

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МИНЕРАЛОГИИ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ
ГОРЫ СОРОЧЬЕЙ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2016 г. В. И. Попова*, М. А. Рассомахин**, В. А. Котляров*

*Институт минералогии УрО РАН
456317, г. Миасс, Ильменский заповедник
E-mail: popov@mineralogy.ru

**Ильменский государственный заповедник

Поступила в редакцию 12.06.2016 г.

Принята к печати 11.05.2016 г.

Рассмотрена минералогия гранитных пегматитов горы Сорочьей близ Златоуста, локализованных в метаморфических гранатсодержащих, ставролит-гранатовых и волластонит-силлиманит-гранатовых слюдистых сланцах кувашинской свиты верхнего рифея R_2kv . Протяженность пегматитовых жил 30–600 м, мощность 1–40 м. В пегматитах проявлены зоны (от зальбанда к центру): 1) пегматоидная кварц-двуполевошпатовая с мусковитом и биотитом; 2) графическая мусковит-кварц-двуполевошпатовая; 3) порфириовидно-блоковая с крупными индивидами микроклина, мусковита (до 10 см) и кварца среди мелкозернистого кварц-альбитового агрегата; 4) кварцевое “ядро”. Получены новые данные о составе ранее известных минералов жил – мусковита (главного промышленно-ценного минерала), турмалина, циркона и рутила, а также впервые обнаруженных ксенотима-(Y), монацита-(Ce), Та-содержащего рутила (“стрюверита”) и золота.

Ключевые слова: гранитные пегматиты, мусковит, шерл, циркон, рутил, “стрюверит”, ксенотим-(Y), монацит-(Ce), золото, гора Сорочья, Южный Урал.

ВВЕДЕНИЕ

Первые геологические и минералогические исследования территории бывшей Куваканской волости Исетской провинции Оренбургской губернии (позднее – Златоустовского уезда Челябинской губернии, Златоустовского горного округа Уральской области и административной территории города Златоуст Челябинской области на Южном Урале [2]) за период 1770–1876 гг. обобщены И.В. Мушкетовым [6]. В этой работе уже есть упоминание о выходах южнее хребта Малый Таганай в долине р. Малая Тесьма “пластовых жил гранита” (гранитных пегматитов) с переменным количеством кварца и слюды-мусковита, а также с кристаллами черного шерла. При строительстве железной дороги в конце XIX в. в районе станции Таганай были вскрыты мусковит-кварцевые жилы, и в 2 км восточнее плотины Златоустовского пруда, на восточном склоне горы Сорочьей (северная часть которой называлась Тесьминской), были пройдены две шахты, из которых добывался мусковит в пластинах размером до 10 см. Позднее разведочной партией Управления “Главслюда” МВД СССР были вскрыты около 30 выходов жил гранитных мусковитовых пегматитов (рис. 1) в метаморфических сланцах, структурно продол-

жающих на юг породы хребта Малый Таганай [1, 4].

Пегматиты наиболее распространены в гранатсодержащих слюдистых сланцах “карбонатной” свиты вдоль восточного подножия горы Сорочьей, реже – в ставролит-гранатовых и волластонит-силлиманит-гранатовых сланцах “уральской” свиты, объединенных ныне в кувашинскую свиту верхнего рифея R_2kv [2]. В слюдистых сланцах преобладает мусковит с меньшими количествами силлиманита, биотита, кварца, альмандина, ставролита и редкими – турмалина, ортита, циркона, рутила. Ставролит-гранатовые сланцы содержат до 15 % ставролита и до 5–15 % альмандина; прочие минералы – мусковит, кварц, биотит, силлиманит, кианит, хлоритоид, графит, рутил, ортит, циркон, турмалин, магнетит, пирит, цоизит, хлорит [4].

Жилы пегматитов залегают преимущественно субсогласно с напластованием (сланцевато-

¹Лапкин Е.Ф. (1937) Отчет о поисково-разведочных работах в Златоустовском районе на Южном Урале. Л.: Главслюда МВД СССР, 144 с. (Фонды “Челябинскнедра”).

²Кузнецов Н.С., Пужаков Б.А., Савельев В.П. и др. (2009) Отчет по объекту: “Геологическая съемка ГДП-200 N-41-1 (Челябинская область, Кыштымская площадь, Урал)”. Челябинск: ОАО “Челябинскгеосъемка”.

