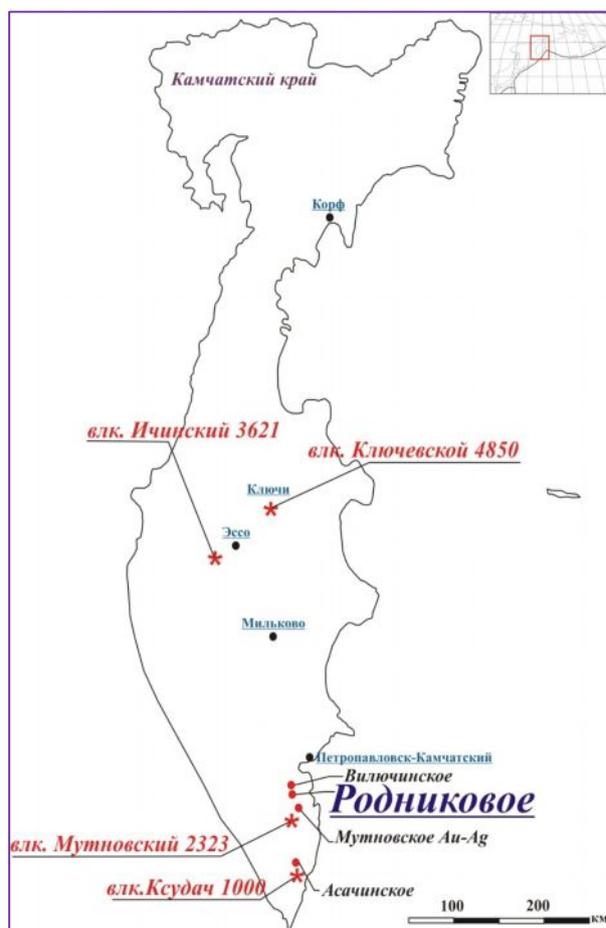


Рис. 1. Схематическая карта локализации золото-серебряных, золото-серебро-полиметаллических объектов Южной Камчатки.

Родниковый интрузивный массив, вмещающий все известные рудоносные зоны, занимает центральную и юго-восточную части месторождения (рис. 3). В пределах этого массива локализованы практически все известные промышленные рудные тела - кварц-карбонат-адуляровые золото-серебряные жилы.

