

УДК [552.42:551.77](571.66–11)

КАЙНОЗОЙСКИЕ ГРАНУЛИТЫ ГАНАЛЬСКОГО ВЫСТУПА (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

© 2003 г. В. К. Кузьмин, член-корреспондент РАН В. А. Глебовицкий,
Б. В. Беляцкий, А. Б. Львов, Ю. М. Пузанков

Поступило 07.05.2003 г.

Многие исследователи считают, что гранулиты являются специфическими породами раннедокембрийских континентов и очень редко встречаются в фанерозойских складчатых поясах, где обычно рассматриваются как фрагменты древнего континентального фундамента. Примеры молодых палеозойских и мезозойских пород гранулитовой фации немногочисленны [1], и поэтому обнаружение в центральной части Ганальского выступа (ГНВ) пород гранулитовой фации среди неметаморфизованных мезо-кайнозойских пород Восточной Камчатки давно привлекает внимание многих геологов.

Ганальский выступ метаморфических образований входит в аккреционную систему хребтов Восточной Камчатки, которая образована позднемеловыми и палеогеновыми фрагментами кремнисто-вулканогенного, вулканокластического и терригенного составов, имеющими островодужное, реже океаническое происхождение. Амальгамация этих фрагментов проходила на протяжении позднего эоцена–раннего миоцена [2, 3]. Геологическое строение ГНВ достаточно подробно освещено в многочисленных публикациях [4–11]. ГНВ сложен осадочно-вулканогенными породами стеновой и ганальской серий, зонально метаморфизованными от зеленосланцевой до амфиболитовой фации. Существенную роль в строении ГНВ играют метаморфизованные интрузии плагиогранитов, Юрчикский габбро-норитовый массив (ЮРМ) и породы гранулитовой фации метаморфизма. Несмотря на длительную историю исследования, важнейшие вопросы стадийности развития и времени осадконакопления, магматизма, метаморфизма не решены. Но наиболее острым в течение последних десятилетий был и остается вопрос о происхождении и возрасте пород гранулитовой фации метаморфизма.

Впервые на Камчатке породы гранулитовой фации метаморфизма установлены Л.И. Тихомировым в 1956 г. [11] в зоне контакта ЮРМ с вмещающими породами ганальского комплекса. Позднее структурно-геологические, петрологические и изотопно-геохимические исследования гранулитов принесли весьма противоречивые результаты и не позволили исследователям прийти к единому мнению о внутреннем строении, вещественном и минеральном составе, генезисе, возрасте и положении гранулитов в структуре ГНВ [4, 6, 9, 12].

Наиболее крупный (2.5 км²) выход гранулитов по правому борту р. Вактан Ганальский Левый, по данным [4], сложен переслаивающимися гнейсами, плагиогнейсами, кварцито-гнейсами, глиноземистыми сланцами, среди которых широко распространены породы, пересыщенные К₂O, а основные кристаллосланцы играют подчиненную роль, слагая не более 25% разреза. В [10] приведены данные о том, что вдоль западного края ЮРМ прослеживается пачка специфического состава, сложенная грюнеритовыми сланцами, марганцовистыми кварцитами и гранатитами, гранат-кордиерит-биотитовыми плагиогнейсами и эндербитами. В то же время И.А. Тарарин [6], В.И. Шульдинер [9], А.И. Ханчук [8] считают, что в сводных разрезах гранулитового комплекса и ганальской серии преобладают амфиболиты, гнейсы играют подчиненную (20–30%) роль и среди них крайне редко наблюдаются разновидности, обогащенные К₂O, причем никаких существенных петрохимических и геохимических различий между гранулитами и породами ганальской серии они не видят.

