

УДК 553.673 (470.5)

МИНЕРАЛОГИЯ ТАЛЬКОВО-КАРБОНАТНЫХ ПОРОД БАЖЕНОВСКОГО ОФИОЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА

Ю.В. Ерохин¹, В.А. Перевоицков, Ю.А. Соколов

¹Институт геологии и геохимии УрО РАН

Баженовский офиолитовый комплекс расположен непосредственно в черте г. Асбест (Свердловская область), а также в его окрестностях. На восточной окраине города располагаются карьеры одного из крупнейших в мире Баженовского месторождения хризотил-асбеста, вскрывающие ультраосновные породы комплекса. На современном эрозионном срезе Баженовский офиолитовый комплекс представляет собой полосу шириной 3,5-4 км, вытянутую в северо-северо-восточном направлении на 28 км. Имея, в общем, равномерную мощность, в комплексе местами наблюдаются пережимы и раздувы в интервале по обнаженной поверхности от 2 до 3 км. С запада и на крайнем юге к Баженовскому ультраосновному массиву примыкает габбровая интрузия, которая в северной части района прорывает толщу вулканогенных пород, а на юго-западе контактирует со сланцево-амфиболитовым комплексом, отделяющим ее от Адуйского гранитного массива. В строении габбровой интрузии принимают участие наибольшие тела габбро-диабазов, а также шпирсы пироксенитов и серпентинитов, расположенные вблизи контакта с ультраосновным массивом. Ширина интрузивной полосы габбро на большом протяжении колеблется в пределах 1,0-1,5 км. Баженовский дунит-гарцбургитовый массив достигает в длину 28 км при ширине от 1 км в средней, наиболее узкой части, до 3,5 км и более в северной части [1, 8]. Баженовский офиолитовый комплекс почти со всех окружен массивами гранитоидов. С востока он непосредственно граничит с позднеостроводужными габбро-диорит-плагиогранитным Рефтинским (S₂-D₁) и габбро-диорит-гранитным Некрасовским (D₂) комплексами [8]. С юга и юго-запада офиолитовое тело ограничено Каменским гранодиорит-адамеллитовым комплексом (C₁₋₂). С запада на небольшом удалении (около 2-3 км) выходят орогенные гранитоиды Мурзинско-Адуйского комплекса (C₃-P₁) в том числе Малышевский лейкогранитный массив (P₂) [1, 8].

Тальково-карбонатные породы широко распространены в пределах Баженовского офиолитового комплекса. Наиболее интенсивно оталькование гипербазитов проявилось на южном участке Баженовского месторождения хризотил-асбеста, где наблюдается контакт

с гранитоидами Каменского тоналит-гранодиоритового массива, а также в зонах тектонических нарушений. Развитие тальково-карбонатных пород отмечается как вдоль западного, так и восточного контактов гарцбургитового тела [1]. Незначительная часть метасоматитов встречается в самом гипербазитовом теле, обычно вокруг дайковых тел гранитоидов и диоритов. В целом можно сказать, что тальково-карбонатные породы контролируют тектонические зоны разломов (рис. 1), а также залежи ломкого хризотил-асбеста [9].



Рис. 1. Обнажение тальково-карбонатных пород в тектонической зоне. Восточный борт Центрального карьера Баженовского месторождения хризотил-асбеста.

Образование тальково-карбонатных пород напрямую связано со становлением гранитных интрузий, точнее с флюидным потоком от них (интенсивным притоком высокотемпературных углекислых растворов). На Баженовском офиолитовом комплексе реализуются несколько типов метасоматических колонок с участием тальково-карбонатных пород: 1. воздействие гидротермальных жил – кварц-карбонатная жила → тальково-карбонатная порода → талькит (стеатит) → оталькованный серпентинит → серпентинит → серпентинизированный гарцбургит (по [10]) 2. внедрение дайкового комплекса – диорит → хлоритизированный диорит → кварц-тальково-хлоритовая порода → кварц-тальково-карбонатная порода → тальково-карбонатная порода → антигоритовый серпентинит (рис. 2) 3. по зонам тектонических разломов – габбро-норит → хлоритит → тальково-хлоритовая порода → тальково-карбонатная порода → антигоритовый серпентинит (рис. 3). Иногда вокруг плагиогранитных будин в рассланцованных серпентинитах наблюдаются метасоматиты практически полностью карбонатного (доломитового) состава с небольшой примесью талька (рис. 4).

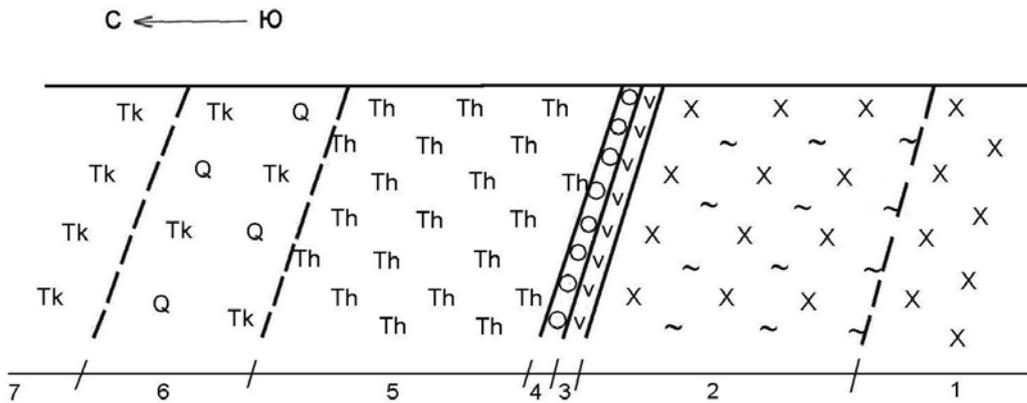


Рис. 2. Метасоматическая колонка, развитая на контакте с дайкой диорита. Мощность зоны не более 1 м. Восточный борт Центрального карьера Баженовского месторождения хризотил-асбеста. Условные обозначения: 1 – диорит, 2 – хлоритизированный и карбонатизированный диорит, 3 – тальково-хлоритовая порода с идиоморфными кристаллами доломита и кварца, 4 – тальково-хлоритовая порода с выщелоченным доломитом, 5 – тальково-хлоритовая порода, 6 – окварцованная тальково-карбонатная порода, 7 – тальково-карбонатная порода.