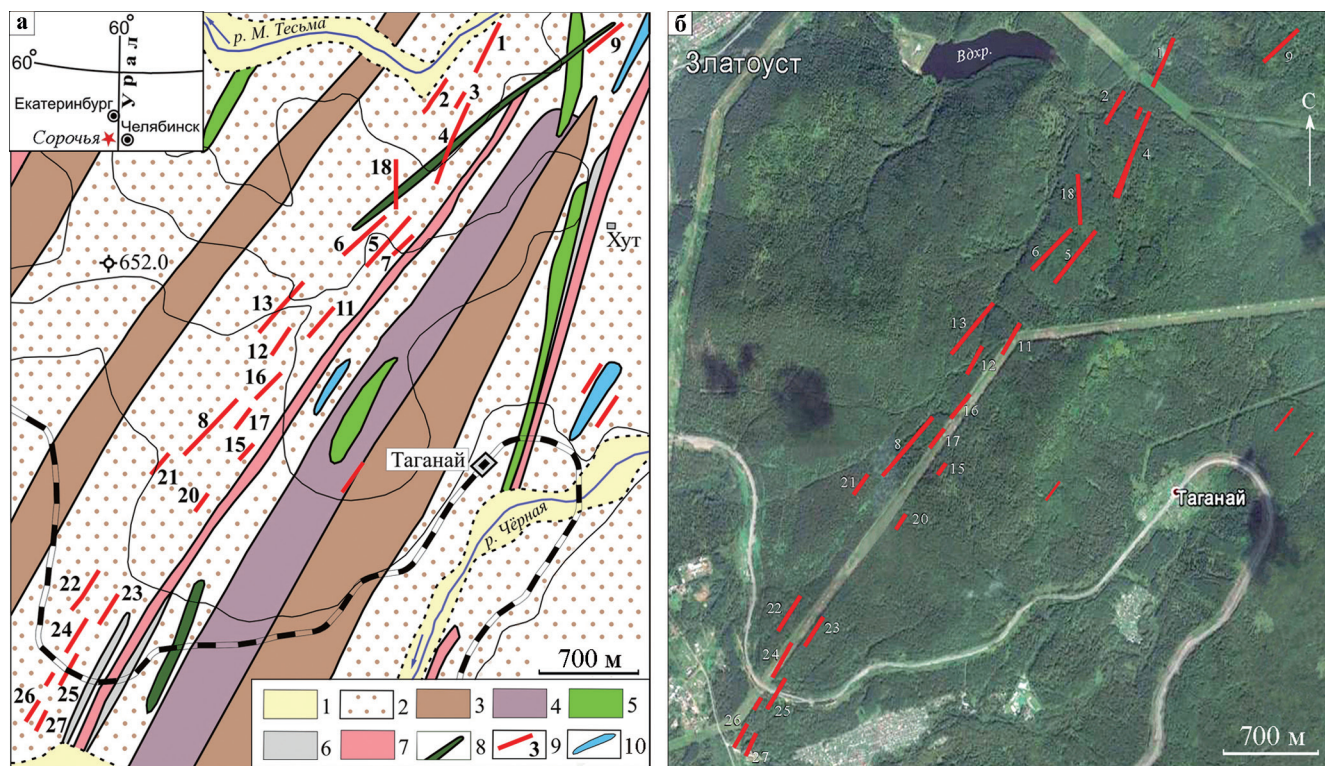


Рис. 1. Местоположение жил гранитных мусковитовых пегматитов горы Сорочьей.

а – геологическая схема (по [2]), упрощено; цвет дан нами), со схемой пегматитовых жил. 1 – аллювиально-делювиальные отложения, 2 – двуслюдисто-гранатовые сланцы, 3 – ставролит-гранатовые сланцы, 4 – волластонит-силлиманит-гранатовые сланцы, 5 – амфиболиты, 6 – мраморы, 7 – парагнейсы, 8 – порфириды диабазовые, 9 – жилы пегматитов и их номера, 10 – кварцевые жилы.

б – современный вид участка (по: Google, 2016).

Fig. 1. Location of granitic pegmatite veins of Mt. Soroch'ya.

a – geological scheme (simplified and modified after [2]). 1 – Quaternary sediments, 2 – two mica-garnet schist, 3 – staurolite-garnet schist, 4 – wollastonite-sillimanite-garnet schist, 5 – amphibolite, 6 – marble, 7 – paragneiss, 8 – porphyry diabase, 9 – pegmatite veins and their numbers, 10 – quartz veins.

b – present-day Google view of the area and scheme of pegmatite veins.

стью) вмещающих пород и имеют в плане четко-видную форму с апофизами. Длина их по простиранию составляет 30–600 м, мощность 1–40 м. В пегматитах ранее указывались микроклин, олигоклаз, альбит, мусковит, биотит, кварц, турмалин (шерл), альмандин, гроссуляр (“гессонит”), апатит, циркон, рутил, редкие берилл, флюорит, пирит и “ортит” (недиагностированный черный минерал со смолистым блеском) [1], 4]. В пегматитовых жилах проявлены наиболее обычные структурные зоны (от зальбанда к центру): 1) среднезернистая кварц-двуполевошпатовая двуслюдяная, с закономерными сростаниями мусковита и биотита; 2) мусковит-кварц-двуполевошпатовая среднекрупнографическая; 3) порфировидно-блоковая с крупными индивидами микроклина и мусковита (до 10 см и более) и слабодымчатого кварца среди мелкозернистого кварц-альбитового агрега-

та; 4) кварцевое “ядро”. Пегматиты деформированы и по простиранию имеют участки полевошпатово-кварцевого состава с 40–75% кварца, а также субсогласные и секущие кварцевые жилы длиной до 100–120 м при мощности от первых сантиметров до 1.5–2.5 м, реже – до 7 м [1].

