

О СТИЛЬПНОМЕЛАНЕ БАЖЕНОВСКОГО ОФИОЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Ю.В. Ерохин, Е.С. Шагалов

Стильпномелан был описан на Баженовском месторождении хризотил-асбеста в метаплагиогранитах в 1995 году [Барсукова и др., 1995]. Из диагностических признаков для минерала приводились только оптические и микроскопические данные. Мы проанализировали их и стало очевидно, что описанный минерал соответствует гидробиотиту. Данная работа исправляет возникшее недоразумение, приводя детальное исследование стильпномелана, обнаруженного нами в 1997 г. в центральном карьере Баженовского месторождения.

В Баженовском офиолитовом комплексе стильпномелан обнаружен в дайках измененных плагиогранитов, рвущих гипербазитовый массив. Наиболее представительные скопления он образует в крупной дайке метаплагиогранитов, мощностью до 70-80 м, среди серпентинитов Северного карьера (восточный борт). Схематический разрез тела от центра к краю выглядит следующим образом: плагиограниты с ксено-

литами диорита → родингиты с ксенолитами измененного диорита → родингиты с линзами антигоритового серпентинита → антигоритовый серпентинит → лизардитовый серпентинит. Содержание ксенолитов диорита в плагиограните достигает 40 об.%. Минеральный состав диорита представлен альбитом и амфиболом, т.е. первичные минералы полностью замещены при метаморфизме или метасоматозе. Родингитовая оторочка сложена тонкозернистым агрегатом диопсида и гроссуляра, местами с небольшим количеством клиноцоизита. Родингитизация дайки могла происходить при ее постепенном остывании на контакте с серпентинитами [Иванов и др., 2000].

Плагиогранит в результате метаморфических преобразований перешел в кварц-плагиоклазовую породу с небольшим содержанием амфибола, стильпномелана и хлорита. Общее содержание темноцветов в метаплагиограните не превышает 20 об.%. Плагиоклаз образует

таблитчатые индивиды размером до 0,5 см, в некоторых наблюдаются простые и полисинтетические двойники по альбитовому закону. Обычно интенсивно замещен соссюритовым (среди которого проглядывают идиоморфные зерна цоизита с аномальной синей окраской) и серицитовым агрегатом. Химический состав плагиоклаза соответствует альбиту (табл. 1, ан. 1) с содержанием анортитовой молекулы не более 7 %. Вокруг зерен плагиоклаза располагается гранулированный агрегат кварца, где размер индивидов не превышает 0,3 мм. В целом плагиоклазы как бы «плавают» среди мелкозернистого кварца. Амфибол образует две генерации среди кварцевого агрегата в виде короткопризматических кристаллов и волосовидных фибролитоподобных скоплений. Кристаллы достигают 1-2 мм в длину и имеют типичные для амфиболов ромбовидные сечения. Они прозрачны, обладают слабым плеохроизмом в светло-коричневых тонах, иногда наблюдаются включения прозрачных высокорельефных минералов, вокруг которых плеохроизм усиливается и приобретает сине-зеленые тона. Включения, видимо, содержат радиоактивные компоненты и могут являться ортитом или цирконом. Химический

состав амфиболов первой генерации относит их к ферротремолитам (табл. 1, ан. 3, 4). Определение минерального вида приводилось по данным последней классификации амфиболов [Nomenclature..., 1997]. Кое-где удалось отметить зональность в индивидах: от центра к краю падает содержание кремния, марганца, натрия, кальция и растет железо, магний. Глинозем в первой генерации не обнаружен и, видимо, к краю зерен, где содержание кремния падает, его позиции заполняются железом; это же объясняет, почему к краю также растет количество магния. Амфибол второй генерации нарастает на первую с сохранением общей ориентировки, причем основная часть волосовидных агрегатов концентрируется на концах призматических кристаллов. Некоторые агрегаты располагаются среди кварца в виде отдельных снопов и волос. По данным химического состава, этот амфибол также относится к ферроактинолитам (табл. 1, ан. 5), но с некоторыми отличиями. В нем отсчитывается присутствие глинозема (до 2 %) и повышенное содержание натрия до 1%.