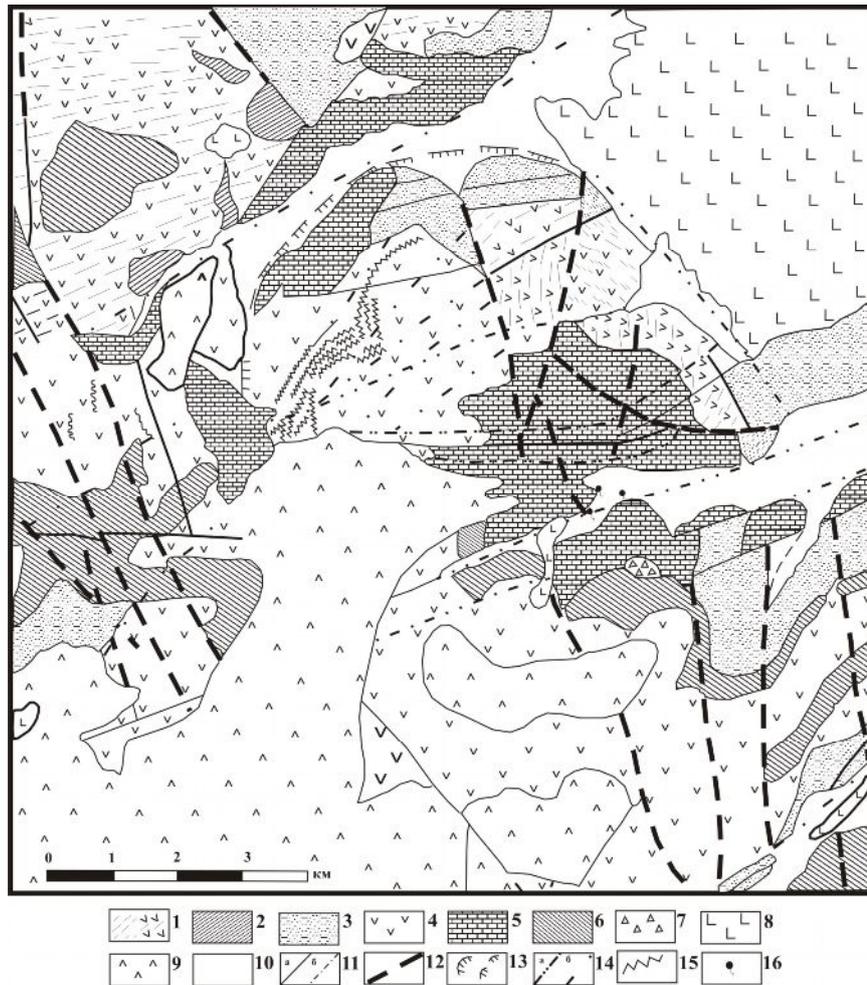


Рис. 2. Структурная схема рудного поля Родниковое (Петренко, 1999).

1-3 - дорудный комплекс: 1 - вулканогенно-осадочные и вулканогенные островодужные образования (P_3-N_1), 2 - интрузивные и субвулканические тела (P_3-N_1), 3 - дациты, риодациты, игнимбриты, туфы ($N_1^3-N_2$); 4-7 - рудовмещающий комплекс (N_2): 4 - эффузивно-пирокластические образования, 5 - интрузивные габбро, габбро-диоритов, 6 - субвулканические тела риолитов-андезитов, 7 - эксплозивные брекчии жерловой фации; 8-9 - пострудный вулканогенный комплекс (Q_2-Q_4): 8 - базальты, андезиты, 9 - андезидациты, дациты, риолиты; 10 - рыхлые отложения (Q_2-Q_4); 11 - долгоживущие сбросы системы Мутновского глубинного разлома; 12 - Южно-Камчатская система рудоконтролирующих сбросов; 13 - разломы, ограничивающие Родниковую и Быстринскую ВТС; 14 - пострудные неотектонические разломы; 15 - кварцевые жилы; 16 - современные термальные источники.

Для него характерна изометричная форма (в плане) с прогибами кровли (в разрезе). Массив обладает относительно сложным строением и характеризуется фациальными переходами от мелкозернистых, либо порфировидных меланократовых разностей в приконтактных частях, до равномернозернистых полнокристаллических лейкократовых - в центральных. Среди пород, слагающих интрузивный комплекс, преимущественным развитием пользуются габбро, габбро-диориты, значительно реже диориты, в которых содержание SiO_2 , как правило, не превышает 54-58%. Возраст этого массива в разное время принимался от раннемиоценового до плейстоценового - 22.4-22.2-8.4-8.2 -4.3-2.1 Ма [1, 3]. Кроме него в пределах Юго-Восточной Камчатке известен еще ряд крупных неогеновых интрузивных массивов, таких как Ахомтенский, Саранный, горы Глиняная, локализованных в пределах краевых частей грабенообразных впадин Малко-Петропавловской зоны (хр. Тополовый, верховья р. Паратунка, г. Начикинское Зеркальце, рис. 3).

ОБЪЕКТ И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В августе 2011 г. при проведении ревизионных полевых исследований в пределах габбро-диоритового массива Родниковый авторами были обнаружены крупные обособления лейкократовых пород, отнесенных в свое время В.М. Округиным к кислым дериватам этого интрузивного комплекса [1,14]. Они встречены в виде своеобразных тонких прожилков с мощностью 1-5 см и отдельных блоков с размерами до 40 см в поперечнике. Среди них визуально выделяются три разности отличающихся своими текстурами, степенью кристалличности, минеральным составом и цветовой палитрой, а именно:

