

УДК 550.42 + 552.11 + 552.43

ПЕТРОГРАФИЯ

Г. М. БЕЛЯЕВ, В. Н. ВЕРХАЛО-УЗКИЙ, В. А. РУДНИК

**НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ АРХЕЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ
АЛДАНСКОГО ШИТА**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 25 V 1971)

Гранитоиды, имеющие исключительно важное значение в геологическом строении Алданского щита (¹⁻³), наибольшее распространение имеют в пределах иенгрской серии (в номенклатуре Ю. К. Дзевановского). Они представлены пятью разновозрастными генетически разнотипными комплексами, отвечающими определенным этапам геологического развития региона, три из которых отвечают архею, а два — протерозею (³⁻⁵). Характеристика парагенетических ассоциаций (парагенетических рядов) архейских гранитоидов приведена в табл. 1, а геологические условия проявления, их петрографические и петрохимические особенности — в табл. 2 и 3.

Таблица 1

Парагенетические ряды гранитоидов Алданского щита *

$$\begin{aligned}
 & \text{I Кв}^{5-35} + \text{Пл}^{5-60}_{20-38} \pm \text{КПШ}^{0-60}_{30-42}[0,30-0,57] + \text{Гип}^{1-7}_{32-49} \pm \\
 & \pm \text{Би}^{0-7}_{36-57} \pm \left\{ \begin{array}{l} \text{Алм}^{1-4}_{65-70} \pm \text{Корд}^{0-12}_{30-37} \pm \text{Сил}^{0-2} \\ \text{Пи}^{0-18}_{27-30} \pm \text{Ро}^{0-2}_{42-47} \end{array} \right. \\
 & \text{II Кв}^{17-35} + \text{Пл}^{6-60}_{14-36} + \text{КПШ}^{6-60}_{30-40}[0,37-0,50] \pm \text{Би}^{0-10}_{15-66} \pm \left\{ \begin{array}{l} \text{Алм}^{0-5}_{74-84} \pm \text{Корд}^{0-10}_{35-39} \\ \text{Пи}^{0-5}_{5-32} \pm \text{Ро}^{0-9}_{30-45} \end{array} \right. \\
 & \text{III Кв}^{19-33} + \text{Пл}^{6-64}_{20-36} + \text{КПШ}^{2-56}_{28-35}[0,30-0,80] + \text{Би}^{1-15}_{26-67} \pm \left\{ \begin{array}{l} \text{Гип}^{0-1}_{56} \\ \text{Ро}^{0-8}_{40} \end{array} \right. \\
 & \text{IV Кв}^{14-25} + \text{Пл}^{10-55} + \text{КПШ}^{15-60}_{19-36}[0,30-0,60] \pm \left\{ \begin{array}{l} \text{Алм}^{0-3}_{70-84} \pm \text{Корд}^{0-13}_{30-40} \pm \text{Кор}^{0-1} \\ \text{Пи}^{0-4}_{2-55} \pm \text{Ро}^{0-10}_{28-55} \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

* Кв — кварц, КПШ — калиевый полевопшпат, Пл — плагиоклаз, Ск — скаполит, Гип — гиперстен (ромбический пироксен), Пи — клинопироксен, Ро — роговая обманка, Парг — паргасит, Би — биотит, Фл — флогопит, Алм — гранат альмандин-пиропового ряда, Корд — кордиерит, Кор — корунд, Сил — силлиманит, Саф — сапфирин, Шп — шпинель, Мг — магнетит. Подстрочные индексы показывают железистость пироксенов, слюд, амфиболов, кордиерита, а также содержание молекул альбита в калиевом полевопшпате, анортита в плагиоклазе, альмандина в гранате. Надстрочные индексы — содержание минералов (об.%); в квадратных скобках — упорядоченность КПШ.

Комплекс палингенно-анатектических глиноземистых чарнокитов* объединяет древнейшие образования гранитоидного состава, пространственно приуроченные к центральным частям крупных синклиналиных складок, в пределах которых последующие процессы гранитизации не получили широкого развития. Чарнокиты имеют шестили или семиминеральный состав, отвечающий парагенетическому ряду 1. Они образовались на ранней стадии архейского (Иенгрского) тектоно-магматического цикла (^{5, 7}) в условиях регионального метаморфизма гранулитовой ступени и ультраметаморфизма погружения* следующим путем:

* В номенклатуре (⁶).

1. Выплавление в пределах горизонтов гнейсового состава кварц-плагноклазовой котектики и ее взаимодействие способом магматического замещения с недоплавленной частью субстрата с образованием чарнокитовых пород в ряду дегранитизации: плагиогранит (эндербит) → лейкогранодиорит → кварцевый диорит.

