

или крупного месторождения. В минералах можно найти информацию лишь о физических и физико-химических условиях их онтогенеза, которые не коррелируются с масштабами минералообразующих систем. Так, при одинаковых условиях минералообразование может быть кратким или длительным, соответственно возникнут тела малые или большие.

Предполагается, что на величину системы кристаллизации указывает низкоградиентная зональность минеральных («рудных») тел. Однако, это предположение, построенное на единичных примерах, не нашло подтверждения на других объектах (например, Хинганском оловорудном месторождении). Низкоградиентную (и любую другую) зональность следует выявлять по синхронным минералам в системах «сообщающихся сосудов», а картирования и доказательств таких систем в природе так и не последовало.

7. «Сопутствующие оруденению пороодообразующие и жильные минералы характеризуются повышенным содержанием рудных элементов-примесей» (Гинзбург, 1989, с. 20). Корректность этого положения подрывается экономическим статусом понятий «руда», «оруденение». В природе нет явления «оруденение», есть явление «минералообразование». В истории жизни общества уже многие минеральные объекты из «нерудных» превратились в «рудные». Соответственно, многие ранее нерудные объекты с рассеянной вкрапленностью полезных минералов (качканарские пироксениты, кусинские габбро и т.д.) превратились в крупные месторождения. Не следует считать «оруденение» каким-то особым процессом в отличие от «минералообразования». Повышенные содержания «рудных» элементов-примесей в минералах могут не коррелироваться с «рудными телами».

Таким образом, нет научной основы для утверждения о связи некоторых типоморфных свойств минералов или сложных минеральных тел с величиной минеральных объектов. Повидимому, нет теоретических предпосылок к тому, что такая основа появится в связи с будущими открытиями. Крупные и уникальные месторождения, как и раньше, будут открываться случайно или некоторые открытые ранее объекты будут переводиться в уникальные в связи с новыми технологиями минерального сырья и развитием экономической инфраструктуры территорий. Для того, чтобы больше месторождений надёжно переводилось в число крупных и уникальных, надо по всем объектам иметь не только геохимические и геофизические данные, но важнее всего (!) – количественные минералогические данные, полученные на основе минералогического картирования, поскольку только на них строится технология минерального сырья, делаются экономические и экологические расчёты.

Список литературы

Гинзбург А.И. Учение о типоморфизме минералов и его роль в современной генетической и прикладной минералогии // Типоморфизм минералов: Справочник. М.: Недра, 1989. С. 6-21.

RMS DPI 2008-3-25-0

ОСОБЕННОСТИ Ta-Nb МИНЕРАЛИЗАЦИИ УРАЛЬСКИХ ИЗУМРУДНЫХ КОПЕЙ

Попов М.П.¹ (popovm1@yandex.ru), Бондаренко Н.В.², Мухаметжанова А.Р.

¹Уральское отделение. Уральский государственный горный университет

²Московское отделение. МГТУ (МГИИ)

FEATURES Ta-Nb OF THE MINERALIZATION OF THE URAL EMERALD DEPOSITS

Popov M.P.¹, Bondarenko N.V.², Mukhametzhanova A.R.

¹Urals branch. Urals state mining university

²Moscow branch. MSGPA (MGII)

Район Уральских Изумрудных копей известен промышленными месторождениями тантала, имеющими практическое значение и в настоящее время. При добыче извлекается из руд танталовый, бериллиевый, микроклиновый, плагиоклазовый, мусковитовый и кварцевый концентраты. Основными минералами-концентраторами тантала и ниобия является танталит-колумбит. Другие их минеральные формы встречаются значительно реже.

Вся эндогенная танталовая минерализация относится к пегматитовому и грейзеновому генетическому типу, которые объединяют следующие группы пород:

- редкометальные граниты и коры их выветривания;
- редкометальные апогранитные метасоматиты, включая альбитовые и калий-фтористые (альбитизированные и мусковитизированные разности гранитов);
- плагиоклазовые и кварц-плагиоклазовые жилы.

Редкометальные пегматиты и коры их выветривания в зоне экзоконтакта Адуйского массива имеют наибольший практический интерес. С ними связаны все известные и крупные месторождения района: Полуденское, «Участок № 7», Квартальное, Липовый Лог, «Участок № 115», «Участок № 293» и ещё около 76 проявлений. Пегматиты зоны экзоконтакта в виде отдельных жил или их скоплений (пучков) прослеживаются к югу от месторождения Полуденского вдоль всего восточного контакта Адуйского массива. Как правило, максимальное их удаление от гранитного массива не превышает 1-1,5 км. Простираение жил в большинстве случаев согласное с общей ориентировкой вмещающих пород и подчинено господствующему направлению трещин скалывания и отслоения. Треть жил, локализующихся в трещинах отрыва, характеризуется несогласным залеганием. Пегматитовые тела имеют плитообразную форму или линзовидную форму с многочисленными апофизами, пережимами и раздувами. Наиболее часто наблюдаются жилы мощностью от 1 до 30 м., прослеживаемые по простираению от 10 до 300 м (Грабежев, Чистяков, 1974). Большинство пегматитовых жил по классификации И.А. Солодова (1971) относится к альбит-микроклиновому типу. В их минеральном составе прослеживаются отчетливые признаки горизонтальной зональности, обусловленной постепенным вытеснением микроклина альбитом по мере удаления от гранитного массива. В пределах Уральских Изумрудных копей выделяются четыре наиболее крупных пегматитовых скопления: Северо-Малышевский (Полуденский), Юго-Восточный и Южный.