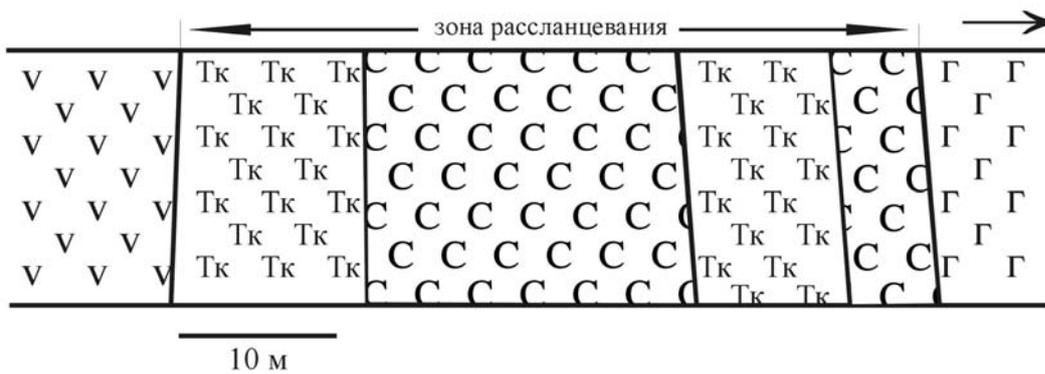


Рис. 3. Тектонический контакт габброидов с серпентинитами, по которому развиваются тальково-карбонатные и тальково-хлоритовые породы. Западный борт Центрального карьера Баженовского месторождения хризотил-асбеста. Стрелка указывает на север.

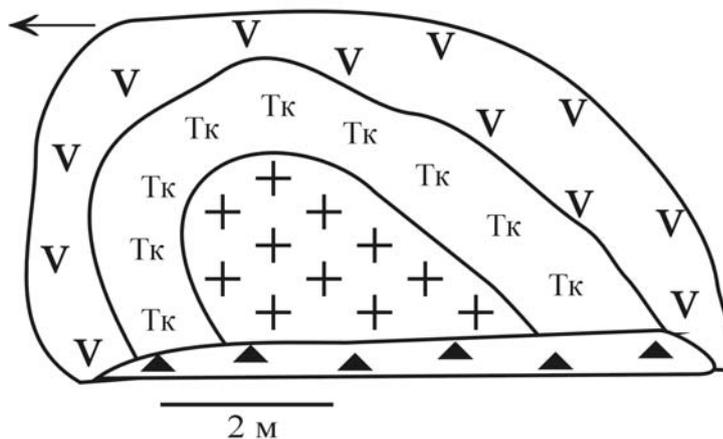


Рис. 4. Будина плагиогранитов с тальково-карбонатными породами в серпентинитах. Восточный борт Южного карьера Баженовского месторождения хризотил-асбеста. Стрелка указывает на север, треугольниками показана осыпь.

Минералогический состав тальково-карбонатных пород довольно однообразен, кроме таких главных минералов как тальк и карбонаты, часто наблюдаются амфибол, серпентин, кварц, хлорит, гранат, гематит, пирит и турмалин. В зависимости от преобладания того или иного минерала название тальково-карбонатных пород может усложняться.

Тальк. Является главным породообразующим минералом для тальково-карбонатных пород. Обычно выглядит как плотный скрытокристаллический агрегат, реже наблюдается в виде листоватой массы. В проходящем свете тальк бесцветен, оптически отрицателен, удлинение положительное, угасание прямое относительно спайности. Оптические свойства талька - по $N_g - 1,580$, по $N_p - 1,540$, $\Delta - 0,400$ [10]. По этим данным получается, что тальк содержит 4-5% минала миннесотаита.

Карбонаты. В тальково-карбонатных породах описывались – магнезит (брейнерит), доломит, кальцит и арагонит [2, 3, 9, 10].

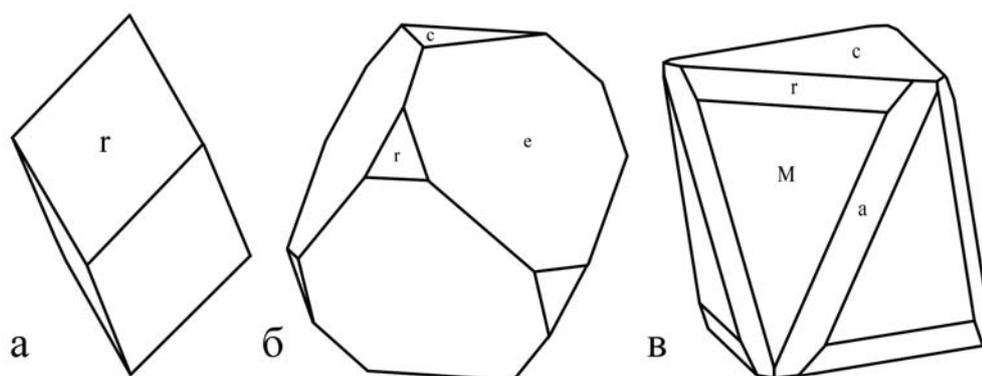


Рис. 5. Кристаллы карбонатов из тальково-карбонатных пород: а – магнезит, б – изометричный доломит, в – остроромбоэдрический доломит.

