

УДК 553.3/4:553.2:550.4

РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫЕ ПЕГМАТИТЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

А.И. Гусев

Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, г. Бийск

E-mail: anzerg@mail.ru

Приведены данные о составе и строении редкометалльных пегматитов западной части Алтае-Саянской складчатой области. Пегматиты датируются ранним триасом и ранней юрой. Как правило, это дифференцированные разности с зональным строением. По составу среди них выделяются 4 типа: бериллиевый, редкоземельный, тантал-ниобиевый, комплексный бериллий-тантал-ниобий-уран-редкоземельный. Они состоят из кварца, полевых шпатов, слюды. Пегматиты включают также берилл, турмалин, флюорит, гранат, танталит, колумбит, пектолит, монацит, ортит, ксенотим, сиклерит, танталит-колумбит, циртолит, уранинит, висмутин, эвлитин, висмутит, фергюсонит, гатчетолит, халькопирит, борнит. В целом пегматиты региона являются редкометалльно-редкоземельными. В бериллиевом типе имеются ювелирные камни: аквамарин, горный хрусталь, раухтопаз, гиацинт.

Ключевые слова: дифференцированные пегматиты, типы, берилловые, ортитовые, тантал-ниобиевые, комплексные, циртолит, уранинит, пектолит, сиклерит, висмутин, эвлитин, фергюсонит, гатчетолит, аквамарин.

Пегматиты имеют большое практическое значение, являясь источником разнообразных полезных ископаемых: керамического сырья (полевой шпат, кварц), электротехнического сырья (слюда), драгоценных и цветных камней (берилла, аквамарина, циркона и т.д.), рудных месторождений (бериллия, тантала, ниобия, редких земель) [1]. Редкие элементы чрезвычайно важны в металлургических процессах, поскольку позволяют повышать качество сплавов никеля, стали, алюминия, титана. Используя низколегированные стали, содержащие 0,03-0,07 % ниобия и 0,01-0,1 % ванадия, можно на 30-40 % снизить вес конструкций при строительстве автомобилей, мостов, многоэтажных зданий, газо- и нефтепроводов, геологоразведочного оборудования и увеличить срок их службы в 2-3 раза. Это весьма актуально при строительстве нефте- и газопроводов в сложных природных и климатических условиях и в агрессивных средах (дно Балтийского и Черного морей), а также

при строительстве нефте- и газодобывающих платформ для добычи углеводородов на шельфе. Все это обуславливает в самом ближайшем будущем кардинальный рост потребности в редких элементах.

Редкие земли имеют стратегическое значение в энергетической сфере и в ближайшее десятилетие в глобальном мире главным лозунгом будет: «кто владеет энергией, тот владеет миром». Они находят применение в ряде инновационных технологий в получении высокотехнологичной продукции в катализаторах двигателей внутреннего сгорания, сотовых телефонов, дисплеев мониторов, микроэлектроники и медицинских приборах. Огромное значение редкоземельные элементы имеют для оборонной продукции, реактивных двигателей и спутниковых систем, электроприборов оперения стабилизаторов баллистических ракет, систем контроля гравитации в стабилизаторах «умных» бомб и других направлениях.

При этом сферы инновационного применения редких элементов расширяются практически ежедневно. Из этого перечня можно сделать вывод: «кто владеет редкими землями, тот владеет миром». Следует отметить, что спрос на редкоземельные элементы в 2010 г. оценивался в 136 тыс. т, в то время как мировое производство их оставалось на уровне 133,6 тыс. т. Ожидается, что в ближайшее время спрос на редкоземельные элементы продолжит свой рост. К примеру, Китайская ассоциация редкоземельной промышленности прогнозирует рост спроса к 2015 г. до 210 тыс. т.

