

УДК 552.11+552.161

О. П. ГУЮМДЖЯН

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЗМА ПОРОД ПРИ КОНТАКТОВОЙ МЕТАСОМАТИЧЕСКОЙ ГРАНИТИЗАЦИИ

В статье приводятся химические составы контактовых роговиков, базифицированных и гранитизированных пород, а также интрузивных аплитовидных гранитов Сурбкарского массива Баргушатского хребта. На вариационных диаграммах очень четко выражены поведение элементов при контактовой гранитизации и сложный «двухступенчатый» характер изменения химизма, а именно: базификации с привносом мафических и выносом щелочных элементов и собственно гранитизации с выносом магния, железа, кальция и привносом щелочных элементов, в частности калия. Гранитизация сопровождается мощным привносом и выносом вещества, что подтверждает метасоматический характер процесса.

Введение. В контакте гранитоидных интрузивов палеогена Баргушатского хребта очень четко выражены различные «ступени» гранитизации вмещающих вулканических пород основного состава [1, 2]. Различные ступени преобразования вмещающих вулканических пород видны макроскопически благодаря крупно- и грубокристаллическому строению темноокрашенных (пироксены, амфиболы) и светлоокрашенных (калиевые полевые шпаты, плагиоклазы, кварц) минералов, пестрых структурно-текстурных рисунков, хорошей сохранности многочисленных реликтов и промежуточных ступеней метасоматической зональности, прослеживанию их на коротком расстоянии (десятки сантиметров и метры), свежести и хорошей обнаженности контактовых пород.

Геологические и физико-химические условия, необходимые для контактовой гранитизации, возникают редко [3]. Граниты являются конечным результатом геохимического равновесия при соответствующих условиях – давления и температуры, привноса щелочных элементов, кремния и выноса кальция, магния и железа. При гранитизации негранитных пород гранитное равновесие не выдерживается до конца и сохраняется серия пород от ультраосновных-основных типов до кислых (пироксениты, горнблендиты, габбро, диориты, гранодиориты, адамеллиты (монцограниты), граносиениты). Гранитообразование – процесс сложный и выражается роговикованием (изохимический метаморфизм), затем железо-магнезиальным метасоматизмом (базификация) и заканчивается кремнещелочным (собственно гранитизация). Эта последовательность, установленная в контакте гранитоидных интрузивов,

является, по существу, обязательной при гранитизации субстратов основного состава. Здесь неизвестны примеры непосредственной гранитизации основных вулканических пород контактовой зоны, минуя роговики. Согласно представлениям Д.С. Коржинского [4, 5], при метасоматических процессах, в силу существования метасоматической зональности, в зонах базификации и гранитизации все изменения совершаются одновременно с привносом и выносом в разных зонах метасоматической колонки различных элементов.

При полевых исследованиях отчетливо видно, как боковые породы базальтового или андезитового состава после роговикования и базификации гранитизируются с замещением пироксенов амфиболами, а затем и с исчезновением амфиболов с одновременным развитием плагиоклаза, калишпата и кварца. Летучие компоненты и растворы магматического расплава, просачиваясь через боковые породы, вызывают их метаморфизм (роговикование), затем – базификацию, а на участках наиболее интенсивного воздействия – гранитизацию с образованием метасоматических гранитов (метаграниты) эвтектического состава. Замещение негранитных пород гранитоидами сопровождается мощным привносом и выносом вещества, что подтверждает метасоматический характер процесса, но не изохимический метаморфизм [6].

Термин *гранитизация* в данной статье применяется для выражения всего процесса постепенного превращения первоначальной негранитной породы в гранит, включая и так называемую «ступень» базификации. Хотя эта закономерность известна давно [5, 7], однако ее роль при региональной или контактовой метасоматической гранитизации умаляется или даже игнорируется некоторыми исследователями [6].