Магнезит является главным минералом в тальково-карбонатных породах и обычно образует метакристаллы. Ромбоэдрические кристаллы (рис. 5а) светло-желтого и белого цветов достигают 1 см. Огранка представлена основным ромбоэдром $r\{1011\}$. Грани ромбоэдра обычно неровные со следами растворения [2, 3]. Состав магнезита в тальково-карбонатных породах Баженовского комплекса достаточно однороден, содержание FeO варьирует в пределах 4-6 мас.%, только в тектонизированных тальково-карбонатных породах оно достигает 9 мас.% (табл. 1). В тальк-карбонат-хлоритовых породах расположенных на контакте с тальково-карбонатными породами магнезит уже содержит FeO до 11,5 мас.% (табл. 1).

Доломит достаточно часто встречается в тальково-карбонатных породах, хотя обычно образует прожилки не более 4-5 см мощностью. В этих прожилках среди пустот

Таблица 1

Химический состав карбонатов и гематита из тальково-карбонатных пород

	№	FeO	MnO	MgO	CaO	NiO	CoO	Сумма
4А	1-1	6.51	0.07	40.96	0.85	0.10	-	48.49
	1-2	5.26	0.06	43.08	0.27	0.06	-	48.73
	1-3-пр	1.34	0.10	21.44	29.16	-	-	52.04
	1-4-пр	1.57	-	21.24	28.98	-	-	51.79
5А	2-1	4.21	-	45.00	0.04	0.15	-	49.40
	2-2	100.58	-	0.38	-	-	0.11	101.07
	2-3	5.48	0.19	44.76	0.41	0.05	-	50.89
	2-4-пр	2.94	0.14	21.12	29.05	-	-	53.25
6А	3-1	5.06	0.06	44.50	0.09	0.09	-	49.80
	3-2	5.00	0.07	43.69	0.04	0.12	-	48.92
7А	4-1	11.05	0.34	40.11	0.09	-	-	51.59
	4-2	11.37	0.69	39.42	0.09	-	-	51.57
	4-3	10.70	0.43	39.91	0.11	-	-	51.15
	4-4	11.13	0.36	38.37	0.10	-	-	49.96
3А	5-1	5.93	0.06	43.99	0.66	-	-	50.64
	5-2	8.84	-	42.74	0.08	0.11	-	51.77
8Бж	6-1	7.16	0.26	16.67	29.26	-	-	53.35
	6-2	6.34	0.35	16.94	28.26	-	-	51.89
	6-3-пр	5.65	0.32	17.57	30.11	-	-	53.65
	6-4-пр	5.38	0.33	16.97	31.22	-	-	53.90

Примечание: микроанализатор JXA-733, аналитик Е.И. Чуринов; анализы даны в мас.%, полужирным текстом выделено трехвалентное железо, пр – прожилок; 1 – гематит-тальково-карбонатная порода (обр. 4А), 2 – тальково-карбонатная порода (обр. 5А), 3 – кварц-тальково-карбонатная порода (обр. 6А), 4 – тальк-карбонат-хлоритовая порода (обр. 7А), 5 – тектонизированная тальково-карбонатная порода (обр. 3А), 6 – тальково-карбонатная порода с турмалином (обр. 8Бж).

наблюдается изометричный доломит (рис. 5б). Морфология кристаллов представлена пинакоидом $c\{0001\}$ и ромбоэдрами $r\{1011\}$, $f\{0221\}$. Грани пинакоида содержат пирамидальные холмики роста (вицинали) имеющие одинаковый отблеск с гранями $f\{0221\}$. За исключением ромбоэдра $f\{0221\}$ все грани матовые. Кристаллы прозрачны, желтовато-коричневого цвета. Доломит обрастает псевдогексагональным бипирамидальным кварцем [2, 3]. Доломит больше характерен для других пород из метасоматической колонки с участием тальково-карбонатных метасоматитов. Так в кварц-карбонат-хлоритовых породах (рис. 2) доломит является главным породообразующим минералом. В кварцевых жилах секущих эту породу нами обнаружен остроромбоэдрический доломит (рис. 5в). В жилах мощностью до 5 см карбонат достигает 3 см по удлинению и находится в сростании с короткопризматическим кварцем. Кристалломорфологически карбонат выражен пинакоидом $c\{0001\}$, двумя ромбоэдрами

$\{1011\}$, $\{4041\}$ и узкими полосками гексагональной призмы $\{1120\}$. Грани $\{1011\}$ и $\{1120\}$ блестящие, без признаков растворения. Грани острейшего ромбоэдра носят следы регенерации. Цвет доломита коричневый, на плоскостях спайности - слабо-желтоватый [2, 3]. Химический состав доломита сильно варьирует по содержанию FeO от 1 до 7 мас.% (табл. 1). Наиболее железистые разновидности слагают матрицу тальково-карбонатных пород, а менее железистые представлены прожилками.

