Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, №

МИНЕРАЛОГИЯ

Д. П. СЕРДЮЧЕНКО

ГРОССУЛЯР И АНДРАДИТЫ ИЗ АРХЕЙСКОГО КОМПЛЕКСА АЛДАНА

(Представлено академиком Д. И. Щербаковым 5 IV 1955)

1. В некоторых архейских кальцифирах и мраморах Южной Якутии имеют широкое развитие андрадитовые скарны. Темнокрасные роговиковые (плотные) и крупнокристаллические андрадитовые участки в течение последних лет были обнаружены в бассейне Савгеля (речки Дёсс и Неричи), в верховьях Б. Хатыми, в бассейне Леглиера и др. Местами в этих скарнированных зонах, явно образовавшихся в результате воздействия древних аляскитовых гранитов на кальцифиры и мраморы, присутствуют, кроме андрадита, эпидот, магнетит, пироксены и роговые обманки, шестовато-игольчатые актинолиты, мелкочешуйчатый флогопит, пирит, микроскопические выделения хлорита и др. В некоторых случаях контакт-метасоматическая порода мономинеральна и состоит только из одного андрадита с включением мелких (остаточных) зерен и сростков карбоната, или почти мономинеральные агрегаты андрадита, грубослоистого или пятнистого, перемежаются с почти мономинеральными агрегатами желто-зеленого эпидота и т. д.

В плотной гранатовой массе, особенно в полостях или у краев скарновой зоны, нередко выделяются сростки относительно крупных (до 1—2 см в поперечнике), но плохо образованных кристаллов красно-бурого андрадита; поверхность их неправильных граней имеет сильный блеск и резкую штриховку. Реже встречаются весьма крупные (до 5—8 см в поперечнике) андрадитовые кристаллы в форме ромбических додекаэдров сравнительно легко вываливающиеся из своих «гнезд» при поверхностном разрушении вмещающей карбонатной породы.

В шлифах нормальной толщины гранат этот совершенно изотропный, буровато-коричневый, у краев своих плотных мономинеральных скоплений прорастает с зернами полисинтетически сдвойникованного кальцита. Химические анализы двух гранатов этого типа (из районов речки Сивагли) приведены в табл. 1 (анализы 2, 3).

2. Прерывистые и имеющие очень изменчивую мощность (от нескольких миллиметров до 10—20 см) прослойки и гнезда равномернозернистого мелкоагрегатного черного граната в районе ручья Медвежьего генетически связаны не с карбонатными, а с диопсидо-роговообманковыми и роговообманковыми породами. Нередко гранат этот сопровождается плоско-линзовидными участочками и тонкими прокладками темнокоричневого сильно железистого флогопита (феррофлогопита).

Местами хорошо видно инъекционное проникновение кварц-полевошпатового материала в темный амфиболо-пироксено-плагиоклазовый парагнейс. Плагиоклаз гнейса относится к кислому андезину (№№ 32—35), но в зоне интенсивной инъекции в этой породе появляются пятнышки и струйки мелкоагрегатного кварца и его крупных зерен, также мелкие и крупные кристаллы калиевого полевого шпата, а плагиоклаз становится при этом более тонко сдвойникованным и кислым (олигоклаз, №№ 12—

Таблица 1

Химический состав андрадитов из архейских пород южной Якутии

Компоненты	№ 1 (обр. С-285 1952 г.)		№ 2 (обр. С-8 1953 г.)		№ 3 (обр. С-700 1952 г.)		№ 4 (обр. С-22 1953 г.)		№ 5 (обр. С-150 1953 г.)	
	вес. %	мол. число	вес. %	мол. число	вес. %	мол. число	вес. %	мол. число	вес. %	мол. число
SiO_2 . .	36,54	609	35,95	599	36,05	601	37,02	617	35,08	585
TiO_2 . .	0,39	5	0,28	3	0,04	8	0,31	4	нет	—
Al_2O_3 .	3,65	36	5,17	151	3,63	36	6,19	61	2,28	22
Fe_2O_3 .	28,84	180	24,21	51	26,73	167	21,75	136	29,08	182
Cr_2O_3 .	0,24	2	0,16	1	0,23	2	нет	—	—	—
V_2O_3 . .	нет	—	—	—	нет	—	—	—	—	—
FeO . .	1,57	22	3,45	48	2,20	31	2,60	36	нет	—
MnO . .	0,27	4	0,43	6	0,26	4	0,34	5	0,20	3
NiO . .	нет	—	нет	—	нет	—	нет	—	—	—
MgO . .	0,12	3	0,43	11	0,15	4	0,74	18	нет	—
BaO . .	—	—	нет	—	—	—	нет	—	—	—
CaO . .	28,16	503	28,62	511	29,84	533	31,01	554	31,90	570
Na_2O .	0,32	5	0,27	4	0,21	4	0,02	—	—	—
K_2O . .	0,09	1	0,13	1	0,10	1	0,06	—	—	—
P_2O_5 . .	—	—	0,03	—	0,11	1	0,02	—	—	—
S . . .	—	—	0,04	1	0,08	3	нет	—	—	—
Cl . . .	—	—	0,08	2	—	—	следы	—	—	—
CO_2 . .	нет	—	нет	—	0,12	3	0,11	3	нет	—
$+H_2O$.	0,10	6	0,34	19	0,18	10	0,15	8	—	—
Сумма .	100,29		99,59		100,53		100,32		100,34	
Влага .	0,04		0,22		0,08		0,10		—	