На Алтае и в приграничных районах Казахстана гранитные пегматиты весьма разнообразны по составу и содержат все выше перечисленные типы минерализации [2-11]. Они связаны с гранитоидами Белокурихинского комплекса [1], а также с редкометалльными пегматитами Притепча [2]. В последние годы установлено, что многие редкометалльные пегматиты Алтая весьма перспективны и на редкоземельное оруденение. Это стало возможным благодаря тому, что в практику геологических исследований по изучению вещественного состава внедрен эмиссионный спектрометрический анализ с индуктивно-связанной плазмой (ISP-M) на спектрометре «ОПТИМА-4300», позволяющий с высокой точностью определять редкоземельные элементы из малых навесок.

Типы редкометалльных пегматиты региона

Наибольшее количество редкометалльных пегматитов на Алтае находится в пределах Белокурихинского рудного района, пространственно и парагенетически связанного с одноименным интрузивным массивом. Пегматиты в пределах Белокурихинского плутона размещены на севере и на юге, образуя две полосы, к которым приурочены редкометалльные месторождения. В северной полосе пегматиты образуют проявления и месторождения тантала, ниобия

(руч. Крутенький, ключ Слепой, Даниловское), редко – бериллия (Теплуха). В южной полосе к пегматитам приурочены месторождения и проявления бериллия (Курановское месторождение, Федоровское проявление). Пегматиты в первом случае локализуются среди меланогранитов первой фазы, двуслюдяных гранитов второй и лейкогранитов третьей фазы и тесно ассоциируют с дайками аплитов, лейкогранит-порфиров. В южной части плутона пегматиты локализуются в пределах лейкократовых гранитов третьей фазы (Курановский, Осокинский) и нередко тесно ассоциируют с редкометалльными грейзенами. Редкометалльные пегматиты Белокурихинского плутона характеризуются разнообразием минералов, обнаруженных в них. Главными породообразующими минералами являются кварц и полевые шпаты. В некоторых из них присутствуют мусковит, турмалин, топаз, апатит, циркон, гранат, берилл, тантало-ниобаты, монацит, ортит.

Проявление бериллия ручья Крутенький находится в верховьях ручья Крутенького, правого притока р. Черновой в 1,5 км к юго-востоку от южной окраины с. Черновое. Жила пегматита с кристаллами берилла впервые здесь была найдена Белокурихинской партией в 1940 г. Участок сложен порфировидными биотитовыми гранитами в различной степени мусковитизированными и турмалинизированными. Среди гранитов отмечается большое количество аплитовых и пегматитовых тел. Пегматитовые тела имеют жилеобразную, реже линзовидную форму. Зональность выражена слабо. Структура большинства тел мелкозернистая, со слабым развитием зоны блокового полевого шпата и кварца. Пегматиты и вмещающие их граниты иногда пересекаются трещинками взбросового типа с амплитудой перемещения на несколько сантиметров. Простирание трещин близко к широтному. Вдоль некоторых трещин наблюдается пиритизация и флюоритизация в виде зерен жел-

товато-фиолетового флюорита размером 1-2 мм. На участке выявлено 4 жильных тела пегматитов с бериллием. Тело № 1 находится в верховьях ручья Крутенького. Оно приурочено к дайке аплитовидных гранитов. Дайка прослежена горными выработками на 240 м. Северо-восточный конец дайки, где ее мощность достигает 6 м, перекрыт рыхлыми отложениями, а юго-западный выклинивается. Мощность дайки колеблется от 0,5 до 6 м. Среднее простирание дайки 50° , падение на северо-запад $80-85^\circ$. Мусковитовые аплитовидные граниты содержат непрерывно распределенные выкаты пегматитов, линзообразной и неправильной формы, длиной до 40 м и мощностью до 5 м. Иногда в пегматитовых выкатах присутствуют кристаллы зеленоватого-голубого берилла размером от долей миллиметра до 3 см. Наиболее крупное жилообразное тело пегматитов с бериллом согласно залегает в средней части дайки. Оно имеет длину 16 м, среднюю мощность – 0,12 м. Сложено среднезернистой пегматоидной породой, состоящей из розового микроклина, дымчатого кварца, зеленоватого мусковита. Берилл присутствует в виде радиально-лучистых сростков и одиночных кристаллов зеленоватого-голубого цвета. Длина кристаллов берилла колеблется от долей миллиметра до 10 см и толщиной до 3 см в поперечнике. Преобладают кристаллы длиной 4-5 см. Здесь же часто встречается пирит. В искусственном шлихе установлены следующие минералы в единичных зернах: магнетит, ильменит, гранат, биотит, мартит, лимонит, эпидот, турмалин, монацит и циркон. Рудное тело № 2 находится в 150 м к северу-западу от тела № 1. Оно прослежено канавой на 28 м. Пегматит крупнокристаллический мусковитовый, с оторочкой аплита мощностью до 0,1 м. Местами пегматит имеет полосчатую текстуру, обусловленную параллельными тонкими прожилками стекловидного кварца и полевого шпата. Берилл встречается как в полосчатых пегматитах, так и в отороч-