Чисто кальциевые карбонаты как кальцит и арагонит являются редкостью для тальково-карбонатных пород. Кальцит образует тонкие прожилки в матрице породы, а чаще всего определяется только рентгеноструктурными исследованиями как примесь в доломите. Видимо на момент образования тальково-карбонатных пород избыток кальция в системе (если он был) связывался в матрице доломита и при снижении температуры сбрасывался в виде самостоятельной фазы. Арагонит описывался только в одном случае как прожилок в тальково-карбонатной породе в ассоциации с шорломитом [9].

Гематит. Является типичным акцессорным минералом тальково-карбонатных пород, хотя местами его содержание достигает 5 об.%. Образует пластинчатые кристаллы по $[0001]$ размером до 1-2 см, какой-либо кристаллографической огранки не наблюдается. По данным химического анализа гематит (табл. 1) содержит примесь магния (до 0,4 мас.%) и кобальта (до 0,11 мас.%).

Магнезиорибекит. Амфибол встречен и описан как арфведсонит в 1962 году А.А. Спасским [11] среди тальково-карбонатной, слабо рассланцованной породы, которая образовалась вокруг даек кислого состава. Он установлен в южной части месторождения, в районе карьера 8д (ныне Южный карьер). Амфибол слагает до 25-40% породы за счет уменьшения содержания талька в интервале свыше 50 м (по скважине). Минерал представлен призматическими кристаллами размером до 0,8-1 мм в поперечнике при длине несколько сантиметров. Образует одиночные кристаллы и скопления в виде звездчатых или шестоватых агрегатов. Кристаллографически выделяются грани призмы $\{110\}$ и пинакоид $\{001\}$. Цвет - черный, в отдельных случаях с чуть заметным синеватым оттенком. Хорошо развита совершенная спайность по призме $\{110\}$ и менее заметна спайность по пинакоиду $\{010\}$. В шлифе наблюдается интенсивный плеохроизм: по Ng - желтовато-зеленый, по Nm - густо-фиолетовый, по Np - голубой. Схема абсорбции: $Nm > Np > Ng$, $cNp = 8^\circ$. Показатели преломления: Np 1,664; Nm 1,776; Ng 1,684; Δ 0,020. Химический состав: SiO₂ 53,89%; TiO₂ 0,11%; Al₂O₃ 1,45%; Fe₂O₃ 15,54%; FeO 2,39%; CaO 0,13%; MgO 15,05%; Na₂O 6,51%; K₂O 0,09%; Cr₂O₃ 0,65%; V₂O₅ 0,08%; NiO 0,11%; п.п.п. 4,19%; Сумма 100,19%. При этом, реальная формула амфибола выглядит так:

$(\text{Na}_{1,81}\text{K}_{0,02})_{1,83}(\text{Mg}_{3,22}\text{Fe}_{0,28}\text{Ca}_{0,02}\text{Ni}_{0,02})_{3,54}(\text{Fe}_{1,67}\text{Cr}_{0,07}\text{Al}_{0,12})_{1,86}[\text{Si}_{3,87}\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$. По данным химического состава и на основании новой классификации амфиболов [12], мы определили минерал как магнезиорибекит [4].

Шорломит. Обнаружен в керне скважины западного участка Северной залежи в 1966 году Н.Д. Соболевым и В.Я. Волочаевым [9]. Встречен в тальково-карбонатной породе мощностью 15 см в прожилке крупнозернистого карбоната. Рентгенографически карбонаты определяются как доломит (матрица тальково-карбонатной породы) и кальцит (прожилок). Гранат залегает внутри крупных кристаллов кальцита, где имеются вростки радиально-лучистого халцедона. Образует кристаллы 1,5-2 мм молочно-белого цвета с хорошо выраженными гранями. Химический состав граната: SiO_2 - 34,44%, Al_2O_3 - 0,47%, CaO - 39,20%, MnO - 0,06%, Fe_2O_3 - 2,47%, TiO_2 - 23,76%, сумма - 100,40%. Отсюда, реальная формула граната: $(\text{Ca}_{3,26}\text{Mn}_{0,01})_{3,27}(\text{Ti}_{1,98}\text{Al}_{0,04})_{2,02}[(\text{Si}_{2,87}\text{Fe}_{0,20})_{3,07}\text{O}_{12}]$. По недостатку катионов Si^{4+} можно предположить, что катионы Fe^{3+} замещают структурную позицию кремния. Спектральным анализом в незначительном количестве в гранате отмечаются медь и скандий. К гранатам с высоким содержанием титана относится шорломит, но он обычно содержит много Fe_2O_3 (входящего в позицию кремния и титана) и характеризуется черным цветом. Видимо, небольшое содержание железа, а также его вхождение только в позицию кремния обусловило белую окраску шорломита. Для большей достоверности находку минерала необходимо повторить.

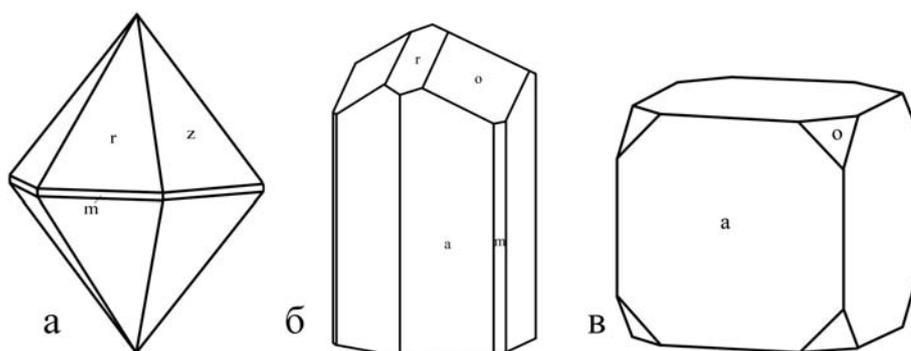


Рис. 6. Кристаллы кварца (а), турмалина (б) и пирита (в) из тальково-карбонатных пород.

