

турмалины, частую с сильной трещеноватостью, что указывает на достаточно резкую смену условий, кристаллизации в ходе их образования. Миаролы, содержащие турмалины, характерны только для внешней зоны, но распределены в них неравномерно. Они различаются по степени заполненности рыхлым материалом, его составу, друзовому парагенезису, количеству и качеству кристаллосырья. Окраска турмалинов жилы Соседка в миароловых полостях меняется в широких пределах и зависит от их типа [3, 4].

Нами исследован состав турмалина жилы «Соседка» и калишпатового графического пегматита (без названия) расположенной немного севернее участка центральный (табл.).

Приведенные данные показывают обогащение турмалинов жилы «Соседка» Mn и Ti. Пересчет их на миалы всегда дает 3 условных молекулы (шерловую, тсилазитовую и лиддиокатитовую). И хотя в каждом из турмалинов шерловый миал доминирует, наряду с ним и в достаточных объемах (от 6 до 27 %) получаются иные расчетные миалы. Следует отметить очень высокое содержание Mn в третьей и особенно первой пробе, что, скорее всего, связано высоким содержанием элемента в системе и его накоплением в ходе кристаллизации. Из анализа литературных данных следует, что вхождение Mn в турмалин не имеет кристаллохимических запретов и стимулируется, прежде всего, повышенным содержанием Mn в минералообразующей среде [1, 4].

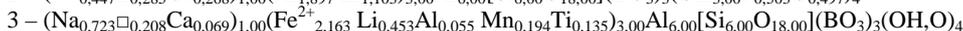
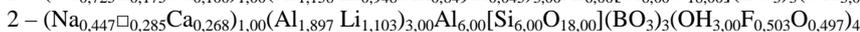
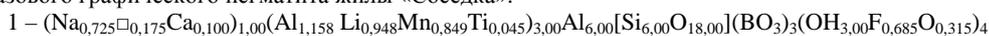
Обращает на себя внимание постоянный дефицит щелочей в первой структурной позиции изученных турмалинов, свидетельствующий о присутствии в их составе щелочно-дефектных миалов.

Таблица

Химический состав (мас. %) турмалина пегматитовой жилы «Соседка»

Компоненты	Турмалины		
	1	2	3
SiO ₂	38,08	36,48	35,01
TiO ₂	0,37	-	1,11
Al ₂ O ₃	37,84	38,34	31,83
FeO	-	-	16,05
MnO	6,25	-	1,42
ZnO	-	-	-
CaO	0,58	1,43	0,4
Na ₂ O	2,33	1,32	2,31
K ₂ O	-	-	-
F	1,35	0,91	-
Σ	86,8	78,48	88,13

Примечание. 1 – цветной турмалин из околомаролового комплекса жилы Соседка; 2 – турмалин из калишпатового графического пегматита (жила без названия); 3 – черный турмалин внешней зоны кварц-олигоклазового графического пегматита жилы «Соседка».



Выполненные исследования показывают, что высокая концентрация Mn Малханского поля типоморфна и это можно использовать при поисках и оценке жил, несущих камнесамоцветную минерализацию.

Литература

1. Булах А.Г. Руководство и таблицы для расчета формул минералов / А.Г. Булах. – М.: Недра, 1967. – 144 с.
2. В.Е. Загорский Миароловые пегматиты / В. Е. Загорский, И. С. Перетяжко, Б.М. Шмакин. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – (Гранитные пегматиты; Т. 3). – 488 с.
3. Загорский В.Е. Минералогия миарол Малханского месторождения турмалина: полевые шпаты жилы «Соседка» // Геология и геофизика. 2012. – Т. 53. – № 6. – С. 683-697.
4. Перетяжко И. С. Процессы образования миароловых гранитных пегматитов: автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук / И. С. Перетяжко. – Иркутск, 2010. – 38 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УРАНА И РАДИЯ НА СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИНКАЙ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

О.А. Джабиев

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Инкай – крупнейшее пластово-инфильтрационное месторождение в Казахстане и Содружества независимых государств (СНГ). Рудоносные зоны месторождения прослеживаются с северо-востока на юг на расстоянии около 55 км при их общей ширине от 7 до 17 км. Складчатый фундамент на месторождении залегает на глубине до 2...3 км и представлен терригено-кремнистыми кембро-ордовикскими образованиями. Разрез MZ-KZ отложений начинается пестроцветными, достаточно плотными гравийно-песчано-глинистыми образованиями, локализованными в понижениях поверхности средне-позднепалеозойского этажа предположительно сеноманского возраста. Рудовмещающий комплекс представлен мынкудукским и

инкудукским горизонтами верхнего мела. Урановое оруденение локализуется почти во всех литологических разностях пород с определенным тяготением к среднезернистым пескам. Урановая минерализация представлена настураном и коффинитом в соотношении: в целом для месторождения 82 и 18 % соответственно, для оруденения в инкудукском горизонте 77 и 23 %, в мынкудукском – 87 и 13 %. Помимо урановых минералов в составе аутигенной минерализации отмечаются пирит (редко марказит), сидерит, кальцит, самородный селен, сфалерит, хлорит, пиролюзит, апатит.