Редкометальные апогранитные метасоматиты. Кроме пегматитов танталовое оруденение отмечено в подвергшихся метасоматическому изменению гранитах Мурзинско-Адуйского и Малышевского сиалических комплексов. Среди них выделяются альбитизированные и мусковитизированные пегматиты.

Наиболее значительные содержания тантала в альбитизированных гранитах установлены в Северо-Черемшанском проявлении, где они содержат большое количество ксенолитов, представленных обычными кварцевыми и кварцсодержащими диоритами среднедевонского интрузивного комплекса. Граниты альбитизированы и неравномерно аргиллитизированы. Среднее содержание в них Ta_2O_5 составляет 0,009% (Ласковенков, 1982).

К мусковитизированным гранитам первой фазы Мурзинско-Адуйского комплекса приурочены одно проявление три пункта минерализации. Мощность оруденелых зон не превышает 1 м, а содержание Ta_2O_5 достигает 0,005%. В целом редкометальные метасоматиты на территории Изумрудных копей Урала практического значения в настоящий момент не имеют.

Плагиоклазовые и кварц-плагиоклазовые жилы, содержащие танталовую минерализацию, концентрируются, в основном, в пределах Лесозаводского и Черемшанского диоритовых массивов. Вмещающими породами являются диориты и их кварцсодержащие разности. В Черемшанском массиве мощность жил колеблется от 0,9 до 2 м, а содержание Ta_2O_5 достигает 0,015%. Рудные пробы обычно характеризуются повышенным содержанием висмута (до 0,02%) и высокими содержаниями бериллия (до 0,03%) и молибдена (до 0,15%). В Лесозаводском массиве кварц-плагиоклазовые прожилки характеризуются небольшой мощностью – до 10-20 см и небольшой протяженностью. Содержание Ta_2O_5 в них изменяется от 0,004 до 0,012%. Этот тип танталовой минерализации в связи с небольшими размерами рудных объектов практического значения не имеет.

Ферроколумбит $(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6$. Он является основным источником тантала и ниобия на месторождениях. Колумбит наблюдается в виде свободных зерен, кристаллов и обломков, а также в виде включений и сростков с микроклином, кварцем, мусковитом и другими минералами. Сростки бывают радиально-лучистые, шестоватые. Иногда встречаются двойники. Кристаллы колумбита чаще всего встречаются толсто и тонко-таблитчатые по $b\{010\}$, реже удлиненные вдоль оси с хорошо развитым поясом вертикальных призм. Во многих кристаллах наблюдаются хорошо сформированные грани: пинакоида $a\{100\}$, призм $g\{130\}$ и $m\{110\}$. Размер кристаллов и сростков колеблется от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Пространственное распределение всех перечисленных выше разностей контролируется структурно-текстурными зонами. В зонах с аплитовой

структурой содержатся, главным образом, короткопризматические кристаллы колумбита, с неравномерно-зернистой – преимущественно игольчатые, а с пегматоидной – тонко- и толстотаблитчатые. Среднее содержание акцессорного минерала по отдельным телам пегматитов достигает 100-140 г/т.

Полученные данные анализа микрозонда свидетельствуют о неоднородности состава крупных кристаллов колумбита. В нем отмечаются зоны, обогащенные танталом, и зоны, с большим содержанием марганца. В целом, по составу минерал относится к тантал-марганцевистой разновидности ферроколумбита и хорошо рассчитывается на стандартную формулу (см. табл. 1).

