

РЕДКОЗЕМЕЛЬНО-РЕДКОМЕТАЛЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ АДУЙСКОГО МАССИВА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Попова В.И.*, Губин В.А.**

*Институт минералогии УрО РАН, Миасс, popov@mineralogy.ru

**Уральский государственный политехнический университет, Екатеринбург

На Адуйском фрагменте карты пегматитов Урала м-ба 1 : 200 000 [2] показаны четыре типа гранитных пегматитов: керамические, берилловые, слюдяные, редкоземельные, а также большое число неизученных жил. По ряду признаков и редким пересечениям формирование их представляется в последовательности:

1) кварц-калишпатовые керамические пегматиты с дымчатым гранулированным кварцем, альбит-олигоклазом, аннитом, мусковитом, редкими альмандином, магнетитом, фторапатитом и титанитом (жилы в гранитах и его экзоконтактах); отмечались пересечения их дайками лейкокатовых гранитов массива [6];

2) кварц-двуполевошпатовые керамические (с биотитом и/или мусковитом) и слюдяные пегматиты с мусковитом, альмандином, фторапатитом, ильменорутилом и стрюверитом, Fe- и Mn-колумбитом, самарскитом-(Y), поликразом-(Y), монацитом-(Ce), ксенотимом-(Y), реже – с фергусонитом-(Y), бетафитом, микролитом и др. (жилы в гранитах массива); редкоземельно-редкометалльная минерализация в них проявлена неравномерно, и некоторые жилы могут быть отнесены к редкоземельным пегматитам [5 и др.];

3) камерные кварц-двуполевошпатовые пегматиты с характерными мусковит-кварц-альбитовыми зонами и друзовыми полостями с бериллом, ганитом, спессартином, эвксенитом-(Y), Fe- и Mn-колумбитом, самарскитом-(Y), монацитом-(Ce), реже – с топазом, турмалином, хризобериллом, фенакитом, ксенотимом-(Y) и др. Жилы локализованы в экзоконтактах массива: 3а – Адуйские [7; и др.]; 3б – Липовские [3 и др.]; 3в – пегматиты Изумрудных копей [1, 4 и др.]; некоторые из Адуйских жил разрабатывались и на керамическое сырьё.

Жилы однотипных пегматитов несколько различаются по минеральному составу, что обусловлено локальными условиями их образования. Отмечены случаи пересечения пегматитов кварцевыми жилами с аметистами, нередко содержащими в зальбандах либо графические, либо блоковые кварц-микроклиновые зоны; такие жилы, по сути, являются переходными от пегматитов к гидротермальным образованиям друзовых полостей. В некоторых из них встречаются мусковит, флюорит, фторапатит, сульфиды.

В пегматитах двух основных типов Адуя (2-го и 3-го) наибольшее число редкоземельно-редкометалльных минералов (58) с преобладанием *Be*-минерализации выявлено в Изумрудных копиях (где встречаются и минералы *Bi*, *Mo*, *W*, *Sn*), а наименьшее (17) – в Адуйских топаз-берилловых, что отражает и слабую изученность последних. В пегматитах Липовки максимально проявлена *Li*-минерализация и менее – собственно редкоземельные и U-Th-минералы, более характерные для керамических пегматитов (2-го типа) [5]. Состав некоторых «сквозных» титано- и танталониобатов и фосфатов из жил разных типов (и подтипов) от ранних образований к поздним своеобразен.

Ильменорутилы в керамических пегматитах характерны содержаниями 19-22 мас.% Nb_2O_5 , в периферических зонах с 10-30 мас. % Ta_2O_5 (до **стриверита** в некоторых жилах). В Адуйских топаз-берилловых пегматитах ильменорутилы жилы Южной содержат 14-28 мас.% Nb_2O_5 и менее танталовые (до 6 % Ta_2O_5). В турмалиновых пегматитах Липовки ильменорутил не встречен, а в Изумрудных копиях только упоминается.

В зональных кристаллах колумбита керамических пегматитов состав меняется от **ферроколумбита** к **манганоколумбиту** при увеличении содержания тантала до танталоколумбитов с Ta_2O_5 34-47 мас.%. В Адуйских пегматитах ферроколумбиты жил Семеновская и Южная содержат 5-8% Ta_2O_5 , манганоколумбиты – 16-17% Ta_2O_5 . Есть микросрастания колумбита с ильменорутилом. «Ферроколумбит» жилы Южной с 8.11 мас.% Sc_2O_3 (данные Е.С. Шагалова), вероятно, является Nb-аналогом **скандиевого иксиолита** с низким содержанием Sn; С.И. Мориль упоминался и манганоталит. В Липовских жилах танталониобаты проявлены наиболее