1). светлые с розоватым оттенком полнокристаллические (без видимых признаков вторичных изменений), схожие с гранодиоритами и гранитами Ахомтенского интрузивного комплекса, образующие своеобразные типа аплитов жилы мощностью 1-5 см (рис. 4.а);

2). розовые афировые фельзитоподобные близкие к микрокварцитам и опаловидным (халцедоноподобным) составляющим крустификационно-полосчатых золото-серебряных кварц-адуляровых жил Родникового эпиптермального месторождения («силицитолиты» рис. 4.б);

3). промежуточные разности светлого белесого цвета со слабым зеленоватым оттенком. Для них характерна достаточно высокая степень кристалличности, но она менее выражена по сравнению типом 1. И они несут признаки вторичных гидротермальных изменений (рис. 4.в).



Рис. 3. Схема расположения неогеновых интрузивных массивов [4].

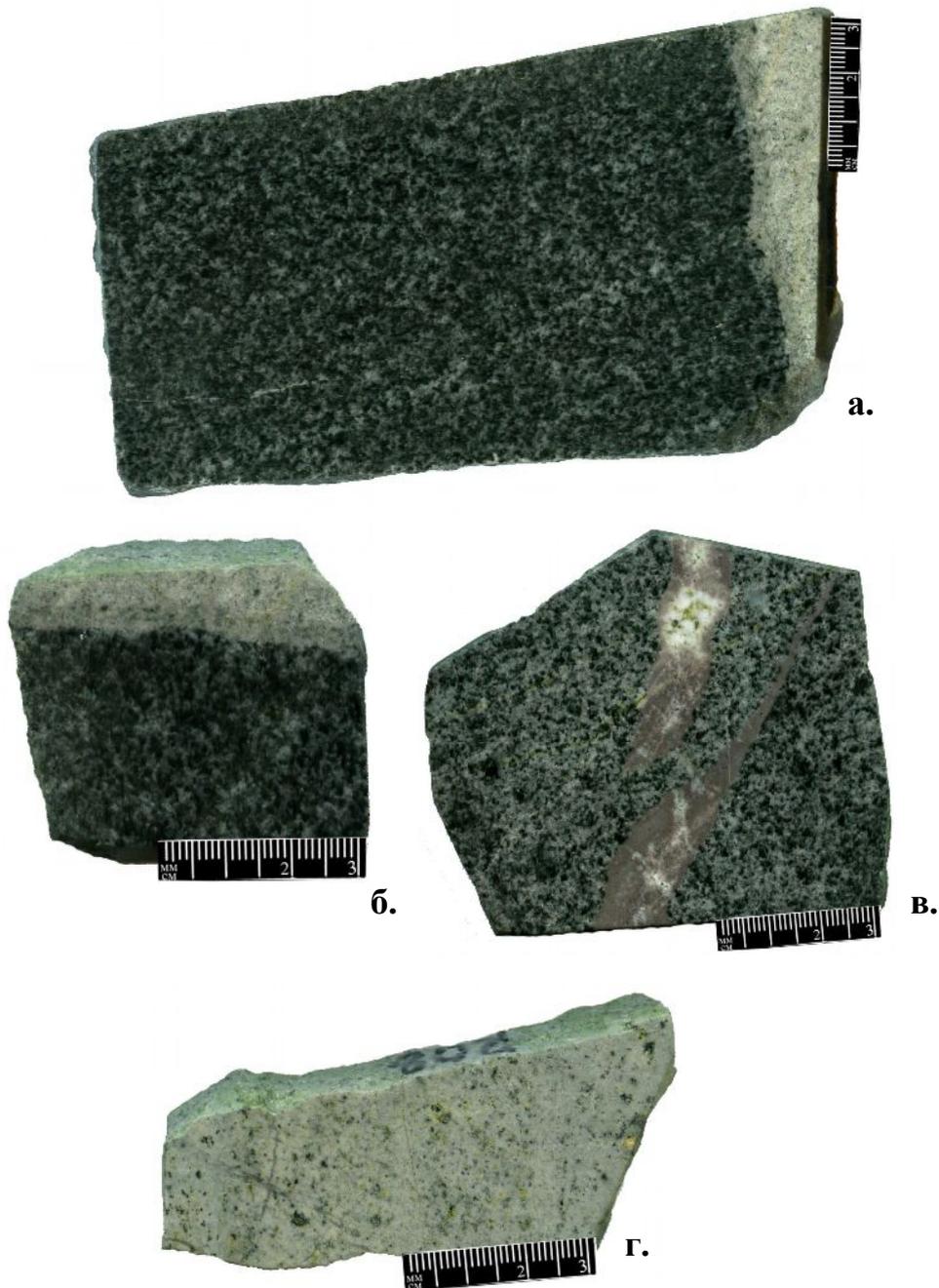


Рис. 4. Габбро-диориты и кислые дериваты интрузивного массива Родниковый: а, б - зона контакта меланократового габбро-диорита с раскрыстализованной кислой разностью (светлое, тип 1), в - афировый фельзитовидный дериват в диорите (тип 2), г - промежуточная разность (тип 3) кислых дериватов со следами гидротермальных изменений.

Подобная находка сделана впервые. Благодаря ней появилась возможность детального изучения петрографических, петрохимических особенностей кислых разновидностей, участвующих в строении габбро-диоритового массива, получения новой информации о времени, условиях их образования и возможной роли в формировании промышленных запасов руд Родникового месторождения. Наличие в них таких высоких содержаний K_2O (от 5.86 до 6.90%) позволяет определить их возраст методами изотопной геохимии (K/Ar , Ar/Ar).