Изотопный возраст пород ГНВ, несмотря на неоднократные попытки [4, 13–15], определен пока недостаточно уверенно. Ранее было показано, что большинство цирконов из всех разновидностей пород Ганальского хребта в той или иной мере сохранили изотопную память о своем докембрийском происхождении, но являются ксеногенными, и их датировки не отражают времени образования вмещающих их пород [14]. Датировки, полученные В.И. Виноградовым [15] Sm–Nd-изохронным методом по гранулитам и габбро-но-

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург
Институт геологии и геохронологии докембрия Российской Академии наук, Санкт-Петербург*

Таблица 1. Sm–Nd-изотопные данные для пород и минералов Ганальского массива

Проба	Порода, минерал	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Err	$\epsilon_{\text{Nd}}(0)$	$\epsilon_{\text{Nd}}(T)$	$T_{\text{Nd}}(\text{DM})$	$T_{\text{Nd}}(\text{DM-2st})$
Ганальский комплекс. Основные кристаллосланцы										
5 WR	Кр. сланец	4.98	12.68	0.23764	0.513193	15	10.8	8.6	267	459
5 Pl	Плагиоклаз	0.73	4.67	0.09385	0.513189	19	10.7	11.0	–	–
5 Amf	Амфибол	1.86	4.25	0.26330	0.513217	22	11.3	11.1	203	–
7 WR	Кр. сланец	4.32	14.83	0.17617	0.513129	16	9.6	10.7	90	281
7 Gr	Гранат	1.49	2.66	0.33800	0.513283	16	12.6	12.0	162	–
7 Amf	Амфибол	4.53	12.52	0.21810	0.513247	14	11.9	11.8	3228	–
7 Pl	Плагиоклаз	1.27	8.91	0.08634	0.513229	44	11.5	12.0	–	–
Юрчикский комплекс. Габброиды										
17 WR	Габбро-норит	1.11	4.95	0.13514	0.512854	15	4.2	4.43	578	489
17 Pl	Плагиоклаз	0.25	2.28	0.06742	0.512847	21	4.1	4.52	318	481
17 Di	Диопсид	5.33	15.8	0.20417	0.51287	14	4.5	4.50	4490	483
17 Hy	Гиперстен	1.21	2.58	0.28444	0.512884	18	4.8	4.50	–	483
Гранулитовый комплекс. Эндербиты										
22 WR	Эндербит	4.11	23.75	0.12008	0.512513	17	–2.4	–2.44	1040	1039
22 Pl	Плагиоклаз	0.35	3.75	0.08413	0.512502	12	–2.7	–2.65	765	1057
22 Hy	Гиперстен	5.00	11.33	0.28852	0.512530	15	–2.1	–2.11	–	1011
22 Gr	Гранат	6.84	14.83	0.31605	0.512514	18	–2.4	–2.42	–	1037

Примечание. Величины $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ и $\epsilon_{\text{Nd}}(T)$ рассчитаны на настоящее время и предполагаемый геологический возраст; $T_{\text{Nd}}(\text{DM})$ и $T_{\text{Nd}}(\text{DM-2st})$ – модельные возрасты, рассчитанные относительно состава деплетированной мантии (по двухступенчатой и обычной модели).

ритам юрчикского комплекса, указывают на молодой, миоценовый возраст пород Юрчикского массива. Вместе с тем проблема возраста метаморфических и магматических пород ГНВ остается актуальной, что заставляет нас возвращаться к ней вновь.

Нами проанализированы с помощью Sm–Nd- и U–Pb-методов амфиболиты ганальского комплекса, габбро-нориты Юрчикского массива и плагиогнейсы гранулитового комплекса.

Для проведения Sm–Nd-исследований из амфиболитов ганальского комплекса были выделены фракции плагиоклаза, роговой обманки, граната из типичных плагиоклаз-роговообманковых кристаллических сланцев бассейна р. Вактан Малкинский. Они представлены мезократовыми разновидностями с мелкозернистой нематогранобластовой структурой и сланцеватой, реже полосчатой и массивной текстурами. Содержание плагиоклаза (№ 32–47) колеблется от 35 до 60%, зеленой роговой обманки – 45–70%, часто встречается биотит, эпидот в количестве до 10–15%, изредка гранат – 1–5%. Фракции плагиоклаза, роговой обманки и граната (пробы 5 и 7) имеют высокие значения $\epsilon_{\text{Nd}} =$