Хлорит образует неправильные скопления, обычно вокруг пластинчатого рудного минерала (ильменит?). С анализатором минерал

Таблица 1

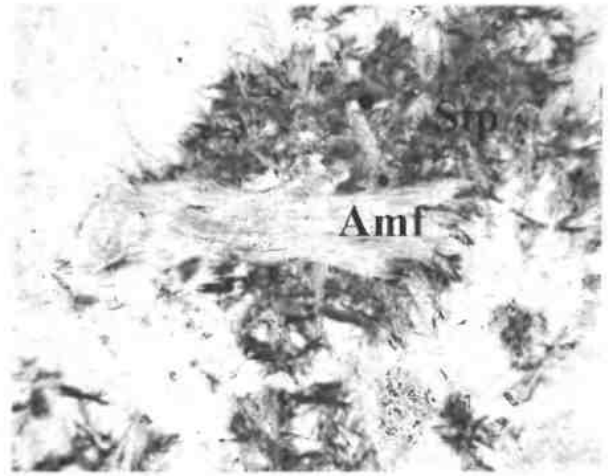
Химический состав минералов (мас.%) из метаплагиогранитов

NN	1	2	3	4ц	4пр	4кр	5
SiO ₂	66,55	26,60	54,29	55,59	55,20	53,25	54,85
Al ₂ O ₃	19,53	20,01	-	-	-	-	1,81
Cr ₂ O ₃	-	0,15	-	-	-	-	-
FeO	0,10	27,77	21,02	18,62	20,41	22,39	19,05
MnO	-	0,25	0,32	0,29	0,37	0,30	0,24
ZnO	-	0,13	-	-	-	-	-
MgO	-	12,14	8,46	9,79	8,99	10,89	8,61
CaO	1,41	-	12,58	12,88	12,78	11,31	12,36
K ₂ O	0,07	-	0,06	0,12	0,05	0,11	0,08
Na ₂ O	11,34	-	0,25	0,26	0,26	0,16	0,93
Сумма	98,99	87,05	96,97	97,55	98,06	98,41	97,93
Формульные единицы							
Si	2,94	2,90	8,16	8,22	8,19	7,95	8,08
Al	1,02	2,57	-	-	-	-	0,32
Cr	-	0,01	-	-	-	-	-
Fe ²⁺	-	2,52	3,06	2,30	2,53	2,80	2,35
Mn	-	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03
Mg	-	1,97	1,93	2,16	1,99	2,42	1,89
Ca	0,07	-	2,02	2,04	2,03	1,81	1,95
K	-	-	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
Na	0,97	-	0,09	0,08	0,08	0,05	0,27

Примечание. 1 – альбит, 2 – шамозит, 3, 4 – крупные индивиды ферроактинолита (1 генерация), 5 – игольчатый ферроактинолит (2 генерация). Микроанализатор JXA-5, аналитик Е.С. Шагалов.

Рис. Радиально-лучистые агрегаты стильпномелана (Stp) с ферротремолитом (Amf) в метаплагиогранитах.

Размер поля по горизонтали – 2 мм. Без анализатора.



имеет зеленовато-серую окраску первого порядка, без анализатора окрашен в темно-зеленый цвет. Некоторые скопления достигают 2-3 мм. Химический состав хлорита соответствует магнезиальному шамозиту (табл. 1, ан. 2) и пересчитывается на миналы шамозита – 50%, клинохлора – 40%, донбасита – 9% и пеннантита – 1%.

Стильпномелан является самым поздним темноцветным минералом. Он обрастает ферротремолит всех генераций и скопления шамозита (рис.). В массе минерал выглядит бронзово-коричневым, в шлифе плеохроирует от коричневого-красного до оранжевого. В основном

слагает агрегаты, состоящие из трех расщепленных индивидов, сросшихся друг с другом под углом в 60°. Расщепление придает агрегатам радиально-лучистый облик (рис.). При внимательном рассмотрении видно, что сферолиты стильпномелана представляют собой тройники прорастания (предположительно по направле-