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения были применены классические методы минералогии и петрографии, рентгенофлуоресцентного и рентгеноспектрального с электронным зондом микроанализа в лаборатории вулканогенного рудообразования и Аналитическом центре ИВиС ДВО РАН. На первом этапе наиболее представительные образцы были разрезаны с помощью алмазной пилы на серию пластин. Из них были сделаны полированные штуфы, которые кроме детальной характеристики текстурно-структурных особенностей, позволили выделить наиболее информативные участки для изготовления шлифов и специальных препаратов для микронзондовых исследований. Из других пластин были вырезаны образцы светлых кислых дериватов и темной габбро-диоритовой матрицы для дробления, истирания и последующего химического анализа. По специальной методике были подготовлены пробы для изотопно-геохимических исследований. Химический состав дериватов и, вмещающих их, габбро-диоритов изучался с помощью рентгенофлуоресцентного последовательного спектрометра (SP 4, Pioneer, Bruckner). Распределение калия в пределах отдельных фаз было оценено с помощью микронзондового комплекса Camebax.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При микроскопическом изучении с помощью петрографического микроскопа в проходящем свете не видно четкой границы, фиксирующей зону перехода от кислой разновидности (тип 1) к вмещающей габбро-диоритовой матрице не наблюдается. На рис. 5 а, б показана зона контакта деривата «тип 1» с габбро-диоритами. Темноцветные минералы - роговая обманка, клинопироксен, биотит составляют до 30 % объема породы (рис. 5 б). Иногда роговая обманка частично замещена хлоритом, эпидотом (рис. 5 г). Для дериватов типа 2 характерно преобладание кварц-кашлишпатового агрегата с микропегматитовой структурой (рис. 5 в).

