

Г. Б. МЕЛЕНТЬЕВ, Н. Н. МАРТЪЯНОВ, Е. А. АЛЕКСЕЕВА

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПЕГМАТИТОВЫХ ПОЛЯХ СРЕДНЕЙ АЗИИ  
И ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ В НИХ ТАНТАЛА, ЦЕЗИЯ  
И ПРОЗРАЧНОГО ТУРМАЛИНА**

*(Представлено академиком Н. В. Беловым 22 VII 1970)*

В связи с важным значением гранитных пегматитов как источника комплексных руд с собственно танталовой, цезиевой минерализацией и прозрачным турмалином, а также слабой изученностью их многочисленных проявлений в Средней Азии, в 1965—1969 гг. были предприняты специальные исследования в пределах нескольких, в том числе новых, пегматитовых полей, образующих редкометальные пояса герцинского и мезозойского возраста.

Результатом первого этапа исследований явилась типизация пегматитовых полей и слагающих их рудных тел на принципиально новой основе минералого-геохимической специализации и пространственно-генетической зональности<sup>(1)</sup>, с учетом масштабности явлений и выделением потенциально перспективных типов пород. При этом подтверждено важное значение степени концентрации минерализаторов ( $H_2O$ , F, P, B) и редкометальных компонентов (Ta с Nb, Li с Rb и Cs с Be и Sn) в рассматриваемых породах как наиболее надежного классификационного признака<sup>(2)</sup> при выделении естественных рядов редкометальных дифференциатов гранитов. Вместе с тем, доказана (сдано в печать) необходимость учета валового химико-минерального состава последних, а также характера и степени его дифференциации не только по мощности редкометальных тел, но и в пространстве, т. е. по мере удаления от материнского источника.

В этом направлении, при документации и опробовании редкометаллоносных гранитных интрузий и собственно редкометальных пегматитов предложено: а) выделять устойчивые по составу и структурно-текстурным особенностям минеральные фации, рассматриваемые при условии одноактного характера внедрения жильных тел как парагенетические типы пород (или руд); б) в их названиях вводить главные порообразующие минералы ( $\geq 10-15\%$ ), причем на последнее место ставить преобладающий; кварц учитывать в названии только в случае его доминирующего количества ( $\geq 45-50\%$ ), а с предлогом «с» вводить наиболее типоморфные второстепенные ( $1-10\%$ ) минералы; в) определять в выделенных типах степень концентрации минерализаторов и редкометальных компонентов относительно средних содержаний в бедных кальцием гранитах, а затем по ведущим минералообразующим элементам и преобладающим типам пород (или руд) классифицировать редкометальные поля.

В соответствии с этими принципами для рассматриваемой территории выделены следующие главные типы редкометаллоносных и собственно редкометальных производных кислых гранитов.

Редкометаллоносные породы представлены крупными дайками лейкократовых гранитов с обособлениями и жилами керамических пегматитов — производными аллохтонных гранитоидных массивов, а также микроклин-альбитовыми (с мусковитом) эндоконтактными фациями и апофизами в прикровельной части таких поздних интрузий. Для них харак-

терна акцессорная Be — Ta — Nb (иногда с Sn)-минерализация, которая может представлять интерес только как попутный компонент при эксплуатации этих пород на молотое полевошпатовое сырье. Согласно нашим исследованиям, в «хвостах» одного из таких предприятий скапливается до 70 г/т танталит-колумбита при среднем содержании в исходной породе ~0,001%  $Ta_2O_5$ , что позволяет рассматривать их в качестве «искусственной россыпи» <sup>(3)</sup>.

Особое положение занимают микроклин-олигоклаз-альбитовые (с флогопитом и акцессорным Mg-колумбитом) пегматиты, связанные исключительно с автохтонными гранитоидами декембрия и представляющие интерес как вероятный источник прозрачного турмалина — дравита.