Таблица 2

Химический состав стильпномелана (мас.%) из метаплагиогранитов

NN	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	51,16	47,80	48,15	49,29	47,67	32,09	48,03
TiO ₂	-	-	-	-	-	3,03	0,23
Al ₂ O ₃	4,59	4,16	4,35	4,56	4,21	15,35	6,48
Cr ₂ O ₃	0,36	-	-	-	-	0,35	-
Fe ₂ O ₃	-	4,58	3,87	2,05	4,66	3,16	4,12
FeO	32,40	26,97	28,04	30,11	27,73	24,83	22,88
MnO	0,41	0,39	0,39	0,42	0,42	0,38	2,67
ZnO	0,01	-	-	-	-	0,08	-
MgO	8,37	7,86	8,21	8,02	8,35	6,74	4,94
CaO	0,24	0,38	0,38	0,30	0,31	0,21	0,83
K ₂ O	0,48	1,57	0,95	0,72	1,00	3,02	0,83
Na ₂ O	0,10	0,15	0,15	0,07	0,12	0,45	-
Сумма	98,14	93,87	94,44	95,54	94,48	90,04	91,01
Формульные единицы рассчитаны на 120 катионов							
Si	65,50	61,23	61,69	63,15	61,08	42,11	64,00
Ti	-	-	-	-	-	3,00	0,24
Al	6,92	6,31	6,54	6,85	6,38	23,74	10,16
Cr	0,38	-	-	-	-	0,32	-
Fe ³⁺	-	4,46	3,77	2,00	4,54	3,15	4,18
Fe ²⁺	34,62	28,85	30,00	32,23	29,69	27,29	25,54
Mn	0,46	0,38	0,38	0,46	0,46	0,39	3,05
Mg	16,00	15,00	15,69	15,31	15,92	13,17	9,88
Ca	0,31	0,54	0,54	0,38	0,46	0,32	1,20
K	0,77	2,54	1,54	1,15	1,62	5,05	1,45
Na	0,23	0,38	0,38	0,15	0,31	1,18	-

Примечание. 1-5 – стильпномелан из Баженовских метаплагиогранитов, 6 – гидробиотит (по [Барсукова и др., 1995]), 7 – ферростильпномелан (по [Stilpnomelane]). Микроанализатор JXA-5, аналитик Е.С. Шагалов.

нию [031]). Часто встречаются двойники прорастания по такому же закону двойникования, но образующие X-образные сростки. Химический состав минерала достаточно устойчивый (см. табл. 2). Расчет формулы стильпномелана проводился на 120 катионов [Dunn et. al., 1984]. Содержание глинозема в минерале не превышает 5 мас.%, что как раз характерно для группы стильпномелана (по литературным данным не более 7-10 мас.%). Ранее описанный на Баженовском месторождении минерал под видом «стильпномелана» содержит более 15 мас.% алюминия [Барсукова и др., 1995; Минералогия..., 1996], что позволяет относить его к гидратированному биотиту (см. табл. 2, ан. 6). В пользу этого говорит большое количество титана и калия – до 3 мас.% в химическом анализе. Изученный нами стильпномелан содержит калия не более 1,6 мас.% (табл. 2, ан. 1-5), что хорошо согласуется с эталонными данными [Stilpnomelane] (табл. 2, ан. 7). Расчетное количество окисного железа в минерале не превышает 4,5 мас.% (определено по дефициту алюминия в позиции кремния), и это позволяет нам определить его как ферростильпномелан. Истинное содержание трехвалентного железа в минерале можно установить только мессбауэ-

р-методом. Для ферростильпномелана характерно присутствие магнетита (MgO до 8,5 мас.%) и небольшое количество марганца (MnO до 0,4 мас.%), что можно использовать в качестве типоморфного признака для ферростильпномеланов офиолитовых комплексов, для этого нами были просмотрены составы стильпномеланов из различных геодинамических обстановок [Кольская..., 1984; Сорока и др., 2003; Иванов, 1997].

Выделенная нами монофракция стильпномелана из метаплагиогранитов была исследована на дифрактометре ДРОН-2.0 (УГГГА, аналитик Н.Г. Сапожникова). Рентгеновская картина минерала и рассчитанные параметры элементарной ячейки показали полное соответствие эталону из ASTM (card 29-703) (см. табл. 3).

