

ДАТИРОВАНИЕ ПЛАТИНОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ^{190}Pt - ^4He МЕТОДОМ

Шуколюков Ю.А., Якубович О.В. (olya.v.yakubovich@gmail.com),

Мочалов А.Г. (mag1950@mail.ru)

Санкт-Петербургское отделение. СПбГУ, ИГГД РАН

DATING PLATINUM MINERALIZATION BY THE ^{190}Pt - ^4He METHOD

Shukolyukov Yu.A., Yakubovich O.V., Mochalov A.G.

Saint Petersburg branch. SPbSU, IGGD RAS

В основе нового ^{190}Pt - ^4He метода прямого изотопного датирования самородных минералов платины лежит α -распад ^{190}Pt , одним из стабильных продуктов которого является ^4He . По количеству накопленного за геологическую историю радиогенного гелия можно определить «гелиевый возраст» минерала. Гелий очень легко мигрирует из кристаллической решетки большинства порообразующих минералов. Даже незначительное увеличение температуры (100-200°C) приводит к частичной или полной потере гелия минералом. Однако в самородных металлах, в частности в самородных минералах платины, миграция гелия существенно затруднена (Шуколюков и др., 2012а). Ввиду особенностей строения электронной оболочки гелия, его растворимость в металлах крайне мала, поэтому первоначально растворенный в решетке гелий мигрирует к различного рода «стокам», дефектам, где образует атомные кластеры – пузырьки нанометрового размера. Миграция гелия из таких пузырьков требует очень высоких температур близких к температуре плавления металла. При этом выделение гелия происходит резко, взрывообразно. Такая форма нахождения гелия в самородных металлах делает маловероятными потери гелия в реальных геологических условиях при обычных, более низких температурах. Следовательно, сохранность радиогенного гелия в самородных минералах платины должна быть практически полной. Таким образом, имеется принципиальная возможность создания эффективного ^{190}Pt - ^4He геохронометра на основе природной радиоактивности платины в добавление к очень хорошо разработанному Pt-Os методу (Шуколюков и др., 2012б, Walker et al., 1997).

Ядерно-физические основы. Главным источником радиогенного гелия, присутствующего в самородных минералах платины, является изотоп ^{190}Pt (Шуколюков и др., 2012б) (природная распространенность - константа - 0.01296% , скорость распада $1,477 \cdot 10^{-12}$ лет $^{-1}$ (Walker et al., 1997)). Таким образом, для определения возраста необходимо определить концентрацию радиогенного гелия и платины в исследуемом образце.

Строгим ограничением на применение ^{190}Pt - ^4He метода является размер образца. α -частица, будущее ядро ^4He , при распаде изотопа ^{190}Pt в самородном минерале платины (изоферроплатине) «пролетает» расстояние порядка 5 мкм.

Таким образом, в зернах размер которых менее 5 мкм накопление ^4He не происходит, а для зерен порядка 50 мкм необходимо вводить соответствующую математическую поправку на потерянный за счет этого эффект гелий.

Методика. Для измерения содержания радиогенного гелия был использован масс-спектрометрический комплекс МСУ-Г-01-М, который был специально модернизирован под решение этой задачи (Шуколюков и др., 2012а). Ввиду высокой температуры плавления самородных минералов платины, для полной экстракции радиогенного гелия был использован следующий подход: взвешенный образец вместе с технической чистой медью помещался в кварцевую ампулу или заворачивался в вольфрамовую фольгу. При нагреве медь реагирует с платиной, и температура вновь образовавшегося сплава понижается до примерно 1400 °С. Такой подход позволил легко определять содержание радиогенного гелия в самородных агрегатах платины. Для определения возраста использовался только тот гелий, который выделялся при температуре близкой к температуре плавления металла. Гелий, который выделяется при более низкой температуре, не связан с кристаллической решеткой платины (Якубович, 2013).

Для определения содержания платины исследуемые образцы изоферроплатины (кристаллы и агрегаты) изучались под микроскопом на предмет их фазовой гомогенности и наличия минеральных включений. В случае если в них были отмечены включения самородного осмия, иридия, то учитывалось их распределение.

Таблица 1

Сопоставление ^{190}Pt - ^4He возрастов с независимыми геохронологическими данными

Месторождение	^{190}Pt - ^4He	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	Rb-Sr	Sm-Nd	U-Pb	K-Ar
Кондер Pt ₃ Fe	125±6	120±1	126±1	131±35	125±2 бадделиит	50-160
Кондер PtAs ₂	122±6	«	«	«	«	«
Инагли Pt ₃ Fe	127±6	-	-	-	-	116±6; 141±7
Гальмознан Pt ₃ Fe	65±3	71-75	65-84	75-101	-	65-89
Файфильд Pt ₃ Fe (образцы F. Reith)	450±23	-	-	-	445±6 циркон	397±16
Норильск PtAs ₂ (образцы С.Ф. Служеникина)	242±12	-	-	-	248±4 циркон 251±4 бадделиит	-

Комментарий: данные по Ронкин и др., 2013, Elliot, Martin, 1991, Cabri, 1998, Kamo, 1996 et al.

Результаты. Мы исследовали более 25 агрегатов изоферроплатины весом от 0,1 до 10 мг из щелочно-ультраосновных массивов Кондер, Инагли (Алданский щит, Россия) и из дунит-клинопироксенитовых комплексов Гальмознан (Корякское нагорье, Россия) и Файфильд (Новый Южный Уэльс, Австралия). А также сперрилит из платина-медноникелевых руд Норильского

региона и массива Кондер. Несмотря на то, что сперрилит не является металлом, он также обладает высокой сохранностью радиогенного гелия (Якубович, 2013). Результаты ^{190}Pt - ^4He датирования и сопоставление их с независимыми геохронологическими данными представлены в таблице 1.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ грант 14-05-00896 и грант 13-05-00717.

Шуколюков Ю.А., Якубович О.В. и др. Геотермохронология по благородным газам: III. Миграция радиогенного гелия в кристаллической структуре самородных металлов и возможности их изотопного датирования // Петрология. 2012а. Т. 20. № 1. С. 3-24.

Шуколюков Ю.А., Якубович О.В. и др. Новый изотопный геохронометр для прямого датирования самородных минералов платины (^{190}Pt - ^4He метод) // Петрология. 2012б. Т. 20. № 6. С. 545-648.

Якубович О.В. Новый ^{190}Pt - ^4He метод изотопной геохронологии для датирования минералов платины. Автореф. дис. канд. ... геол.-мин. наук. СПб: СПбГУ, 2013. 20 с.

Walker R. J., Morgan J. W. et al., Applications of the ^{190}Pt - ^{186}Os isotope system to geochemistry and cosmochemistry. Geochim. Cosmochim. Acta. 1997. 61, 4799–4807