Таблица 1

Химический состав (в мас.%) колумбита

Элемент	№ 6	№ 9	№ 44
Nb ₂ O ₅	49,2	45,84	46,47
Ta ₂ O ₅	29,74	30,9	32,52
TiO ₂	1,34	1,74	1,76
SnO ₂	0,11	0,11	-
WO ₃	0,42	0,81	0,81
FeO	10,00	10,92	11,33
MnO	6,78	6,39	6,15
MgO	0,38	0,14	0,14
CaO	0,03	-	0,06
UO ₂	0,37	0,33	0,38
Сумма	98,37	97,18	99,62
Формульные единицы на 6 анионов			
Nb ⁵⁺	1,43	1,37	1,35
Ta ⁵⁺	0,52	0,55	0,57
Ti ⁴⁺	0,06	0,09	0,09
W ⁶⁺	0,01	0,01	0,01
Поз.В	2,02	2,02	2,02
Fe ²⁺	0,54	0,60	0,61
Mn ²⁺	0,37	0,36	0,34
Mg ²⁺	0,04	0,01	0,01
U ⁴⁺	0,01	0,00	0,01
Поз.А	0,96	0,97	0,97

Примечание: микроанализатор JXA-733 (ИМин УрО РАН), аналитик Е.И.Чурин.

Неоднородность состава колумбитов подчеркивается распределением других элементов. Для ферроколумбитов характерно повышенное содержание тантала и марганца при незначительном содержании урана, вольфрама, олова, магния и кальция.

Ранее установлено, что образование богатых танталом ферроколумбитов происходит преимущественно в заключительные этапы формирования пегматитов в результате накопления в остаточном растворе-расплаве тантала (Гинзбург, 1956; Солодов, 1962; Кузьменко и др., 1969).

Пирохлор (Ca,Na)₂Nb₂O₆(OH,F) – встречается достаточно редко и только в альбитизированных разностях гранитных пегматитов. Он наблюдается в виде бесформенных зерен и комковатых агрегатов, размером не более 1-2 мм. Иногда пирохлор образует густую вкрапленность в матрице ферроколумбита. Рентгеноструктурный анализ ярко-желтой разновидности позволяет отнести минерал к гидротированным разновидностям группы пирохлора – бетафиту (Поташко, 1970). Химические анализы пирохлоров из разных зон калишпат-альбитовых пегматитов приведены в таблице 2. В минерале отмечаются постоянные повышенные примеси тантала, титана, марганца, железа и натрия.

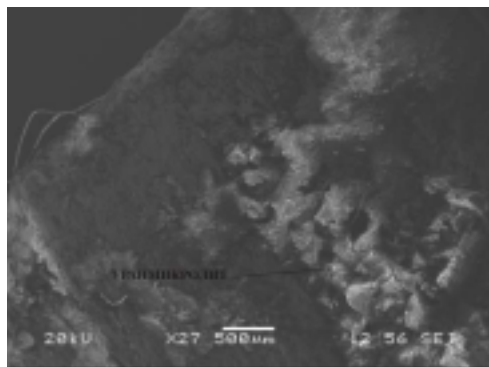


Рис. Развитие уранмикролита (светлое) по трещинам в ферроколумбите (темное).

Таблица 2

Химический состав пироксенов из калишпат-альбитовых пегматитов

№	Na ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	FeO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	F	Сумма
1	1,45	13,73	3,86	0,18	0,65	68,32	8,50	1,14	97,83
2	0,97	15,10	4,47	0,70	-	67,12	9,75	0,17	98,28
3	1,50	14,92	3,88	-	0,62	68,73	8,00	1,34	98,99

Примечание: 1-2 – интенсивно альбитизированные пегматиты, умеренно альбитизированные пегматиты.

Уранмикрولит (джалмаит) – (U,Ca,Ce)₂(Ta,Nb)₂O₆(OH,F). Минерал из группы пироксена был обнаружен в 2003 году одним из авторов статьи. Он наблюдался по трещинам в ранних ферроколумбитах (см. рис.) в зоне блокового пегматита с Квартального месторождения (Попов, Муфтахов, 2003). Данные микрозондового анализа минерала приведены ниже в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав уранмикрولита (в мас.%)

Элемент	№ 3	№ 22	№ 46
Nb ₂ O ₅	18,96	16,71	17,58
Ta ₂ O ₅	50,3	51,07	50,2
TiO ₂	3,47	2,07	3,41
SnO ₂	0,04	0,04	-
FeO	0,75	0,18	1,18
MnO	0,16	0,34	0,18
MgO	-	-	0,03
CaO	7,7	8,55	8,91
UO ₂	11,46	11,36	9,64
H ₂ O ⁺	6,11	9,04	8,50
F	0,84	0,36	0,11
Сумма	99,79	99,72	99,74
Формульные единицы на 7 анионов			
Nb ⁵⁺	0,69	0,66	0,66
Ta ⁵⁺	1,10	1,21	1,13
Ti ⁴⁺	0,21	0,14	0,21
Поз.В	2,00	2,00	2,00
Fe ²⁺	0,05	0,01	0,08
Mn ²⁺	0,01	0,03	0,01
Ca ²⁺	0,66	0,80	0,79
U ⁴⁺	0,21	0,22	0,18
Поз.А	0,93	1,05	1,07
O ²⁻	3,51	1,66	2,28
OH ⁻	3,28	5,24	4,69
F ⁻	0,21	0,10	0,03
поз. X	7,00	7,00	7,00

Примечание: микроанализатор JXA-733 (ИМин УрО РАН), аналитик Е.И.Чурин; содержание воды рассчитано по формуле.