На месторождении используют различные методы исследования, в том числе и радиометрические. Основным недостатком радиометрических методов опробования на молодых месторождениях урана гидрогенного типа, является зависимость результатов замера от радиоактивного равновесия продуктов радиоактивного распада, мощностей рудного скопления и т.д. Члены ряда распада связаны друг с другом последовательными необходимыми альфа- и бета-превращениями. Если система, в которой находятся радионуклиды того или иного ряда, закрыта, то есть не происходит выноса или поступления отдельных ее членов относительно других, то со временем в ряду наступает радиоактивное равновесие. Скорость установления радиоактивного равновесия в ряду распада зависит от периода полураспада наиболее долгоживущего члена ряда, а для пары взаимосвязанных радионуклидов определяется периодом полураспада дочернего (Тд). С точностью до 0,8 % равновесие наступит через 7Тд, а с точностью до 0,1 % – через 10Тд.

Существуют три основные группы факторов, приводящих к нарушению радиоактивного равновесия в рядах распада: различие химических свойств элементов, изотопами которых являются исследуемые радионуклиды, свойства элементов, связанные с радиоактивностью, физико-химические условия окружающей среды [1]. Нарушение равновесия в рядах продуктов радиоактивного распада приводит при радиометрическом опробовании урановых руд к искажению результатов, так как по интенсивности гамма-излучения фактически определяется не содержание урана 238, а концентрации радия 226 и продуктов его распада, по которым оценивается содержание «эквивалентного» урана. Нарушение радиоактивного равновесия обычно связано с тем, что продукты радиоактивного распада урановых рядов, обладая резко различными геохимическими свойствами, проявляют склонность к разделению и пространственному обособлению, особенно в условиях зоны гипергенеза. Как и все щелочноземельные элементы, радий обладает единственной формой окисления +2, мало склонен к комплексообразованию, находится в водных растворах в форме иона Ra^{2+} . Растворимы в воде хлориды, бромиды, йодиды, сульфиды и нитраты радия. Слаборастворимы его сульфаты, карбонаты, фосфаты, хроматы, фториды и оксалаты. Уран же, склонен к комплексообразованию: карбонатные, сульфатные, фторидные, фосфатные и гидроксильные [2]. Наиболее типичны три случая нарушения радиоактивного равновесия в рудах:

-общее нарушение равновесия, при котором в пределах всего объема урановорудного скопления наблюдается одностороннее его смещение в сторону недостатка радия;

-зональное нарушение равновесия, когда в пределах отдельных участков или зон рудных скоплений устанавливается смещение равновесия в сторону, как избытка, так и недостатка радия, на фоне которого могут проявляться второстепенные нарушения равновесия также различных знаков;

-локальные нарушения равновесия, при которых в отдельных ограниченных объемах урановорудных скоплений наблюдаются смещения равновесия как в ту, так и в другую сторону. Для установления радиоактивного равновесия между ураном и всеми продуктами его распада (при условии, что эти продукты не будут удаляться из мест их образования) необходим период времени 1,7 миллиона лет. Искажения значений истинных содержаний урана, связанные с изменениями эффективных атомных номеров и мощностей рудных скоплений, также корректируются путем введения поправок в результаты интерпретации данных радиометрического опробования коэффициентом радиоактивного равновесия (Крр). Величина поправки за нарушение радиоактивного равновесия между ураном и радием оценивается по формуле:

$$K_{pp} = CRa/CU,$$

где CRa – содержание радия (в единицах равновесного урана), CU – содержание урана в рудах.

Основная проблема заключается в том, что Крр на молодых месторождениях смещен либо в сторону урана, либо радия. На месторождении Инкай он был принят за 1, что приводит к некорректным геолого-технологическим условиям добычи урана [3]. Задачи, которые предполагается решить мной в ходе исследования, сводятся к следующему: провести интерпретацию геофизических данных, а именно гамма каротажа и каротажа нейтронного деления (КНД); сопоставить геофизические данные (гамма каротаж и КНД) с результатами геохимических исследований; построить карту распределения U и Ra на основе геофизических исследований в плане и на разрезах; построение объемной геолого-математической модели распределения Крр; дать рекомендации по рациональному комплексу геолого-технологических исследований.