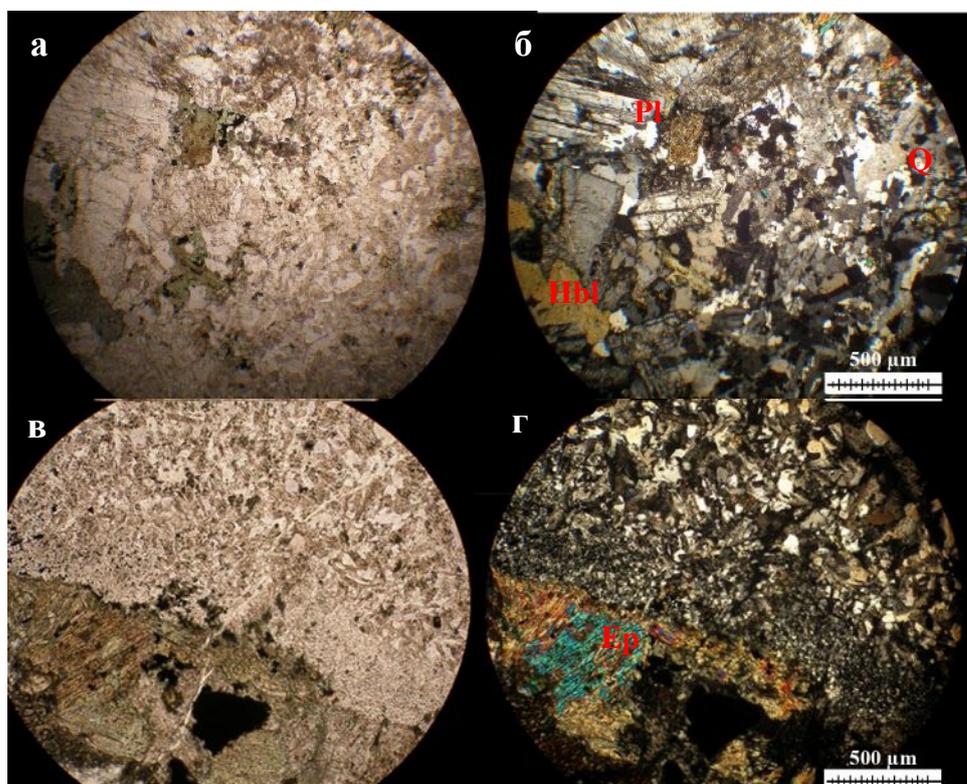


Рис. 5. Микрофотографии шлифов габбро-диоритов, кислых дериватов интрузивного массива Родниковый. Фото в проходящем свете: а, в - николи; б, г - зона перехода, + николи; Pl - плагиоклаз, Hbl - роговая обманка, Ep - эпидот, Q - кварц.

Иногда роговая обманка частично замещается хлоритом, эпидотом (рис. 5 г)

По данным рентгенофлуоресцентного анализа содержание SiO_2 в дериватах варьирует от 71.30 до 74.20 масс. %. От габбро-диоритов и диоритов их отличают помимо высоких концентраций SiO_2 , аномальные количества K_2O , низкие - CaO , MgO , суммарного железа, Al_2O_3 (табл. 1).

Прослеживается тенденция накопления K_2O , при выносе CaO , MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO по мере увеличения SiO_2 . Величина Na_2O изменяется в узких пределах и, практически, не зависит от кислотности пород (рис. 6).