ках аплита в виде веерообразных скоплений до 5 см в длину. Среднее содержание по данным 14 бороздовых проб BeO до 0,02 %. Анализы рудоразборного берилла не проведены. В протолочках бороздовых проб определены: бисмутит (от единичных зерен до 912 зерен), монацит (от единичных зерен до 87 зерен), в некоторых пробах отмечаются единичные зерна тантало-ниобиевых минералов и молибденита. Аналогичное строение и содержание полезных ископаемых установлено и в двух других наиболее крупных пегматитовых телах участка. Кроме того, здесь же вскрыты еще менее мощные жилообразные тела пегматитов без видимых кристаллов берилла. Проследивание их не проводилось. На участке наиболее вероятно нахождение новых бериллоносных тел на продолжении жилы № 1 в обоих направлениях.

Проявление тантало-ниобатов ручья Слепого находится в верховье ручья Слепого, левого притока реки Черновой. Тела пегматитов на этом участке известны с дореволюционных времен, когда разрабатывались с целью добычи кварца для стекольного завода. Дмитриевской партией были вскрыты шесть полого залегающих тел дифференцированных пегматитов видимой мощностью от 2 до 1 м и имеющих СЗ простирание. Пегматиты состоят из крупных обособлений кварца и полевого шпата с неравномерной вкрапленностью гематита, турмалина, граната, охр висмута и тантало-ниобиевых минералов, которые представлены кристаллами плоскопризматической формы до 2 см в поперечнике и 1,5-2 м толщиной. В шлихах из протоочки пегматитов установлено содержание тантало-ниобиевых минералов до 552 зерен, а также единичные зерна монацита, малахита, азурита, молибденита, лейкоксена, сфена, циркона, флюорита. В монофракции монацита ручья Слепого выявлены повышенные концентрации церия, диспрозия, иттербия (табл. 1). Монацит можно отнести к цериевой разновидности.

Проявление тантало-ниобатов ручья Чернового находится в среднем течении одноименного ручья в районе между притоками Солдаткой и ручьем Крутым. Обнаружено проявление редкометалльно-редкоземельных пегматитов в процессе проведения полевой геологической практики студентов Алтайской государственной академии образования им. В.М. Шукшина в 2008 г. В обоих бортах ручья обнажены два тела пегматитов мощностью 3-5 м. Видимая протяженность их от 15 до 20 м. Пегматиты полно дифференцированные с кварцевым ядром и переходной зоной, в которой отмечены помимо полевых шпатов и мусковита, турмалин, гранат, эпидот. Из рудных минералов обнаружены ферроколумбит, танталит, пироклор, циркон, монацит, ортит. Ниже проявления по ручью зафиксирована россыпь тантало-ниобатов. Состав монацита приведен в таблице 1. Он также относится к цериевой разновидности и для него характерны повышенные концентрации церия, диспрозия, иттербия.

