

М.Е. ЯКОВЛЕВА

## О ШЕРЛЕ ИЗ ГРАНИТОВ ПОСЕЛКА КОЛЫВАНЬ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

В двух километрах к востоку от поселка Колывань Алтайского края расположена каменоломня турмалиновых гранитов, используемых Колыванской камнеобрабатывающей фабрикой.

Турмалиновые граниты образуют развал глыб на площади около 150 X 25 м. О форме гранитного тела сказать трудно, но, по всей вероятности, оно представлено штоком. Вмещающими породами являются сильно разрушенные, превращенные в дресву крупнозернистые роговообманково-биотитовые гранодиориты, один из контактов с которыми вскрыт каменоломней.

Турмалиновые граниты среднезернистые, лейкократовые, с характерным пятнистым обликом, обусловленным скоплениями зерен черного турмалина — шерла, резко выделяющегося на светлом кварц-полевошпатовом фоне. Скопления турмалина имеют лапчатые очертания и размеры до 3 см в диаметре. Величина отдельных зерен в скоплениях не превышает 4 мм (рис. 1).

В контакте с вмещающими гранодиоритами турмалиновые граниты переходят в плотные тонкозернистые гранит-порфиры с редкими вкрапленниками кварца. По мере удаления от контакта количество вкрапленников возрастает и среди них, кроме кварца, появляются полевые шпаты и биотит. Увеличивается размер зерен основной массы гранит-порфиров, которые постепенно переходят в среднезернистые турмалиновые граниты. В последних черный турмалин — шерл обнаруживается также иногда в виде сноповидных сростков размером до 12 см в длину. Сростки очень хрупкие — легко рассыпаются на тончайшие иголки черного цвета.

Турмалиновые граниты под микроскопом характеризуются неравномерной зернистостью и гранулитовой структурой. Минералогический состав их следующий: главные минералы — кварц, альбит (5% An) микроклин, турмалин; акцессорные — сфен, биотит, мусковит; вторичные — цоизит, серицит, кальцит и очень редко хлорит. Величина главных минералов колеблется от 0,2 до 1,3—3,0 мм и редко достигает 3,4 X 2,1 (кварц), 2,1 X 1,3 (альбит) и 4 X 2 (турмалин). Акцессорные представлены единичными зернами. Вторичные — цоизит, серицит, кальцит, развившиеся по плаггиоклазу, пользуются умеренным развитием, а хлорит замещает редкие чешуйки биотита.

Турмалин в гранитах в участках, наиболее обогащенных им, составляет около 10%. Под микроскопом турмалин пятнистого сине-зелено-коричневого цвета. Плеохроизм *No* коричневато-зеленый неоднородный по тону: в одних зернах преобладает коричневый тон над зеленым, в других наоборот и в третьих присутствуют пятна грязновато-синего цвета, *No* золотисто-желтый. Показатели преломления  $n_o = 1,659$ ,  $n_e = 1,630$ ,  $n_o - n_e = 0,029$ .

Турмалин в гранитах образует как ксеноморфные зерна, так и удлинённые причудливой формы выделения. Последние приурочены преимущественно к микроклину (рис. 2). Разрозненность зерен в его скоплениях придает последним причудливые лапчатые очертания. Турмалин начал кристаллизоваться позднее крупных кристаллов кварца, т.е. в период выделения более мелкозернистой кварц-полевошпатовой массы, и закончил самым последним, проникая по ослабленным зонам уже выделившихся минералов, которыми оказались обогащены зерна микроклина. Таким образом, можно считать, что кристаллизация турмалина в гранитах протекала в магмато-пневматолическую фазу формирования породы.

Турмалинсодержащие граниты встречаются в разных районах земного шара, причем по составу турмалин в них чаще принадлежит шерлу и реже дравиту [1, 2]. Ниже приведено несколько примеров турмалиновых гранитов.



