

**МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ ИЗ КОНТАКТОВ
ГРАНОДИОРИТОВОГО ИНТРУЗИВА РУДНОГО ПОЛЯ
КОММУНАР (ХАКАСИЯ)**

А. Ф. КОРОБЕЙНИКОВ

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

Золоторудное поле Коммунар размещается в северо-восточной экзоконтактной зоне Солгонского гранодиоритового интрузива. Этот массив в своей северо-восточной части прорывает и метаморфизует породы диабазово-порфиритовой и вулканогенно-осадочной толщ предположительно среднекембрийского [9] или даже докембрийского возраста [7]. Абсолютный возраст кварцевых биотитовых диоритов массива, определенный в лаборатории Западно-Сибирского геологического управления, составляет 476 млн. лет, что дает основание считать возраст интрузии верхнекембрийско-нижнеордовикским, т. е. салаирским. Интрузив приурочен к сводовой части крупной антиклинальной структуры и имеет субсогласное залегание с вмещающими породами со стороны восточного контакта и секущее — в области своего северного замыкания. Линия контакта сложноволнистая, с многочисленными заливами и апофизами в породе континента.

В строении интрузива принимают участие породы трех интрузивных фаз, разделенных во времени деформационными перерывами. Первая — габбро-диориты, авгитовые диориты и меладiorиты, гибридные пироксениты и др.; вторая — кварцевые лейкодиориты и гранодиориты; третья — мелкозернистые граниты, аплиты и сиениты. Наиболее распространенными являются образования второй интрузивной фазы, занимающие центральную часть массива.

При изучении пород эндоконтактного ореола Солгонской гранодиоритовой интрузии были встречены своеобразные существенно пироксеновые и роговообманковые породы, которые в виде узкого языка протягиваются на удалении 250—400 м от контакта вдоль северо-восточной границы массива. Изучение этих пород позволило установить, что возникли они в магматическую стадию путем метасоматической переработки кровли массива, сложенной ороговикованными диабазовыми порфиритами и пироксен-плагиоклазовыми роговиками, и диоритов апикальной части интрузива. Непосредственно на изученной площади в сложении интрузива участвуют диориты и гранодиориты.

Метасоматические породы, расположенные внутри гранодиоритового интрузива, имеют форму удлиненного языкообразного тела до 200 м в длину и 37—60 м в ширину с криволинейными контурами и постепенными или достаточно четкими линейными контактами с сиенито-диоритами и диоритами. Внутреннее строение их отчетливо зональное: в центральной части господствуют плагиоклаз-пироксен-оливиновые и пироксеновые породы, которые к периферии сменяются существенно роговообманковыми разностями и, наконец, на контакте с вмещающими диоритами

(или монцонитами) иногда наблюдаются грубозернистые плагиоклаз-роговообманковые габбро и габбро-диориты пегматоидного облика (рис. 1). В других случаях амфиболовые образования пространственно приурочены к центральной части метасоматических тел и оторачиваются плагиоклаз-роговообманковыми грубозернистыми породами, либо сменяются непосредственно интрузивными породами.

Метасоматические породы по характеру замещаемого материала подразделяются на две группы: 1) метасоматиты, возникшие за счет вмещающих эффузивных пород основного состава, и 2) метасоматиты, возникшие путем замещения диоритов апикальной части интрузива. В целом установлена такая последовательность формирования метасоматической колонки: 1) ороговикованный диабазовый порфирит или апопорфиритовый плагиоклаз — пироксеновый роговик (исходные породы), 2) плагиоклаз — пироксен — оливиновый метасоматит, 3) пироксеновый метасоматит (пироксенит), 4) плагиоклаз — роговообманковая порода, 5) существенно роговообманковый метасоматит (горнблендит); и диорит или кварцевый монцонит (исходная порода) грубозернистое плагиоклаз-роговообманковое габбро пегматоидного облика. Отчетливо обособляются две температурные фации магнезиального метасоматоза: ранняя, существенно пироксеновая, образовавшаяся при нарастании температурности процесса (собственно магматическая стадия), и поздняя, существенно амфиболовая, сформированная при снижении температуры процесса (ранняя послемагматическая стадия).