Кварц. В тальково-карбонатных породах достаточно редок и обычно образует прожилки совместно с карбонатами и турмалином. Мощность жил варьирует от 1 мм до первых десятков см. В отдельных полостях крупных жил нами наблюдались бипирамидальные «высокотемпературные» кристаллы кварца (рис. 6а), нарастающие на изометричный доломит. В некоторых случаях слагает обильную вкрапленность в матрице

породы в виде округлых изометричных зерен. Количество кварца в метасоматите может варьировать от ничтожных количеств до 10-20%, соответственно при этом породы называются кварц-тальково-карбонатными.

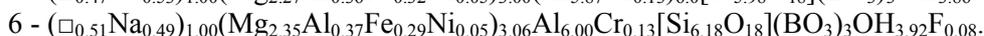
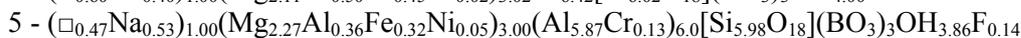
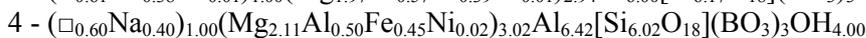
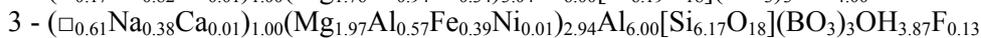
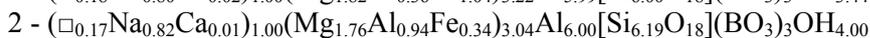
Турмалины. В 1995 году были обнаружены на каменном материале из коллекции Ю.А. Соколова и годом позже непосредственно в коренных выходах тальково-карбонатных пород [6, 7]. Наиболее представительные скопления турмалина наблюдались нами в пределах контакта габбро с серпентинитами, где ультрамафиты интенсивно оталькованы (рис. 3). Тальково-карбонатные породы обычно тектонизированы вдоль контакта. Отмечаются небольшие выделения турмалина в виде отдельных иголок в дайках гранитоидов.

Таблица 2

Химический состав турмалинов из тальково-карбонатных пород

№	серый		голубой		зеленый	
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	35.33	37.92	38.13	35.46	37.01	37.16
Al ₂ O ₃	35.14	36.04	34.37	34.54	32.74	32.49
Cr ₂ O ₃	0.10	0.03	0.01	-	0.98	1.02
FeO	2.49	2.51	2.86	3.13	2.34	2.11
NiO	0.19	0.02	0.09	0.12	0.40	0.37
MgO	7.17	7.16	8.20	8.36	9.49	9.48
CaO	0.09	0.07	0.03	0.02	0.02	0.02
Na ₂ O	2.43	2.61	1.09	1.21	1.62	1.48
F	1.36	-	0.25	-	0.29	0.14
Сумма	84.29	86.38	85.01	82.84	84.89	81.25
Миналы						
дравит	38	40	5	8	26	24
магнезиофойтит	18	17	61	60	47	51
шерлит	10	11	13	15	11	9
оленит	32	31	20	16	12	12
увит	2	1	1	-	-	-
хромдравит	-	-	-	-	3	3

Примечание: ИМин, JXA-733, аналитик Е.И. Чурин, в мас.%; 1-4 - с контакта габбро с серпентинитами, 5-6 - из тальк-карбонатной породы вблизи гранитной дайки; 1-2 - дравит, 3-6 - магнезиофойтит.



В тальково-карбонатных породах турмалин образует мономинеральные (иногда совместно с кварцем) прожилки мощностью до 2 см. Часто наблюдается в самой матрице

метасоматитов в виде отдельных индивидов, размером меньше 4-5 мм. Сами прожилки окаймлены доломитовой оторочкой светло-коричневого цвета, в которой наблюдаются небольшие щелевидные полости (шириной до 2-3 мм) инкрустированные ромбодрическим доломитом и турмалином. Кристаллы боросиликата достигают в длину 5 мм и огранены тригональными пирамидами – $r\{1011\}$, $o\{0221\}$, тригональными призмами – $a\{1120\}$, $m\{0110\}$ и моноэдром – $c\{0001\}$ (рис. 6б). Состав турмалина и его кристаллохимические формулы приведены в таблице 2 (ан. 1, 2). Из нее видно, что он относится к дравитам с высоким содержанием оленитового минала (здесь вполне применим термин «дравит-олениты»). Количество минала магнезиофойтита достигает 20%, а шерлита – 11%. Дифрактограмма минерала полностью соответствует эталону дравита из ASTM (card 14-76). ИК-спектр дравита показал следующие полосы поглощения: 405, 480, 680, 760, 960, 1020, 1250, 1400, 3490, 3780 см^{-1} (рис. 7), что характерно для его эталонной кривой.

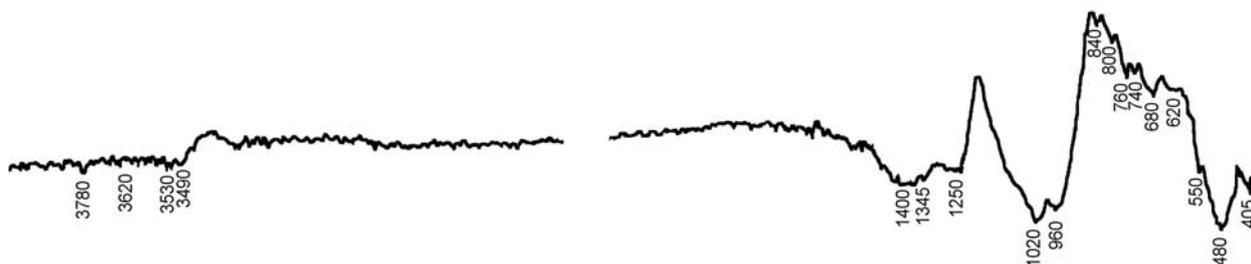


Рис. 7. ИК-спектр турмалина из тальково-карбонатных пород (SPECORD 75-IR, Институт металлургии УрО РАН, аналитик О.Б. Яковлев).