Анализы №№ 1, 2, 3 выполнены Ф. Л. Старосельской. Анализ № 4 — Р. Я. Эпштейн. Анализ № 5 — Т. А. Маномаховой.

18). Здесь же струйками и прерывистыми микрополосками расположены неправильные (как бы оборванные) зерна зеленой роговой обманки, местами сопровождаемые агрегатами ортита и крупными выделениями эпидота.

Инъекционные жилки в парагнейсе обычно окрашены в светлосерый цвет, но ближе к аляскитовому граниту они становятся розовыми. В зоне таких светлорозовых тонкослойных гранитных внедрений и появляются темные прослойки и уплощенные гнездышки, обогащенные (нередко очень сильно) смоляночерным сильно блестящим изометрически-зернистым известково-железным гранатом.

Местами андрадит этот развивается непосредственно за счет роговой обманки и явно ее замещает. Размеры слегка округлых зернышек смоляночерного граната колеблются здесь обычно в довольно узких пределах: 1—1,5 мм в поперечнике (редко до 2 мм) и они хорошо отличимы от более крупных темнозеленых кристаллов роговой обманки.

В шлифах нормальной толщины видно, что гранат этот — темнокрасновато-коричневый, изотропный; он то образует сплошную зернистую массу, то имеет скелетное строение и содержит многочисленные включения зерен кварца, олигоклаза и др. Местами андрадит образует тончайшие каемки вокруг эпидотовых агрегатов или в тесной смеси с эпидотом формирует жилкообразные (одинарные и разветвляющиеся) струйки среди кварц-полевошпатовой массы.

Химический состав этого граната, весьма тщательно отобранного и проверенного на чистоту под микроскопом, приведен в табл. 1 (анализ № 1).

3. Среди андрадито-эпидотовых и андрадито-ферроактинолитовых контактно-скарновых образований, помимо буро-черного или красно-бурого андрадита, нередко встречаются гнездышки, мелкие короткие жилочки и жеодки, выполненные медовожелтым или светлым желтовато-зеленым

гранатом. Часто его агрегаты состоят из равновеликих (около 4 мм в поперечнике) тетрагон-триоктаэдрических {211} кристалликов.

В тесной связи и смеси с темным адрадитом светлый гранат хорошо виден невооруженным глазом, образуя местами мономинеральные или почти мономинеральные выделения. При микроскопическом исследовании таких гранатовых пород (главным образом в районе речки Сиваглы) ясно обнаруживается, что этот светлый гранат — более поздний; он часто обрастает тонкой каймой зерна красно-бурого андрадита или выполняет промежутки между ними. Каемки и микрогнездышки светлого (в шлифах бледнокремового, почти бесцветного) граната проявляют ясную оптическую анизотропию, неравномерно (пятнисто, волнисто) угасают при скрещенных николях и имеют серо-белые цвета интерференции; в отдельных случаях удается наблюдать ложное полисинтетическое двойникование.

Однако определение светопреломления зеленовато-желтого граната ($N > 1{,}786$) и его удельного веса ($d = 3{,}76$) показало, что мы имеем дело не с гроссуляром, а с другой, более поздней генерацией андрадита. Химический анализ его был выполнен на совершенно чистом и однородном материале, отобранном из мелких его жеодок в гранато-эпидотовой скарнированной породе (анализ № 5, табл. 1).

4. Анализы всех гранатов-андрадитов рассчитаны нами на составляющие их компоненты (табл. 2).

Таблица 2

«Молекулярный» состав андрадитов из архейских пород Южной Якутии (в %)

«Молекулы»	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Пироп	0,52	1,82	0,52	2,94	нет
Альмандин	3,79	8,11	5,00	5,88	нет
Спессартин	0,67	1,02	0,52	0,98	0,52
Гроссуляр	14,04	14,72	11,85	20,14	10,83
Андрадит	73,18	71,65	78,29	70,06	87,18
Феррискиагит . . .	7,80	2,68	3,82	нет	1,47
Сумма . . .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Значительный интерес представляет (в первом анализе) последняя молекула, в которой 3RO эквивалентно замещено R_2O_3; это будет $Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2Fe^{\cdot\cdot\cdot}_3[(Si, Ti)O_4]_3$, т. е. скиагит—$[Fe^{\cdot\cdot}_3 Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2 (SiO_4)_3]$, в котором $Fe^{\cdot\cdot}_3$ эквивалентно замещено $Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2$; молекулу (и минерал) такого состава мы называем ферриск иагитом. Для других исследованных нами алданских андрадитов замещения в их решетке $Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2 \rightarrow Fe^{\cdot\cdot}_3$ незначительны или совсем (по р. Дёсс) не имеют места (анализ № 4).