Для зоны метасоматических пород характерна резкая смена в пространстве существенно пироксеновых образований роговообманковыми, с обособлением плагиоклазов ранней плагиоклаз-пироксеновой фации в отдельные гнезда и кучные скопления среди замещающих их роговообманковых пород (рис. 1).

Форма существенно роговообманковых (горнблендитовых) тел в плане линзовидная или неправильно овальная, размеры от 2—3 до 20—

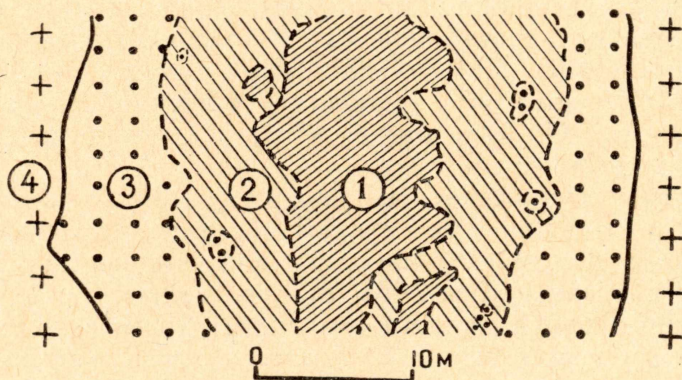


Рис. 1. Схема зонального строения метасоматического тела, расположенного в контакте Солгонского гранодиоритового интрузива (в плане). 1 — пироксен-плагиоклаз-оливиновые метасоматиты; 2 — существенно роговообманковые метасоматиты (горнблендиты); 3 — грубозернистые габбро пегматоидного облика; 4 — кварцевый монцонит.

80 м в длину при ширине в 1—20 м. Границы с плагиоклаз-пироксеновыми породами внутренней части метасоматической колонки чаще постепенные, а с боковыми интрузивными породами более отчетливые (рис. 1). Очень часто реликты пироксен-плагиоклаз-оливиновой ассоциа-

ции встречаются в виде гнезд среди метасоматического горнблендита, придающие породе пятнистый облик.

Охарактеризуем детальнее названные метасоматиты.

Плагиоклаз-пироксен-оливиновые метасоматические образования представляют собой темно-серые плотные крупнозернистые породы (с размером зерен пироксена и плагиоклаза до 5—6 мм), нередко пятнистой текстуры, обусловленной неравномерным распределением плагиоклаза и редких реликтов мелкозернистых плагиоклаз-пироксеновых роговиков. Породы имеют резко переменный минеральный состав: например, на расстоянии в 1—2 м плагиоклаз-пироксеновые разности могут несколько раз смениться существенно пироксеновыми. Они сложены плагиоклазом (до 20—40%)¹, пироксеном (до 60—80%), оливином (до 10—17%), бурой и зеленой роговыми обманками (до 5—7%), апатитом, титанитом и редким магнетитом (до 1%). В шлифах устанавливается разнозернистая структура породы.

Плагиоклаз № 47—63 очень часто отчетливо зонален и обычно ксеноморфен по отношению к темноцветным компонентам. Более основные разности № 58—63 в центре кристаллов сменяются к периферии более кислым плагиоклазом № 47—53. Вторичное изменение плагиоклаза (сосюритизация) резко увеличивается в амфиболитизированных разностях пород.

Пироксен по оптическим свойствам ($2V = +48^\circ$, с $Ng = 38—41^\circ$; $Ng = 1.693$, $Np = 1.668 \pm 0,002$, $Ng - Np = 0,025$) относится к диопсид-авгиту с содержанием молекулы феррисиликата до 5% [3]. Полуколичественным спектральным анализом в нем установлены элементы-примеси: марганец, титан, ванадий — до 0,03%, хром и кобальт — до 0,001, никель — до 0,003 и следы меди. Пироксен обрастает и замещается бурой и зеленой роговыми обманками, причем процесс замещения начинается с периферии отдельных зерен его, захватывая все большие и большие участки пироксенового агрегата. По бурой роговой обманке в свою очередь развивается зеленая, а затем и хлорит.