полно: это Fe-, Mn- и Mg-колумбиты и танталиты, ферсмит, Sb-колумбит, Sb-танталит, Вi-танталит; предполагается [3], что наиболее ранними из них являются Fe-колумбиты и Fe-танталиты, затем Mn-танталиты, более поздние Mn- и Mg-колумбиты и Mg-танталиты; в ассоциации с литиевыми слюдами и эльбаитом встречаются Sb-колумбит, Sb-танталит, Вi-танталит. В Изумрудных коях Fe-колумбиты обогащены Ta_2O_5 (~ 37 мас.%), а в Mn-колумбит-танталитах ~ 49% Ta_2O_5 .

Для **самарскита-(Y)** и **поликразы-(Y)** керамических пегматитов характерны высокие содержания урана и зональное строение с вариациями состава. Поликразы с периферии зёрен и вдоль трещин частично изменены с выносом U и Ti и сорбцией воды и изменением окраски до коричневой и желто-коричневой, приближаясь по составу к гидратированному **эвксениту-(Y)**. **Фергусонит-(Y)** жилы Береговой (р-н БАЭС) в ассоциации с самарскитом и поликразом содержит меньше Ti, U и больше – редких земель; в участках изменения он желтовато-зеленоватый, с выносом Y, Nb, U и Th. В Адуйских жилах (с самоцветами) эвксенит обеднен ураном и торием.

Минералы группы пироклора в керамических пегматитах представлены **бетафитом** с содержанием UO_2 около 28 мас. %, высокотитанистым **микрولитом** с 17-19 мас.% UO_2 (и уран-микрولитом). В топаз-берилловых Адуйских жилах в микрولите менее 1.5 мас.% UO_2 , а в Липовских турмалиновых пегматитах проявлены низкотитанистые (NaCa)-микрولиты и Вi-, Pb-, U-микрولиты с содержанием до 10-14 мас.% UO_2 . В жилах Изумрудных копей упоминаются пироклор, микрولит, Pb-микрولит и U-микрولит.

Монациты-(Ce) с соотношением $Ce : La : Nd = 2 : 1 : (0.7-1)$ из керамических пегматитов нередко зональны и секториальны по составу с изоморфизмом $REE^{3+} P^{5+} \leftrightarrow (Th^{4+}_{1-x} Ca^{2+}_x) + Si^{4+}$. Часто встречаются сростки монацита и **ксенотима-(Y)**, т.е. кристаллизация фосфатов Y и Ce происходила одновременно, при этом в ксенотиме в 10 раз меньше редких земель цериевой группы и в 5 раз меньше ThO_2 ; некоторые зерна монацита частично замещены **рабдофаном-(Ce)**, а ксенотим-(Y) – **чёрчитом-(Y)**. В топаз-берилловых пегматитах Адуя монациты обогащены более тяжелыми РЗЭ (Nd, Sm, Gd) и Y. В пегматитах Липовки вместо монацита найден только Вi-REE-содержащий чералит в поздних ассоциациях со стибиоколумбитом и масутомилитом. В Изумрудных коях упоминаются монацит-(Ce) и ксенотим.

В керамических пегматитах **циркон** (с 5-9 мас.% HfO_2) часто образует срастания с ксенотимом; **торит** гидратирован в разной степени, до **торогуммита**. **Торианит** и **уранинит** образуют микровключения в монаците и циртолите.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов К.А., Кутукова Е.И. Изумрудные копи. М.: АН СССР, 1960. 250 с.
2. Куклин Н.В., Бондарева Т.И., Олерская Р.С., Сазонов В.Н. Карта пегматитовых полей (гранитного типа) Урала М 1:1000000. Свердловск, 1960 (Фонды ФГУ ТФИ).
3. Пеков И.В., Меметова Л.Р. Минералы гранитных пегматитов Липовки // Мин. альманах. 2008. Т. 13. С. 7-44.
4. Попов М.П., Жернаков В.И., Золотухин Ф.Ф., Самсонов А.В. Уральские Изумрудные копи. Екатеринбург: УГГА, 2008. 90 с.
5. Попова В.И., Губин В.А. Минералогия гранитных керамических пегматитов Адуйского, Соколовского и Зенковского массивов на Среднем Урале // Урал. мин. сб. 2008. № 15. С. 61-74.
6. Таланцев А.С. Камерные пегматиты Урала. М.: Наука, 1988. 144 с.
7. Ферсман А.Е. Пегматиты. Т. 1. Гранитные пегматиты. М.-Л.: АН СССР, 1940. 712 с.