

## ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ СЕРЫ СУЛЬФИДОВ AU-ТЕ МЕТАСОМАТИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДГОЛЕЧНОЕ И САМОЛАЗОВСКОЕ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛДАН)

Н.П. Русинова, В.И. Леонтьев  
Санкт-Петербургский горный университет  
г. Санкт-Петербург, 21 линия В.О., 2, 199106  
E-mail: [N.P.Rusinova@yandex.ru](mailto:N.P.Rusinova@yandex.ru)

Более чем полувековое изучение изотопного состава серы сульфидов позволило расширить представления об эволюции гидротермальных минералообразующих систем. Одно из первых обобщений результатов изучения изотопов серы в рудных месторождениях было выполнено Н.В. Петровской (1965). Особое внимание уделялось возможности использования изотопного анализа для решения вопросов, связанных с генезисом месторождений. Соотношение изотопов серы в сульфидах характеризует изотопный состав флюида, а, следовательно, источник (или источники) серы, вовлеченной в рудообразование [3].

В результате смены физико-химических условий минералообразования и механизмов отложения руд изотопный состав флюида может меняться. Высокая геохимическая подвижность серы приводит к разделению ее изотопов в природных условиях. Изотопный состав серы магматических пород, источником которых является верхняя мантия, сходен с изотопным составом метеоритной серы, для нее обычно характерны значения  $\delta^{34}\text{S}$ , близкие к нулю.

Работы соотечественников по изотопному составу серы в минералах эпитермальных месторождений щелочной специализации значительно более скудно представлены по сравнению с зарубежными материалами. Было замечено [4, 5], что для щелочных эпитермальных месторождений характерен изотопно легкий состав серы (обычно меньше 0‰). На основании тесной ассоциации Au-Te минерализации с магматизмом основного состава повышенной щелочности, формирующихся за счет дифференциации мантийного базальтоидного расплава, полагают, что Au и Te поступают в систему с глубинным флюидом [1].

В рамках работы анализировался изотопный состав серы пиритов из рудоносных адуляр-флюоритовых метасоматитов месторождения Подголецкое и из различных литологических типов пород месторождения Самолазовское (гумбеиты, скарны, рудоносные флюорит-роскоэлит-карбонат-кварцевые метасоматиты). Образцы измельчались до 1-2 мм, выделялась тяжелая фракция, которая дополнительно разделялась с помощью магнита, после чего под биноклем отбирались мономинеральные пробы. Для исследований удалось отобрать только пирит ввиду низкого содержания сульфидов, мелкозернистой структуры пород и сложности обработки образцов. Измерение изотопного состава серы выполнялось на масс-спектрометре Thermo Quest Finnigan MAT DELTA Plus XL в центрально-аналитической лаборатории ВСЕГЕИ. За стандарт взято значение изотопного отношения CDT.

Сера пиритов из рудоносных адуляр-флюоритовых метасоматитов месторождения Подголецкое характеризуется диапазоном значений от -1,8 до -5,5‰ (табл.1). Изотопный состав серы пиритов месторождения Самолазовское обладает сравнительно более облегченным изотопным составом серы относительно изотопного состава серы пиритов метасоматитов месторождения Подголецкое и характеризуется диапазоном значений  $\delta^{34}\text{S}$  от -6,9 до -12,3‰. Стоит отметить, что  $\delta^{34}\text{S}$  изучаемых пиритов обоих месторождений изменяется в узком диапазоне, что позволяет говорить о едином, хорошо гомогенизированном источнике серы пиритов и близких физико-химических условиях их отложения. Такие вариации изотопного состава серы демонстрируют отсутствие существенного ее фракционирования в период рудоотложения. Сера пиритов немного обогащена легким изотопом  $^{32}\text{S}$  по сравнению с серой метеоритного троилита, что хорошо соотносится с данными по изотопному составу серы других эпитермальных золоторудных месторождений [2, 4, 5].