При решении данных задач была проведена корреляция содержаний урана по данным КНД и результатам геохимического опробования, которая составила 0,923. Также были построены объемные модели распределения урана и радия на Северном фланге месторождения Инкай (рис. 1), а также показано распределение крр больше и меньше единицы (рис. 2), тем самым выделив урановые и радиевые зоны. С их помощью, возможно, скорректировать процессы добычи урана, что приведет к уменьшению финансовых и трудовых затрат.

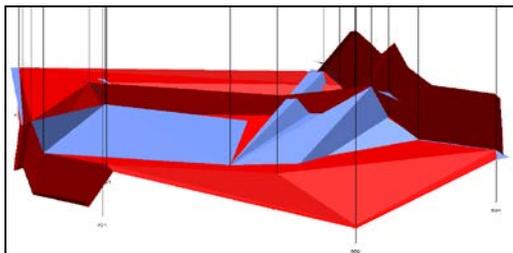


Рис. 1. Распределение урана (красный) и радия (голубой)

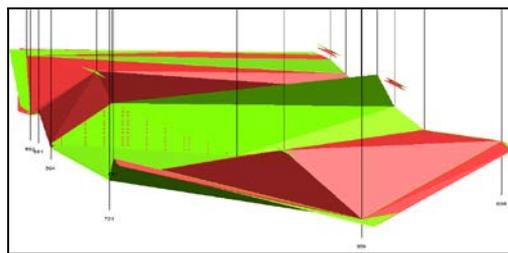


Рис. 2. Распределение крр: больше 1 (красный), меньше 1 (зеленый)

Литература

1. Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Геохимия радиоактивных элементов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 300 с.
2. Домаренко В.А., Рихванов Л.П. Рациональная методика поисков и геолого-экономическая оценка месторождений руд редких и радиоактивных элементов. Часть II Геолого-экономическая оценка. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 260 с.
3. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф. Урановые месторождения Казахстана: (экзогенные). – Алматы: Гылым, 1995. – 264 с.

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЕРМАНИЯ, МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

Х. Жанибек

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В этой статье рассмотрены общие сведения о германии, области его применения, основные минералы германиевого сырья, промышленные типы месторождений, природные и технологические типы руд, методы геологического изучения месторождений и подготовки их для промышленного освоения. Сделаны сведения о методике геологоразведочных работ, исследовании вещественного состава руд, о передовых технологиях производства из них продукции и требованиях промышленности к ее качеству.

Германий – редкий, рассеянный, в основном попутный элемент; преимущественно рассеян в минералах и рудах сходных с ним элементов. Образует собственные месторождения. Подтвержденные запасы германия в цинковых рудах зарубежных стран составляют около 2,7 тыс. т, в том числе в США 500. Страны СНГ по учетным запасам германия в углях, железных и сульфидных рудах занимают первое место в мире. В России запасы германия распределены следующим образом (%): бурые угли – 47,0, коксующие угли – 31,6, углистые породы – 13,5, медно-колчеданные и полиметаллические руды – 7,9.

Промышленное производство германия за рубежом основывается на попутном его получении в цветной металлургии и переработке руд германий-сульфидных месторождений; годовой объем производства на уровне 65 т металла. Крупнейшие зарубежные производители: США, Заир, Франция, Италия, Китай, Япония. В России германий извлекается из угольного сырья.

Ведущие экспортеры германиевой продукции – Бельгия, Франция, Германия, Китай, Заир, главные импортеры – США и Япония.

В потреблении германиевой продукции лидируют США, Япония и другие развитые страны.

Применение германия многообразно, но наиболее перспективно и емко его применение в инфракрасной и волоконной оптике. В 1995 г. в США германий использовался (%): в волоконно-оптических системах – 40, ИК-оптике – 15, ядерной энергетике – 10, в полупроводниках – 5, в других сферах (катализ, люминофоры, металлургия, медицина) – 30.

Минералы германия редки. Чаще других встречаются сульфиды – германит и реньерит (табл.).

В виде примеси германий установлен во многих минералах. Наиболее часто он встречается в силикатах и сульфидах. Главным рудным минералом-концентратором германия является сфалерит. Повышенные концентрации германия в силикатах отмечаются в эпидоте скарновой ассоциации, в топазе, турмалине, пироксене, гранате, амфиболе, слюдах.

По форме нахождения германия и величине его концентрации в рудах среди германийсодержащих месторождений выделяются две группы:

собственные германиевые месторождения, разделяющиеся на три подгруппы: германий-угольные, германий-сульфидные и германий-сульфосольные, кларк-концентрации (Кк) которых составляет 50...1000;

месторождения с попутным германием (Кк = 0,1...10), куда входят комплексные руды цветных и черных металлов, бурые и каменные угли.