В 2013 г. южный участок горы Сорочьей экскурсионно обследован М.А. Рассомахиным и М.Е. Рассомахиной. Старые горные выработки уже существенно засыпаны и заросли деревьями и подлеском, поэтому образцы отобраны из отвалов жил гранитных пегматитов с участками графической структуры и мусковит-кварц-полевошпатовых агрегатов. Так как ранее состав минералов не изучался, за исключением одного зерна мусковита, для которого был сделан химический анализ (1937 г.) [1], данная статья посвящена характеристике ряда минералов из этих пегматитов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Взаимоотношения минералов, их величина и форма в агрегатах исследованы визуально и с применением микроскопов МБС-1, Olympus BX51 и SEM Vega3 TESCAN. Распределение микроклина в мелко- и среднезернистых кварц-полевошпатовых агрегатах выявлено методом окрашивания кобальтинитритом натрия. Ряд минералов пегматитов – кварц, полевые шпаты, биотит, альмандин, магнетит, апатит, пирит, халькопирит, гидроксиды железа и гидрослюды – диагностированы по внешним признакам или по энергодисперсионным спектрам (ЭДС) преобладающих элементов в зернах без приготовления специальных препаратов. Аналитические работы выполнены в Центре коллективного пользования Института минералогии УрО РАН (г. Миасс). Состав минералов исследован на растровом электронном микроскопе РЭММА-202М с ЭДС-приставкой LZ-5 с Si-Li детектором (аналитик В.А. Котляров) при ускоряющем напряжении 20–30 кВ, токе 3×10^{-3} А и диаметре пучка 1–2 мкм с использованием наборов эталонов MINM 25–53 (ASILMEX Scientific Limited) и ООО “Геотехнология” (Киев, 2005). Содержания Li, Rb и Cs определены методом ICP-MS (аналитики М.Н. Маляренко, М.С. Свиренко, К.А. Филиппова), F-потенциометрическим методом (аналитик М.Н. Маляренко).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе изучения образцов из пегматитов были получены новые данные о составе ранее известных минералов жил – мусковита (главного промышленно-ценного минерала), турмалина, циркона и рутила, а также впервые нами обнаруженных

ксенотима-(Y), монацита-(Ce), Та-содержащего рутила (“стрюверита”) и золота.

Мусковит в пегматитах наиболее часто находится в зальбандах жил и образует пачки площадью 1–50, реже 150–200 см² при толщине 0.5–5.0 см соответственно [1], 4]. Цвет мусковита светло-серый до зеленовато-коричневатого. По соотношению величины плоскостей базопинакоида {001} и толщины таблитчатых выделений мусковита (около 3 : 1), среда минералообразования этих пегматитов отвечает слабощелочной [8]. Крупные выделения мусковита образованы двойниками и тройниками по “слюдяному” закону с плоскостью срастания (001) и двойниковой плоскостью, перпендикулярной (001); под воздействием последующих тектонических процессов пластины мусковита деформированы с образованием брусковидных и даже игольчатых блоков (рис. 2а, б). Именно это определило отрицательное заключение о качестве мусковита при разведочных работах того времени [1]. Мусковит в жилах рос совместно с полевыми шпатами, кварцем, биотитом, турмалином и аксессуарными минералами и имеет с ними участки индукционных поверхностей сокристаллизации, поэтому в мусковите часты мелкие вроски сопутствующих минералов, в том числе и золота. Встречаются закономерные соосные срастания мусковита с биотитом (см. рис. 2 в) с общей плоскостью (001), известные в гранитных пегматитах Ильменских гор [10] и многих других регионов мира.

Химический состав мусковита характеризуется малыми примесями Ca, Mn, Li, Rb, Cs и F, но повышенными – Na, Fe и Mg (табл. 1, ан. 1–4). Доля парagonитовой “молекулы” в нем составляет 7–15%, что, с учетом сокристаллизации мусковита с альбитом и альбит-олигоклазом № 12, может указывать



Рис. 2. Тройник мусковита из пегматита горы Сорочьей.

а – тройник в сколе, б – деформационно-блочный индивид, в – схема закономерного сrostка мусковита с биотитом.

Fig 2. Trilling of muscovite from pegmatite of Mt. Soroch'ya.

а – trilling of muscovite, б – deformed blocky individual, в – schematic view of oriented intergrowth of muscovite and biotite.

Таблица 1. Химический состав мусковита и турмалина из пегматитов горы Сорочьей (мас. %)**Table 1.** Chemical composition of muscovite and tourmaline from pegmatite of Mt. Soroch'ya (wt %)

Компонент	Мусковит				Турмалин					
					Номер анализа					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	45.22	46.82	47.32	47.10	34.52	34.50	34.54	35.30	35.29	35.45
TiO ₂	0.40	0.87	0.04	0.03	0.20	0.03	0.08	0.26	0.25	0.11
Al ₂ O ₃	34.96	35.06	34.10	35.87	33.33	33.20	33.03	32.50	32.61	32.60
Fe ₂ O ₃	1.40	1.67	1.82	1.61	H.o.	H.o.	H.o.	H.o.	H.o.	H.o.
FeO	1.15	—	—	—	14.47	14.77	13.56	10.11	9.30	9.19
MnO	0.02	—	—	—	0.12	—	0.10	—	—	—
MgO	—	0.70	1.14	0.61	1.41	1.60	1.68	4.95	4.87	5.02
CaO	0.32	—	0.23	—	0.17	0.14	0.15	0.40	0.33	0.28
K ₂ O	9.81	9.73	9.83	9.81	0.14	—	—	0.19	0.13	—
Na ₂ O	1.06	0.55	0.62	1.20	1.81	2.03	2.45	2.21	2.60	2.83
B ₂ O ₃	H.o.	H.o.	H.o.	H.o.	10.00	9.98	10.00	10.24	10.24	10.26
H ₂ O	5.16	4.36	4.35	3.80	3.45	3.45	3.45	3.53	3.53	3.54
F	0.08	0.20	0.20	0.20	H.o.	H.o.	H.o.	H.o.	H.o.	H.o.
Сумма	99.58	99.96	99.65	100.23	99.62	99.32	99.04	99.69	99.15	99.28

