

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО РТУТНОГО ФОТОМЕТРА РА-915+ ДЛЯ АНАЛИЗА АРХИВНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОБ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИНФОРМАТИВНОСТИ**

**Андрулайтис Л.Д., Рязанцева О.С.**

*Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, г. Иркутск,  
e-mail: amila@igc.irk.ru*

Одним из путей повышения эффективности геохимических поисков является детальное изучение закономерностей распределения химических элементов в различных природных системах. При этом важно отыскать элемент, который можно было бы использовать при геохимических поисках широкого круга рудных месторождений, залегающих в разных условиях доступности. Таким элементом является ртуть. Она занимает особое место в геохимии. В отличие от других элементов, за счет высокой упругости паров, ртуть образует широкие ореолы рассеяния на значительном удалении от рудных тел, что способствует повышению эффективности поисковых работ. Ртуть концентрируется в рудах нертутных эндогенных месторождений не только сульфидных, но и других типов. Эти концентрации не имеют промышленных значений, а иногда находятся на кларковом уровне, но их геохимическое значение велико. Для изучения геохимии ртути и использования для поисков необходимы высокочувствительные, надежные методы анализа [Фурсов, 1977].

В 1989 г. Институтом геохимии СО РАН проводились поисковые работы на площади золото-серебряного месторождения Дукат. Среди изученных на ртуть объектов Дукатского рудного поля большой интерес представляла структурная скважина № 10, которой до глубины 900 м были вскрыты разные по типу зоны рудной минерализации (Ag, Au-Ag, Ag-Pb, Sn-Ag, Sn), а затем до глубины 1400 м – гранитоиды, от гранитов до гранодиоритов [Кравцова, 2010].

В те годы ртуть определяли атомно-абсорбционным методом с использованием прибора РАФ-1М (1971 года выпуска, завод «КАЗГЕОФИЗПРИБОР»). Фотометр предназначался для измерения содержаний ртути в твердых пробах и имел двухканальную дифференциальную схему с одним источником света и двумя фотоэлементами, что уменьшало влияние нестабильности ртутной лампы и электроники. Порошковые пробы подвергались пиролизу при 700<sup>0</sup>С в специальной печи. Экспрессный и простой в выполнении термический метод, основанный на низкой термостойкости соединений ртути, не давал хорошо воспроизводимых результатов. Сказывалось влияние состава пробы. К примеру, при анализе проб, обогащенных органическим веществом и содержащих сульфидные минералы, атомно-абсорбционный анализ в сочетании с пиролизом становился невозможным потому, что образующиеся в процессе нагревания продукты сгорания органического вещества, молекулярная сера и др. создавали шумы, и измерение абсорбции ртути становилось невозможным.

Чтобы исключить влияние мешающих компонентов при термическом анализе ртути в Институте геохимии СО РАН В.М. Новиковым фотометр РАФ-1М был модернизирован и приспособлен для растворов. После кислотного разложения пробы 5 мл анализируемого раствора помещали в измерительную пробирку, добавляли раствор двухлористого олова и пробирку прикрепляли при помощи шлифа к барботеру. Поток воздуха пары восстановленной ртути подавались в измерительную кювету РАФ-1М, где частично поглощались парами ртути. Поток света от лампы проходил через кювету сравнения без поглощения. Световые потоки, пройдя через обе кюветы, попадали на фотоэлементы, чувствительные к резонансной линии ртути.

Несмотря на повышение чувствительности за счет модернизации прибора, содержания ртути по скважине в основном лежали ниже предела обнаружения.

Изучение рудных месторождений в 90-е годы существенно сократилось, и только в последнее время некоторая активизация поисковой геохимии и наличие современного высокочувствительного ртутного фотометра РА-915+ фирмы «Люмекс» (Санкт-Петербург) позволили вернуться к рассмотрению закономерностей распределения ртути в структурной скважине №10 Дукатского золото-серебряного месторождения.

Ртутный анализатор РА-915+ является частью аналитического ртутного комплекса, обладающего уникальной возможностью выполнять быстрые селективные измерения концентрации ртути в атмосферном воздухе, газовых потоках, жидких и твердых пробах. В состав аналитического ртутного комплекса входят: собственно анализатор РА-915+, приставка РП-91 для определения содержания ртути в водных растворах методом "холодного пара" и приставка РП-91 для прямого определения.

Ртутный аналитический комплекс представляет собой самую современную разработку и по совокупности своих аналитических характеристик не имеет мировых аналогов. Передовые технологии, используемые при производстве комплекса, гарантируют его исключительную надежность и придают ему множество функциональных возможностей. Оригинальная оптико-электронная схема комплекса обладает ультраузким пределом обнаружения ртути в режиме прямых измерений (без предварительного концентрирования), высокой селективностью анализа и широким динамическим диапазоном измерений [Мамьянов и др., 2001].

