

Стратегические металлы в комплексах субщелочных литий-фтористых гранитов и метасоматитов Азиатско-Тихоокеанской геодинамической зоны

© *В. И. Алексеев*

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: alekseev_vi@pers.spmi.ru

В составе литий-фтористых гранитов и сопряженных метасоматитов Азиатско-Тихоокеанской геодинамической зоны выявлены акцессорные и рудные минералы, содержащие в качестве конституционных или примесных компонентов стратегические металлы Sn, W, Nb, Ta, Li, Y, REE, U, Th, Be, Rb, Cs, Zr, Hf, In, Sc, Se, Cd. Постмагматические минералы редких металлов наследуют состав акцессориев Li-F гранитов и образуются на всех стадиях постмагматического процесса с закономерной эволюцией состава. Установлена связь месторождений стратегических металлов с субщелочными литий-фтористыми гранитами.

Ключевые слова: стратегические металлы; литий-фтористые граниты; цвиттеры; турмалиниты; вольфрамово-оловянные месторождения; Азиатско-Тихоокеанской геодинамическая зона; Дальний Восток.

Strategic metals in complexes of subalkaline lithium-fluoric granites and metasomatites from the Russian sector of Asia-Pacific geodynamic zone

V.I. Alekseev

Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia. E-mail: alekseev_vi@pers.spmi.ru

In composition of lithium-fluoric and complementary metasomatite of Asian-Pacific geodynamic zone the accessory and ore minerals containing in quality constitutional or extrinsic components the strategic metals Sn, W, Nb, Ta, Li, Y, REE, U, Th, Be, Rb, Cs, Zr, Hf, In, Sc, Se, Cd are revealed. Postmagmatic minerals of rare metals inherit the composition of Li-F granites accessories and are formed at all stages of postmagmatic process with natural evolution of composition. Relationship of strategic metals deposits with subalkaline lithium-fluoric гранитами is established.

Keywords: strategic metals; lithium-fluoric granites; zwitter; tourmalinites; tungstic-tin ore deposits; Asia-Pacific geodynamic zone; Far East.

Месторождения стратегических металлов, ассоциирующие с субщелочными литий-фтористыми гранитами, распространены на обширной территории Дальнего Востока России и образуют в составе Азиатско-Тихоокеанской геодинамической зоны протяженный редкометалльный пояс от Приморья до Чукотки. Металлогеническая специализация пояса была отмечена академиком С.С. Смирновым, выделившим в 1946 г. «Восточно-Азиатскую олово-вольфрамовую зону». Но он же отмечал, что поиски в регионе направлены на отыскание золотых и оловянных месторождений и бедные ими рудные узлы исследованы недостаточно. Состав и размещение редкометалльного оруденения, перспективы стратегических металлов Востока России требуют серьезного уточнения.

Решение проблемы происхождения и размещения месторождений стратегических, в том числе редких, металлов Тихоокеанского рудного пояса включает в себя изучение минеральных форм концентрации металлов в горных породах различного генезиса. Мы подошли к исследованию состава и распределения редких металлов с минералогических позиций, изучив акцессорные минералы и минеральные комплексы в Li-F гранитах и ассоциирующих с ними гидротермально-метасоматических образованиях Дальнего Востока. В основу исследований положены представления о пространственной и вероятной генетической связи редкометалльных месторождений региона с субщелочными редкометалльными Li-F гранитами, ареалы которых образуют гигантский пояс, протягивающийся от Юго-Восточного Китая до Чукотки. Учитывая индикаторную роль редкометалльно-гранитового магматизма для геодинамических обстановок внутриплитного растяжения, мы выделяем Дальневосточный пояс литий-фтористых гранитов — линейную серию «горячих точек», трассирующую зону постаккреционного мантийного диапиризма [1].

Формирование Дальневосточной субщелочно-гранитовой суперпровинции связано с субдукцией Тихоокеанской плиты под восточную окраину Азиатского континента, а появление горячих точек маркирует, вероятно, разрывы в поглощаемой плите (слэб-виндоу) при ее трансформных подвижках [1, 3, 4]. Главные особенности размещения Li-F гранитов: 1) очаговый характер магматизма; 2) многообразие тектонических условий локализации; 3) пространственная связь с жесткими структурами обрамления складчатых областей; 4) совмещение с гранитоидами предшествующих этапов развития территорий.

На примере эталонных оловорудных районов — Куйвиеем-Пыркакайского (Новосибирско-Чукотская редкометалльная провинция), Центрально-Полоусного (Яно-Колымская провинция), Баджальского и Арминского (Сихотэ-Алинская провинция) — выделены позднемеловые редкометалльно-гранитовые серии, включающие близодновременные редкометаллоносные комплексы лейкогранитов и монцонитоидов и завершающие редкометалльные комплексы Li-F гранитов. Каждой серии соответствует комплекс постмагматических редкометалльных гидротермалитов — биотитовых фельдшпатитов, цвиттеров, турмалинитов, хлорититов, объединенных в цвиттер-турмалинитовую метасоматическую формацию.