Стильпномелан – характерный минерал низкоградных метаморфитов, устойчив при относительно низких температурах, низких и умеренных давлениях. Обычно встречается в породах, метаморфизованных в условиях пренит-пумпеллиитовой фации. Скопления стильпномелана в Баженовских метаплагиогранитах позволяют уверенно относить их к метаморфическим породам этой фации. Время образования метаморфитов пренит-пумпеллиитовой фации,

Таблица 3
Рентгеноструктурные данные стильпномелана из метаплагиогранитов

стильпномелан, ASTM (card 29-703)			образец	
d, Å	I	hkl	d, Å	I
12,3	100	001	12,6	100
7,14	20	10-2	7,16	50
6,26	50	002	6,19	40
5,42	40	22-2	-	-
4,68	40	04-3, 4-41	4,64	10
4,36	20	04-4, 40-3	-	-
-	-	-	4,24	45
4,16	100	003	4,13	45
3,76	10	-113	-	-
3,61	40	103, 01-4	3,56	38
3,36	30	10-4, 013	3,34	88
3,12	60	004	3,10	35
2,98	10	-	-	-
2,69	70	44-5	2,66	25
2,55	100	44-6	2,55	30
2,48	20	005	2,44	20
2,345	50	44-7	2,34	15
$a_0=21,724, b_0=21,724, c_0=17,740,$ $\alpha 124^\circ 14' \gamma 95^\circ 86' \beta 120^\circ 00'$			$a_0=19,38\pm 0,06, b_0=20,29\pm 0,08, c_0=17,94\pm 0,08,$ $\alpha 128^\circ 36' \gamma 95^\circ 97' \beta 113^\circ 33'$	

Примечание. ДРОН-2.0, УГГГА, аналитик Н.Г. Сапожникова; наличие пика 4,24 и завышенное отражение 3,34 показывает примесь кварца в пробе.

а, следовательно, и стильномелана связывается с флюидным потоком, сопряженным со становлением раннекарбонатового Каменского гранодиоритового комплекса [Минералогия..., 1996]. На основании К-Аг датирования Баженовских метаплагиогранитов, нами был получен нижнепермский возраст – 269 ± 8 млн лет (ИГГ УрО РАН, аналитик Б.А. Калеганов) и, возможно, образование стильномелана надо связывать со становлением Адуйского гранит-лейкогранитного комплекса (его возраст, по данным калий-аргонового и рубидий-стронциевого анализа, равняется 245-260 млн лет [Левин и др., 2000]).

Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ (грант НШ-85.2003.5).

Список литературы

Барсукова Н.С., Гекимянц В.М., Спиридонов Э.М. Стильномелан из метаплагиогранитов среди серпентинитов Баженовского массива, Средний Урал // Материалы Уральской летней минералогической школы. Екатеринбург: УГГГА, 1995. С. 34.
Иванов К.С., Смирнов В.Н., Ерохин Ю.В. Тектоника и магматизм коллизионной стадии (на примере Среднего Урала). Путеводитель геологических экскурсий. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 133 с.

Иванов О.К. Минеральные ассоциации Сарановского хромитового месторождения. Екатеринбург: УГГГА, 1997. 123 с.

Кольская сверхглубокая. М.: Недра, 1984. 490 с.

Левин В.Я., Мормиль С.И., Ласковенков А.Ф. и др. Геология и минерогения редкометальных гранитных пегматитов Адуйского рудного поля // Геология и металлогения Урала / Ежегодник-1999. Екатеринбург: Департамент природных ресурсов уральского региона, ОАО УГЭС, 2000. С. 108-151.

Минералогия родингитов Баженовского месторождения хризотил-асбеста. Екатеринбург: УГГГА, 1996. 96 с.

Сорока Е.И., Леонова Л.В., Ерохин Ю.В. и др. Стильномелан в кислых породах Приполярного Урала // Материалы IV-го Всероссийского совещания «Минералогия Урала-2003». Том 2. Минералогия месторождений и руд Урала. Физика минералов. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. С. 134-137.

Dunn P.J., Peacor D.R., Simmons W.B. Lennilenapeite, the Mg-analogue of stilpnomelane, and chemical data on other stilpnomelane species from Franklin, New Jersey // Can. Mineral. 1984. Vol. 22. P. 259-263.

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.

Stilpnomelane // Mineral data publishing. Mineralogical Society of America / www.minsocam.org.