$+10.1 - +12.0$, но отношение $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ колеблется в очень узком интервале от 0.51315 до 0.51325, при весьма большой изменчивости значений $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} - 0.08-0.34$ (табл. 1). Поэтому на Sm–Nd-изохронной диаграмме (рис. 1) фигуративные точки валовой пробы и мономинеральных фракций плагиоклаза, роговой обманки и граната ложатся на две линии регрессии, субпараллельные оси абсцисс, и образуют две внутренние изохроны с возрастом 33 ± 22 млн. лет ($\epsilon_{\text{Nd}} = +12$, СКВО = 0.43) и 18 ± 30 млн. лет ($\epsilon_{\text{Nd}} = +11$, СКВО = 1.36).

Из центральной части Юрчикского массива была отобрана проба неметаморфизованных габбро-норитов с характерной трахитоидной текстурой, средне- и крупнозернистой офитовой и габбро-офитовой структурой. На Sm–Nd-эволюционной диаграмме (рис. 1) внутренняя изохрона, построенная по валовой пробе и мономинеральным фракциям плагиоклаза, гиперстена, диопсида, выделенным из габбро-норита, соответствует возрасту 27 ± 24 млн. лет ($\epsilon_{\text{Nd}} = +4.4$, СКВО = 0.04).

Изучена валовая проба гранулитов из правого борта р. Вактан Ганальский Левый, которая пред-

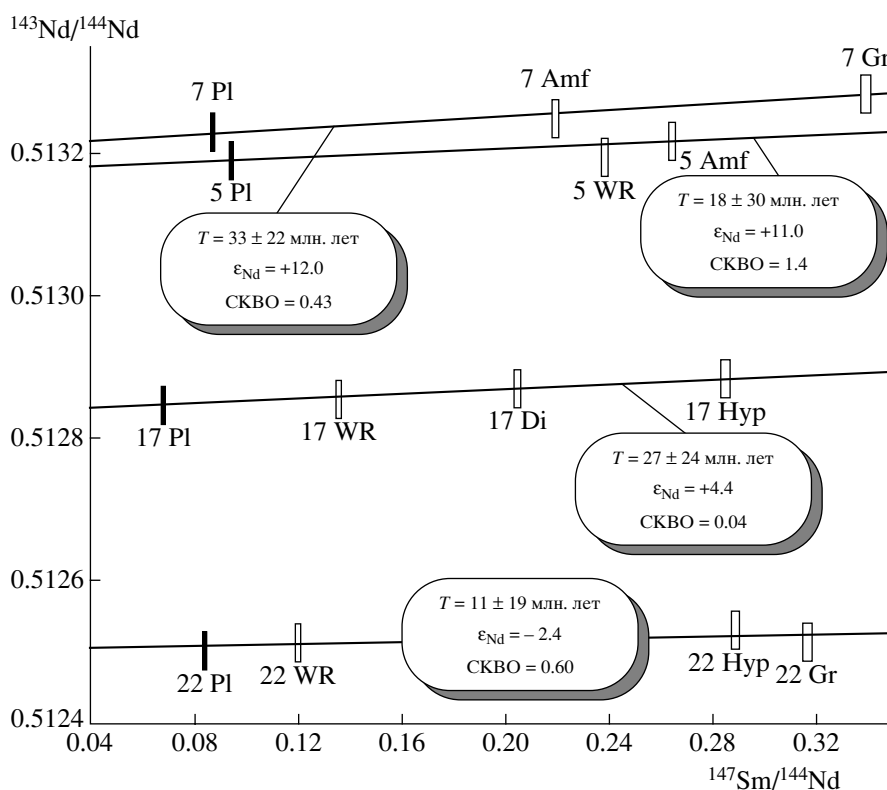


Рис. 1. Sm–Nd-изохронная диаграмма для основных кристаллосланцев ганальского, габбро-норитов юрчикского и эн-дербитов гранулитового комплексов.