Магнезиофойтиты от дравитов визуально отличаются голубой и зеленой окраской. Голубой магнезиофойтит встречается в крупных кварцевых жилах (мощностью до 10 см) среди тальково-карбонатных пород, где образует длиннопризматические и игольчатые индивиды. Толщина турмалина в гексагональном сечении не превышает 2-3 мм. В ассоциации с ним отмечался карбонат (определялся по отпечаткам в кварцевой матрице). Для кристаллов турмалина был определен показатель преломления на столике Фекличева (ППМ): $N_o = 1.648$, $N_e = 1.603$, $\Delta = 0.045$. По данным пересчета химического состава турмалин на 60% состоит из магнезиофойтита, благодаря крайне низкому содержанию

Таблица 3

Химический состав (в вес.%) тальк-карбонатных пород

№	1	2	3	4	5	6	7	8
	8Бж	3А	4А	5А	6А	9А	7А	13Бж
SiO ₂	37.12	28.09	38.82	46.86	50.90	45.81	31.83	37.41
TiO ₂	0.14	0.01	-	0.05	0.01	0.35	0.29	0.12
Al ₂ O ₃	11.80	1.22	0.87	1.04	1.11	11.91	15.02	5.05
Fe ₂ O ₃	2.14	0.75	2.99	0.66	0.18	2.78	3.05	1.44
FeO	2.87	5.39	2.15	3.95	2.51	5.74	4.06	3.64
MnO	0.17	0.12	0.08	-	-	0.15	0.04	0.12
MgO	9.12	30.31	30.53	25.86	25.64	8.46	29.44	14.40
CaO	15.46	1.51	3.56	0.59	0.20	6.65	0.89	25.80
Na ₂ O	1.12	-	-	-	-	5.23	0.34	-
K ₂ O	0.29	0.01	-	0.03	0.03	3.29	0.01	-
P ₂ O ₅	0.07	-	0.01	-	-	0.04	0.07	0.04
п.п.п.	20.23	32.85	21.07	21.03	19.64	9.57	15.31	22.12
Сумма	100.60	100.52	100.25	100.23	100.35	100.02	100.37	100.03

Примечание: анализы выполнялись в хим. лаборатории ИГГ УрО РАН; 1 – тальково-карбонатная порода с турмалином, зап. борт Центрального карьера, 2 – тектонизированная тальково-карбонатная порода, зап. борт Центрального карьера, 3-4 – тальково-карбонатные породы, вост. борт Центрального карьера, 5 – кварц-тальк-карбонатная порода, вост. борт Центрального карьера, 6 – тальково-карбонатная порода, вост. борт Южного карьера, 7 – тальк-карбонат-хлоритовая порода, вост. борт Центрального карьера, 8 – тальково-карбонатная порода, вост. борт Центрального карьера.

натрия и кальция, не более 1,2 мас.% (табл. 2, ан. 3, 4). Зеленый магнезиофойтит встречается в кварцевых прожилках среди тальково-карбонатных породах развитых вокруг гранитоидных даек. Нами он обнаружен в восточной части Центрального карьера, где наблюдается большое количество таких даек. Турмалин слагает небольшие иголки, достигающие в длину не более 2-3 мм. Зеленый цвет минерала обусловлен высоким содержанием окиси хрома (до 1 мас.%), что выразилось появлением хромдравитового минала до 3%. По данным пересчета химического состава (табл. 2, ан. 5, 6) турмалин можно относить к магнезиофойтит-дравитам, содержание дравитового минала не превышает 26%, а магнезиофойтита достигает 51%.

Вообще магнезиофойтит можно охарактеризовать как глиноземистый безщелочной дравит. Его недавнее утверждение комиссией ММА (в 1998 году) вынуждает пересматривать уже существующие опубликованные данные по турмалинам. Многие дравиты из ультраосновных и основных пород в этой связи попадают в поле магнезиофойтита. Вполне возможно магнезиофойтит будет являться типоморфным турмалином для ультрамафитов, так как в них крайне низкие содержания щелочных элементов.

Пирит. Отмечался нами в талькитах и тальково-карбонатных породах Баженовского офиолитового комплекса. Наиболее крупные скопления пирита наблюдались в талькитах на восточном борту Центрального карьера, где он образует вкрапленность до 10 об.%. Сульфид представлен метакристаллами с комбинацией гексаэдра – $a\{100\}$ и октаэдра – $o\{111\}$. Последний находится в сильно подчиненном положении, вплоть до полного исчезновения (рис. 6в). На гранях куба отмечается комбинационная штриховка, вызванная совместным ростом гексаэдра с пентагондодекаэдром. Размер индивидов достигает 1-2 см. Значительная часть пирита уже преобразована в лимонитовые псевдоморфозы.

Как реликтовые минералы в тальково-карбонатных породах отмечаются антигорит и клинохлор. Они интенсивно замещаются тальком. Описание этих минералов как породообразующих для серпентинитов и некоторых метасоматитов дано во многих работах [1, 9, 10], поэтому мы на них останавливаться не будем.