Расчетные формулы: мусковит на (B + C) = 6, турмалин на Si = 6

- 1 – (K_{0.85}Na_{0.14})(Al_{1.85}Fe_{0.14}Mg_{0.06})(Si_{3.06}Al_{0.94})O₁₀(OH)_{2.33}F_{0.02};
- 2 – (K_{0.82}Na_{0.07}Li_{0.01}Rb_{0.003})(Al_{1.80}Fe_{0.08}Mg_{0.07}Ti_{0.04})(Si_{3.08}Al_{0.92})O₁₀(OH)_{1.91}F_{0.04};
- 3 – (K_{0.83}Na_{0.08}Li_{0.01}Rb_{0.003})(Al_{1.80}Fe_{0.10}Mg_{0.11})(Si_{3.14}Al_{0.86})O₁₀(OH)_{1.92}F_{0.04};
- 4 – (K_{0.82}Na_{0.15}Li_{0.01}Rb_{0.003})(Al_{1.86}Fe_{0.08}Mg_{0.06})(Si_{3.09}Al_{0.91})O₁₀(OH)_{1.66}F_{0.04};
- 5 – (Na_{0.61}Mg_{0.33}K_{0.03}Mn_{0.02}Ca_{0.01})(Fe_{2.10}Al_{0.83}Mg_{0.04}Ti_{0.03})Al₆(BO₃)₃Si₆O₁₈(OH)₄;
- 6 – (Na_{0.68}Mg_{0.26}Ca_{0.01})(Fe_{2.04}Al_{0.81}Mg_{0.15})Al₆(BO₃)₃Si₆O₁₈(OH)₄;
- 7 – (Na_{0.83}Mg_{0.16}Ca_{0.01})(Fe_{1.97}Al_{0.76}Mg_{0.27})Al₆(BO₃)₃Si₆O₁₈(OH)₄;
- 8 – (Na_{0.73}Mg_{0.23}K_{0.04}Ca_{0.07})(Fe_{1.44}Mg_{1.02}Al_{0.51}Ti_{0.03})Al₆(BO₃)₃Si₆O₁₈(OH)₄;
- 9 – (Na_{0.86}Mg_{0.12}K_{0.03}Ca_{0.01})(Fe_{1.32}Mg_{1.11}Al_{0.54}Ti_{0.03})Al₆(BO₃)₃Si₆O₁₈(OH)₄;
- 10 – (Na_{0.93}Mg_{0.08}Ca_{0.01})(Fe_{1.30}Mg_{1.19}Al_{0.50}Ti_{0.01})Al₆(BO₃)₃Si₆O₁₈(OH)₄

Примечание. 1 – химический весовой анализ [1]; 2–10 – РЭММА-202М, аналитик В.А. Котляров; B₂O₃ и H₂O – расчет. В составе мусковита и турмалина определены (г/г) соответственно: Li – 59.9 и 11.5; Rb – 368 и 9.06; Cs – 1.82 и 0.43 (ICP-MS, аналитики М.Н. Малярёнок, М.С. Свиренко, К.А. Филиппова). F в мусковите (ан. 2–4) – потенциометрический метод (аналитик М.Н. Малярёнок). H.o. – не определялось; прочерк – не обнаружено.

Note. 1 – chemical analysis [1]; 2–10 – SEM REMMA-202M, analyst V.A. Kotlyarov; B₂O₃ and H₂O are calculated. Muscovite and tourmaline also contain (ppm) Li – 59.9 and 11.5; Rb – 368 and 9.06; Cs – 1.82 and 0.43 respectively (ICP-MS, analysts M.N. Malyarenok, M.S. Svirenko, K.A. Filippova); F contents in muscovite were analyzed with potentiometric analysis (an. 2–4) – analyst M.N. Malyarenok. H.o. – not analyzed; dash, not determined.

**Рис. 3.** Агрегат шерла (черный), мусковита, полевых шпатов и кварца.**Fig. 3.** Aggregate of schörl (black), muscovite, feldspar, and quartz.

на формирование этих пегматитов при температурах 600–400°C [1, 7, 11 и др.].

Турмалин (шерл) в виде черных призматических кристаллов величиной до 4 см в агрегатных сростаниях с мусковитом и полевыми шпатами в пегматитах отмечался при разведочных работах [1]; подобные образцы обнаружены и нами (рис. 3). Часть крупного призматического кристалла шерла 7×2 см в агрегате с микроклином, мусковитом, кварцем и мелкими зернами розового альмандина исследована в проходящем свете и под электронным микроскопом. В препаратах продольного и поперечного сечений в шерле слабо проявляется зо-