Десилификация во вмещающих породах гранитоидных интрузивов происходит либо при увеличении общего содержания щелочных элементов, т.е. при сиенитизации (породы ряда щелочных сиенитов-святоноситов с вулканитами основного состава в присутствии карбонатных пород), либо при увеличении содержания кальция, магния и железа, т.е. при базификации или железо-магнезиальном метасоматизме (породы ряда пироксенитов, горнблендитов и меланократовых габброидов в бескарбонатной среде) в контакте с различными интрузивными массивами Баргушатского хребта [2, 8].

Результаты и обсуждение. В таблице приведены химические составы контактовых роговиков, базифицированных и гранитизированных пород, а также аплитовидных гранитов Сурбкарского массива. Изменения в содержаниях элементов в различных типах пород гранитизированного ряда, поведение щелочных элементов (K, Na) и элементов темноцветных минералов (Ca, Mg, Fe), а также алюминия в зависимости от увеличения содержания кремния в процессе гранитообразования хорошо прослеживаются на приведенных вариационных диаграммах (рис. 1–3). На каждую диаграмму нанесены точки, соответствующие химическим составам роговиков, метасоматических пород, а также интрузивных гранитов контакта.

Из приведенных данных химического состава пород и вариационных диаграмм можно сделать следующие выводы.

1. При переходе от исходных негранитных пород и роговиков к пироксенитам и горнблендитам уменьшается содержание натрия, калия и алюми-

Химический состав контактовых метаморфических и метасоматических пород в контактовой зоне гранитоидных интрузиов
Барушатского хребта (в вес. %)

		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Σ
I	1	49,09	0,82	18,52	6,67	5,02	0,19	4,86	9,44	2,7	1,75	0,25	0,08	0,35	99,74
	2	48,26	0,65	19,74	5,54	3,64	0,32	4,85	12,88	2,6	1,47	0,12	0,21	0,21	100,49
	3	49,91	0,75	20,3	7,32	4,08	0,31	5,76	7,37	2,7	1,5	0,58	0,05	0,21	100,84
	4	42,6	1,51	12,99	7,04	8,88	0,22	12,5	11,8	0,95	0,75	0,19	0,19	1,05	100,67
II	5	42,92	1,52	14,88	7,66	8,04	0,17	8,64	12,29	1,6	0,64	0,44	0,12	0,21	99,13
	6	42,45	1,86	16,87	6,26	6,24	0,18	8,4	11,64	2,1	1,4	0,66	0,06	1,17	99,29
	7	45,22	0,57	17,35	3,88	9,21	0,45	10,75	7,68	1,8	1,0	0,23	0,12	2,21	100,47
	8	46,56	1,61	17,43	6,81	5,68	0,21	6,31	9,24	2,5	1,55	0,43	0,03	0,94	99,3
	9	45,35	1,05	14,49	7,93	6,91	0,19	6,17	14,01	2,0	1,5	0,11	0,11	0,91	100,73
	10	46,18	1,08	17,05	7,29	6,24	0,23	5,4	10,64	3,0	1,1	0,66	0,21	0,86	99,94
	11	46,48	1,33	16,03	4,25	8,04	0,26	7,85	10,85	2,7	1,1	0,46	0,11	0,92	100,38
	12	48,74	0,56	20,37	5,79	3,78	0,12	5,01	11,22	2,8	1,6	0,17	0,07	0,48	100,71
	13	48,79	0,81	20,29	4,68	5,11	0,14	3,79	9,8	2,5	2,35	0,87	0,03	1,41	100,57
	14	52,33	0,74	20,73	2,01	7,09	0,21	2,71	8,83	2,75	2,25	0,12	0,06	1,13	100,96
	15	52,36	0,81	20,9	3,22	4,26	0,18	2,93	7,07	3,3	3,4	0,66	0,07	1,03	100,19
	16	53,83	0,45	16,95	3,67	4,79	0,33	5,61	7,68	2,5	3,25	0,04	0,81	0,82	100,73
III	17	54,7	0,75	18,36	4,6	4,29	0,18	3,15	9,31	2,37	2,12	0,13	0,03	0,84	100,83
	18	56,0	0,75	17,41	4,2	4,32	0,15	3,34	7,6	3,1	2,2	0,68	0,07	0,84	100,66
	19	60,9	0,76	14,5	4,24	3,68	0,18	3,93	6,35	2,5	3,25	0,08	0,03	0,13	100,53
	20	61,4	0,95	16,01	4,4	3,97	0,24	2,86	6,28	1,37	2,4	0,16	0,12	0,72	100,88
	21	62,32	0,65	13,99	6,81	3,02	0,27	1,73	6,2	1,75	2,4	0,24	0,14	0,86	100,38
	22	65,25	0,46	14,7	3,08	2,15	0,09	1,4	4,24	2,75	5,0	0,14	0,12	1,46	100,84
	23	67,09	0,15	15,76	2,99	1,87	0,06	0,8	4,96	2,7	3,85	0,11	0,15	0,33	100,82
	24	71,24	0,32	15,61	1,18	1,75	0,04	0,61	3,88	1,65	3,5	0,12	0,21	0,46	100,57
	25	70,69	0,22	14,31	1,51	1,81	0,04	0,85	3,01	2,75	3,87	0,11	0,14	0,53	99,84
	26	71,73	0,22	16,08	0,59	1,13	0,07	0,72	3,23	2,8	3,9	0,11	0,11	0,14	100,83