В целом, значения  $\delta^{34}\text{S}$  в сульфидных минералах имеет узкий интервал отрицательных значений, близких к 0‰, что можно интерпретировать как отложение сульфидов в условиях равновесия с сероводородом флюида. Тенденция к облегченному составу серы может свидетельствовать о том, что часть рудного вещества могла эволюционировать и переходить в условно легкую газовую фазу, и сера рудообразующего раствора выносилась совместно с летучими в форме  $\text{H}_2\text{S}$ .

Таблица 1 – Результаты изотопного анализа серы пиритов из рудоносных метасоматитов месторождений Подголецкое и Самолазовское

Место-рождение	Порода	Анализируемый минерал	Значение $\delta^{34}\text{S}$
Подголецкое	адуляр-флюоритовые метасоматиты	пирит	-1,8
	адуляр-флюоритовые метасоматиты	пирит	-3,7
	адуляр-флюоритовые метасоматиты	пирит	-2,3
	адуляр-флюоритовые метасоматиты	пирит	-5,5
	адуляр-флюоритовые метасоматиты	пирит	-2,4
	<i>Среднее значение</i>		
Самолазовское	флюорит-роскоэлит-карбонат-кварцевые метасоматиты (брекчиевые)	пирит	-12,3
	флюорит-роскоэлит-карбонат-кварцевые метасоматиты (прожилково-вкрапленные)	пирит	-6,7
	гумбеиты	пирит	-6,9
	гумбеиты	пирит	-7,2
	скарны	пирит	-7,9
	скарны	пирит	-9,4
	<i>Среднее значение</i>		

Таким образом, учитывая петрологические, геохимические, структурно-литологические данные, связь Au-Теоруденения с вулcano-плутоническим массивом щелочного состава, можно предположить привнос рудного вещества из магматического источника. Данные по изотопному составу серы сульфидов золото-теллуридных месторождений близки ювенильным значениям изотопного состава серы, что не противоречит выводу о мобилизации серы в рудообразующий флюид при выносе серы из материнского магматического расплава и представлениям о существенном вкладе магматического компонента при формировании рудообразующего раствора.

Полученные результаты хорошо соотносятся с данными по другим подобным объектам. Следует подчеркнуть чрезвычайное сходство изотопного состава серы сульфидов рассматриваемых месторождений и золоторудных с теллуридами месторождений, относящихся к эпитеpмальному типу (А-тип) [1, 4, 5]. Также для многих эпитеpмальных месторождений Чукотки характерно небольшое облегчение ( $\delta^{34}\text{S} = -0,5.. -4,7\text{‰}$ ) изотопного состава серы сульфидов [2]. Для данных месторождений предполагается ювенильный источник серы пиритов, что соответствует предположению о мантийном источнике рудного вещества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленкер В.А. Условия формирования и факторы крупномасштабного концентрирования золота порфировых и эпитеpмальных месторождений / В.А. Коваленкер // Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Том 2. Стратегические виды рудного сырья. – М.: ИГЕМ РАН. – 2006. – С.143-214.
2. Загрузина И.А. Изотопный состав серы сульфидов золоторудных месторождений / И.А. Загрузина, М.Н. Голубчина, Е.П. Миронюк и др. // Использование изотопов серы для решения геологических задач: сб. науч. тр. – Л.: Недра. – 1986 – с. 96-112.
3. Петровская Н.В. О возможностях применения некоторых методов изотопного анализа при металлогенических исследованиях // Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов. М.: Недра, 1965, С. 195-247.
4. Jensen E.P., Barton M.D. Gold deposits related to alkaline magmatism // Gold in 2000, Rev. Econ. 2000.
5. Richards J. P. Alkalic-type epithermal gold deposits – a review / J.P. Richards // Magmas, fluid and ore deposits. – Mineralogical Assoc. of Canada. Short course ser. - 1995. – V. 23. – P. 367-400.