Рудно-магматические системы крупнейших вольфрам-оловянных месторождений Дальнего Востока (Пыркакайское, Одинокое, Полярное, Олонойское, Правоурмийское, Тигриное и др.) включают позднемеловые интрузивные серии с литий-фтористыми гранитами. Рудно-магматические системы являются составными частями осадочных и вулканогенных толщ пассивной континентальной окраины и аккреционных зон, сформированных и переработанных в ходе яншаньского, верхоянского и ларамийского тектогенеза. Гранитоидный магматизм развивается в коровых очаговых структурах и завершается формированием многоярусных гранитных куполов, увенчанных комплексами Li-F гранитов и метасоматитов [1, 4]. Важная минерагеническая особенность рудно-магматических систем с Li-F гранитами Азиатско-Тихоокеанской геодинамической зоны — слабая эродированность и обнажение на современной дневной поверхности верхних ярусов, включающих разнообразную непромышленную аксессуарную минерализацию дополнительных и жильных фаз плюмазитовых гранитов, онгонитов и богатейшую промышленную минерализацию цвиттеров и турмалинитов [1–3].

В составе редкометалльных гранитов и сопряженных метасоматитов выявлены аксессуарные и рудные минералы, содержащие в качестве главных или попутных компонентов стратегические металлы (Sn, W, Nb, Ta, Y, REE, U, Li, Be, Rb, Cs, Zr, Hf, In, Sc, Se, Cd, Th) и играющие роль промышленных минералов конкретных месторождений, например, в Верхнеурмийском рудном узле Баджальского района (табл.). Особенно разнообразны группы минералов W, Sn, Nb, REE, Y. Установлена провинциальная особенность Li-F гранитов Дальнего Востока — широкое распространение вольфрамовых и вольфрамсодержащих аксессуарных минералов (ферберит, вольфрамооксиолит и вольфрамсодержащие аксессуары — рутил, ильменит, фергусонит, ишикаваит, висмутопирохлор, уранпирохлор, самарскит, эшинит, стрюверит, русселит) [1].

Таблица 1

Редкометалльные минеральные ассоциации Li-F гранитов и оловоносных метасоматитов
Верхнеурмийского рудного узла (Дальний Восток)

Редкий металл	Li-F граниты и онгониты	Биотитовые фельдшпатиты	Цвиттеры	Турмалиниты
Nb, Ta	вольфрамооксиолит, самарскит, эшинит, ишикаваит, фергусонит, колумбит, пирохлор, иксиолит, (вольфрамит, ильменорутил)		фергусонит, эвксенит, пирохлор, (вольфрамит, рутил, касситерит)	(вольфрамит, касситерит)
LREE	монацит, флюоцерит (апатит)	алланит, монацит, апатит	монацит (флюорит, фергусонит)	(эпидот, флюорит)
Y, HREE	ксенотим, самарскит, ишикаваит, фергусонит, алланит, эшинит, пирохлор, иттрофлюорит, твейтит, черновит, (циртолит)	ксенотим (торит, биотит)	фергусонит, эвксенит, пирохлор, ксенотим (флюорит)	(флюорит, вольфрамит)
In, Sc	(вольфрамит)	(ильменит)	(вольфрамит, касситерит)	рокезит (халькопирит, станноидит, вольфрамит)

Примечание. В скобках указаны минералы, содержащие редкий металл в виде примеси

Аксессуарные магматические и разностадийные гидротермальные минеральные комплексы обладают едиными геохимическими чертами, образованы при ведущей роли указанных стратегических металлов и закономерно сменяют друг друга во времени. Минералого-геохимическая эволюция гор-

ных пород выражена в изменении форм минеральной концентрации металлов, смене химически родственных минеральных видов и направленном изменении их содержания. Характерной особенностью минералого-геохимической эволюции цвиттер-турмалинитовых месторождений является наследование постмагматическими минералами химического и видового состава аксессуаров Li-F гранитов, при котором минералообразующая роль переходит от главных литофильных компонентов (W, Nb, Ta, Y, REE) к второстепенным халькофильным металлам (Bi, As, In, Sc), находившимся в магматических минералах в виде изоморфных и минеральных примесей (табл. 1). На постмагматическом этапе происходит наследование гидротермалитами каждой стадии минералого-геохимических особенностей пород предыдущей стадии. Комплекс стратегических металлов имеет смешанный литофильно-халькофильный состав, причем наблюдается эволюция рудной минерализации: LREE, Zr, Be → Sn, W, Nb, Li, W, Y, HREE, Sc → Sn, Cu, In, Ag, Cd, Se.

Таким образом, рудная минерализация гидротермалитов цвиттер-турмалинитовой формации на крупнейших вольфрамово-оловянных месторождениях Азиатско-Тихоокеанской геодинамической зоны является сходной и геохимически родственной с аксессуарной минерализацией сопряженных редкометалльных гранитов, эволюция минеральных комплексов во всех районах подобна, что указывает на связь месторождений стратегических металлов с субщелочными литий-фтористыми гранитами.

Работа выполнена при поддержке Отдела аналитических исследований Центра коллективного пользования Санкт-Петербургского горного университета.

Литература

1. Алексеев В. И. Литий-фтористые граниты Дальнего Востока. СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». 2014. 244 с.
2. Алексеев В. И., Суханова К. Г., Марин Ю. Б. Ниобиевые минералы — индикаторы генетической связи оловорудных цвиттеров и литий-фтористых гранитов Верхнеурмийского массива (Приамурье) // Записки РМО. 2018. Ч. 147. № 1. С. 85–100.
3. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / Под ред. А. И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. 981 с.
4. Гоневчук В. Г. Оловоносные магматические системы Дальнего Востока: магматизм и рудогенез. Владивосток: Дальнаука, 2002. 297 с.

Алексеев Виктор Иванович, доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор Санкт-Петербургского горного университета, г. Санкт-Петербург.