Редкометалльные производные кислых гранитов представлены пегматитовыми полями различной минералого-геохимической специализации:

1. Альбит-микроклинные (с мусковитом) бериллиевого ряда, представляющие потенциальный интерес для добычи кускового и молотого полевого шпата с попутным извлечением акцессорного берилла, касситерита, танталит-колумбита и литиевых слюд (1,2—1,4%  $Li_2O$ ; 0,3—0,4%  $Rb_2O$  и 0,03—0,047%  $Cs_2O$ ).

К этому же ряду отнесены микроклин-альбитовые (с биотитом и лепидолитом) пегматиты другого поля, содержащие прозрачный турмалин-эльбаита.

2. Сподумен- и петалит-микроклин-альбитовые (с мусковитом) Be — Ta — Li-ряды, которые обогащены акцессорными минералами Li, танталит-колумбитом, танталсодержащим касситеритом и бериллом.

3. Сподумен-микроклин-альбитовые (с мусковитом) комплексного редкометалльного ряда. В этих пегматитах, в отличие от предыдущих, установлены повышенные (в несколько раз) содержания Cs и Ta, достигающие максимальных концентраций в верхних горизонтах жильных серий. Впервые для Средней Азии здесь обнаружен поллцит в ассоциации с акцессорной собственно танталовой минерализацией <sup>(4)</sup>.

4. Лепидолит-альбитовые со сподуменом F — Ta — Li- и без сподумена R — F — Ta — Li-рядов, представляющие собой новые разновидности танталоносных пегматитовых полей. В отличие от ранее изученных на Дальнем Востоке поллцитсодержащих (0,01—0,23%  $Cs_2O$ ) аналогов (с рубеллитом и сподуменом) B — F-комплексного редкометалльного ряда <sup>(5)</sup>, эти пегматиты характеризуются пониженными содержаниями Cs и отсутствием поллцита <sup>(3, 5)</sup>. Их ценность определяется принципиальной возможностью добычи лепидолитовых и колумбит-танталит-касситеритовых концентратов с попутными амблигонит-монтебразитовыми и берилловыми.

Для пегматитовых полей и материнских интрузивов характерен контроль складчатыми и разрывными структурами более высоких порядков относительно региональных структур глубокого заложения, контролирующих размещение редкометалльных поясов; при этом наиболее перспективные объекты комплексного редкометалльного и F(P) — Ta — Li-рядов приурочены к геосинклинальным поднятиям терригенного, в меньшей степени терригенно-вулканогенного типа <sup>(7)</sup>. Установлено преимущественное размещение редкометалльных полей и серий в зонах флексурных изгибов, брахиантиклиналей и поперечных антиклиналей, осложняющих вмещающие породы надинтрузивных зон аллохтонных массивов гранитоидов батолитового и трещинного типа. Локализация редкометалльных жил определяется развитием трещин разрыва, межпластового отслоения с проскальзыванием и типичного скола, которыми, в свою очередь, определяются их размеры и морфология. Доказано, что в пределах одного структурно-морфологического типа рудолокализирующих трещин последние, как и вмещающие породы, практически не влияют на состав и особенности внутреннего строения жил, внедренных одноактно.

В соответствии с пространственно-генетической зональностью редкометалльных пегматитовых полей различной специализации, т. е. с удале-

нием от материнских интрузий, выделены следующие естественные ряды их дифференциатов (типов пегматитов) \*:

1. Бериллиевые: Аб-Мк (с Мск) → Мк-Аб (с Мск) → Мк-Мск-Аб (со Сп); 0,001—0,01%  $\text{Cs}_2\text{O}$ .

2. Бериллий-тантал-литиевые: а) сподуменовые — Сп-Мк-Аб → Мк-Сп-Аб (с Мск) и Мк-Аб (со Сп и Мск) → Мск-Аб, 0,001—0,005% (до 0,02%)  $\text{Cs}_2\text{O}$ ; б) петалитовые — Пт-Мк-Аб (с Мск) → Мк-Аб (с Пт и Мск) → Мск-Аб (с Мк и Пт), 0,002—0,008%  $\text{Cs}_2\text{O}$ .