Курановское месторождение находится в верховьях ручья Куранова, левого притока р. Черновой в 700 м от его устья. Впервые бериллиевое оруденение на участке было установлено геологами Дмитриевской партии в 1952-1953 гг. Площадь месторождения сложена лейкократовыми слабо грейзенизированными гранитами третьей фазы белокурихинского комплекса, который в виде штока размером 150x200x300 м размещается среди основной массы биотитовых порфиридных гранитов массива. Бериллиевое оруденение на участке расположено в пределах штока лейкократовых гранитов и сосредоточено в пегматитовых телах различной мощности и формы, в штокверке кварцевых прожилков и в интенсивно грейзенизированных гранитах. По результатам поисково-оценочных работ выделено четыре рудных тела, три из которых расположены в южной части штока (участок № 1) в пределах штокверковой зоны. Штокверк

представляет собой густую сеть субширотных и субмеридиональных кварцевых жилков и линзочек (до 50 шт. на 1 погонный метр). Концентрация берилла приурочена преимущественно к местам их пересечения. Кроме берилла прожилки содержат флюорит, молибденит, танталит. По результатам опробования рудные тела характеризуются следующими параметрами: длина первого – 149 м, мощность – 4,6 м, среднее содержание окиси бериллия – 0,055 %; второе – 75 м, 3,8 м и 0,07 %; третье – 70 м, 3,8 м и 0,057 %, соответственно. Общие запасы окиси бериллия по ним составляют по категории C_1 – 49,8 т, C_2 – 49,8 т. Жильные пегматитовые тела имеют мощность от 0,01 до 2 м, по простиранию прослеживаются на 20-30 м и расположены кулисообразно. Простирание – субширотное, падение – пологое (10-38°), они сложены стекловидным кварцем с включениями полевого шпата. Берилл присутствует в виде неравномерной вкрапленности кристаллов зеленовато-голубого цвета, длиной от долей миллиметра до 5 см. Четвертое рудное тело расположено в СЗ части штока (участок № 2) и приурочено к наиболее крупной линзе пегматита. Берилл тяготеет к границе кварцевого ядра. Мощность рудного тела составляет 1,5 м, по простиранию оно прослежено на 50 м и по падению – на 11 м. По результатам опробования среднее содержание оксида бериллия – 0,088 %. Ориентировочно геологические запасы на 1 м углубки составляют 3 т. При ГС-200 (геологическая съемка масштаба 1:200000) подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_1 четырех разведанных рудных тел до глубины 300 м, составившие 650 т оксида бериллия, в том числе 99,6 т категории $C_1 + C_2$ [12].

Даниловское проявление расположено в истоках ручья Спирина, правого притока р. Даниловки, вблизи высотной отметки 683,8 м. Приурочено к экзоконтактовой части Осокинского массива, где отмечаются жилообразные тела альбит-микроклин-кварцевых пегматитов и

аплит-пегматитов с вкрапленностью и гнездами монацита, ксенотима, ортита, тортвейтита, циркона (гиацинта). Установлены содержания пятиоксида тантала до 0,238 %, пентоксида ниобия – до 2 %, урана – 0,1266 %, тория – 0,639 %, циркония – 3,0 %, иттрия – 0,5%, церия – 0,15 %, лантана – 0,4 %, скандия – 2,0 %. Концентрации редкоземельных элементов в монофракциях монацита и ксенотима приведены в таблице 1. Следует отметить, что в указанных минералах помимо главных элементов (Y, La, Ce) в повышенных количествах присутствуют и тяжелые РЗЭ – гадолиний, диспрозий, эрбий.

Ортитовое проявление в Рудном Алтае известно в пегматитах, оно обнаружено П.П.Пилипенко среди гранитов Саввушинского массива. В 1911 г. им из одного гнезда извлечено 15 кг ортита, а также найден кристалл длиной около 30 см и массой 3 кг. Известная часть тела Ортитовая Сопка промышленного значения не имеет. Однако не исключено, что более глубокие горизонты массива могут представлять практический интерес на редкоземельное оруденение. Последнее представлено сверху розовым и частично белым кварцем, ниже – горизонтом (0,5 м) черного кварца с кристаллами полевого шпата и турмалина, в основании – грубозернистым письменным пегматитом (1,5 м) с мусковитом (до 12x6 см), жильбертитом, турмалином (шерл), флюоритом. Строение этого тела аналогично строению тела Тигирекского месторождения [9]. В пробах ортита отмечаются высокие концентрации многих элементов. По содержаниям РЗЭ ортит относится к иттриевой разности (табл. 1).