2. Метасоматическая переработка субстрата основного состава интра-теллурическими, а с момента появления расплава — трансмагматическими растворами, что в условиях повышения активности сильных оснований⁽⁸⁾ привело к появлению чарнокитовых пород в ряду гранитизации кварцевый монцонит → граносиенит → гранит.

Ряд дегранитизации в петрохимическом отношении характеризуется понижением в конечных членах количества свободного кремнезема и степени окисленности железа, но повышением содержаний фемических компонентов и отношения Fe^{2+}/Mg . Для ряда гранитизации тенденция обратная. Вместе с тем, в каждом ряду гранитообразования изменения величин петрохимических коэффициентов общей щелочности, известковистости и отношения Na/K незначительны при значимых различиях этих коэффициентов между гранитоидами однотипного состава, но принадлежащими к различным рядам.

Чарнокитообразование сопровождается базификацией (оливинизация, эклогитизация) и высокотемпературным кислотным выщелачиванием (образование метасоматических пород состава Гип + Фл + Корд + Сапф, Кв + Гип + Мт, Гип + Шп) * пород супракрустального комплекса.

Комплекс палингенно-метасоматических гнейсо-гранитов** представляет собой наиболее распространенный в регионе генетико-возрастной тип гранитоидов. Пространственно гнейсо-граниты тяготеют к центральным частям крупных пликативных структур положительного знака, в пределах которых они слагают обширные мигматитплутоны и имеют четырех- и пятиминеральный состав, отвечающий парагенетическому ряду II (см. табл. 1 и 2).

Формирование гнейсо-гранитов происходило в среднюю стадию архейского (Иенгрского) тектоно-магматического цикла⁽⁵⁾ в условиях интенсивных тектонических движений и высокой активности интрателлурических (трансмагматических) растворов. Последние осуществляли метасоматическое преобразование пород супракрустального комплекса с переводом конечных членов ряда гранитизации в расплавленное состояние: кварцевый диорит (монцонит) → гранодиорит (плагиогранит) → гранит (граносиенит). В петрохимическом отношении гранитоиды, прошедшие стадию плавления, отличаются от метасоматических разностей меньшей кремнекислотностью, щелочностью (при преобладании Na над K), глиноземистостью, но большей известковистостью и железистостью.

Процесс палингенно-метасоматического гранитообразования сопровождался явлениями ретроградного метаморфизма амфиболитовой ступени и железо-магнезиально-кальциевым метасоматизмом, производные которого представлены пластообразными и шпироподобными телами состава: Пи + Шп, Пи + Мт, Пи + Фл, Ро + Мт.

Комплекс интрузивно-анатектических гранитов** типа аляскитов во времени и пространстве близок к комплексу гнейсо-гранитов. Аляскиты и генетически связанные с ними кварц-полевошпатовые метасоматиты (пегматоиды) широко развиты в периферических частях мигматитплутонов гнейсо-гранитов, где их распределение контролируется разрывными нарушениями диагональной системы. Минеральный состав аляскитовых гранитов отвечает четырехминеральным ассоциациям парагенетического ряда III (см. табл. 1).

* Принятые сокращения названий минералов см. в табл. 1.

** В номенклатуре⁽⁶⁾.

Геолого-петрографическая характеристика архейских гранитоидов
Алданского щита

Признак	Комплекс палингено-анатектических глиноземистых чарнокитов	Комплекс палингено-метасоматических гнейсо-гранитов	Комплекс интрузивно-анатектических аляскитовых гранитов
Радиологический возраст, млн лет (4, 5)	3200—2900	2900—2600	
Этап тектоно-магматического цикла	Прогрессивный — сининверсионный	Инверсионный	
Распространение	Площадное		Приразломно-площадное
Форма и размеры тел	Пластовые или линзовидные конкордантно-конформные тела мощностью 0,1—10 м при протяженности по простиранию до 100 м	Мигматит-плутоны, площадью до 1000 м ²	Штоки, дайки и жилы в сложных взаимоотношениях, мигма- и интербудинаж-плутоны площадью до 100 км ²
Петрографические разновидности	Гранодиориты, плагиограниты, эндробиты, кварцевые диориты и монциты	Граниты, плагиограниты, гранодиориты, граносиениты	Аляскитовые граниты, граниты, калиевые чарнокиты
Цвет пород	Зеленовато-бурый (табачный), темно-серый	Буровато-розовый, розовый, светло-серый	Розовый, мясо-красный, розово-серый, белый
Структура	Мелко- и среднезернистая, кристаллобластовая с переходами к гипидиоморфнозернистой	Крупнозернистая, гипидиоморфнозернистая протокластическая	
Текстура	Плоско- или линейно-параллельная		Массивная
Акцессорные минералы	Магнетит, ильменит, апатит, циркон, сфен		
	Шпинель, рутил	Монацит, пирит, пирротин	
			Торит, уранинит
Условия формирования	$P_{\text{общ}} = 6-11 \text{ кбар}$ $P_{\text{H}_2\text{O}} = 1-3 \text{ кбар}$ $T = 900-1000^\circ$	$P_{\text{общ}} = 5-8 \text{ кбар}$ $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2-2,5 \text{ кбар}$ $T = 800-1000^\circ$	$P_{\text{общ}} = 5-7 \text{ кбар}$ $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2-3 \text{ кбар}$ $T = 800-950^\circ$