Для петрохимической характеристики Баженовских тальково-карбонатных пород нами изучались как собственные образцы (табл. 3), так и литературные данные [5, 9, 10]. Любые изменения в петрохимии тальково-карбонатных пород хорошо коррелируются с их минеральным составом. Так, например, чем выше в породе SiO_2 (читай талька), тем меньше потерь при прокаливании (т.е. карбоната). Интервал вариаций кремнезема на Баженовском комплексе составляет от 20% до 55%. Классические тальково-магнезитовые породы лежат в интервале 30-40%, а тальково-доломитовые находятся в интервалах 20-30% и 40-55%. Содержание глинозема обычно не превышает 2-3 вес.% и находится в прямой зависимости от кремнезема (т.е. при увеличении SiO_2 повышается Al_2O_3). Это значит, что весь глинозем связан в силикатах. Количество Fe_2O_3 не зависит от каких-либо других компонентов и достигает 7-8 вес.%, значит все окисное железо представлено гематитом. Содержание MgO колеблется от 22 до 35% и имеет обратную зависимость по отношению к CaO . Количество последнего иногда достигает 24 вес.%, а обычно не более 10-11%. Для наглядного разделения тальково-магнезитовых и тальково-доломитовых пород можно использовать график распределения CaO относительно SiO_2 . На графике две породы дают различные тренды по мере увеличения кремнезема примерно от 30 вес.% (рис. 8). Четко видно, что при повышении SiO_2 в тальково-магнезитовых породах растет содержание CaO до 2,5 вес.%. Интересно, что с понижением SiO_2 от 30% в тальково-карбонатных породах растет содержание доломита (т.е. метасоматиты с преобладающим карбонатом будут исключительно доломитовые).

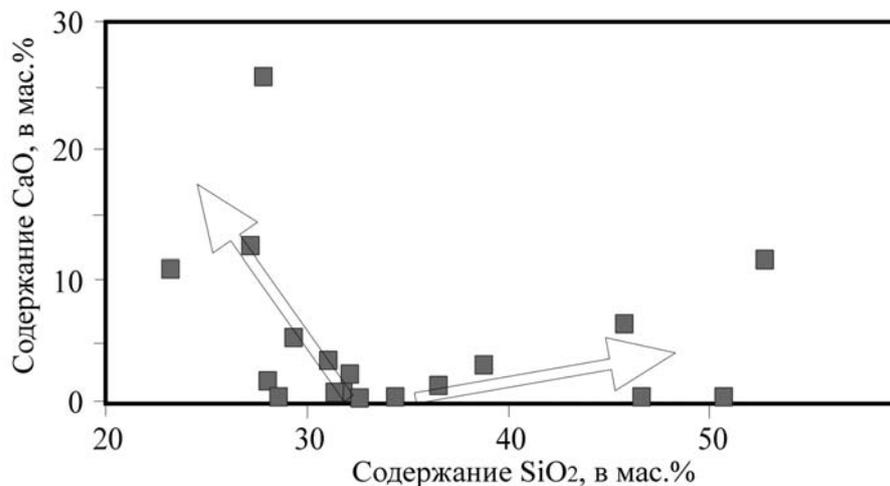


Рис. 8. Отношение между содержаниями SiO_2 и CaO в тальково-карбонатных породах Баженовского офиолитового комплекса. Стрелками показаны тренды зависимостей.

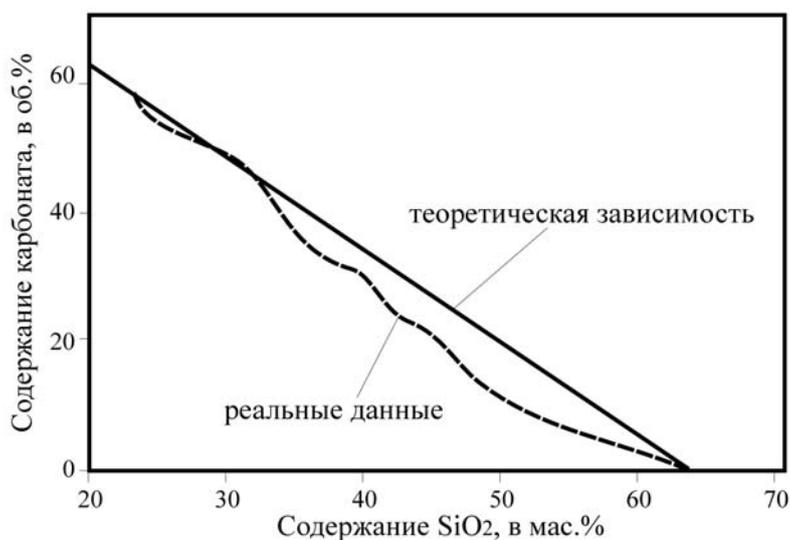


Рис. 9. Отношение между содержаниями SiO_2 и карбоната в тальково-карбонатных породах.

В результате петрохимических исследований для Баженовских тальково-карбонатных пород появилась возможность графического определения содержания карбоната. При петрохимических пересчетах мы наблюдали обратную зависимость потерь при прокаливании по отношению к кремнезему. В принципе потери при прокаливании в подавляющем своем объеме представлены углекислым газом из карбонатов. Небольшим количеством воды из талька в данном случае можно пренебречь. Таким образом, график будет представлять обратную зависимость между карбонатом и кремнеземом. Если такой график привести с конечными содержаниями талька и карбоната, то зависимость будет прямолинейной, но при вынесении реальных данных она соответствует логнормальному

закону (рис. 9). При сравнении графика с реальными данными получилось расхождение не более 5-10% карбоната. Видимо, сказывается примесь других минералов в тальково-карбонатной породе. Построенный график позволяет экспрессно определять содержание карбоната в тальково-карбонатных породах на основании химического анализа.