В верховьях ручья Харьковка, по сообщению Б.С. Митропольского, в рукописи «Редкие металлы Западной и Средней Сибири (1935)», найден берилл. На южном склоне Тигирекского массива в верховьях р. Татарка (сейчас это территория Казахстана) Н.Д. Довгалем в

1934 г. были обнаружены свалы среднезернистых гранитов с аплитами и пегматитами кварца с вольфрамитом, шеелитом, молибденитом и повышенными концентрациями редких земель.

В Прителечье известен Челюш-Тузуктинский редкометалльный рудный узел, приуроченный к области развития интрузий габбро-диорит-гранодиоритового каракудюрского (D₂) и гранодиорит-гранитового кубадринского (D₂) комплексов, прорывающих метаморфические породы курайского комплекса. В составе гранитоидов кубадринского комплекса совместно с дайками гранитпорфиров, микрогранитов, аплитов встречаются многочисленные тела редкометалльных пегматитов. В последних присутствует оруденение олова, бериллия, тантала, ниобия. Наиболее концентрированное оруденение редких металлов локализовано в двух прогнозируемых рудных полях: Тузуктинском и Челюшском. Компактные рои пегматитов имеют меридиональную ориентировку и приурочены к разлому, который сопровождается появлением гнейсоватости в гранитоидах и обильными дайками кислого состава, имеющими щелочной и умеренно-щелочной состав. Пегматиты явно наложены на девонские гранитоиды и имеют, вероятно, нижнеюрский возраст. Пегматиты слабо изучены.

Тузуктинское проявление. Редкометалльные пегматиты образуют более 100 жил на участках Тузукта и Дырях. Мощность пегматитов от 0,2 до 60 м. Вкрапленность берилла, сиклерита, танталитколумбита, циртолита, уранинита, висмутина, эвлитина, бисмутита, халькопирита, борнита. Содержание тантала 0,01-0,03 %, бериллия – 0,002-1 %. Нами в составе рудных минералов обнаружен монацит, образующий тонкую вкрапленность кристаллов и их сростков размерами до 1-2 мм. Повышенные концентрации редкоземельных элементов в монаците отмечаются для иттрия, диспрозия, иттербия (табл. 1).

Таблица 1

Содержание редкоземельных элементов в редкоземельных минералах
Рудного и Горного Алтая, г/т

Элементы	1	2	3	4	5	6	7
Y	77623	76623	85642	876	773	173	134
La	64224	63228	611	56798	57768	57667	56334
Ce	52626	53626	735	21345	25343	65343	66241
Pr	151,8	150,2	102,8	210	201	211	213
Nd	788,1	798,3	388,1	453	352	334	346
Sm	125,3	126,8	126,3	121	102	92	88
Eu	100,6	101,2	106,6	87,6	77,1	75,1	72,3
Gd	175,4	185,7	192,7	56,7	46,4	48,2	49,1
Tb	24,8	25,1	23,8	18,6	18,1	20,5	21,4
Dy	268,2	278,3	248,2	119,4	129,3	139,1	150,2
Ho	17,23	18,28	19,23	10,5	10,1	10,7	10,9
Er	52,3	55,1	56,3	42,7	41,6	42,9	43,7
Tm	10,2	11,4	13,2	10,6	10,6	10,1	10,4
Yb	42,1	47,3	83,1	32,7	57,5	59,2	58,1
Lu	9,6	10,2	10,6	9,9	10,9	10,1	10,3

Примечание: 1-2 – ортиты Ортитовой Сопки; 3 – ксенотим Даниловского проявления; 4 – монацит Даниловского проявления; 5 – монацит Тузуктинского проявления; 6 – монацит ручья Слепого; 7 – монацит ручья Чернового. Анализы выполнены в Лабораториях ИМГРЭ (Москва) и ИГиМ СО РАН (Новосибирск) методом ICP-MS.