Для светлого андрадита поздней генерации (анализ № 5) характерно полное отсутствие молекул пиропа и альмандина (нет совсем MgO и FeO). Именно с этим обстоятельством (наличием в минерале железа только в одной степени окисления — Fe_2O_3) следует связать светлую окраску граната, который неизменно становится красно-бурым или черно-бурым при одновременном вхождении в его решетку FeO и Fe_2O_3, что, как известно, почти всегда приводит к снижению окраски многих минералов.

Химический состав описанных выше алданских гранатов-андрадитов показывает, что главную роль в них играет андрадитовая молекула (от 70 до 87% мол.), в подчиненном количестве присутствует альмандиновая (в среднем около 4,5% мол.) и существенную роль играет гроссуляровая молекула (от 12 до 20% мол.).

5. В приустьевой части речки Б. Саалах, на левом его берегу, у впадения в р. М. Нимныр (по полевым наблюдениям В. А. Павлова в 1954 г.) развиты бледнорозовые граниты (аляскиты), дающие переходы в инъекционные гнейсы (мигматиты). Среди гранитов зажаты древние мелко- и крупнозернистые диопсидовые породы, местами (особенно в крупнозернистых своих участках) содержащие флогопит. Мигматиты также обогащены диопсидом, прерывистые и плосколинзовидные участочки которого заключены среди полосок и струй гранитного материала. Западнее этого гранитизированного участка (примерно в 100—150 м) обнажены коренные выходы кристаллического известняка (кальцифира) с более крупными и правильными кристаллами светлозеленого или голубовато-зеленого диопсида и кристаллическими стопками светлокоричневого флогопита, достигающими 5 см в поперечнике. Некоторые участочки кальцифиров содержат довольно много включений желто-оранжевого твердого полупрозрачного минерала из группы хондродита; местами в карбонатной массе имеются обильные включения черно-зеленой шпинели (плеоната). Некоторые зоны кальцифиров обогащены стеклянноблестящими удлиненношестоватыми и пластинчатыми агрегатами бесцветного скаполита; здесь же довольно много темнокоричневых зерен титанита, дающего типичные ромбовидные поперечные разрезы.

Таблица 3

Химический состав гроссуляра из архейских пород Южной Якутии

Компоненты	вес. %	Мол. чис.
SiO_2	39,44	657
TiO_2	0,30	4
Al_2O_3	20,31	199
Fe_2O_3	5,67	35
Cr_2O_3	следы	—
V_2O_3	следы	—
FeO	1,00	14
MnO	0,60	8
NiO	нет	—
MgO	1,30	32
CaO	31,30	560
Na_2O	0,17	3
K_2O	нет	—
Пот. прокал.	0,40	—
Сумма	100,49	—

Молекулярный состав этого граната (в %): пиропа 5,04; альмандина 2,29; спессартина 1,37; гроссуляра 82,53; андрадита 4,12; феррискиагита 4,65.

Кальцифиры переслаиваются местами с биотитовыми парагнейсами. Здесь же согласно с кальцифирами залегает пачка мелкозернистой скарноподобной породы, состоящей из бутылочнозеленого пироксена (геденбергита) и светлокоричневого (медовожелтого, янтарножелтого в тонких сколах) прозрачного и сильно блестящего граната (гроссуляра). Последний развит главным образом в виде мелких (0,5—1 мм) изометрических зернышек среди равновеликих агрегатных скоплений пироксена, но нередко гранат образует более крупнокристаллические зерна и сростки (до 6—7 мм), гнездышки или выполнения жеодок, внутренняя часть которых часто заполнена кальцитом. В пироксеновой породе нередки также прерывистые полоски (10—15 мм шириной), обогащенные светлокоричневым гранатом.

Гранат этот имеет типичный раковистый, оскольчатый излом, оптически изотропен, в шлифах и в тонких осколках — бледнокоричневый; его светопреломление было нами измерено в иммерсионных препаратах: $N = 1{,}750 \pm 0{,}003$. Это соответствует гроссуляру.

Химический анализ тщательно отобранного гроссуляра был выполнен Т. А. Маномаховой в 1955 г. (табл. 3).

Нет сомнения, что образование этого гроссуляра произошло в условиях регионального метаморфизма и инъекционно-контактного воздействия на архейские кремнисто-глинисто-доломитовые породы аляскитовых гранитных интрузий.

Поступило
5 IV 1955