Рис. 1

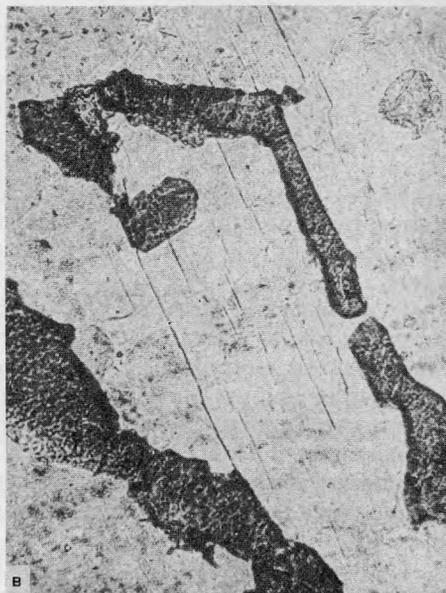
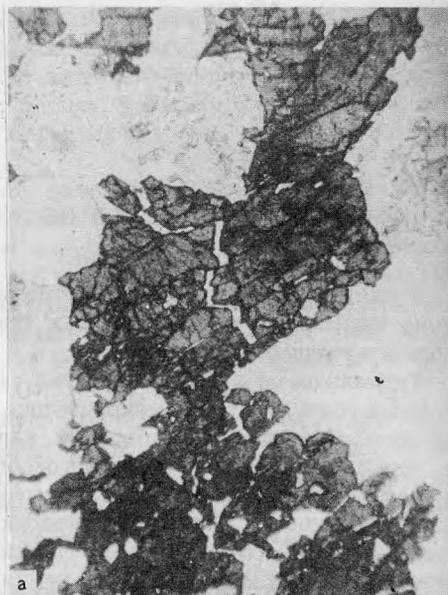


Рис. 1. Турмалиновый гранит  
Черное — скопление зерен шерла. Уменьш.

Рис. 2. Форма выделений шерла в граните  
а, б — увел. 40, без анализатора; в — шерл в микроклине, увел. 160, без анализатора

Шерл в гранитах Южного Приморья [3] образует зерна размером до 3–4 мм. Он представлен двумя генерациями. Первая связана с концом пневмато-магматической стадии формирования гранитов, а вторая — с постмагматическими процессами. Химический состав и оптические свойства шерла приведены в таблице.

Шерл как породообразующий минерал развит в редкометальных гранато-мусковитовых гранитах и в жильных гранитах Монголии [4].

В биотитовых и двуслюдяных гранитах Тянь-Шаня и Памира также присутствует две генерации турмалина [5]. Первая — магматический турмалин (акцессорный), представлен короткопризматическими зёрнами, включенными в полевые шпаты и кварц без видимой связи с трещинами и без признаков метасоматического замещения породообразующих минералов. Вторая генерация — эпимагмати-

Химический состав и оптические свойства турмалина из гранитов

Окисел	1	2	Окисел	1	2
SiO <sub>2</sub>	33,73	34,88	K <sub>2</sub> O	0,09	0,17
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,49	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	2,50	1,50
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,16	11,30	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Не обн.	0,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,82	33,24	F	0,37	0,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,14	2,65	Сумма	100,26	100,67
FeO	13,71	11,79	<i>n</i> <sub>o</sub>	1,664	1,665–1,653
MnO	0,86	0,14	<i>n</i> <sub>e</sub>	1,632	1,629–1,638
MgO	0,48	1,49	<i>n</i> <sub>o</sub> – <i>n</i> <sub>e</sub>	0,032	0,027–0,024
CaO	0,35	0,50	<i>N</i> <sub>o</sub>	Густо- грязновато- го-синий	Густо-жел- товато-корич- невый
Li <sub>2</sub> O	0,0817	–			
Na <sub>2</sub> O	1,81	2,07			Гус- то-синий
			<i>N</i> <sub>e</sub>	Золотисто- желтый	Светло-си- неватый, светло-ко- ричневый, бесцветный

Примечания: 1. Из шпировых обособлений в гранитах пос. Колывань; Cs<sub>2</sub>O – 0,0008, Rb<sub>2</sub>O – 0,0004%; аналитик И. Никитина (ИГЕМ). Полуколичественным спектральным анализом (ИГЕМ, аналитик А.И. Голудзина) установлена примесь (в %): 0,3 – Mn, Mg; 0,1 – P; 0,08 – Ca; 0,05 – Zn; 0,008 – Sn; 0,005 – Ga, Zr, Sr; 0,0003 – Y; 0,002 – Be, Sc, Nb, Cu; 0,001 – Co, Cr; 0,008 – Yb; 0,0005 – Mo, V. В сумме элементы примеси составляют около 0,89%. 2. Из гранитов Южного Приморья [3].