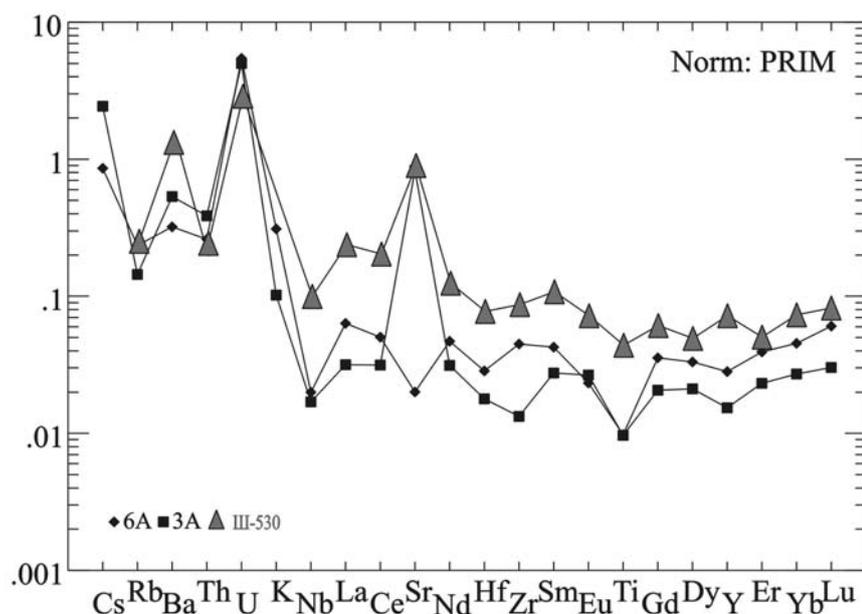


Рис. 10. Спайдер-диаграмма, нормированная по составу примитивной мантии, для тальково-карбонатных пород. Условные обозначения: 3А – тектонизированная тальково-карбонатная порода, западный борт Центрального карьера, 6А – кварц-тальково-карбонатная порода, восточный борт Центрального карьера, Ш-530 – тальково-карбонатная порода, Шабровское месторождение тальково-магнезитового камня, карьер «Старая линза».

Геохимические характеристики тальково-карбонатных пород Баженовского офиолитового комплекса (по данным ICP-MS) достаточно устойчивы, правда, исследование проводилось только в метасоматитах с преобладающим магнезитом. Вполне возможно тальково-доломитовые породы будут характеризоваться другими геохимическими чертами. В целом, спайдер-диаграмма тальково-магнезитовых пород содержит ряд отрицательных аномалий по титану, цирконию, гафнию, ниобию, рубидию и положительных – по урану и барию (рис. 10). Интересно, что меланжированные метасоматиты резко выделяются высокими содержаниями стронция, в то время как нормальные тальково-магнезитовые породы имеют отрицательную аномалию по стронцию. Аналогичное распределение имеют тальково-магнезитовые породы Шабровского рудного поля (рис. 10).

Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ (грант № НШ-85.2003.5).

Литература

1. *Баженовское месторождение хризотил-асбеста* / Под ред. К.К. Золоева и др. М.: Недра, 1985. 271 с.
2. *Ерохин Ю.В.* Кристалломорфология карбонатов Баженовского месторождения хризотил-асбеста // Материалы Уральской летней минералогической школы - 1997, УГГГА, Екатеринбург, 1997. С. 181-183.
3. *Ерохин Ю.В.* Кристалломорфология минералов Баженовского месторождения хризотил-асбеста // Уральский геологический журнал. 1998. № 2. С. 23-33.
4. *Ерохин Ю.В.* Амфиболы Баженовского месторождения хризотил-асбеста // Уральский геологический журнал. 1998. № 3. С. 52-59.
5. *Ерохин Ю.В., Перевоицков В.А.* Петрохимия тальк-карбонатных пород Баженовского месторождения // Тезисы докладов Международной научной конференции (VI чтения А.Н. Заварицкого). Екатеринбург: УрО РАН, 2000. С. 42-43.
6. *Ерохин Ю.В., Шагалов Е.С.* Дравит из Баженовского месторождения хризотил-асбеста // Металлогения древних и современных океанов. Информационные материалы. Миасс: ИМин УрО РАН, 1997. С. 242-244.
7. *Ерохин Ю.В., Шагалов Е.С.* Борсодержащие минералы Баженовского месторождения хризотил-асбеста // Известия Уральской государственной горно-геологической академии. Серия: геология и геофизика, 1998. Вып. 8. С. 56-58.
8. *Минералогия родингитов Баженовского месторождения хризотил-асбеста.* Екатеринбург, УГГГА, 1996. 96 с.
9. *Соболев Н.Д., Волочаев В.Я.* Петрография и генезис ломкого хризотил-асбеста. М.: Недра, 1966. 80 с.
10. *Соколова Л.А.* Петрография пород района Баженовского месторождения хризотил-асбеста и некоторые вопросы метаморфизма этих пород // Тр. ИГЕМ АН СССР, 1960. Вып. 47. С. 2-43.
11. *Спасский А.А.* О находке арфведсонита в породах Баженовского габбро-перидотитового массива // Зап. ВМО, 1962. Ч. 91. Вып. 1. С. 112-116.
12. *Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names* // Canad. Mineral. 1997. Vol. 35. P. 219-246.