3. Комплексный редкометальный: Сп-Мк-Аб → Мк-Сп-Аб (с Мск) и Мк-Аб (со Сп и Мск) → Мск-Аб и Лп-Аб; 0,009—0,08 (до 0,1—0,5%)  $\text{Cs}_2\text{O}$ .

4. Фтор (фосфор)-тантал-литиевые: Аб (с Мк и Мск) → Лп-Аб (со Сп и без Сп) и Мск-Аб → Мск-Кв; 0,015—0,034%  $\text{Cs}_2\text{O}$ .

В этом направлении происходит накопление глинозема и щелочных металлов, включая Li, относительно кремнезема и щелочноземельных металлов, закисного железа относительно окисного при уменьшении его суммарного содержания, концентрация минерализаторов и Cs, в ряде случаев — Ta и других полезных компонентов.

Экспериментальным исследованием надликвидусной области системы фтористый литий — альбитовое стекло, моделирующей расплавы лепидолит-альбитовых пегматитов, установлена двойная роль Li, F и, по-видимому, других минерализаторов в щелочно-алюмосиликатных расплавах: малые их концентрации, примерно соответствующие средним содержаниям в природных редкометальных жильных сериях, обуславливают незначительную вязкость, а следовательно — высокую подвижность и химическую «агрессивность» расплавов, а большие, превышающие предел растворимости и близкие к содержаниям Li и F в полосчатых обособлениях лепидолита, — ликвиацию на две несмешивающиеся жидкости, с образованием характерных и сопоставимых с природными структур типа сидеронитовой и ритмично-полосчатой (<sup>6</sup>, <sup>8</sup>).

Качественным экспериментом на природном материале установлена меньшая подвижность «сухих» гранит-аплитовых расплавов, несколько большая — редкометаллоносных мусковитовых гранитов и максимальная — пегматитообразующих F — Ta — Li-ряда.

Многочисленные доказательства одноактного характера внедрения пегматитовых инъекций, особенности их состава (растворитель — силикат, растворимое — минерализаторы) и прямая зависимость степени расслоенности внутреннего строения от концентрации перечисленных компонентов с удалением от материнского источника, с учетом прямых результатов экспериментального моделирования, позволяют объяснить проявления пространственно-генетической зональности дифференциацией пегматитообразующих расплавов в процессе внедрения. Охлаждение таких, «саморазвивающихся» систем в условиях малой мощности и значительной протяженности жильных трещин, по-видимому, обуславливает их дифференциацию за счет первоочередного формирования структурных группировок в жидком состоянии преобладающими катионами и даже аксессуарными элементами с высокими энергетическими характеристиками (Ta, Nb, Be, Sn), т. е. наиболее тугоплавких соединений, с последующей их кристаллизацией. В случае большой мощности жил, по-видимому, приобретает значение и кристаллизационная дифференциация с явлениями замещения.

В соответствии с этой концепцией, в жильных сериях и телах с максимальными превышениями длины над малой мощностью, что характерно для пегматитов F(P) — Ta — Li-рядов, тантал максимально концентрируется в нижних и средних горизонтах, а в более мощных телах сподумено-

\* Породообразующие минералы пегматитов: Мк — микроклин, Аб — альбит, Сп — сподумен, Пт — петалит, Мск — мусковит, Лп — лепидолит, Кв — кварц.

вых и петалитовых пегматитов Be — Ta — Li- и комплексного редкометалльного рядов — в средних и верхних. При этом в первом случае наиболее высокие содержания тантала характерны для лежащих боков полого залегающих жил, а во втором — для центральных участков. Cs, в силу своих особых кристаллохимических свойств, всегда концентрируется в верхних горизонтах редкометалльных жил и серий, в осевых участках и висячем боку пегматитовых тел.