Оливин образует мелкие (до 0,3 мм) зерна, которые концентрируются вокруг крупных кристаллов (до 2—5 мм), диопсид-авгита и по оптическим свойствам ($2V = -83^\circ$; $Ng = 1,712$, $Np = 1,675 \pm 0,003$, $Ng - Np = 0,037$) относится к хризолиту, содержащему до 23% фаялитовой молекулы [3]. Он замещается бледно-зеленым серпентином или темно-желтым боулингитом.

Темно-серые крупнозернистые пироксен-плагиоклазовые метасоматиты (пироксениты) состоят из пироксена (до 85—90%), относящегося к диопсид-авгиту, и плагиоклаза № 57—63 (до 3—10%). Оливин и бурая роговая обманка составляют до 5—11%. Из аксессуарных распространены апатит и магнетит. Размер кристаллов пироксена до 5—6 мм и иногда более. Текстура описываемых образований массивная, реже пятнистая. В шлифах отчетливо устанавливается панидиоморфно-зернистая структура породы, а в разностях, содержащих плагиоклаз, наблюдается резкий ксеноморфизм последнего по отношению к пироксену. Оптические свойства названных минералов аналогичны таковым плагиоклаз-пироксен-оливиновых метасоматитов.

Роговообманковые метасоматиты (горнблендиты) представляют собой темно-зеленовато-серые, почти черные, средне- и крупнозернистые (до 5—8 мм и более) породы массивной и пятнистой текстур. Последняя чаще всего проявляется в плагиоклаз-амфиболовых образованиях краевых частей метасоматической зоны и обусловлена неравномерным распределением плагиоклаза. В этом случае

¹) Минеральный состав породы приводится в объемных процентах.

порода изменяется на коротком расстоянии (1—2 м) от существенно амфиболовых (до 80% роговых обманок) до плагиоклаз-роговообманковых разностей, содержащих 50—60% амфибола. Минералогический состав пород: бурая и зеленая роговые обманки (50—80%), плагиоклаз № 57—63 (10—40%), биотит (5—7%) и реликты пироксена. Из аксессуарных обнаружены апатит и обильный магнетит. Переходы между пироксеновыми и амфиболовыми породами часто совершенно постепенные благодаря различной степени замещения пироксена и оливина роговыми обманками. В связи с этим наблюдается целый ряд переходных разностей от пироксеновых до роговообманковых пород. Последние по своему составу и облику приближаются к типичным горнблендитам.

В шлифах роговообманковая порода обнаруживает гипидиоморфно-зернистую структуру. Главным породообразующим минералом является бурая роговая обманка ($2V = -76^\circ$ с $N_g = 13^\circ$, $N_p = 1,668$, $N_p = 1,650 \pm 0,002$, $N_g - N_p = 0,018$, плеохроизм в желто-бурых тонах: N_g — бурый, N_m — светло-красновато-буроватый, N_m — светло-желтый). Приведенные оптические свойства позволяют отнести ее к умеренно железистой разности [3]. Спектральные анализы этого минерала показали повышенное содержание марганца (0,06%), ванадия (0,03%), хрома (0,01%), титана (0,003%).

Зеленая роговая обманка, составляющая до 10—30% объема породы, разъедает бурую и реликтовый пироксен. Она характеризуется следующими оптическими свойствами: в шлифах обладает светло-зеленой окраской и плеохроизмом, N_g — светло-зеленый, N_m и N_p — бесцветный и редко бледно-зеленоватый, $2V = -56^\circ$ с $N_g = 15^\circ$, $N_g = 1,658$, $N_p = 1,636 \pm 0,002$, $N_g - N_p = 0,022$. Согласно приведенным оптическим свойствам амфибол относится к маложелезистой разности [3]. Иногда эта роговая обманка замещается хлоритом.

Плагиоклаз № 57—63 почти всегда ксеноморфен по отношению к бурой роговой обманке, как и в существенно пироксеновых породах, нередко обладает зональным строением. Минерал интенсивно замещается цоизитом и серицитом, особенно в центральных частях кристаллов, где возникает сосюритовый агрегат. Иногда замечается разъедание плагиоклаза бурой и зеленой роговыми обманками.

