



# ГРАНАТ-ШУЙСКИТОВЫЙ ПАРАГЕНЕЗИС В САРАНОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ



К. г.-м. н.  
**В. И. Силаев**  
silaev@geo.komisc.ru



К. г.-м. н.  
**А. Ф. Хазов**  
akhazov@geo.komisc.ru



Д. г.-м. н.  
**В. И. Ракин**  
rakin@geo.komisc.ru



Д. г.-м. н.  
**И. И. Чайковский**

В последние годы в связи с обострением интереса к наложенным минерализациям в базит-ультрабазитовых комплексах [1—5] нами по рекомендации О. К. Иванова было начато систематическое доизучение минералогии Сарановского хромитового месторождения [6]. Одним из объектов этих исследований является своеобразный вторичный парагенезис хромсодержащего граната с шуйскитом, происхождение которого объясняют в настоящее время поздними гидротермальными изменениями первичных ультрамафитов и габброидов [7].

Шуйскит — моноклинный минерал из группы пумпелиита, открытый в 1981 г. О. К. Ивановым в хромитовых рудах на Бисерском месторождении Среднего Урала [7, 8]. Кристаллохимия минералов упомянутой группы может быть выражена теоретической формулой (при  $Z = 1$ )  $A_2(M1)(M2)[TO_4][T_2O_7](OH)_2nH_2O$ , в которой  $A$  —  $Ca^{2+}$ ,  $M1$  —  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ;  $M2$  —  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $T$  —  $Si^{4+}$ . Структура шуйскита образуют цепочки двух типов, состоящие из конденсированных через ребра октаэдров  $(Al, Cr)O_4(OH)_2$  и  $(Mg, Al, Fe)O_4(OH)_2$ . В промежутках между этими цепочками располагаются кремнекислородные орто- и диорто-группы.

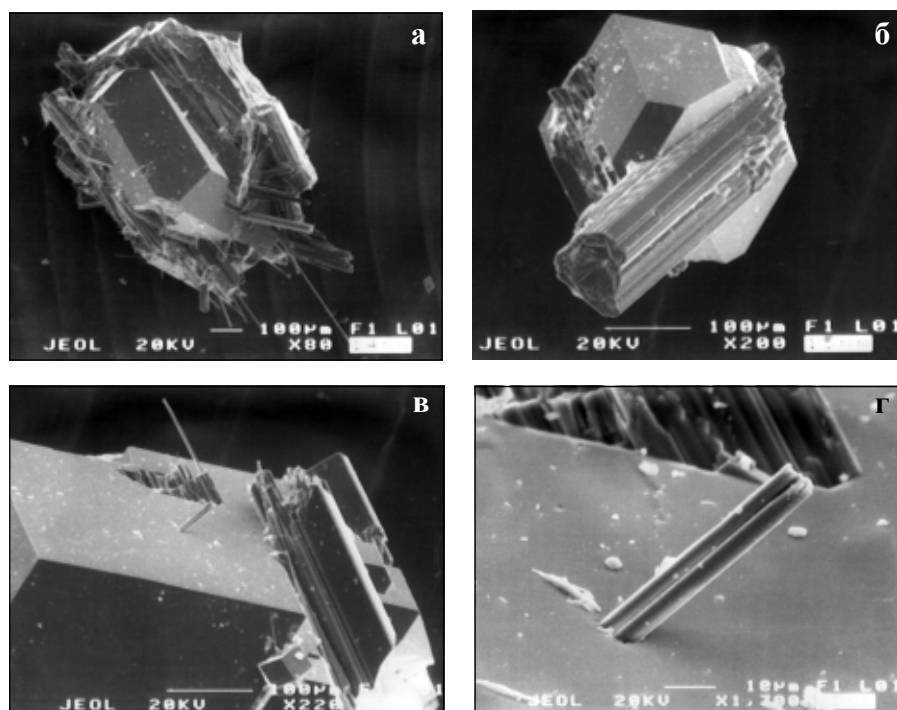
Исследованный нами образец представляет собой сростание зеленого граната с пучковидными параллельно-шестоватыми агрегатами игольчатых или тонкопризматических индивидов шуйскита. Последний минерал отличается темным цветом с коричнево-лиловым оттенком и полупрозрачностью в тонких кристаллах. Его рентгенограмма и параметры элементарной ячейки

практически оказались такими же, как у шуйскита, исследованного ранее О. К. Ивановым [7].