Примечание. I. Контактные роговики (1-3), II. Базифицированные породы: горнбленды (4-6), меланократовые метагбро (7-13), III. Гранитизированные породы: лейкократовые метагбро (14-16), кварцевые метамонциты (17, 18), метадiorиты (19), кварцевые метадiorиты (20, 21), метатранзиты (22), метатрансидiorиты (23), метатранзиты (24), IV. Интрузивные граниты Сурбарского массива (25, 26).

ния, увеличивается — магния, железа и кальция. Исходные вулканические породы основного состава и роговики базифицируются.

2. При переходе от базифицированных пород (горнблендитов, меланократовых габбро и др.) к гранитизированным типам (лейкократовым габбро, кварцевым диоритам, гранодиоритам) и гранитам увеличивается содержание щелочных элементов (в особенности калия), алюминия и кремния относительно роговинок и базифицированных пород.

3. Составы интрузивных гранитов и конечных метагранитов практически сходные. На приведенных диаграммах точки их составов почти совмещаются.

4. При контактовой гранитизации роговики сперва базифицируются с образованием крупных кристаллов темноцветных минералов (пироксен, роговая обманка), а затем гранитизируются с образованием фельзических минералов

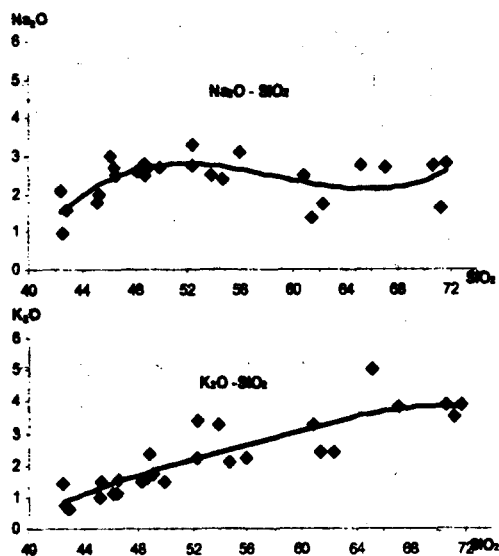


Рис. 1. Изменение содержаний щелочных элементов при контактовой гранитизации.

(пертитовый калишпат, кислый плагиоклаз, кварц) и структур, характерных для гранитных пород. Это означает, что содержание щелочных элементов и кремния увеличивается при уменьшении кальция, магния, железа, а также алюминия. Метасоматический ряд гранитизированных пород заканчивается метагранитами, т.е. породами, для которых уже невозможно установить их первоначальный состав.