Биотит замещает бурую роговую обманку и по оптическим свойствам ($N_g = 1,631$, $N_p = 1,583$, $N_g - N_p = 0,048$, плеохроизм в светло-бурых тонах: N_g — светло-бурый, N_p — бледно-красноватый и бесцветный, $2V = -5^\circ$) относится к разности, содержащей до 50% молекулы флогопита [3]. Он, вероятно, возникал в более позднюю стадию изменения роговообманковых пород. В свою очередь этот минерал замещается хлоритом.

Апатит образует столбчатые (до 1—1,5 мм) кристаллы и распределен в породах крайне неравномерно, иногда в виде значительных скоплений. Чаще всего в виде пойкилитовых вростков находится в амфиболах и реже — плагиоклазах.

Магнетит двух генераций: ранний крупнокристаллический (0,3—1 мм) в ассоциации с бурой роговой обманкой и реликтовым пироксеном и тонковкрапленный в серпентин-хлоритовом агрегате, замещающем пироксен, оливин и реже бурую роговую обманку. Крупнокристаллический магнетит чаще размещается между зернами темноцветных компонентов и реже в виде включений в последних. В этом случае отдельные индивиды его нередко имеют скелетное строение.

Грубозернистые габбро пегматоидного облика представляют собой плотные породы пятнистой текстуры. Пятнистость

здесь обусловлена кучным обособлением амфиболов среди господствующей плагиоклазовой массы. Порода сложена на 60—75% плагиоклазом № 47—62 и 30—35% бурой и зеленой роговыми обманками и редким биотитом. Среди амфиболов преобладает бурая роговая обманка (до 25—40%). Из акцессорных минералов установлены апатит, сфен и магнетит. Для этих пород характерен уже равный идиоморфизм плагиоклазов и бурой роговой обманки. Оптические свойства порообразующих минералов не отличаются от аналогичных минералов горн-блендитов.

С целью изучения химизма процесса формирования описываемых образований выполнены анализы исходных и измененных пород и пересчеты химических анализов по методу Н. И. Наковника (табл. 1). Результаты пересчета приведены на рис. 2, который иллюстрирует баланс вещества при магниезиальном метасоматозе. Приведенные данные показывают, что в пределах метасоматической зоны имеет место закономерное изменение состава метасоматических образований. При удалении от интрузива и от исходных пород к центру метасоматической зоны в породах падает содержание глинозема, кремнезема и щелочей (табл. 1, рис. 2). Количество магния, кальция и двухвалентного желе-

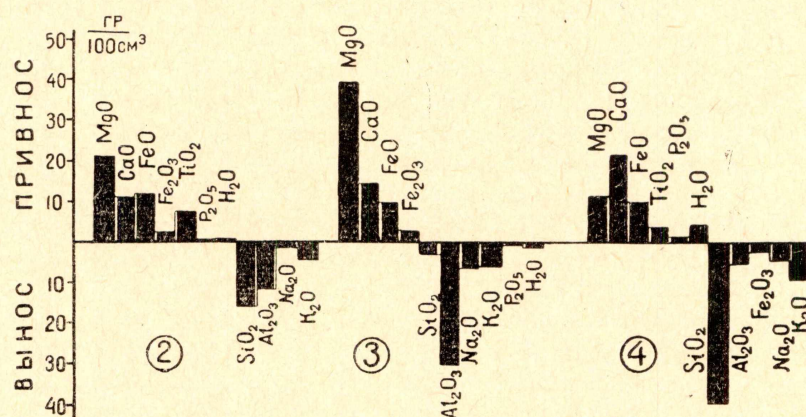


Рис. 2. График привноса-выноса вещества при магниезиальном метасоматозе в магматическую стадию ороговикованных порфиритов (по данным химических анализов пород, приведенных в табл. 1).