Челюшское проявление представлено редкометальными пегматитами мощностью от 0,2 до 2 м и протяженностью от 100 до 250 м, в пегматитах наблюдается вкрапленность берилла, тантало-ниобатов, фергюсонита, гатчетолита. Содержание бериллия от 0,001 до 1 %, ниобия от 0,01 до 0,1 %.

Дырях-Кокшинское проявление. Обнаружено около 60 пегматитовых тел мощностью от 1 до 40 м и протяженностью от 100 до 400 м. Содержание бериллия – до 0,0018 %; олова – до 0,001, цинка и свинца – 0,001-0,1 %.

Кроме указанных проявлений в рудном поле известны: проявление Шалтанское со свалами пегматитов среди метаморфических пород терехтинского комплекса (диаметр глыб – до 2 м с призмами черного турмалина, содержание элементов: BeO – 0,003 %, Sn – 0,001-0,03, Cu – 0,001-0,3 %); проявление Конуй-Кош-Агачское с 50 пегматитовыми телами мощностью от 1 до 40 м и протяженностью до 300 м (среди метаморфических пород терехтинского метаморфического комплекса, содержа-

ние элементов: BeO – 0,001 %, Sn – 0,001, Cu и Pb – 0,001-0,01 %.

Тигирекское месторождение аквамарина. Некоторые пегматитовые тела в пределах гранитоидов белокурухинского комплекса содержат ювелирные аквамарины. Тигирекское месторождение аквамарина находится в водораздельной части одноименного хребта и локализуется в районе горы Иркутки или Разработной. Месторождение приурочено к пегматитам. Всего на участке выявлено 15 пегматитовых тел разной величины, из которых 3 наиболее крупных находятся вблизи вершины горы Разработной, а остальные – на ее восточном склоне. На месторождении проявлены пегматиты полно дифференцированные, крупноблоковые, образующие 3 жилы. Наибольший интерес представляет самое крупное тело пегматита – тело № 1. На поверхности оно имеет штокообразную форму, вытянутую в северо-западном направлении. Длина выхода имеет 15 м. Месторождение полно не изучено. Штольня пройденная в 1933 г. по телу пегматита до 18,3 м, не вышла из него. Мощность тела колеблется от 4 до 9 м. Строение пегматита симметрич-

но-зональное с обособлением 5 зон. Первая зона – ядерная часть пегматита сложена трещиноватым полупрозрачным розовым кварцем с неравномерной интенсивностью окраски от почти бесцветного до ярко розового, образуя неправильные участки и гнезда размером до 1-2 м. Вторая зона сложена серовато-белым и белым кварцем, иногда полупрозрачным. Третья зона состоит из крупно- и гигантозернистого микроклин-пертита с крупными пластинками мусковита, редко биотита, дымчатого кварца (раухтопаза), горного хрусталя и берилла, кристаллы берилла грязно-зеленого, изредка чистого голубовато-зеленого прозрачного аквамарина, правильной «карандашной» огранки, но трещиноватые, размерами в первые сантиметры. Мощность зоны – до 1,5 м. В этой зоне обнаруживались кристаллы аквамарина до 1 м длиной и 15 см шириной. Четвертая зона представлена средне- и крупнозернистым пегматитом с монацитом, аквамарином и редким ксенотимом. Мощность зоны – до 50 см. Пятая (внешняя) зона мощностью от 5 до 15 см, она сложена красноватым среднезернистым мусковит-плагиоклазовым лейкогранитом и имеет постепенные переходы к вмещающим светло-серым и розоватым среднезернистым гранитам Тигирекского массива.

Основной объем берилла приурочен к границе 2 и 3 зон. В составе пегматитов отмечено 28 минералов, из которых основными являются микроклин, кварц, берилл, мусковит. Акцессорные минералы: монацит, ильменорутил, флюорит, апатит, турмалин, танталит, колумбит, ксенотим.