Под растровым электронным микроскопом наблюдается нарастание пучковидных агрегатов шуйскита на додекаэдрические плоскогранные кристаллы граната, их сростание, а также прорастание кристаллов граната игло- и шестообразными индивидами шуйскита (рис. 1). В упомянутые пучки объединяются параллельно ориентированные тонкопризматические кристаллы, часто оканчивающиеся хорошо ограненными головками. Не исклю-

чено, что многие параллельные сростки являются полисинтетическими двойниками. Уплотнение для индивидов шуйскита не характерно. На некоторых призматических кристаллах наблюдаются поперечные сколы с поверхностями механического разрушения, иногда затронутыми растворением и регенерацией (рис. 2).

Кристаллографическое моделирование, проведенное на основе РЭМ-изображений, показало, что габитус монокристаллов исследованного нами шуйскита определяется комбинацией следующих простых форм: в призматическом



**Рис. 1.** Характер сростаний минералов гранат-шуйскитового парагенезиса: а — нарастание пучковидных параллельно-шестоватых агрегатов шуйскита на додекаэдрический кристалл граната; б — сростание кристаллов граната с пучковидными агрегатами шуйскита; в, г — сростание минералов, а также прорастание монокристаллов граната игло- и шестообразными индивидами и агрегатами шуйскита