С удалением пегматитов от материнского источника установлено закономерное уменьшение величины  $\text{SiO}_2/\Sigma R$  (где R — алюминий, другие катионы и простые анионы, вес. %), при помощи которой предложено оценивать относительное изменение вязкости пегматитообразующих расплавов (<sup>4</sup>). Уменьшение ее в процессе внедрения объясняется постепенным накоплением в остаточных расплавах фронтальной части пегматитовых инъекций катионов алюминия, щелочных металлов и, в первую очередь, Li, а также минерализаторов, которые, как известно, «разрыхляют» структуру силикатных расплавов и разрывают жесткие связи типа — Si — O — Si —, обеспечивая при максимальных концентрациях ликвацию. Более того, обнаружена обратная зависимость между этой величиной и концентрацией в пегматитах Cs и Ta, подтверждаемая не только примерами конкретных жил и серий (<sup>4</sup>), но и сравнением типов пород и руд из пегматитовых полей разной специализации.

В связи с этим первоочередной практический интерес для изучения на Cs и Ta представляют наиболее удаленные от источника и наименее эродированные участки крупнейших полей сподуменовых пегматитов СССР. В таких участках, в случае положительной геохимической специализации пегматитов на F в сочетании с B или P и рассматриваемые редкие элементы, могут быть обнаружены промышленные скопления трудно диагностируемого мелковкрапленного поллукита и минералов Ta даже в случае отсутствия зональности по мощности жил и таких минералов-индикаторов на Cs — Ta-оруденение, как лепидолит и цветные турмалины. При этом следует иметь в виду, что для танталит-колумбита характерна ассоциация с ведущими среди акцессорных минералов апатитом и турмалином, а для собственно танталовых минералов и особенно поллукита, — с амблигонит-монтебразитом и топазом.

Для формирования миароловых пустот в пегматитах — необходимого условия роста кристаллов прозрачного турмалина, по-видимому, благоприятны относительно более вязкие расплавы. Это подтверждается обнаружением его в практически безрудных пегматитах микроклин-олигоклазальбитового типа (с флогопитом) и в редкометалльных — микроклин-альбитового типа (с биотитом и лепидолитом), с внешними безрудными зонами (<sup>9</sup>), а также известными примерами пегматитов Урала и Забайкалья.

Институт минералогии, геохимии и  
кристаллохимии редких элементов  
Москва

Поступило  
10 VII 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Г. Б. Мелентьев, Н. А. Акелин, В сборн. Металлогения Тянь-Шаня, Тез. докл. на 5 Всесоюз. совещ. по металлоген., 1968. <sup>2</sup> М. В. Кузьменко, Г. Б. Мелентьев и др., В сборн. Пегматитовые редкометалльные месторождения, в. 1, М., 1971. <sup>3</sup> Н. Н. Мартыанов, Г. Б. Мелентьев, В сборн. Редкие элементы (сырье и экономика), № 3, 1969. <sup>4</sup> Г. Б. Мелентьев, ДАН, 192, № 1 (1970). <sup>5</sup> Г. Б. Мелентьев, В сборн. Новые данные по геол., геохим. и генезису пегматитов, «Наука», 1965. <sup>6</sup> Г. Б. Мелентьев, Тез. юбилейн. конф. молодых ученых г. Москвы, М., 1968. <sup>7</sup> К. Л. Волочкович, В сборн. Металлогения Тянь-Шаня, Тез. докл. к V Всесоюз. металлоген. совещ., 1968. <sup>8</sup> Б. Н. Мелентьев, Л. М. Делицын, Г. Б. Мелентьев, ДАН, 175, № 1 (1967). <sup>9</sup> Г. Б. Мелентьев, А. М. Шарыбкин, Н. Н. Мартыанов, В сборн. Редкие элементы (сырье и экономика), № 6, 1971.