5. Вариационные диаграммы демонстрируют особенности химизма всего процесса гранитизации, непрерывное уменьшение содержания магния, железа и кальция по мере продвижения процесса гранитизации и увеличение содержания калия и кремния. Тренды изменения составов этих элементов при базификации обратные. Вариационные линии можно разделить на две части, отвечающие трендам базификации (левая часть от

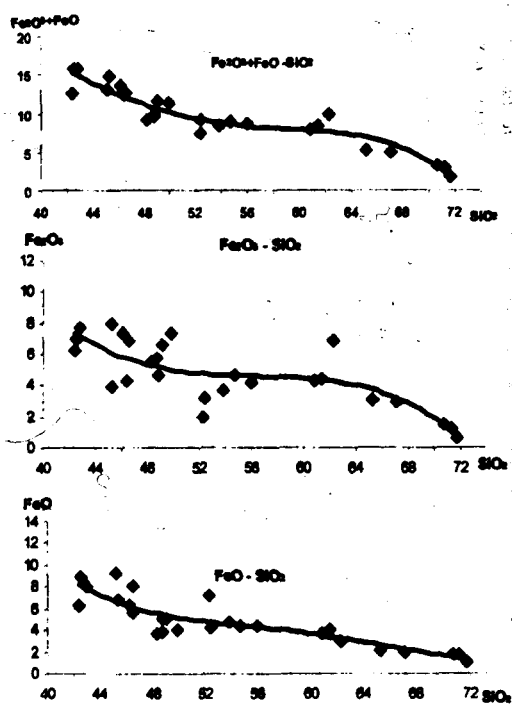


Рис. 2. Изменение содержания железа при контактовой гранитизации.

роговиков с содержанием $\text{SiO}_2=49-50\%$) и собственной гранитизации (правая часть линии от роговиков).

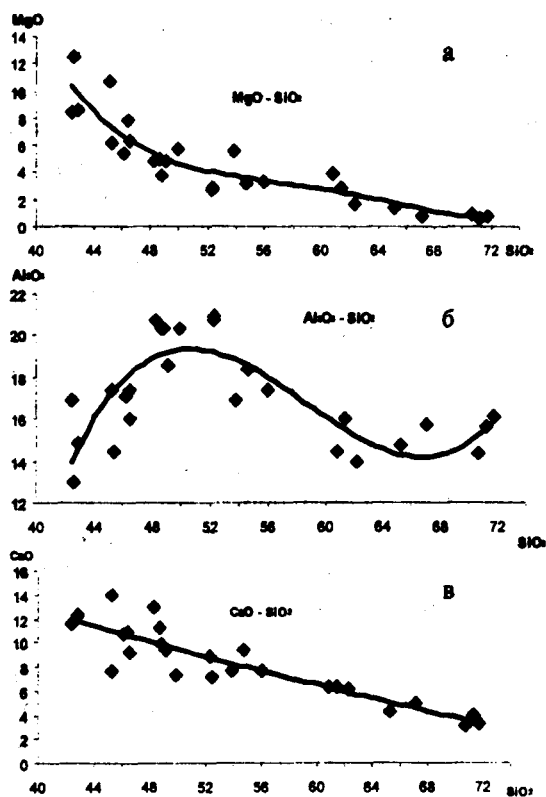


Рис. 3. Изменение содержаний магния, алюминия и кальция при контактовой гранитизации.

ных гранитов (Сурбкарский массив) пересекают меланократовые метасоматиты в экзоконтактовой зоне, не претерпевая никаких изменений.