ческий автометасоматический турмалин, замещающий плагиоклаз, калиевый полевой шпат, биотит и иногда образующий шнуровидные скопления в интерстициях зерен полевых шпатов и кварце, загибающихся вдоль границ их соприкосновения.

Граниты Туркестанского хребта (Средняя Азия) содержат зеленовато-синий (в шлифе) зональный турмалин, призматические выделения которого достигают 4 × 1 мм и рельефно выделяются в кварц-полевошпатовой массе гранита, структура которого изменена при окварцевании и перекристаллизации породы. Турмалин образовался в эпимагматическую стадию при пневматолитическом процессе [6]:

Биотитовые граниты и аляскиты Западного Узбекистана [7] содержат скопления черного турмалина. Шаровидные, эллипсоидальные и изометричные по форме обособления шерла имеют размеры от 4–5 до 15 см в поперечнике и иногда бывают окружены осветленной зоной шириной 1–1,5 см. Появление турмалина отнесено к автометаморфической позднемагматической стадии формирования гранитов.

Лейкократовые биотитовые и двуслюдяные граниты, развитые у западной окраины массива Тршебич-Мезержичи (Западная Моравия) и в центральном плутоне Чехии [8], также содержат пятна черного турмалина размером от 1 до 20 см, окруженные осветленной зоной. Турмалиновые скопления возникли в результате метасоматических процессов, вызванных воздействием борсодержащих флюидов на породы. Процесс турмалинизации гранитов уподоблен процессу, при котором возникают кварц-турмалиновые грейзены.

Две генерации турмалина наблюдаются в гранитах (луксульните) с острова Сент-Остелл в Корнуолле [9, 10]. Ранняя генерация представлена желтым (в шлифах) первичным турмалином, образующим более крупные зерна, а поздняя голубовато-зеленым, развитым в виде конических и сферолитовых скоплений, тонких идиоморфных призмочек. Раннюю генерацию связывают [10] с магматической стадией формирования гранитов, а позднюю с последующим воздействием борофтористых растворов на полевые шпаты.

Из приведенных примеров видно, что турмалин в гранитах может кристаллизоваться на протяжении всего периода формирования породы, выделяясь как непрерывно, так и с перерывами, образуя при этом морфологически резко индивидуализированные две генерации.

Шерл из шпировых выделений Кольванских гранитов имеет в шлифе однотонный грязновато-синий цвет. Химический состав его и оптические свойства приведены в таблице<sup>1</sup>. При сопоставлении химических составов синих шерлов, собранных в опубликованной литературе и приведенных в статье Г.П. Барсанова, М.Е. Яковлевой [2] (№ 13, 31, 41а, б, 42, 108, 114, 122) и А.С. Марфуни-на с соавторами [11], видно, что для них характерно преобладание закисного железа над окисным, при этом сумма  $Fe_2O_3 + FeO$  колеблется от 10,38 до 17,04%, содержание  $FeO$   $8,06 \div 15,19\%$  и  $Fe_2O_3$   $0,51 \div 4,89$ ; отношение  $Fe_2O_3 : FeO$  от 1 : 2,5 до 1 : 30. Светопреломление<sup>2</sup> отвечает  $n_o$  1,685–1,650,  $n_e$  1,646–1,624,  $n_o - n_e$  0,039–0,022; плеохроизм  $No$  яркий синий, индиго-синий, почти черный, наблюдаются оттенки: зеленоватый, лиловатый и сероватый;  $Ne$  бесцветный или светлые тона желтого, лилового, голубого, розового, сиреневого, серого. Цвет порошка сине-серый от светлого до темного, иногда почти черный. Однако среди синего шерла описаны также представители, в составе которых отмечается резкое преобладание окисного железа над закисным. К ним принадлежат: 1) шерл из Приазовья [12], содержащий 8,79%  $Fe_2O_3$  и 3,18%  $FeO$ ;  $n_o = 1,672$ ,  $No$  темно-фиолетовый до черного,  $Ne$  светло-лиловый, и 2) шерл из кварцево-турмалиновой жилы Инского месторождения Алтае-Саянской области [13], содержащий 14,04  $Fe_2O_3$  и 2,00  $FeO$ ;  $n_o = 1,685$ ,  $n_e = 1,646$ ,  $n_o - n_e = 0,039$ ,  $No$  – темно-синий,  $Ne$  – светло-розовый.

