

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ И ЗОЛОТА  
В СУЛЬФИДНЫХ РУДАХ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ  
СПЕКТРОМЕТРИИ С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ИОНИЗАЦИЕЙ**

**Заворницына Е.О., Чередниченко Н.В., Солошенко Н.Г., Березикова О.А.**  
*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, nats\_igg@mail.ru*

Многообразие сфер использования благородных металлов определяет постоянный рост их добычи. Требуется разведка новых месторождений, а, следовательно, остро встает задача определения элементов платиновой группы (ЭПГ) в геологических объектах. Данная задача осложняется тем, что минералы ЭПГ не образуют собственных месторождений, а преимущественно вкраплены в основные рудообразующие сульфидные минералы меди, никеля, железа, в которых их содержание обычно варьирует от 0,001 до 1 г/т. Для определения следовых количеств требуется применение аналитических методов с очень низкими пределами обнаружения и высокой точностью. При анализе геологических объектов на содержание ЭПГ и золота распространены атомно-абсорбционные методы и методы масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

**Цель работы** – обоснование методики количественного определения палладия, платины, золота в рудных сульфидах методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией.

**Объекты, оборудование и методы исследования.** Изучен ряд проб сульфидных руд, включающих в себя сернистые, селенистые, теллуристые, мышьяковистые и сурьмянистые соединения металлов; в их состав входят также кварц, кальцит, иногда барит, слюды и другие минералы; в качестве примесей присутствуют Pt, Au, Ag, In и др. Использовались два метода вскрытия руд – автоклавное и микроволновое по методикам, описанным в [1]. Анализ выполнялся на спектрометре высокого разрешения с непрерывным источником спектра ContrAA 700 фирмы Analytik Jena. При отработке методики использовались стандартные солянокислые 1% растворы определяемых элементов с концентрацией Pd и Pt 50 мкг/дм<sup>3</sup>, Au 30 мкг/дм<sup>3</sup>, приготовленные разбавлением из ГСО и МСО состава раствора.

**Результаты и обсуждение.** На примере пробы с известным содержанием Pd сопоставлены два метода вскрытия сульфидных руд – автоклавное и микроволновое; установлено, что оптимальным является микроволновое разложение в HCl, HNO<sub>3</sub>, HF; при этом достигается наиболее полное разложение исследуемого материала при одинаковом расходе реагентов и за меньшее время. Исследованы особенности стадий высушивания пробы, пиролиза и атомизации проб сульфидных руд; оптимизированы температурно-временные программы для определения каждого аналита (Pd, Pt, Au) в данном типе образцов; изучено влияние концентрации кислот HNO<sub>3</sub> и HCl на аналитический сигнал каждого элемента; выбран уровень оптимальной кислотности для их определения. Установлено, что для определения Pd, Pt, Au лучше всего применять солянокислые растворы с кислотностью 1-3%. Исследовано влияние Fe, Ni, Cu, Al, K на значение аналитического сигнала определяемых элементов; установлено, что модельная смесь мешающих компонентов (Fe, Ni, Cu, Al, K) уже при концентрации компонента в растворе 1 мг/дм<sup>3</sup> оказывает существенное депрессирующее влияние на сигнал абсорбции аналита. Сделан вывод, что перед приборным определением необходима стадия концентрирования определяемых элементов и отделения их от матрицы (на этом этапе использовалась методика, разработанная ранее для разделения и концентрирования Re, Ru, Pt, Ir, Pd из солянокислых растворов (1н) с использованием

*Таблица 1*

*Метрологические характеристики методики*

Элемент	Диапазон измерений, %	Показатели			
		повторяемости $\sigma_r, \%$	воспроизводимости $\sigma_R, \%$	правильности $\pm\Delta_c, \%$	точности $\pm\Delta, \%$
Au	0,0001-0,001	0,20	1,9	3,8	5,2
Pt	0,0001-0,001	0,17	2,2	3,2	5,8
Pd	0,0001-0,001	0,18	1,4	3,6	4,6

сорбента Dowex 1x8). Показано, что Au извлекается вместе с Pt концентрированной азотной кислотой; степень выхода анализируемых компонентов составляет 80-90%. С применением стандартных растворов определяемых элементов оценены метрологические характеристики методики (табл. 1) и пределы обнаружения Pd и Au на спектрометре ContrAA 700: для Pd он составляет 0,22 мкг/дм<sup>3</sup>, для Au – 0,14 мкг/дм<sup>3</sup>. Высокое разрешение и особенности схемы регистрации в спектрометре ContrAA700 с источником сплошного спектра позволили добиться лучшей чувствительности по сравнению со стандартно-используемыми атомно-абсорбционными спектрометрами типа AAnalyst 800 и др.

По итогам работы составлена пропись методики атомно-абсорбционного определения (с электротермической атомизацией) массовых долей золота, платины и палладия в сульфидных рудах. За счет высокой разрешающей способности спектрометра, а также предварительного разделения и концентрирования элементов разработанная методика анализа позволяет снизить погрешность при определении благородных металлов и выйти на уровень определяемых концентраций в пробах 0,001-0,01 г/т.

*Работа выполнена в рамках программы Президиума РАН № 23 «Научные основы инновационных энергоресурсосберегающих экологически безопасных технологий оценки и освоения природных и техногенных ресурсов», а также в рамках интеграционной программы УрО РАН «Состав, структура и физика радиационно-термических эффектов в фосфатных и силикатных минералах и стеклах», при поддержке грантов РФФИ № 09-05-00513 и 10-05-00326.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чередниченко Н.В., Березикова О.А., Дерюгина Л.К., Солошенко Н.Г., Вотяков С.Л. Опыт работы с современными микроволновыми системами разложения геологических материалов // Минералы: строение, свойства, методы исследования. Мат-лы Всеросс. молодежной науч. конф. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. С. 259-261.