за резко возрастает в этом же направлении, т. е. при формировании магниезиальных метасоматитов, все более удаленных от контактов (в средней части зон), резко увеличивается роль магния, кальция и железа, тогда как доля глинозема, кремнезема и щелочей падает. При этом амфиболизация сопровождается увеличением основности плагиоклаза от андезина (№ 47—55) в роговиках до лабрадора (№ 60—63) в плагиоклаз-роговообманковых метасоматитах. Очевидно, при магниезиальном метасоматозе наряду с привносом магния происходит локальное накопление кальция (благодаря его инертности), т. е. осуществляется общая базификация породы (Жариков, 1959). Содержание MgO закономерно повышается от роговиков к апороговиковым пироксеновым и роговообманковым породам. Повышение концентрации магния на контакте интрузива с породами кровли (диабазовыми порфиритами) обуславливалось, скорее всего, как мобилизацией его из вмещающих порфиритов, так и особенно привносом растворами из глубинного магматического очага, сформировавшего гранодиоритовый плутон. Растворы, проникая вдоль ослабленных тектонических зон, возникших в апи-

Таблица 1

Изменение состава и баланс вещества при магниальном метасоматозе на контакте ороговикованных диабазовых порфиров и монзонитов (в граммах на 100 куб. см породы)

Окислы	1		2				3				4				5	
	Вес %	Кол-во вещества в г/100 см ³	Вес %	Кол-во в-ва в г/100 см ³	Привнос	Вынос	Вес %	Кол-во в-ва в г/100 см ³	Привнос	Вынос	Вес %	К-во в-ва в г/100 см ³	Привнос	Вынос	Вес %	Кол-во в-ва в г/100 см ³
SiO ₂	50,40	145,1	44,06	129,0		16,1	45,83	142,0		3,1	47,16	137,0		39,6	60,66	176,6
TiO ₂	1,44	4,1	4,08	11,8	7,7		0,74	2,3		1,8	2,00	5,8	3,2		0,89	2,6
Al ₂ O ₃	15,17	44,6	11,06	32,7		11,9	4,03	12,4		32,2	19,40	56,4	5,5		17,51	50,9
Fe ₂ O ₃	2,18	6,2	3,08	8,7	2,5		3,48	10,8	2,6		1,85	3,3		2,8	2,06	6,1
FeO	8,37	24,1	10,45	31,0	6,9		12,16	38,0	13,9		7,47	21,6	10,0		4,00	11,6
MnO	0,15	0,4	0,20	0,6	0,2		0,23	0,6	0,2		0,14	0,4	0,1		0,09	0,3
CaO	8,35	24,0	10,04	30,0	6,0		12,46	38,5	14,5		10,04	29,0	21,4		2,60	7,6
MgO	6,15	17,6	10,60	31,3	13,7		18,38	57,0	39,4		4,64	13,4	10,2		1,12	3,2
Na ₂ O	2,97	8,5	2,35	6,8		1,7	0,62	1,8		6,7	3,50	10,1		4,4	4,94	14,5
K ₂ O	2,50	7,2	1,03	3,0		4,2	0,29	0,9		6,3	1,62	4,7		9,5	4,90	14,2
P ₂ O ₅	0,46	1,4	0,72	2,1	0,7		н/о	—		1,4	0,67	1,9	1,4		0,20	0,5
п.п.п.	2,47	7,2	2,71	8,0	0,8		1,96	6,1		1,1	2,46	7,1	4,2		1,02	2,9
Сумма объемн. вес	100,61	286	100,38	295	38,5	33,9	100,45	310	70,6	52,6	100,95	290,7	56,0	56,3	99,99	291
		2,86		2,95				3,10				2,907				2,91

1—ороговикованный диабазовый порфирит (обр. В-12-24); 2—пироксен-плагиоклаз-оливиновый метасоматит (обр. 596); 3—роговообманковый метасоматит (горнблендит (обр. 1412)); 4—плагиоклаз-роговообманковое габбро пегматоидного облика (обр. 3-19-13); 5—сиенито-диорит (кварцевый монзонит) Солгонского интрузива (обр. 357). Химические анализы выполнены в Центральной лаборатории Красноярского геологуправления.

кальной части формирующегося интрузива, в благоприятных термодинамических условиях (в случае контактов различных по составу и плотности пород) выносили избыточный алюминий, кремний и щелочи и отлагали магнезиальные минералы.