В генетическом плане интрузивно-анатектические гранитоиды представляют собой результат выжимания в верхние горизонты и раскристаллизации там части гранитного расплава, образовавшегося в процессе палингено-метасоматического гранитообразования и длительное время

Средние химические составы архейских гранитоидов и кварц-полевошпатовых метасоматитов Алданского щита (%) *

Оксиды	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	63,68	69,40	64,94	71,07	73,35	67,93
TiO ₂	0,63	0,48	0,60	0,33	0,19	0,32
Al ₂ O ₃	15,51	13,83	15,14	13,92	13,81	15,64
Fe ₂ O ₃	2,11	1,58	1,99	1,45	1,17	1,53
FeO	3,70	2,28	3,39	1,69	0,91	1,35
MnO	0,10	0,06	0,09	0,04	0,02	0,04
MgO	2,52	1,18	2,23	0,97	0,54	1,00
CaO	5,22	2,72	4,67	2,15	1,00	2,13
Na ₂ O	4,18	3,73	4,08	3,32	3,36	2,80
K ₂ O	1,41	4,09	2,00	4,23	5,14	5,98
n	18	15	33	37	34	32

* 1 — глиноземистые чарнокиты ряда плагиигранит-кварцевый диорит; 2 — то же, ряда кварцевый монзонит — гранит; 3 — то же, комплекса в целом; 4 — гнейсо-граниты; 5 — аляскитовые граниты; 6 — позднеархейские кварц-полевошпатовые метасоматиты. Анализы 1—4 — средневысшие и 5,6 — средневыборочные составы (n — объем выборки).

сохранявшего мобильное состояние в силу существования высокого геотермического градиента и субэвтектического состава. Эволюция таких отжатых порций гранитного расплава подчинялась закономерностям, установленным экспериментально для гранитоидов ортомагматического происхождения. Интрузивно-анатектическое гранитообразование сопровождалось мощным процессом высокотемпературного щелочно-кремниевое метасоматизма, производными которого являются кварц-плагноклаз-ортоклазовые метасоматиты парагенетического ряда IV (см. табл. 1 и 3) и сложный комплекс железо-магнезиально-кальциевых флогопит- и магнетитсодержащих метасоматитов: Пи + Шп + Фл, Пи + Ск, Пи + Ск + Парг + Фл, Пи + Фл + Мт. Эти метасоматиты сформировались на месте карбонатных пород и метасоматитов основного состава, синхронных гнейсо-гранитам.

Таким образом, в архейской истории Алданского щита в пределах развития пород иенгрской серии происходила закономерная смена во времени гранитоидов различных генетических типов в ряду: палингенно-анатектические → палингенно-метасоматические → интрузивно-анатектические. В направлении этого же ряда происходило и увеличение интенсивности сопряженных метасоматических процессов и расширение спектра вовлеченных в них рудных компонентов.

В протерозойскую эру развития региона рассмотренные гранитоидные комплексы иенгрской серии подверглись ультраметаморфическому преобразованию в пределах линейных зон динамического метаморфизма, что привело к частичной мобилизации их вещества с образованием ранне-среднепротерозойских (2100—1700 млн лет) интрузивно-анатектических и среднепротерозойских (1700—1300 млн лет) интрузивно-реоморфических гранитоидов (^{3, 7}).

Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт
Ленинград

Поступило
20 V 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Д. С. Коржинский, Тр. Центр. н.-и. геол.-разв. инст., 86 (1936). ² Ю. К. Дзевановский, ДАН, т. 54, № 3 (1946). ³ В. А. Рудник, Тр. Всесоюз. н.-и. геол. инст., 135 (1967). ⁴ В. А. Рудник, Э. В. Собонович, ДАН, т. 189, № 4 (1969). ⁵ В. А. Рудник, Э. В. Собонович, ДАН, т. 200, № 3 (1971). ⁶ Геологический словарь, т. 1 и 2, изд. 2-е, М., 1973. ⁷ В. А. Рудник, Последовательность геологических событий в докембрии Восточной Сибири по радиологическим данным, В кн.: Геохронология СССР, т. 1, Докембрий, Л., 1973. ⁸ Д. С. Коржинский, В кн.: Исслед. природн. и техн. минералообразования, М., «Наука», 1966.