Об источнике элементов при контактовой гранитизации. Известно, что при образовании контактовых скарнов элементы (Fe, Mg, Al), входящие в состав гранатов и пироксенов, привносятся растворами или летучими компонентами в результате диффузии или инфильтрации из интрузии в магматическую (магнезиальные скарны) или послемагматическую (известковые скарны) стадию. Это является бесспорным в теории образования скарнов. Следовательно, можно считать, что и при контактовой гранитизации щелочные, мафические элементы и кальций также могут проникать во вмещающие породы со стороны интрузии. Мощное развитие контактово-метасоматических процессов, которое наблюдается в ореолах гранитоидных интрузивов Баргушатского хребта, происходит в зонах циркуляции магматических восходящих растворов. Мощность контактово-метасоматических зон обычно выражается десятками метров вдоль контактовой линии интрузивных массивов. Несомненно, что источниками элементов при гранитизации являются растворы именно гранитной магмы или трансмагматические растворы.

В вопросе об источнике магния, железа и кальция в базифицированных породах, окружающих гранитоидные интрузивы, существуют две различные

До собственной гранитизации роговики подвергаются амфиболизации (железо-магнезиальному метасоматизму), а в конечном счете замещаются микро- и крупнокристаллическими горнбленидами в результате собирательной перекристаллизации, т.е. породами с plutonic обликом, но более основного состава, чем исходные базальты или андезиты. Роговики пироксеновой фации замещаются пироксенитами, а затем и горнбленидами в результате амфиболизации. Этот процесс протекает в магматическую стадию становления гранитоидных интрузивов, так как их краевые зоны не подвергаются этому воздействию. Различные апофизы гранодиоритов и кварцевых диоритов (Лернашенский массив) и аплитовидных гранитов (Сурбкарский массив) пересекают меланократовые метасоматиты в экзоконтактовой зоне, не претерпевая никаких изменений.

точки зрения. Согласно одной, наиболее вероятной, эти элементы имеют магматическое происхождение и выделяются из гранитной магмы (трансмагматические растворы, по Д.С. Коржинскому [3]), а по другой – они рассматриваются как составляющие, вынесенные из вмещающих вулканических пород базальтов и андезитов при их гранитизации. Нам кажется, что источником магния, железа и кальция является как магма (или точнее трансмагматические растворы), так и вмещающие породы, которые характеризуются высокими содержаниями этих элементов. Это доказывается полевыми геологическими и петрографическими данными, локализацией базифицированных пород исключительно в контактовой зоне интрузивов гранитоидного состава, т.е. в зоне действия магматических растворов, а также косвенно – формированием скарнов в контакте интрузивных массивов с карбонатными породами. Безусловно, железо, магний и алюминий в скарны привносятся растворами из интрузии, а кальций мобилизуется из вмещающих известняков.

Таким образом, анализируя данные химического состава контактовых роговиков и в различной степени гранитизированных пород, мы установили, что собственной гранитизации пород предшествует метасоматическое их изменение – железо-магнезиальный метасоматизм (базификация), выражающийся в амфиболлизации роговиков, которые обогащаются железом, магнием, а также кальцием. Затем происходит гранитизация базифицированных пород, т.е. осветление пород с уменьшением темноцветных минералов, следовательно, железа, магния, кальция, с переходом в нормальный для данного интрузива состав гранитоидов в результате увеличения содержания полевых шпатов и кварца, следовательно, щелочных элементов и силиция.

Замещение вулканических пород негранитного состава горнблендитами, габброидами, а затем и гранитоидами сопровождается мощным привносом и выносом вещества трансмагматическими растворами, что подтверждает метасоматический характер контактовой гранитизации.