Образование в краевых частях метасоматической зоны грубозернистых габбро и габбро-диоритов пегматоидного облика могло происходить путем реакционного взаимодействия метаморфизирующих растворов с вмещающими диоритами и монцонитами в период формирования горнблендитов. Суть реакционного контактового метасоматоза, как указывает Д. С. Коржинский (1955), состоит в выравнивании химических потенциалов или активностей компонентов раствора. Вследствие этого в периферических частях зоны происходило локальное перераспределение петрогенных элементов и в первую очередь кальция, кремния, частично магния и железа с образованием за счет исходных диоритов и монцонитов пород пегматоидного облика. Этому, видимо, способствовал значительный прогрев контактовой области. В приконтактных пегматоидных образованиях, возникших за счет интрузивных пород диоритового состава, отмечается резкая десиликация (табл. 1, рис. 2), которая обусловлена более высокой подвижностью кремнезема, диффундирующего далее в сторону боковых интрузивных пород, подобно тому, как это отмечалось А. И. Баженовым [2] для пород эндоконтактов даек в одном из районов Алтая.

На рис. 3 приведена диаграмма состав — парагенезис для пород формации магнезиальных метасоматитов, возникших за счет ороговико-

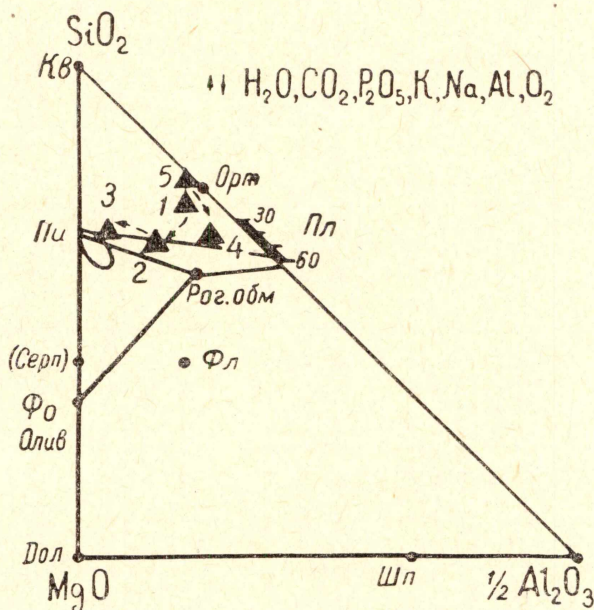


Рис. 3. Диаграмма состав — парагенезис формации магнезиальных метасоматитов магматической стадии. Треугольники отвечают составам исходных (1) и метасоматических пород (2, 3, 4) по данным химических анализов табл. 1. Стрелкой показано направление процесса метасоматоза.

ванных порфиритов (1) и диоритов апикальной части гранодиоритового массива. Парагенезис, показанный на диаграмме, включает пироксен + плагиоклаз + оливин и + роговую обманку. Среди описываемых пара-

генезисов отчетливо обособляются две возрастные группы: 1) пироксен + плагиоклаз + оливин + бурая роговая обманка (как примесь) и 2) буровая роговая обманка + зеленая роговая обманка + плагиоклаз + пироксен (как реликт). В конечном счете возникает ассоциация, отвечающая метасоматическим горнблендитам. На диаграмме состав — парагенезис все породы попадают в поле треугольника пироксен — плагиоклаз — роговая обманка. При этом разности пород, являющиеся крайними продуктами магнезиального метасоматоза (пироксениты и горнблендиты), приближаются к конноде пироксен — роговая обманка, а пегматоидные габбро, которые являются продуктами реакционного взаимодействия растворов с образующимися метасоматитами и вмещающими диоритами, наоборот, приближаются к конноде плагиоклазовых пород.

Таким образом, изложенный материал свидетельствует о том, что формирование пород пироксен-плагиоклаз-оливинового и роговообманкового состава, приближающихся соответственно к пироксенитам и горнблендитам, в апикальной части гранодиоритовой интрузии обязано процессам высокотемпературного магнезиального метасоматоза. Согласно данным многих исследователей [1, 2, 6, 10 и др.], время проявления магнезиального метасоматоза относится к магматической и ранней (щелочной) послемагматической стадиям (по Д. С. Коржинскому).