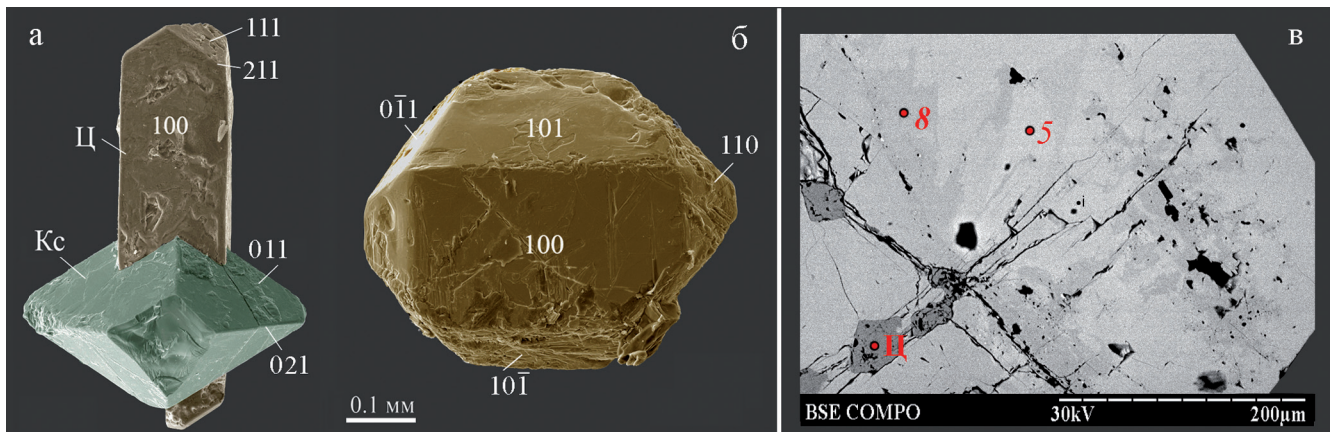


Рис. 4. Циркон, ксенотим-(Y) и монацит-(Ce) из пегматитов горы Сорочья.

а – ориентированный сросток циркона (Ц) с ксенотимом-(Y) (Кс); б – кристаллик монацита-(Ce); в – сечение секториального зерна ксенотима-(Y), 5, 8 – точки анализа (см. табл. 2). BSE-снимок (цвет дан нами).

Fig. 4. Zircon, xenotime-(Y) and monazite-(Ce) from pegmatite of Mt. Soroch'ya.

а – oriented intergrowth of zircon (Zr) and xenotime-(Y) (Xt); б – crystal of monazite-(Ce); в – section of sectorial grain of xenotime-(Y), 5, 8 – see points of analysis in Table 2.

нальность с чередованием зон разной интенсивности окраски. В анализах темных коричнево-черных зон содержание FeO около 14 мас. %, в зонах более светлых FeO около 9–10 мас. % при более высоких содержаниях MgO (см. табл. 1, ан. 5–10). В мало мощных кварц-мусковитовых прожилках (среди сланцев) встречались мелкие зелено-черные призматические кристаллы турмалина.

Акцессорные минералы мелкие (менее 1 мм), крупнее только фторапатит (призматические зеленовато-белые кристаллы до 2 см), голубоватый берилл (до 3 см) и циркон (до 1–2 мм).

Циркон серовато-коричневый и коричневатый, столбчатые кристаллики его призматического габитуса, гиацинтовой огранки с преобладающими гранями призмы {100}, меньшими гранями тетрагональной дипирамиды {111} и узкими гранями дитетрагональной дипирамиды {211}. В кварц-альбит-микроклиновом двуслюдяном пегматите циркон образует как отдельные кристаллики, так и закономерные сростки с зеленоватым дипирамидальным ксенотимом-(Y) (рис. 4а). Содержание HfO₂ в цирконах составляет 2.21–2.56 мас. %, светлоокрашенные коричневатые кристаллики содержат меньше Y и U (табл. 2, ан. 1), чем серовато-коричневые (табл. 2, ан. 2–4). В одном из кристаллов циркона обнаружены мелкие включения халькопирита.

Ксенотим-(Y) встречен в виде сростков с цирконом и мелких включений в монаците-Ce, что является признаком их сокристаллизации при формировании пегматитов горы Сорочьей. В огранении кристалликов абсолютно преобладает дипирамида {011} с очень узкими граньками дипирами-

ды {021} (см. рис. 4а). В составе ксенотима-(Y), кроме преобладающих оксидов фосфора и иттрия, определены примеси редких земель в количестве 18.04–18.93 мас. % и урана. В исследованных зернах преобладают зоны с повышенным содержанием UO₂ (см. табл. 2, ан. 6–8), включающие и тонкие редкие зонки с меньшим его количеством (см. табл. 2, ан. 5). В одном из сечений видна секториальность состава (в BSE; см. рис. 4в), где светлые участки ксенотима (секторы роста) содержат около 1.3–1.4 мас. % UO₂ по сравнению с чуть более темными участками, содержащими 0.5–0.9 мас. % UO₂; в этом ксенотиме есть вроски зерен циркона.

Монацит-(Ce) образует изометрично-таблитчатые и удлиненно-таблитчатые кристаллы величиной до 1–2 мм с преобладанием граней пинакоида {100}, призмы {110} и пинакоидов {101} и {101} (см. рис. 4б). В составе монацита из редкоземельных элементов преобладают Ce, Nd и La при меньших количествах Pr, Gd, Sm и средних содержаниях (мас. %): ThO₂ ≈ 5, UO₂ ≈ 0.84, Y₂O₃ ≈ 2.8, CaO ≈ 0.9 (табл. 3).