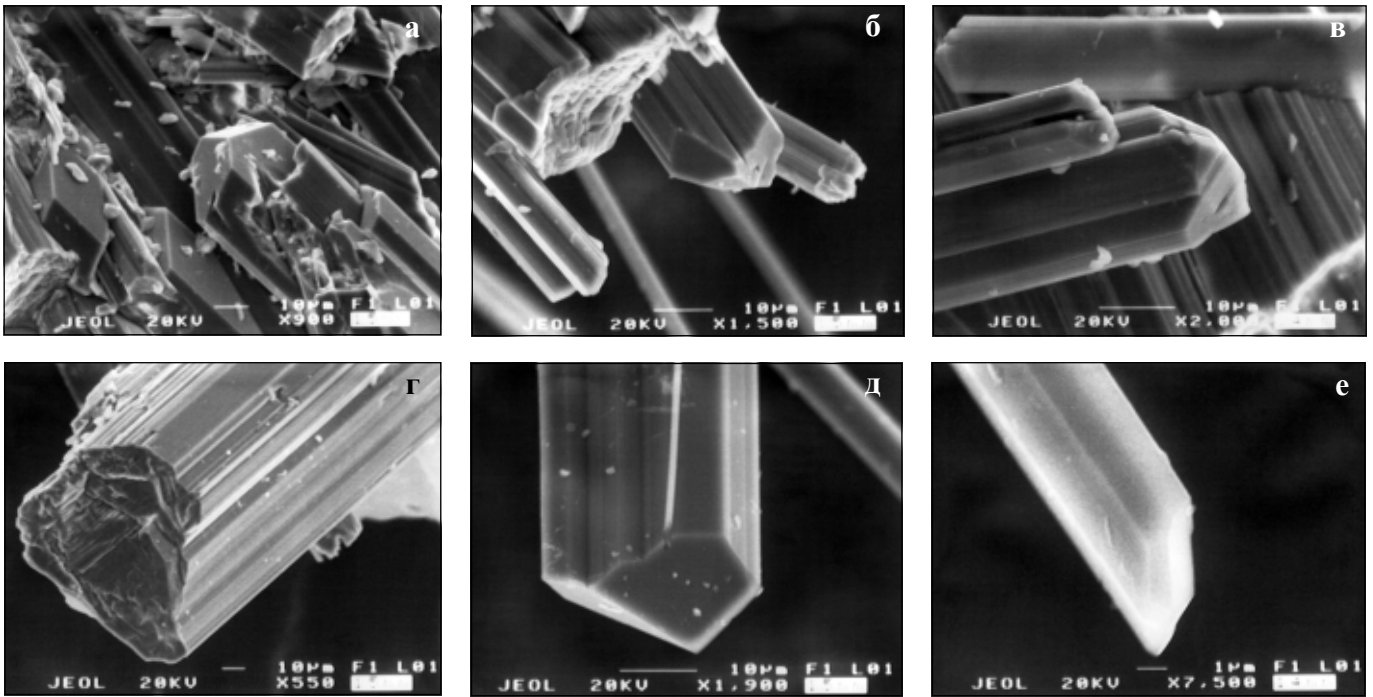


Рис. 2. Морфология индивидов шуйскита: а — агрегаты параллельно сросшихся призматических монокристаллов; б, в — характеры ограничения, деформации, растворения и регенерации торцевых участков монокристаллов; г — поперечная к удлинению поверхность механического разрушения призматического индивида; д, е — монокристаллы с ограниченными головками

поясе —  $\{001\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{201\}$ ,  $\{10\}$ , на головке —  $\{110\}$ ,  $\{210\}$ . При этом выделяются габитусы двух разных кристаллов (рис. 3).

Состав минералов изучался совместно с В. Н. Филипповым на сканирующем электронном микроскопе JSM6400 (Jeol), оснащенный спектрометром с дисперсией по энергиям фирмы Link (программное обеспечение ISIS 300). Полученные нами данные показывают, что гранат в рассматриваемом парагенезисе отличается от граната, ранее изученного О. К. Ивановым [7], меньшей хромистостью, варьируя отgrossуляр-уваровита до пироп-уваровит-grossуляра (табл. 1). Состав шуйскита в этом парагенезисе тоже своеобразен. По сравнению с данными О. К. Иванова исследованный нами минерал характеризуется более чем в два раза меньшей хромистостью и магниевостью (табл. 2). При этом выявляется сильная обратная корреляция ( $r = -0.49$ ) между кристаллохимическими пропорциями Mg/Al (M1) и Cr/Al (M2), что указывает на упорядоченное распределение ионов алюминия по октаэдрическим позициям M1 и M2.

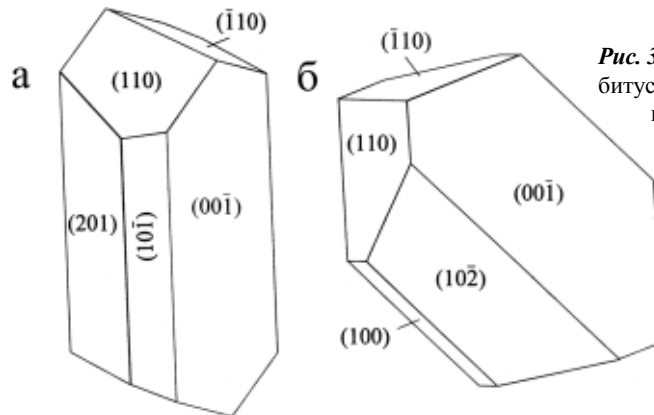


Рис. 3. Наиболее типичные габитусы монокристаллов сарановского шуйскита

Таблица 1  
Химический и минеральный составы граната из парагенезиса с шуйскитом

№ п/п	Компоненты, мас. %						Минералы, мол. %		
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Гроссуляр	Пироп	Уваровит
1	40.18	He обн.	15.24	11.26	29.29	4.03	49.72	15.68	34.6
2	37	1.41	8.75	16.68	34.36	He обн.	46.31	—	53.61
3	37.27	1.12	7.61	19.12	34.88	То же	38.39	—	60.61