В минерале с Квартального месторождения отмечается достаточно много UO₂, по сравнению с ранее найденным на Урале (Ильмены, копь 410) образцом (Минералогия Урала, 2000).

Плюмбомикрولит (?) – (Pb,Ca,U)₂Ta₂O₆(OH). Этот минерал был обнаружен Д.В. Сырейщиковым на отвалах Мариинского месторождения изумрудов и позже описан в 2002 году (Клейменов и др., 2002). Судя по всему, изученный коллегами минерал является сильно гидротированным плюмбомикрولитом, так как содержит от 12 до 20 мас.% молекулярной воды. Составы минерала достаточно сильно отличаются от эталонных плюмбомикрولитов, поэтому мы их приводить в тексте не будем.

Поле редкометальных пегматитов с Ta-Nb минерализацией связано с определенной геолого-тектонической обстановкой. Оно размещено на стыке тектонических структур в приконтактной части гранитного массива с наличием долгоживущих зон разломов северо-западного простирания. При этом наиболее крупные тела и раздувы пегматитов связаны с участками повышенной тектонической нарушенности; продуктивные тела редкометальных пегматитов приурочены к блокам, сложенным различными метаморфическими и интрузивными породами (амфиболиты, серпентиниты и диориты).

Таким образом, для пегматитов Уральских Изумрудных копей прослеживается минералогическая специализация процесса кристаллизации тантало-ниобатов с последовательностью: 1) существенно ниобий-железисто-марганцевые разновидности; 2) тантало-колумбит с равным содержанием ниобия и тантала, марганцево-железистая разновидность; 3) существенно тантал-кальций-плюмбо-урановая разновидность.

Список литературы

Грабежев А.И., Чистяков Н.Е. Редкометальные калинатровые пегматиты одного из экзоконтактных пегматитовых полей Урала // Сб. *Метасоматоз и рудообразование*. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1974. С. 104-124.

Клейменов Д.А., Чуканов Н.В., Сырейщиков Д.В., Сапожникова Н.Г. Плюмбомикролит и урансодержащий бисмутит из Изумрудных копей Среднего Урала // *Вестник Уральского отделения Минералогического Общества РАН*. Екатеринбург: УГГГА, 2002. № 1. С. 37-39.

Ласковенков А.Ф. Закономерности распределения редких металлов в пегматитах Адуйского редкометального поля и перспективы расширения его сырьевой базы. Автореф. дисс... канд. геол.-мин. наук. Асбест, 1982. 25 с.

Минералогия Урала. Оксиды и гидроксиды. Миасс-Екатеринбург, 2000. Ч. 1. 311 с.

Попов М.П., Муфтахов В.Н. О находке уранмикролита на Квартальном месторождении (Средний Урал) // *Уральская летняя минералогическая школа – 2003*. Материалы Всероссийской научной конференции. Екатеринбург: УГГГА, 2003. С. 75-76.

RMS DPI 2008-3-6-0

ГЕНЕЗИС ОПАЛОВО-АРГИЛЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА КАМБАЛЬНОГО ХРЕБТА. ЛОКАЛИЗАЦИЯ МАГМАТИЧЕСКОГО ОЧАГА ПАУЖЕТСКОЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ. КАМЧАТКА

Рычагов С.Н. (rychsn@kscnet.ru), **Белоусов В.И.** (bvi36@yandex.ru),
Белоусова С.П. (bvi36@yandex.ru), **Филиппов Ю.А.** (filipp@kscnet.ru)
Камчатское отделение. Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

THE GENESIS OF THE OPAL-ARGILLIT COMPLEX OF THE KAMBALNII RANGE. THE LOCALIZATION OF THE MAGMA CHAMBER OF THE HYDROTHERMAL-MAGMATIC SYSTEM OF THE PAUZHETKA. KAMCHATKA

Rychagov S.N., Belousov V.I., Belousova S.P., Filippov Y.A.
Kamchatka branch. Institute of Volcanology and Seismology of the FEB RAS

Изучение гидротермального метаморфизма современных гидротермальных систем имеет большое значение для определения химического анализа и термодинамических параметров минералообразующих растворов. Результаты используются для сравнительного анализа с минеральными комплексами древних месторождений полезных ископаемых гидротермального происхождения. Важно определить роль минеральных новообразований в изменении геологической структуры современной гидротермальной системы, влияние их на водопроницаемость водовмещающих и водоупорных горизонтов и на условия разгрузки, динамику гидротерм, а также на условия теплопереноса в недрах гидротермального потока. На разведанных гидротермальных