Рутил – коричнево-черные призматические зерна величиной до 20 мкм – в наших образцах встречаются во включениях в мусковите (рутил железосодержащий – *нигрин*). В составе нигрина определено Fe₂O₃ 10.69–13.18 мас. %, но не обнаружено примесей Ta и Nb (табл. 4, ан. 1–2). Черные зерна Ta-Nb-содержащего рутила (*стриверита*) величиной более 60 мкм выделены из шлиха раздробленного мусковит-кварц-микроклинового пегматита. Исследованные зерна стриверита практически однородны (в BSE) с содержаниями Ta₂O₅ ≈ 42 мас. % и Nb₂O₅ ≈ 13 мас. % (см. табл. 4, ан. 3–4). По сравне-

Таблица 2. Химический состав циркона и ксенотима-(Y) из пегматитов горы Сорочьей (мас. %)**Table 2.** Chemical composition of zircon and xenotime-(Y) in pegmatites of Mt. Soroch'ya (wt %)

Компонент	Циркон				Ксенотим-(Y)			
	Номер анализа							
	1	2	3	4	5-е	6-b	7-f	8-a
SiO ₂	32.49	31.92	31.97	31.33	0.26	—	0.50	—
P ₂ O ₅	—	—	—	—	36.02	35.67	35.39	35.47
ZrO ₂	63.66	62.15	61.86	61.59	—	—	—	—
HfO ₂	2.56	2.40	2.21	2.32	—	—	—	—
Y ₂ O ₃	0.45	1.59	1.44	1.54	44.21	43.58	44.00	44.80
Gd ₂ O ₃	—	—	—	—	1.20	1.20	1.28	1.08
Tb ₂ O ₃	—	—	—	—	0.34	0.30	0.21	0.27
Dy ₂ O ₃	—	—	—	—	4.09	3.67	3.82	3.75
Ho ₂ O ₃	—	—	—	—	1.11	1.16	0.83	1.23
Er ₂ O ₃	—	—	—	—	5.42	5.90	5.43	5.59
Yb ₂ O ₃	—	—	—	—	6.64	6.70	6.82	6.12
UO ₂	0.49	2.40	2.39	2.75	0.50	0.88	1.21	1.25
Сумма	99.65	99.72	99.87	99.53	99.79	99.06	99.49	99.56

Расчетные формулы (циркон – на Si = 4, ксенотим – на P = 4)

1 – (Zr _{0.96} Hf _{0.02} Y _{0.01})SiO ₄ ;	5 – (Y _{0.77} Er _{0.06} Yb _{0.07} Dy _{0.04} Gd _{0.01} Ho _{0.01}) _{Σ0.96} (PO ₄);
2 – (Zr _{0.95} Hf _{0.02} Y _{0.03} U _{0.01})SiO ₄ ;	6 – (Y _{0.77} Er _{0.06} Yb _{0.07} Dy _{0.04} Gd _{0.01} Ho _{0.01} U _{0.01}) _{Σ0.97} (PO ₄);
3 – (Zr _{0.94} Hf _{0.02} Y _{0.02} U _{0.02})SiO ₄ ;	7 – (Y _{0.78} Er _{0.06} Yb _{0.07} Dy _{0.04} Gd _{0.01} Ho _{0.01} U _{0.01}) _{Σ0.98} (PO ₄);
4 – (Zr _{0.94} Hf _{0.02} Y _{0.02} U _{0.02})SiO ₄	8 – (Y _{0.79} Er _{0.06} Yb _{0.06} Dy _{0.04} Gd _{0.01} Ho _{0.01} U _{0.01}) _{Σ0.98} (PO ₄)

Примечание. РЭММА-202М, аналитик В.А. Котляров. Прочерк – не обнаружено. H₂O не определялась.

Note. REMMA-202M, analyst V.A. Kotlyarov. Dash, not determined. H₂O not analysed.

Таблица 3. Химический состав монацита-(Ce) с горы Сорочьей (мас. %)**Table 3.** Chemical composition of monazite-(Ce) from Mt. Soroch'ya (wt %)

Номер анализа	Ce ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	CaO	ThO ₂	UO ₂	P ₂ O ₅	SiO ₂	Сумма
1	28.42	10.77	4.45	12.34	2.39	2.70	0.86	4.67	1.28	29.77	—	99.05
2	29.53	11.61	4.03	12.10	1.90	2.58	0.86	5.07	0.60	29.34	—	99.33
3	29.46	11.87	4.26	11.41	2.41	2.65	0.90	4.95	0.74	29.18	—	99.60
4	28.22	11.08	3.28	11.94	2.75	3.11	1.00	5.14	0.73	29.80	0.26	99.47

Расчетные формулы (P + Si = 1)

1	(Ce _{0.41} La _{0.16} Nd _{0.17} Pr _{0.06} Sm _{0.03} Gd _{0.02} Y _{0.06} Th _{0.04} Ca _{0.04} U _{0.01})(PO ₄)
2	(Ce _{0.44} La _{0.17} Nd _{0.17} Pr _{0.06} Sm _{0.03} Gd _{0.02} Y _{0.07} Th _{0.07} Ca _{0.04} U _{0.01})(PO ₄)
3	(Ce _{0.44} La _{0.18} Nd _{0.16} Pr _{0.06} Sm _{0.03} Gd _{0.02} Y _{0.06} Th _{0.05} Ca _{0.04} U _{0.01})(PO ₄)
4	(Ce _{0.41} La _{0.16} Nd _{0.17} Pr _{0.05} Sm _{0.04} Gd _{0.04} Y _{0.06} Th _{0.05} Ca _{0.04} U _{0.01})(P _{0.99} Si _{0.01})O ₄

Примечание. РЭММА-202М, аналитик В.А. Котляров. Прочерк – не обнаружено.