В нашем случае в пользу этого говорят следующие факты: 1) приуроченность магнезиальных метасоматитов к апикальной части эндоконтакта гранодиоритового интрузива; 2) высокотемпературный характер встреченных минеральных ассоциаций; 3) зональное строение метасоматических тел и их взаимоотношение с породами интрузива; 4) одноименный состав элементов-примесей, характерных для собственно магматической стадии (хром, марганец, титан, никель, ванадий, кобальт, цинк, молибден) в породах и минералах массива и метасоматитов. Развитие зональности магнезиальных метасоматитов и относительная стабильность химизма минералов переменного состава во всех зонах метасоматоза дают возможность отнести метасоматическую колонку к инфильтрационному типу [6]. Несомненно, что при формировании метасоматических пород значительное участие принимали и явления диффузии.

Источником растворов, по-видимому, являлся магматический расплав (формировавший гранодиоритовый плутон), в процессе дифференциации которого на определенной стадии отделяются магнезиальные растворы [1]. При взаимодействии метаморфизующих растворов с порфиритами и роговиками могла происходить и мобилизация магния в апикальной части интрузии. По мнению некоторых исследователей [1 и др.], более плотные породы кровли интрузива могли служить барьером для метаморфизующих растворов. Благодаря различной пористости на границе двух сред имело место «подпруживание» одних компонентов, коэффициент фильтрации которых мал, т. е. при формировании магнезиальных метасоматитов значительную роль играл фильтрационный эффект [4, 5, 6, 8 и др.].

Таким образом, формирование магнезиальных метасоматитов в контактовой области гранодиоритовой интрузии происходило в две последовательные стадии: раннюю (при нарастании температуры процесса) и позднюю (при снижении температуры). Стадийность контактового процесса и различный характер температурности среды и растворов (повышение и падение температурного градиента соответственно в магматическую и раннюю послемагматическую стадии) обусловили возникновение в метасоматических телах двух разновозрастных минераль-

рых ассоциаций (плагноклаз-пироксеновой и роговообманковой) и зональности.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Баженов. О роли ассимиляции и метасоматоза в формировании пород Иедыгемского интрузивного массива (Горный Алтай). Изв. Томск. политехн. ин-та, т. 120, 1962.
 2. А. И. Баженов. Особенности контактовых явлений, связанных с дайковыми породами основного, щелочного, среднего и кислого составов (на примере Элекмонарского интрузивного массива в Горном Алтае). Изв. Томск. политехн. ин-та, т. 127, вып. 1, 1964.
 3. А. Н. Винчелл и Г. Винчелл. Оптическая минералогия. Изд. ин. лит., 1953.
 4. В. А. Жариков и др. О различной скорости фильтрации анионов и катионов при просачивании растворов через тонкопористые фильтры. Докл. АН СССР, т. 14, № 1, 1961.
 5. Д. С. Коржинский. Фильтрационный эффект в растворах и его значение для геологии. Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1947.
 6. Д. С. Коржинский. Теория инфильтрационной метасоматической зональности. Изд. АН СССР, 1954.
 7. А. А. Моссаковский. Тектоническое развитие Минусинских впадин и их горного обрамления в докембрии и палеозое. Госгеолтехиздат, 1963.
 8. Л. Н. Овчинников и А. С. Шур. О фильтрационном эффекте при просачивании растворов через минеральные фильтры. Тр. Четвертого совещ. по эксперимент. минералогии и петрографии, вып. II, изд. АН СССР, 1953.
 9. Н. А. Фогельман и А. Е. Шабаловский. Условия локализации штокверковых месторождений в пределах Коммунарского рудного поля, на восточном склоне Кузнецкого Алатау. Тр. НИГРИзолота, № 21, 1956.
 10. А. И. Шабынин. О некоторых особенностях образования рудоносных скарнов в доломитовых контактах. Геол. рудн. м-ний, № 1, 1961.
-