ставляет типичный мезократовый среднезернистый гранат-кордиерит-биотит-гиперстеновый плагиогнейс с лепидогранобластовой структурой. Экспериментальные точки для этой валовой пробы и выделенных из нее плагиоклаза, гиперстена и граната на эволюционной диаграмме Sm–Nd (рис. 1)

образуют тренд с небольшим углом наклона и определяют возраст гранулитового метаморфизма в 11 ± 19 млн. лет при $\epsilon_{Nd} = -2.4$ и $CKBO = 0.61$.

Для выполнения U–Pb-изотопных исследований были сепарированы цирконы из гиперстен-кордиерит-гранат-биотит-плагиоклазовых гнейсов из зо-

Таблица 2. U–Pb-изотопные данные для монофракций циркона из гиперстенсодержащих гранат-кордиерит-биотитовых плагиогнейсов Ганальского массива (проба № 23)

№ п. п.	Циркон	Масса, мг	[Pb] _{рад} , ppm	[U], ppm	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb ± 2σ	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb
1	“Окатанный”	0.35	3.315	7.260	125.103	0.11998 ± 44	0.28259
2		0.30	2.165	5.283	110.211	0.11348 ± 35	0.26834
3		0.66	3.837	8.563	98.712	0.12848 ± 70	0.23465
4	Призматический	0.08	7.191	201.7	72.466	0.09707 ± 97	0.18775
5		0.11	2.479	391.8	79.641	0.06511 ± 79	0.18330

№ п. п.	Циркон	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U (2σ %)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U (2σ %)	Rho	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb-возраст, млн. лет
1	“Окатанный”	4.0844 (1.1)	0.24691 (1.1)	0.97	1955.9 ± 7.1
2		3.7782 (1.2)	0.24146 (1.2)	0.98	1855.9 ± 5.8
3		5.8840 (1.2)	0.33215 (1.2)	0.86	2077.3 ± 11.3
4	Призматический	0.09226 (1.5)	0.00689 (1.35)	0.44	1568.5 ± 170
5		0.05280 (1.45)	0.00588 (1.31)	0.43	777.7 ± 120

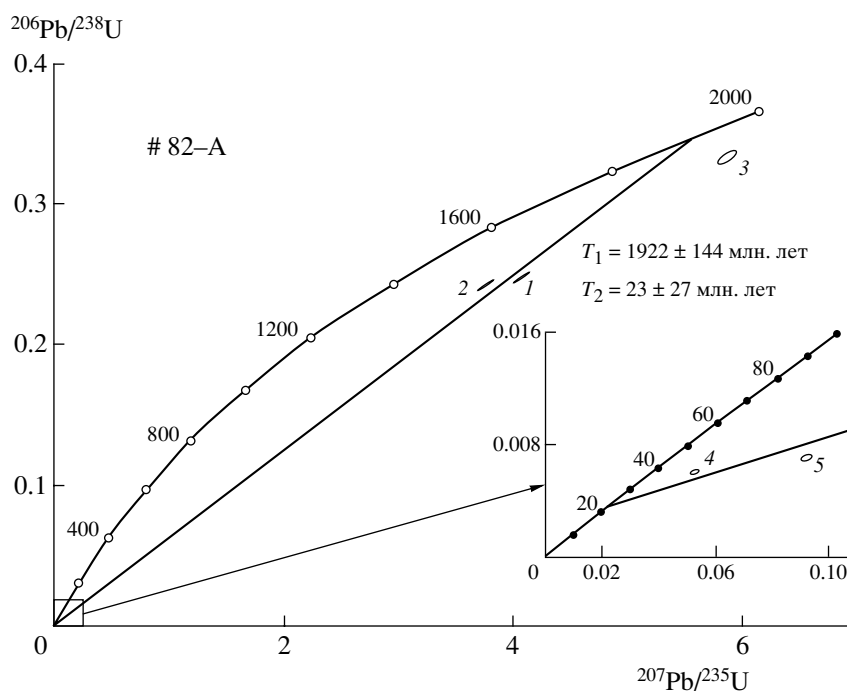


Рис. 2. U–Pb-диаграмма с конкордией для цирконов из гиперстенсодержащих кордиерит-гранат-биотитовых плагиогнейсов гранулитового комплекса.