Атомно-абсорбционная спектрометрия ртутного комплекса использует явление поглощения атомами ртути резонансного излучения. Многоходовая кювета с эффективной длиной пути 9,6 м обеспечивает высочайшую чувствительность измерений. Оригинальная схема Зеемановской коррекции неселективного поглощения обеспечивает высокую точность измерений независимо от мешающих факторов.

В основу работы анализатора положен метод атомно-абсорбционной спектроскопии. Принцип действия основан на явлении резонансного поглощения излучения 254 нм атомами ртути с использованием Зеемановской коррекции неселективного поглощения.

Для анализа пород и минералов по структурной скважине № 10 использовали РА-915+ с приставкой РП-91. Эта приставка предназначена для перевода связанной ртути, находящейся в жидкой пробе в ионной форме, в атомарное состояние методом «холодного пара».

Как показала практика аналитических работ, прибор РА-915+ хорошо зарекомендовал себя в геолого-геохимических исследованиях.

В 1989 году было проанализировано 250 проб на приборе РАФ-1М и только в 15 % получены значимые значения ртути, а в 85 % проб содержания лежали ниже предела обнаружения применяемого метода. В 2011 году повторно проанализированы те же пробы на современном ртутном фотометре РА-915+ и получены содержания ртути по всем типам пород. В табл.1. приведены некоторые результаты атомно-абсорбционного анализа ртути по скважине № 10 в разные годы и на разных приборах.

При высокой степени изученности строения одной из крупнейших рудоносных структур на глубину 1400 м, благодаря современному высокочувствительному ртутному анализатору РА-915+, получена новая информация о закономерностях распределения ртути в породах и рудах по структурной скважине № 10 Дукатского золото-серебряного месторождения.

Установлены уровни концентраций ртути, типичные для неизмененных пород, а также для гидротермальноизмененных пород и руд разной формационной принадлежности. Выявлены особенности содержания этого элемента в полиэлементных ассоциациях с другими элементами-индикаторами, типичными для Ag, Au-Ag, Ag-Pb, Sn-Ag и Sn оруденения.

Полученные данные важны как в теоретическом, так и в практическом отношении. Определение содержания ртути в породах на этой территории было проведено впервые. До этого таких исследований ни на месторождении, ни на площади всей Дукатской рудоносной структуры не было. Уровни концентраций ртути, установленные для разных

типов рудной минерализации, могут, успешно использоваться в практике поисково-разведочных работ для оценки рудно-формационной принадлежности выявленных минерализованных зон и участков, а также уровня их эрозионного среза.

Таблица 1

Результаты атомно-абсорбционного анализа ртути по скважине № 10 Дукатского золото-серебряного месторождения на разных приборах

№ п/п	Hg, г/г	
	РАФ-1М (1989 г.)	РА-915+ (2011 г.)
<b>Метасоматиты</b>		
1	0.025	0.113
2	0.012	0.024
3	н/обн	0.020
4	0.009	0.013
5	0.012	0.014
<b>Вулканыты (липариты, дациты, липарито-дациты)</b>		
6	0.007	0.015
7	0.007	0.034
8	0.010	0.032
9	0.009	0.042
10	0.125	0.058
11	н/обн	0.065
12	н/обн	0.061
13	н/обн	0.074
14	н/обн	0.039
15	н/обн	0.057
16	н/обн	0.058
17	н/обн	0.077
<b>Интрузивные породы (граниты, гранодиориты, гранодиорит-порфиры)</b>		
18	0.007	0.019
19	н/обн	0.015
20	0.007	0.030
21	н/обн	0.025
22	н/обн	0.023
23	н/обн	0.025
24	0.007	0.025
25	н/обн	0.022
26	0.006	0.031
27	н/обн	0.036
28	н/обн	0.028
29	н/обн	0.022
30	н/обн	0.050
31	0.008	0.038
32	н/обн	0.031
33	0.010	0.055

### Литература

Кравцова Р.Г. Геохимия и условия формирования золото-серебряных рудообразующих систем Северного Приохотья.. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. – 292 с.

Мамьянов Н.Р., Погарев С.Е., Рыжов В.В. Возможности атомно-абсорбционного спектрометра РА-915+ с Зеemanовской коррекцией неселективного поглощения для определения ртути в различных средах // Аналитика и контроль, 2001. Т. 5. № 4. С. 375-378.

Фурсов В.З. Ртуть – индикатор при геохимических поисках рудных месторождений. – Москва: Недра, 1977. – 144 с.