Note. REMMA-202M, analyst V.A. Kotlyarov. Dash – not determined.

Таблица 4. Химический состав рутила (мас. %)**Table 4.** Chemical composition of rutile (wt %)

Номер анализа	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Сумма	Расчетные формулы (O = 2)
1	89.13	10.69	—	—	—	99.82	(Ti _{0.92} Fe _{0.11} ³⁺)O ₂
2	86.80	13.18	—	—	—	99.98	(Ti _{0.90} Fe _{0.14} ³⁺)O ₂
3	32.60	1.58*	10.00	42.51	12.97	99.66	(Ti _{0.48} Ta _{0.23} Nb _{0.11} Fe _{0.16} ²⁺ Fe _{0.02} ³⁺)O ₂
4	32.69	1.76*	10.00	41.93	13.02	99.40	(Ti _{0.48} Ta _{0.22} Nb _{0.11} Fe _{0.16} ²⁺ Fe _{0.03} ³⁺)O ₂

Примечание. 1, 2 – нигрин, 3, 4 – “струверит”. *Fe₂O₃ – расчет. РЭММА-202М, аналитик В.А. Котляров. Прочерк – не обнаружено

Note. 1, 2 – nigrine, 3, 4 – “struverite”. *Fe₂O₃ is calculated. REMMA-202M, analyst V.A. Kotlyarov. Dash – not determined.

нию со стрюверитом из поздних гранитных пегматитов Ильменских гор [10], в пегматитах горы Сорочьей стрюверит богаче **Ta** и **Nb** при меньшем количестве титана. Возможно, что стрюверит ранее мог быть принят за недиагностированный “ортит”, упомянутый Е.Ф. Лапкиным [1].

Золото (из включений микрозерен до 1 мкм в стрюверите) имеет состав, мас. %: Au 95.18; Ag 4.82; расчетная формула $Au_{0.915}Ag_{0.085}$ (РЭММА-202М, аналитик В.А. Котляров).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гранитные пегматиты горы Сорочьей, установленные в 10 км от западного контакта Сыростанского гранитного массива, не имеют видимой связи с ним и по локализации, морфологии жил, существенному их динамометаморфизму и преобладающему мусковит-полевошпат-кварцевому составу подобны известным в 66 км севернее жилам Слюдяногорского месторождения мусковита [9]. Акцессорные танталониобаты в пегматитах горы Сорочьей пока не встречены (только **Ta-Nb-рутил** – стрюверит), что отличает их от мусковитовых пегматитов горы Слюдяной и от гранитных редкоземельно-редкометалльных пегматитов в Сыростанском массиве [5]. Пегматиты горы Сорочьей, содержащие турмалин, циркон, ксенотим-(Y), монацит-(Ce), берилл и **Ta-Nb-рутил** (стрюверит), возможно, близки поздним берилл-содержащим гранитным безмазонитовым пегматитам с крупными кварцевыми “ядрами” как в Сыростанском массиве [3], так и в Ильменских горах и в Борисовском гранитном массиве [3, 10].

Авторы благодарны М.Е. Рассомахиной и А.Н. Трушкину за помощь в сборе образцов из пегматитов, В.А. Попову – за фото образцов, И.А. Бли-

нову – за микрофото и ЭДС зерен минералов, химикам М.Н. Маляренко, М.С. Свиренко, К.А. Филипповой – за определение Li, Rb, Cs и F.

Исследования проведены в рамках темы ГР № 01201374594 Института минералогии УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амеландов А.С. (1937) Обзор слюдяных месторождений Урала. *Слюды СССР*. Л.-М.: ОНТИ-НКТП, 238-257.
2. Златоустовская энциклопедия. Т. 1. А–К. (1994) Редакторы-составители А.В. Козлов, Н.А. Косиков, В.В. Чабаненко. Златоуст: “Златоустовский рабочий”, 190 с.
3. Колисниченко С.В., Попова В.И., Попов В.А. (2014) Гранитные пегматиты Борисовского массива на Южном Урале. *Минералогический Альманах*. М.: “Минералогический Альманах”, 19(1), 14-29.
4. Коптев-Дворников В.С., Доброхотова Е.С., Рожков И.С., Мирлин Г.А. (1940) Геологический разрез Урала от Златоуста до Челябинска. М.-Л.: АН СССР, 328 с.
5. Макагонов Е.П., Муфтахов В.А. (2015) Редкоземельно-редкометалльная минерализация в поздних гранитах Сыростанского массива (Южный Урал). *Литосфера*. (2), 121-132.
6. Мушкетов И.В. (1877) Материалы для изучения геогностического строения рудных богатств Златоустовского Горного Округа в Южном Урале. С-Пб: Типогр. Импер. Академии наук, 231 с.
7. Никаноров А.С., Михайлов И.И. (1967) О температурах образования мусковита. *Записки РМО*. 96(2), 162-169.
8. Попов В.А. (2011) Практическая генетическая минералогия. Екатеринбург: УрО РАН, 167 с.
9. Попова В.И., Муфтахов В.А., Попов В.А., Блинов И.А., Котляров В.А. (2015) Новые данные о редкоземельно-редкометалльной минерализации пегматитов Слюдяногорского месторождения мусковита на Южном Урале. *Записки РМО*. 144(5), 96-111.
10. Попов В.А., Попова В.И. (2006) Минералогия пегматитов Ильменских гор. *Минералогический Альманах*. М.: Экост. 9, 151 с.
11. Таланцев А.С. (1969) Плагноклаз-мусковитовый геотермометр. *Докл. АН СССР*. 196(5), 1193-1195.