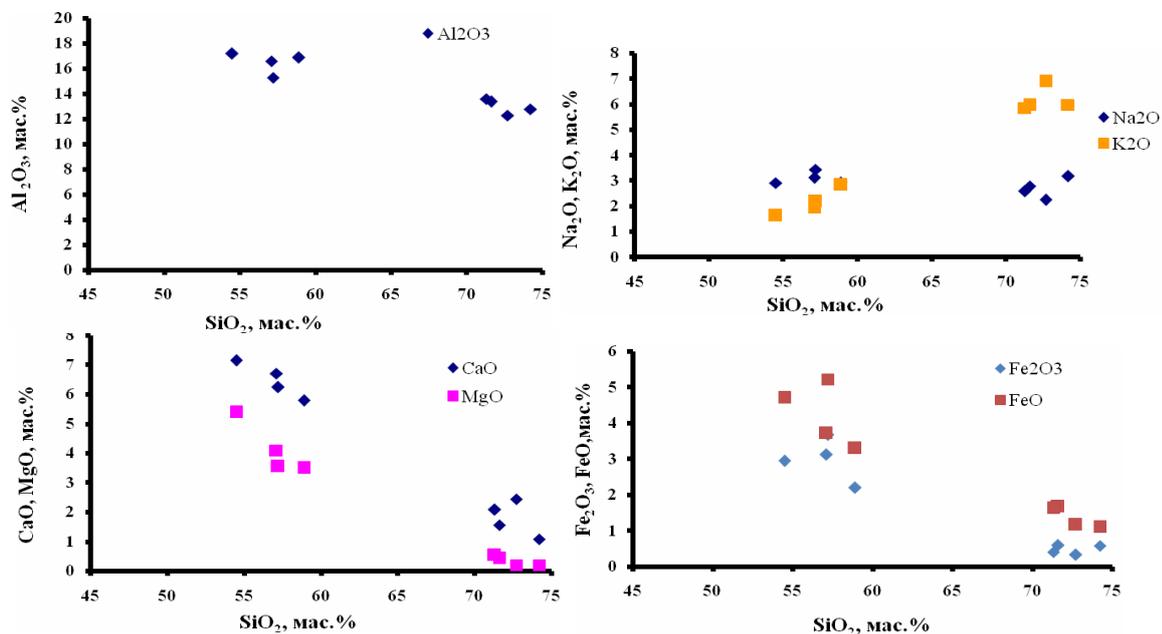


Рис. 6. График вариаций концентраций Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , FeO в зависимости от содержания SiO_2

Эти дериваты отличаются низкими содержаниями (в ppm) Sc (5-7), Cu (26-40), Zn (13-30), Sr (99-148) и высокими Rb (129-201), соответственно (табл. 2, рис. 7). Повышенный уровень рубидия - крупноионного литофильного элемента достаточно хорошо коррелируется с высокой кислотностью дериватов (рис. 7).

Концентрации такого высокозарядного некогерентного элемента как цирконий варьируют от 191 до 398 г/т для кислых дериватов и от 88 до 198 для диоритов, соответственно. Отличительная особенность этих пород - обедненность халькофильными элементами Cu, Zn (рис. 7).

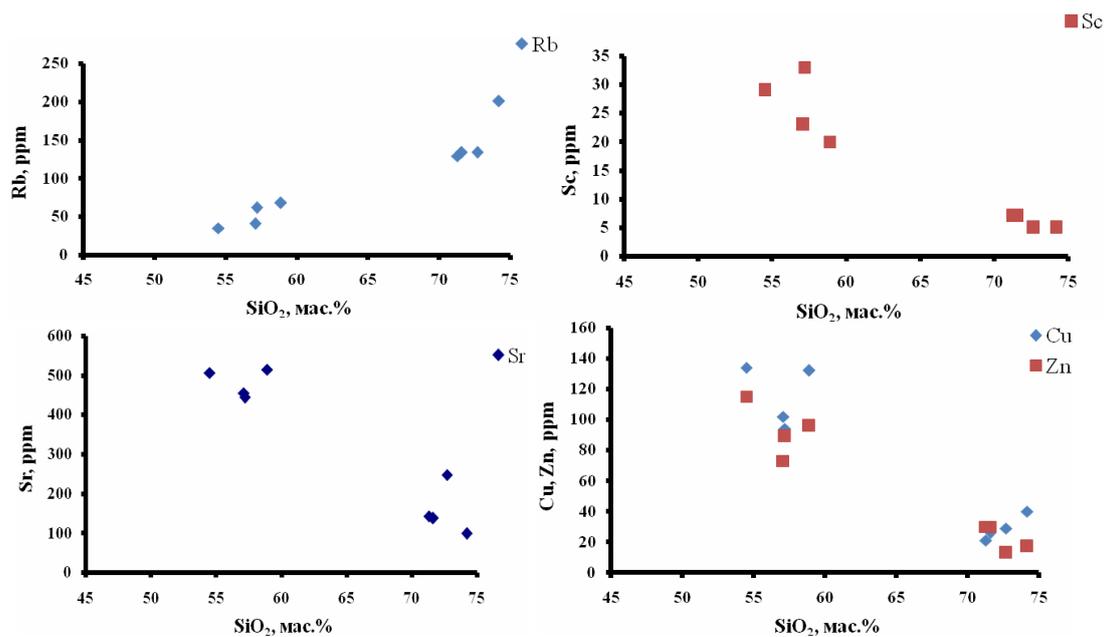


Рис. 7. График вариаций концентраций Rb, Sc, Sr, Cu, Zn в зависимости от содержания SiO_2 .