ны контакта габброидов Юрчикского массива с биотитовыми плагиогнейсами ганальского комплекса по левому борту р. Вактан Ганальский Правый. Цирконы представлены двумя морфологическими типами: 1) слегка округленные удлиненные зерна желтого цвета и 2) прозрачные светлые цирконы призматического габитуса. Проведенное U–Pb-изотопное датирование (табл. 2) выявило их полихронность и изотопную гетерогенность. Дискордия, построенная по трем точкам цирконов первого типа, определяет возраст верхнего пересечения с конкордией 2204.8 ± 180 млн. лет при СКВО = 130 (рис. 2). Экспериментальные точки цирконов второго типа ложатся на графике близ начала координат, показывают небольшую степень дискордантности и соответствуют возрасту 34.9 ± 0.8 млн. лет. Таким образом, на основании проведенных U–Pb-изотопных исследований можно предполагать, что время метаморфизма гранулитовой фации соответствует оценке 35 млн. лет, что достаточно хорошо согласуется с приведенными выше Sm–Nd-данными. При этом источником для этих плагиогнейсов служило вещество раннепротерозойской коры.

Полученные результаты Sm–Nd- и U–Pb-изотопных исследований позволяют считать, что региональный метаморфизм, преобразовавший первично вулканические и осадочные породы в разнообразные кристаллосланцы и гнейсы, внедрение габброидов Юрчикского массива, формирование гранулитов происходили в раннем кайнозое (эоце-

не). Таким образом, представлявшаяся ранее растянутой от раннего докембрия до кайнозоя история структурно-метаморфических преобразований пород ГНВ, скорее всего, укладывается в единственный кайнозойский тектоно-метаморфический цикл. Однако обилие древних докембрийских цирконов в породах ГНВ (особенно интрузивных) оставляет открытым вопрос об участии в составе глубинных частей коры Восточной Камчатки докембрийских комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Harley S.L. // Geol. Mag. 1989. V. 126. № 3. P. 215–247.
2. Цуканов Н.В. Тектоническое развитие приокеанической зоны Камчатки в позднем мезозое–раннем кайнозое. М.: Наука, 1991. 104 с.
3. Зинкевич В.П., Константиновская Е.А., Цуканов Н.В. и др. Аккреционная тектоника Восточной Камчатки. М.: Наука, 1993. 272 с.
4. Герман Л.Л. Древнейшие кристаллические комплексы Камчатки. М.: Недра, 1978. 128 с.
5. Лебедев М.М. В сб.: Вопросы геологии, петрологии и металлогении метаморфических комплексов Востока СССР. Владивосток, 1968. С. 85–91.
6. Тарарин И.А. // ДАН. 1977. Т. 234. № 3. С. 677–680.
7. Тарарин И.А. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1982. № 6. С. 45–57.
8. Ханчук А.И. Эволюция древней сиалической коры в островодужных системах Восточной Азии. Владивосток, 1985. 137 с.

9. Шульдинер В.И., Высоцкий С.В., Ханчук А.И. В сб.: Геология дальневосточных окраин Азии. Владивосток, 1981. С. 32–52.
10. Щека С.А. В сб.: Петрология, петрохимия магматических и метаморфических пород Дальнего Востока. Владивосток, 1975. С. 167–196.
11. Геология СССР. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Геологическое описание. М.: Недра, 1964. Т. 31. Ч. 1. 733 с.
12. Геологическая карта СССР. 1 : 1 000 000. Нов. сер. Лист № 56, 57 – Петропавловск-Камчатский. Л., 1989. 98 с.
13. Львов А.Б., Неелов А.Н., Богомолов Е.С., Михайлова Н.С. // Геология и геофизика. 1985. № 7. С 45–57.
14. Львов А.Б., Богомолов Е.С., Левченков О.А. и др. В сб.: Изотопная геохимия и космохимия. М.: Наука, 1990. С. 103–118.
15. Виноградов В.И., Буякайте М.И., Горощенко Г.Л. и др. // ДАН. 1991. Т. 318. № 4. С. 930–936.