Кафедра минералогии и петрографии

Поступила 21.05.2004

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуюмджян О.П. Образование метасоматических гранитов на контакте гранитоидных интрузивов Западного Баргушата. – Сб. статей научной сессии, посвященной 90-летию со дня рождения С.А. Мовсисяна. Ер., 2002, 71с.
2. Гуюмджян О.П. – Учёные записки ЕГУ, 2004, № 1, с. 117–127.
3. Cozzupoli D., Caeta M., Mastrobattista P., Negretti G. – *Miner. et petrogr. acta*, 1997, № 40, p. 27–44.
4. Коржинский Д.С. Теория процессов минералообразования. М.: Изд. АН СССР, 1962, 24с.
5. Коржинский Д.С. – Изв. АН СССР. Сер. геол., 1952, № 2, с. 56–69.
6. Менерт К. Новое о проблеме гранитов. М.: ИЛ., 1963, 153с.
7. Рейнольдс Д.Л. Последовательность геохимических изменений, ведущих к гранитизации. – В кн.: Проблема образования гранитов. М.: ИЛ, 1950, с. 51–108.
8. Гуюмджян О.П. – Изв. АН Арм. ССР. Науки о земле, 1976, № 2, с. 14–25.

ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԶԻՄԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՓՈՓՈԽՈՒՄԸ ԿՈՆՏԱԿՏԱՅԻՆ ՄԵՏԱՍՈՄԱՏԻԿ ԳՐԱՆԻՏԱՑՄԱՆ ԸՆԹԱՅՔՈՒՄ

Ամփոփում

Հոդվածում բերվում են Բարգուշատի լեռնաշղթայի գրանիտոիդային ինտրուզիվ զանգվածների, կոնտակտային եղջրաքարերի, բազիֆիկացված և գրանիտացված ապարների քիմիական կազմերը: Ալկալային (K, Na) և մուգ գունավոր միներալների տարրերի (Ca, Mg, Fe), ինչպես նաև սիլիցիումի և ալյումինի վարքի ուսումնասիրությունը գրանիտացման ընթացքում թույլ է տալիս անելու մի շարք կարևոր պետրոգենետիկ եզրակացություններ:

1. Կոնտակտային եղջրաքարերը նախ բազիֆիկացվում են (երկաթ-մագնեզիումային մետասոմատիզմ կամ ամֆիբոլացում) և ապա միայն գրանիտացվում:

2. Գրանիտացված ապարների շարքը (հոռնբլենդիտ-մետագաբրո-մետագրանոդիորիտ-մետաադամելիտ-մետագրանիտ) ավարտվում է մետագրանիտներով, որոնց միներալային և քիմիական կազմը համարյա չի տարբերվում մագմատիկ ծագման գրանիտների կազմից:

3. Գրանիտացմանը մասնակցող տարրերի (Ca, Mg, Fe) աղբյուրը տրանսմագմատիկ խորքային ծագման լուծույթներն են, ինչպես նաև մասամբ ներփակող հիմքային կազմի հրաբխային ապարները, որոնք բնորոշվում են հիշյալ տարրերի բարձր պարունակություններով:

4. Առաջնային ոչ գրանիտային կազմի հրաբխային ապարների վերափոխումը զաբրոային և գրանիտային կազմի ու տեսքի ապարների ուղեկցվում է քիմիական տարրերի վիթխարի ներհոսքով և արտահոսքով, ինչը հաստատում է կոնտակտային գրանիտացման մետասոմատիկ բնույթը:

H. P. GHUYUMJYAN

CHANGES OF CHEMICAL COMPOSITION OF ROCKS IN THE PROCESS OF CONTACT-METASOMATIC GRANITIZATION

Summary

Contact-metasomatic granitization is a complicated process and is expressed by formation of contact hornfels (izochemical metamorfizm), afterwards iron-magnezial (bazification) and silica-alkaline (proper granitization) metasomatizm.

In the article the chemical composition of contact hornfels, bazified and granitized rocks and also intrusive aplitic granites is stated.

On the diagrams it's properly defined the behavior of elements of granitized series of rocks – alkaline elements, aluminum, and elements of dark minerals (calcium, magnesium, iron) during the process of granitization.

Granitization is accompanied by a huge entrance (K, Si) and exit (Ca, Mg, Fe) of substance, which approves the metasomatic character of the process.