Таблица 1. Химический состав пород габбро-диоритового массива Родниковый по данным РФА, мас. %

х.э./№ обр.	R-07	R-08	R-10	R-11	R-09	Ог 1096	P 19-2	P 17
SiO_2	71.60	71.30	72.70	74.20	57.20	58.90	54.50	57.10
TiO_2	0.40	0.39	0.23	0.16	0.81	0.68	0.85	0.79
Al_2O_3	13.40	13.60	12.30	12.80	15.30	16.90	17.20	16.60
Fe_2O_3	0.59	0.41	0.33	0.58	3.67	2.20	2.94	3.12
FeO	0.67	0.63	1.17	1.10	5.22	3.30	4.70	3.71
MnO	0.05	0.59	0.04	0.03	0.15	0.13	0.16	0.14
CaO	1.56	2.08	2.44	1.08	6.24	5.78	7.15	6.70
MgO	0.43	0.54	0.21	0.21	3.55	3.50	5.38	4.09
Na_2O	2.79	2.58	2.24	3.18	3.44	2.94	2.91	3.12
K_2O	5.96	5.86	6.90	5.98	2.19	2.83	1.62	1.94
P_2O_5	0.06	0.06	0.04	0.03	0.26	0.19	0.20	0.20
nnn	1.44	1.54	1.40	0.65	1.87	2.53	2.17	2.42
Σ	99.95	100.58	99.99	100.00	99.90	99.88	99.78	99.93
S	0.11	0.12	0.01	0.02	0.02	0.02	0.07	0.04
F	0.03	0.03	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.06

Примечание к табл.1: R-07, R-08 (тип 3), R-10 (тип 1), R-11 (тип 2) - кислые разности; R-09 (серая матрица), Or 1096, P 19-2, P 17 – габбро-диориты, диориты; анализы выполнены в Аналитическом центре ИВиС ДВО РАН; аналитики И.Ф. Тимофеева.

Таблица 2. Токсичные элементы и тяжелые металлы в породах габбро-диоритового массива Родниковый по данным РФА (ppm, г/т).

х.э./№ обр.	R-07	R-08	R-10	R-11	R-09	Or 1096	P 19-2	P 17
Sc	7	7	5	5	33	20	29	23
Ni	3	5	3	10	8	9	11	2
Cu	26	21	29	40	94	132	134	102
Zn	30	30	13	17	89	96	115	73
As	47	36	0	8	0	4	0	0
Rb	134	129	134	201	62	68	35	41
Sr	138	143	248	99	444	515	506	455
Y	32	32	22	74	46	27	35	36
Zr	398	362	216	191	198	88	136	132
Nb	8	6	6	8	8	4	2	4
La	1855	6957	5273	0	5958	11	8	11
Pb	24	23	21	26	20	19	13	15
Th	16	16	18	33	8	5	8	8
U	0	4	2	10	0	0	0	3

Примечание: R-07, R-08 (тип 3), R-10 (тип 1), R-11(тип 2) - кислые разности; R-09 (серая матрица), Or 1096, P 19-2, P 17 - диориты; анализы выполнены в Аналитическом центре ИВиС ДВО РАН; аналитики: А.О. Садовникова, И.Ф. Тимофеева.