Таблица 2  
Химический состав (мас. %) шуйскита из парагенезиса с гранатом

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Сумма	Эмпирические формулы
1	37.65	17.12	13.37	23.42	4.95	96.51	Ca <sub>2</sub> (Mg <sub>0.59</sub> Al <sub>0.41</sub> )(Al <sub>1.19</sub> Cr <sub>0.84</sub> ) <sub>2.03</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>11</sub> (OH) <sub>2.5</sub> nH <sub>2</sub> O
2	36.93	16.72	13.30	22.94	4.73	94.62	Ca <sub>1.99</sub> (Mg <sub>0.58</sub> Al <sub>0.42</sub> )(Al <sub>1.18</sub> Cr <sub>0.85</sub> ) <sub>2.03</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>11</sub> (OH) <sub>2.49</sub> nH <sub>2</sub> O
3	36.94	15.62	14.65	22.96	5.07	95.24	Ca <sub>2</sub> (Mg <sub>0.62</sub> Al <sub>0.38</sub> )(Al <sub>1.11</sub> Cr <sub>0.84</sub> ) <sub>2.05</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>11</sub> (OH) <sub>2.53</sub> nH <sub>2</sub> O
4	36.18	14.21	17.30	23.50	4.54	95.73	Ca <sub>2.09</sub> (Mg <sub>0.56</sub> Al <sub>0.44</sub> )(Al <sub>0.95</sub> Cr <sub>1.13</sub> ) <sub>2.08</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>11</sub> (OH) <sub>2.86</sub> nH <sub>2</sub> O
5	37.28	15.74	14.33	22.67	4.65	94.67	Ca <sub>1.95</sub> (Mg <sub>0.56</sub> Al <sub>0.44</sub> )(Al <sub>1.05</sub> Cr <sub>0.91</sub> ) <sub>1.96</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>11</sub> (OH) <sub>1.31</sub> nH <sub>2</sub> O
6	37.32	17.15	12.17	23.15	5.23	95.02	Ca <sub>1.99</sub> (Mg <sub>0.63</sub> Al <sub>0.37</sub> )(Al <sub>1.25</sub> Cr <sub>0.77</sub> ) <sub>2.02</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>11</sub> (OH) <sub>2.38</sub> nH <sub>2</sub> O
7	37.26	18.98	10.42	23.19	4.81	94.66	Ca <sub>2</sub> (Mg <sub>0.58</sub> Al <sub>0.42</sub> )(Al <sub>1.38</sub> Cr <sub>0.66</sub> ) <sub>2.04</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>11</sub> (OH) <sub>2.54</sub> nH <sub>2</sub> O



## Литература

1. Поляков В. Л. Уральские демантоиды: соотношение известных и новых данных // Уральский геологический журнал, 1999. № 5. С. 103—127. 2. Антонов А. А. Минералогия родингитов Баженовского гипербазитового массива. СПб.: Наука, 2003. 128 с. 3. Мурзин В. В., Кисин А. Ю., Мамин Н. А., Семенкин В. А. Демантоид проявлений Верхне-Нейвинского массива альпинотипных гипербазитов на Среднем Урале // Минералогия Урала—2003. Миасс: Изд-во ИМин УрО РАН, 2003. С. 85—91. 4. Чайковский И. И., Зайцева Е. П. Жильные

минералы родингитов Мойвинского и Сарановского массивов Центрально-Уральского поднятия // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Тр. Научных чтений памяти П. Н. Чирвинского. Вып. 9. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2006. С. 36—44. 5. Силаев В. И., Ковальчук Н. Н., Симакова Ю. С., Филиппов В. Н. Минерализация топазолита из зоны серпентинитового меланжа «Нырдовменшор» // Петрология и минералогия севера Урала и Тимана. Сыктывкар, 2005. № 3. С. 154—167. (Тр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО РАН. Вып. 119). 6. Силаев В. И.,

Чайковский И. И., Ракин В. И., Филиппов В. Н. Ванадинит в зоне окисления Сарановского хромитового месторождения. К проблеме минерально-геохимических превращений при гипергенезе // Уральский геологический журнал, 2002. № 5 (29). С. 129—141. 7. Иванов О. К. Минеральные ассоциации Сарановского хромитового месторождения (Урал). Уральская летняя минералогическая школа—97. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1997. 123 с. 8. Кобяшев Ю. С. Список минералов Урала (виды и разновидности) // Уральский геологический журнал, 2006. № 2 (50). 265 с.



## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О НОМЕНКЛАТУРЕ, СВОЙСТВАХ И ГЕНЕЗИСЕ МИКРОПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ

М. н. с.

А. Е. Сухарев

sukharev@geo.komisc.ru

В рамках соглашения о научном сотрудничестве между Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН и Федеральным Университетом штата Минас-Жерайс (Бразилия) с июля 2002 г. по настоящее время ведутся исследования по теме «Ассоциации монокристалльные—микрополикристаллические алмазы и их агрегаты» (науч. руководитель проекта доктор г.-м. наук В. А. Петровский). В реализации программы данного проекта активное участие принимают профессор И. Карфункель, докторант М. Мартинс (Бразилия), доктор г.-м. наук В. И. Ракин, кандидаты г.-м. наук В. П. Лютюев, В. И. Силаев, Ю. В. Глухов, С. И. Исаенко и н. с. В. Н. Филиппов. Первый этап выполнения программы заключался в исследовании генетических свойств микрополикристаллических алмазов (карбонадо). Результаты получены в процессе комплексного изучения особенностей строения и состава карбонадо, конституции алмазной фазы, состава ксеноминеральных включений, синтеза карбонадоподобных аналогов в различных физико-химических условиях. Одним из исполнителей

проекта является м. н. с. А. Е. Сухарев. Ниже приводятся подготовленный им обзор современного состояния изученности карбонадо и характеристика некоторых новых результатов изучения этой уникальной разновидности природного алмаза\*.

**Некоторые общие характеристические черты карбонадо.** Природные алмазы встречаются не только в форме отдельных монокристаллов, их двойников и гломеросростков, но и в виде микрозернистых поликристаллических агрегатов, основной разновидностью которых являются карбонадо. В соответствии с литературными источниками и нашим собственным опытом, термином «карбонадо» мы определяем только микрополикристаллические алмазы из бразильских россыпей. Как известно, за подобными алмазами из западно-африканских россыпей закрепилось название «карбон», из южно-африканских кимберлитовых трубок — «фрамезит», из восточно-сибирских россыпей — «якутит». Для всех других проявлений микрополикристаллических алмазов мы

используем термин «карбонадоподобные образования».

Первоначально термин карбонадо, т. е. «черный алмаз», был введен в 1840 г. бразильскими старателями для обозначения в аллювиальных россыпях желвакообразных тел черного, бурого, серого цветов. Максимальный по массе желвак карбонадо, в 3167 карат (633 г.), был здесь найден в 1905 г. По распространенности и экономическому значению карбонадо в бразильских россыпях значительно уступает монокристалльным алмазам. В настоящее время его доля в общей добыче бразильских алмазов не превышает 10 %. Однако на некоторых приисках в штатах Байя, Минас-Жерайс, Парана достигает 50—75 %. На территории России единичные находки карбонадоподобных микрополикристаллических алмазов сделаны на Урале, Тиманском кряже, на северо-востоке Сибирской платформы, в Приморье. По некоторым данным, аналогичные образования установлены и на территории Украины.

Результаты первых микроскопических исследований привели к выводу о том, что карбонадо, подобно керами-

\* При составлении обзора использовалась научная литература, в том числе работы: Э. М. Галимова, А. И. Горшкова, Ю. А. Ключева, А. Б. Макеева, В. Л. Масайтиса, Р. М. Минеевой, Ю. Л. Орлова, М. И. Самойловича, L. F. Trueb, Y. Sano и др.