³⁾Климов Н.Г., Котов В.Ф., Кислицын П.А., Григорьева В.А., Черданцев В.В. (1968). Отчет о геолого-разведочных работах по редким металлам, проведенных в 1966–67 гг. в Центральной части Сыростанского гранитного массива в районе г. Миасс Челябинской области. Фонды «Челябинскнедра», 134 с.

New data on mineralogy of granitic pegmatites Mt. Soroch'ya, Southern Urals

V. I. Popova*, M. A. Rassomahin**, V. A. Kotlyarov*

*Institute of Mineralogy Urals Branch of RAS

**Ilmen State Reserve

Mineralogy of granitic pegmatites of Mt. Soroch'ya near Zlatoust which are included in the Upper Riphean metamorphic mica-garnet, staurolite-garnet, and wollastonite-sillimanite-garnet schists of the Kuvash Formation is examined. Zonal pegmatite veins 30–600 m long and 1–40 m thick are composed of (from margin to centre): 1) pegmatitic quartz-two-feldspar with muscovite and biotite; 2) graphic muscovite-quartz-two-feldspar; 3) blocky with large crystals of microcline, muscovite (up to 10 cm) and quartz in small-grained quartz-albite aggregate; and 4) quartz core zones. The composition of formerly known mica, tourmaline, zircon, rutile and first time discovered xenotime-(Y), monazite-(Ce), Ta-bearing rutile ("strüverite"), and gold is described.

Key words: *granitic pegmatites, mica, schörl, zircon, rutile, strüverite, xenotime-(Y), monazite-(Ce), gold, Mt. Soroch'ya, South Urals.*

REFERENCES

1. Amelandov A.S. (1937) Review of the mica deposits of the Urals. *Sludy SSSR*. Leningrad-Moscow: ONTI-NKTP Publ., 238-257. (In Russian)
2. *Zlatoustovskaja Entsiklopedija* [Zlatoust Encyclopedia]. 1. A–K. (1994) (Eds: A.V. Kozlov, N.A. Kosikov, V.V. Chabanenko). Zlatoust: Zlatoustovskiy rabochii Publ., 190 p. (In Russian)
3. Kolisnichenko S.V., Popova V.I., Popov V.A. (2014) Granitic pegmatites of the Borisovsky pluton, Southern Urals. *Mineralogical Almanac*. Moscow: Mineral-Almanac Publ., 19(1), 14-29. (In Russian)
4. Koptev-Dvornikov V.S., Dobrochotova E.S., Rozhkov I.S., Mirlin G.A. (1940) *Geologicheskij razrez Urala ot Zlatoust do Cheljabinska* [Geological section of the Urals from Zlatoust to Chelyabinsk]. Moscow-Leningrad: Akad. Nauk SSSR Publ., 328 p. (In Russian)
5. Makagonov E.P., Muftakhov V.A. (2015) Rare earth-rare metal mineralization in late granites of the Syrostan massif (Southern Urals). *Lithosphere*. (2), 121-132. (In Russian)
6. Mushketov I.V. (1877) *Materialy dlja izuchenija geognosticheskogo stroenija rudnykh bogatstv Zlatoustovskogo Gornogo Okruga v Juzhnom Urale* [Material for the study of geognostic structure of ore deposits of the Zlatoust Mining district in the Southern Urals]. St.-Petersburg, Emperor Akad. Nauk, 231 p. (In Russian)
7. Nikanorov A.S., Mikhaylov I.I. (1967) Formation temperatures of muscovite. *Zapiski of the Russian Mineralogical Society*. 96(2), 162-169. (In Russian)
8. Popov V.A. (2011) *Prakticheskaja geneticheskaja mineralogija* [Practical genetic mineralogy]. Ekaterinburg: UB RAS Publ., 167 p. (in Russian)
9. Popov V.A., Popova V.I. (2006) *Mineralogija pegmatitov Il'menskikh gor* [Ilmeny Mountains: Mineralogy of pegmatites]. Mineralogical Almanac. Moscow: Ecost Publ. 9, 151 p. (In Russian)
10. Popova V.I., Muftakhov V.A., Popov V.A., Blinov I.A., Kotlyarov V.A. (2015) New data on the rare earth-rare metal mineralization of pegmatites in the Slyudyanaya Gora muscovite deposits (the Southern Urals). *Zapiski Russian Mineralogical Society*. 144(5), 96-111. (in Russian)
11. Talantsev A.S. (1969) Geothermometer of plagioclase-muscovite. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 196(5), 1193-1195. (In Russian)