ВЫВОДЫ

1. Получены новые данные о химическом составе кислых разностей - дериватов габбро-диоритового массива Родниковый;
2. Показано, что с повышением кислотности в породах возрастают содержания K_2O , уменьшаются - CaO , MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO и остаются, практически, постоянными количества Na_2O ;
3. С повышением кислотности в породах увеличивается количество Rb, уменьшается - Sr, Sc, Cu;

4. Высокие концентрации K_2O в кислых дериватах позволяют использовать эти породы для более надежного определения абсолютного возраста Родникового габбро-диоритового массива. Ag/Ag и K/Ag методами и более детального изучения физико-химических условий эволюции магматизма и рудообразования в системе габбро-диоритовый интрузивный комплекс - эпитегрмальное золото-серебряное месторождение;

5. В работе приведены первые предварительные результаты исследований намечена программа дальнейшего изучения.

Авторы выражают благодарность научному руководителю заведующему лабораторией вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН к. г.-м. н. Округину В.М. за постановку задачи, постоянное внимание, поддержку и непосредственное участие на протяжении всех этапов работы; сотрудникам лаборатории вулканогенного рудообразования Куликову В.В., Полушину С.В., Лунькову В.Ф. и Куликовой Р.Н., оказавшим неоценимую помощь в обработке каменного материала; зав. Аналитическим центром ИВиС ДВО РАН Карташевой Е.В., обеспечившей своевременное выполнение анализов; с.н.с. Пузанкову М.Ю., Пономареву Г.П., д. г.-м. н. Мелекесцеву И.В., чьи ценные консультации, доброжелательное отношение, советы и замечания способствовали более полному осмыслению материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Округин В.М. Родниковое месторождение // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России, книга 1. Владивосток, Дальнаука, 2006, С. 702-705.
2. Петренко И.Д. Золото-серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский, 1999, 116 с.
3. Пузанков И.М., Бородин О.С. Диориты Родникового золотосеребряного месторождения (Южная Камчатка) // Материалы VI региональной молодежной научной конференции «Исследования в области наук о земле» 26-27 ноября 2008 г., Петропавловск-Камчатский: КамГУ им Витуса Беринга, 2008, С. 84-92.
4. Пузанков И.М., Косоруков В.Л., Округин В.М., Философова Т.М. Хлориты метасоматитов Родникового золото-серебряного месторождения (Южная Камчатка) // Материалы XI региональной молодежной научной конференции «Иссле-

-
- дования в области наук о земле» 12-13 апреля 2010 г., Петропавловск-Камчатский: КамГУ им Витуса Беринга, 2010, С. 89-96.
5. Пузанков И.М. К минералогии диоритового интрузивного массива Родникового золото-серебряного месторождения (Южная Камчатка) // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле, Выпуск 13, № 1, 2009, С. 202-207.
 6. Чащин А.А., Полин В.Ф., Иванов В.В., Коновалова Н.П., Екимова Н.А. Флюидный режим палеогеновой и неоген-четвертичной олово-серебряных и золото-серебряных рудно-магматических систем Корякии и Камчатки // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток, 2000, С. 69-90.
 7. Okrugin V.M., Zelensky M.E. The Rodnikovyy epithermal gold-silver deposit // Metallogeny of the Pacific Northwest (Russian Far East): Tectonics, Magmatism and Metallogeny of Active Continental Margins. Guidebook for the Field Excursions in Far East of Russia: September 1-20, 2004: Dalnauka Publishing House, IAGOD Guidebook series 11, Vladivostok, 2004, P. 162-168.

ACID DERIVATES OF GABBRO-DIORITE RODNIKOVY MASSIF

Golushkova A.V.¹, Kurochkina T.A.¹, Sheshkanova K.O.², Yablokova D.A.^{1,2}¹ *Vitus Bering Kamchatka State University*² *Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS*

In igneous rocks (from a gabbro to diorites) of the Rodnikovoe gold-silver deposit, composing an intrusive massif, isolations aphyric felzito-like variations are found out. The first results of studying of chemical and mineral compositions of derivatives - the rocks, formed at differentiation original magmatic melt of a gabbro-diorite Rodnikovoy massif are resulted. In acid derivatives finds out the high concentration of kalium, 5-6 % (X-PAY).

Keywords: derivates, diorites, intrusive massif, Rodnikovoe deposit, kalium.