Оба турмалина очень интересны, но так как в процессе химического анализа (как установлено [14, 15]) часто в турмалинах происходит окисление закисного железа, то приведенные выше данные было бы интересно проверить.

В основной группе химически анализированных синих шерлов (если даже содержание окисного железа завышено) отмечается преобладание двухвалентного железа, с которым при вхождении его в магниевые позиции связан синий цвет шерла. Различные оттенки синего цвета возникают при различных соотношениях в структуре шерла  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Ti^{3+}$  и  $Mn^{2+}$  [16].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г.П. Барсанов, М.Е. Яковлева. О турмалине дравитового состава. – Тр. Минералогического музея, М.: Наука, 1964, вып. 15.
2. Г.П. Барсанов, М.Е. Яковлева. О турмалине шерлового состава. – Тр. Минералогического музея, М.: Наука, 1965, вып. 16.
3. М.Г. Руб. Граниты Гродековского и Мартыяновского интрузивных комплексов в Южном Приморье и основные черты их металлогенности. – Тр. ИГЕМ, 1956, вып. 3.
4. Н.В. Владыкин, В.С. Антипин, В.И. Коваленко, Г.Г. Афонина, И.Л. Лапидес, В.М. Новиков, Г.С. Гормашева. Химический состав и генетические группы турмалинов из мезозойских гранитоидов Монголии. Зап. Всесоюз. минер. о-ва, 1975, ч. 104, вып. 4.
5. В.Д. Отрощенко, В.Д. Дусматов, В.А. Хорват, М.Б. Акрамов, С.А. Морозов, Л.А. Отрощенко, М.Х. Халитов, Н.П. Холопов, О.А. Виноградов, А.С. Кудряцев, Л.К. Кабанова, Л.С. Сушинский. Турмалины Тянь-Шаня и Памира (Средняя Азия). – Зап. Всесоюз. Минерал. о-ва, 1971, вып. 6.
6. А.Н. Заварицкий. Изверженные горные породы. М.: Изд-во АН СССР, 1956.
7. И.Х. Хамрабаев. Магматизм и постмагматические процессы в Западном Узбекистане. Изд-во АН УзбССР, Ташкент, 1958.
8. D. Nemes. Genesis of tourmaline spots in leucocratic granites. – Neues Jahrb. Mineral. Monatsh., 1957, N 7.
9. M.K. Wells. A contribution to the study of luxullianite. – Mineral. Mag., 1946, vol. 27, N 193.
10. Х. Вильямс, Ф.Дж. Тернер, Ч.М. Гилберт. Петрография. М.: Изд-во Иностран. лит. 1957.
11. А.С. Марфунин, А.Р. Мкртчян, Г.Н. Наджарян, А.М. Нюссик, А.Н. Платонов. Оптические и мёсбауэровской спектры железа в турмалинах. – Изв. АН СССР, Сер. геол., 1970, № 2.
12. М.М. Сливко. Исследование турмалинов некоторых месторождений СССР. Изд-во ЛГУ, 1955.
13. В.А. Вахрушев. Минералогия, геохимия и генетические группы контактово-метасоматических железорудных месторождений Алтае-Саянской области. М.: Наука, 1965.
14. В.Ф. Белов, В.И. Кузьмин, Т.А. Химич, Н.В. Добровольская, М.Н. Шипко. О применении мёсбауэровской спектроскопии для исследования железистых турмалинов. – ДАН СССР, 1973, т. 209, № 4.
15. Н.В. Гореликова, Ю.Д. Перфильев, А.М. Бабешкин. Распределение ионов железа в структуре турмалина по данным мёсбауэровской спектроскопии. – Зап. Всесоюз. Минерал. о-ва, 1976, ч. 105, вып. 4.
16. А.И. Бахтин, О.Е. Минько, В.М. Винокуров. Изоморфизм и окраска турмалинов. – Изв. АН СССР, Сер. геол., 1975, № 5.

Выполнен в лаборатории ИГЕМ; закисное железо определено при разложении навески в автоклаве.

<sup>1</sup> Результаты получены при исследовании 16 образцов синего шерла из коллекции Минералогического музея и из опубликованных данных [2, 12, 13].