Аквамарин локализуется в пегматитах в виде гнезд в переходной части от кварцевого ядра к альбитовой зоне. Размеры гнезд – до 20-30 см в поперечнике. П.И. Кокориным отмечаются единичные кристаллы аквамарина длиной до 1 м и 15 см толщиной. Отдельные кристаллы прозрачного аквамарина небесно-голубого и голубого цвета до-

стигают 8-6 см в длину. Ассоциирует со слюдой зеленого цвета, иногда монацитом, ксенотимом, танталитом и колумбитом. Запасы берилла по категории Б составляют 5,18 т при среднем содержании по телу пегматита 0,28 % и по отвалу – до 0,045 % (запасы в отвалах – 35 кг берилла). Аквамарин Тигирекского месторождения хорошего качества.

Проявление аквамарина Сопки Чайной находится в пограничной части с Казахстаном на Тигирекском хребте к юго-востоку от Тигирекского месторождения и является продолжением единой полосы роя тел пегматитов Тигирекского месторождения. Находки берилла и аквамарина на проявлении отмечены давно. Делювиальные шлейфы свалов аквамарина наблюдаются на российской и казахстанской территориях. Сопка Чайная представляет собой выступ лейкогранитов, умеренно-щелочных, относящихся к заключительной фазе становления Тигирекского гранитоидного массива. Здесь создались благоприятные условия для формирования полно дифференцированных пегматитов и оптимальные условия флюидного режима, способствовавшего генерации миароловых пустот и погребков, минерализованных бериллом, аквамарином, зеленой слюдой, турмалином, апатитом, монацитом, ксенотимом, танталитом, пектолитом, рухтопазом. Сростки и отдельные кристаллы аквамарина достигают 5-7 см в длину. Отдельные кристаллы отличаются совершенной прозрачностью и небесно-голубым цветом [10].

Коровихинское проявление. В тесной связи с гранитоидами Коровихинского массива (находится южнее Тигирекского массива на территории Казахстана) выявлено Коровихинское проявление редкометалльных пегматитов. Коровихинский массив гранитоидов также относится к белокурухинскому комплексу [5]. В дифференцированном теле пегматитов по периферии кварцевого ядра отмечаются участки проявления редко-

металлической минерализации в виде вкрапленности берилла, флюорита, апатита, танталита, колумбита, циркона, самарскита, фергусонита, поликраза, гатчетолита, монацита, ортита, ксенотима. Содержания элементов составляют бериллия от 0,005 до 1,3 %, ниобия – от 0,01 до 0,5 %, тантала – от 0,01 до 0,6 %, циркония – от 0,5 до 2 %, иттрия – от 0,2 до 2,4 %.

Особенно богатые на редкие земли пегматиты на территории Казахстана связаны с гранитоидами калбинского комплекса в Калба-Нарымской зоне. Здесь известны редкометалльные месторождения Калай-Топкан, Карагоин, Чердоаякское и другие. Промышленное значение имеют крутопадающие рои пегматитов, образующих узкие кулисы [13]. Они локализируются по периферии висячих боков гранитных массивов и в надинтрузивной позиции на удалении до 1-2 км от контактов. Оруденение в пегматитах связано с многостадийным метасоматическим процессом. Состав редкометалльных пегматитов сложен. Главные жильные минералы – кварц, микроклин, альбит, мусковит; второстепенные – апатит, турмалин, гранат, онкозин, куккеит, флюорит; рудные минералы – танталит-колумбит, касситерит, микролит, амблигонит, редко монацит, ортит, ксенотим.

Заключение

Приведенные материалы показывают, что пегматитовые проявления реги-

она могут быть отнесены к четырем типам: бериллиевое (Курановское месторождение), тантал-ниобиевое (руч. Слепой), редкоземельное (Ортитовое проявление), комплексное бериллий-тантал-ниобий-уран-редкоземельное (Даниловское, Тузуктинское). Кроме того, некоторые бериллиевые пегматиты содержат ювелирный аквамарин (Тигирекское и Сопки Чайной).

В целом петро-геохимические особенности пегматитов Белокурихинского плутона и Коровихинского массива могут быть отнесены к редкометалльной пегматитовой формации, петалитовой подформации, бериллиевому геохимическому эволюционному ряду, формирование которых происходило при начальном давлении 2-3,5 кбар [14]. Пегматиты Саввушинского массива относятся к редкоземельному типу.

Пегматиты региона относятся к четырем редкометалльным типам: бериллиевому, редкоземельному, тантал-ниобиевому, комплексному бериллий-тантал-ниобий-уран-редкоземельному. В бериллиевом типе имеются ювелирно-поделочные камни: аквамарин, горный хрусталь, раухтопаз, а в редкометалльном – гиацинт. Монофракции редкоземельных минералов (ортита, монацита, ксенотима) содержат помимо главных элементов и некоторые тяжелые редкие земли (диспрозий, гадолиний, эрбий, иттербий).

Список литературы

1. Ферсман А.Е. Пегматиты. Т.1-Т.6. – М., 1960. – 742 с.
2. Гусев А.И., Дзагоева Е.А., Табакаева Е.М. Петрология и рудоносность Белокурихинского плутона Горного Алтая // Отечественная геология. – 2008. – № 4. – С. 25-33.
3. Гусев А.И. Минерагения и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск, 2010. – 385 с.
4. Гусев А.И. Минерагения и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск, 2011. – 365 с.
5. Гусев А.И., Гусев Н.И. Минерально-сырьевая база редких земель юга Сибири // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 8. – С. 16-19.

6. Гусев А.И., Гусев Н.И., Васильченко Т.А. Магматизм и оруденение Рудного Алтая. – Бийск, 2011. – 270 с.
7. Гусев А.И. Типы эндогенной редкоземельной минерализации Горного и Рудного Алтая // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 12. – С. 92-96.
8. Гусев А.И. Самоцветы Алтая. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2012. – 250 с.
9. Гусев А.И. Типы бериллиевого оруденения Алтая // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 2. – С. 31-35.
10. Гусев А.И. Петрология, геохимия и рудоносность Синюшинского массива Горного Алтая // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 12. – С. 117-123.
11. Гусев А.И. Типизация пегматитовой минерализации Алтая // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 3. – С. 93-98.
12. Кривчиков В.А., Селин П.Ф., Русанов Г.Г. Геологическая карта масштаба 1 : 200 000. Изд-е второе. Серия Алтайская. Лист М-45-I (Слонешное). Объяснительная записка. – СПб, 2001. – 183 с.
13. Загорский В.Е., Макагон В.М., Шмакин Б.М. Гранитные пегматиты. Т. 2. Редкометалльные пегматиты. – Новосибирск, 1997. – 285 с.
14. Лопатников В.В., Изох Э.П., Ермолов П.В., Пономарева А.П. Магматизм и рудоносность Калба-Нарымской зоны Восточного Казахстана. – М., 1982. – 248 с.

RARE EARTH ELEMENTS PEGMATITES OF WEST PART ALTAI-SAJAN FOLDED AREA

A.I. Gusev

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, E-mail: anzerg@mail.ru

Data about composition and fabric different pegmatites of Altai-Sajan folded area lead. The pegmatites date Early Triassic and Early Jurassic. There are differentiation varieties with zone fabric. 4 types detached on composition: beryllium, rare earth elements, tantalium-niobium, complex beryllium-tantalium-niobium-uranium-rare earth elements. They consist from quartz, feldspars, mica. Pegmatites include beryl, tourmaline, fluorite, garnet, tantalite, kolumbite, pectolite, monazite, orthite, xenotime, sicklerite, tantalite-kolumbite, cyrtolite, uraninite, bismuthinite, bismutite, evlinitite, fergusonite, hatchetonite, chalcopyrite, bornite so. Pegmatites of region appear rare metals-rare earth elements in whole. The jeweler stone has in beryl type: aquamarine, quartz crystal, rauchtopyaz, hyacinth.

Key words: differentiation pegmatites, types, beryllic, orthites, tantal-nyobium, complex-ic, cyrtolite, uraninite, bismuthinite, bismutite, evlinitite, fergusonite, hatchetonite, chalcopyrite, bornite, tantalite, kolumbite, pectolite, orthite, xenotime, sicklerite.