

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СТРУКТУРЕ УРОЛИТОВ (МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ)

Полиенко А.К., Поцелуев А.А., Ильенок С.С., Севостьянова О.А.

Томский политехнический университет, Томск, e-mail: polienkoa@yandex.ru

Объектом исследования являются органико-минеральные образования (уролиты), формирующиеся в мочевой системе человека. В качестве предмета исследования выступают свойства и особенности объекта. Цель работы – изучение особенностей распространения химических элементов в структуре уролитов. Методика исследования основана на использовании сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N с энерго-дисперсионной приставкой Bruker XFlash 4010 для проведения рентгеноспектрального анализа. Получены данные о распространении элементов и их соотношении в точках на линии профиля, а также в плоскости среза прозрачных петрографических шлифов. Выявлены зоны роста, состоящие из органической и минеральной компонент. Наблюдаются существенные различия в содержании элементов как на границах между зонами, так и в плоскости шлифа. Наибольшее содержание характерно для кислорода, азота, кальция, углерода. Зоны разделяются маломощными слоями, сложенными органической компонентой. Отмечена неравномерность распределения элементов (C, P, Si, Ca, O) в структуре уролитов, объясняющаяся особенностями строения зон. Область применения результатов может быть распространена на использование данной методики для изучения иных биогенных образований.

Ключевые слова: структура уролитов, элементный состав, распространение элементов

CHEMICAL ELEMENTS IN STRUCTURE UROLITOV (URIC STONES)

Poliyenko A.K., Poceluev A.A., Ilyenok S.S., Sevostyanova O.A.

Tomsk polytechnical university, Tomsk, e-mail: polienkoa@yandex.ru

Object of research are organic-mineral formations (urolithes), being formed in uric system of the person. Properties and features of object act as an object of research. The work purpose is studying of features of distribution of chemical elements in the structure of urolithes. The technique of research is based on use of a scanning electronic microscope of Hitachi S-3400N with a power-dispersive prefix of Bruker XFlash 4010 for carrying out the X-ray spectral analysis. Data on distribution of elements and their ratio in points on the profile line, and also in the plane of a cut transparent petrographic thin section are obtained. The zones of growth consisting from organic and mineral component are revealed. Essential distinctions in the maintenance of elements both on borders between zones, and in the plane thin section are observed. The greatest contents is characteristic for oxygen, nitrogen, calcium, carbon. Zones are divided by the low-power layers put organic component. Unevenness of distribution of elements (by C, P, Si, Ca, O) in the structure of urolithes, explained by features of structural zones. The scope of results can be extended to use of this technique for studying of other biogenic formations.

Keywords: structure of urolithes, element composition, distribution of elements

Повышенный интерес исследователей к изучению патогенных биоминеральных образований в организме человека отмечен в последние тридцать лет. Одними из таких образований являются уролиты (мочевые камни), формирующиеся в мочевыделительной системе человека и являющиеся основной причиной весьма распространённого заболевания – мочекаменной болезни. В качестве одной из причин образования уролитов исследователи отмечают экологическое состояние среды обитания. Особое внимание уделяется характеру распределения химических элементов в структуре уролитов. Изучение химического и биохимического состава уролитов, а также структурных особенностей их строения и, в частности, ритмической зональности отмечено в ряде работ [1–5]. Полученная информация имеет большое значение для понимания онтогенеза уролитов.

Целью научных исследований, некоторые результаты которых приводятся в настоящей статье, является изучение осо-

бенностей распространения химических элементов в структуре уролитов.

Материал и методы исследования

Для выполнения поставленной задачи в качестве объекта исследований использованы уролиты, полученные в результате удаления их из мочевой системы пациентов в урологическом отделении одной из городских больниц города Томска.

Изучение уролитов проведено по комплексной методике, которая предполагает несколько этапов исследования. Вначале на бинокулярном микроскопе исследовалась морфология поверхности каждого уролита, изучался их минеральный состав, текстурно-структурные особенности, а затем были изготовлены шлифы. В шлифах уточнялся минеральный состав и характер взаимоотношений между отдельными зёрнами. Следующий этап исследований заключался в изучении распределения химических элементов в структуре уролитов. Эта работа выполнена с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Hitachi S-3400N с энерго-дисперсионной приставкой (ЭДС) Bruker XFlash 4010 для проведения рентгеноспектрального анализа. Микроскоп располагается в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международ-

ного исследовательского научно-образовательного центра (МИНОЦ) кафедры геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) Института природных ресурсов ТПУ (оператор С.С. Ильенко). Съёмка (исследование) каждого шлифа осуществлялась в режиме обратно рассеянных электронов при низком вакууме ($p = 30...40$ Па).

При исследовании шлифов были использованы следующие возможности сканирующего электронного микроскопа HITACHI S-3400N: определение наличия и содержания химических элементов в точках по профилю (линии); изучение распределения химических элементов по площади (в плоскости среза исследуемого объекта); представление информации в виде графического материала (содержание элементов).

Исследования с использованием названного выше оборудования выполнены нами впервые с получением данных, позволяющих сделать важные научные выводы о распределении отдельных химических элементов в структуре уролитов.

Результаты исследования и их обсуждение

Для исследования выбран один из шлифов уролита G-4-2, предварительно изученный на поляризационно-оптическом микроскопе. Состав уролита сложный, в нём отмечены минералы фосфатного со-

става (карбонат-апатит), оксалаты кальция (производные щавелевой кислоты), а также в значительных количествах органическое вещество. Границы между структурными зонами выражены нечётко, однако присутствуют признаки, по которым можно наметить определённые точки для изучения характера распределения химических элементов.

В исследуемом шлифе был намечен профиль (рис. 1) по направлению от периферии к центру. Точки на профиле шлифа выбраны по некоторым характерным структурным признакам: на границах отдельных зон (нечётко выраженных), а также в центре уролита. В результате сканирования по профилю получен спектр элементов (рис. 2) в выделенных характерных точках. На рисунке выражены пики, характеризующие присутствие и содержание элементов. Наиболее выразительные пики соответствуют содержанию кремния, затем по убыванию содержания следует пик, принадлежащий фосфору. Кислород, кальций и углерод отмечены менее выраженными пиками.

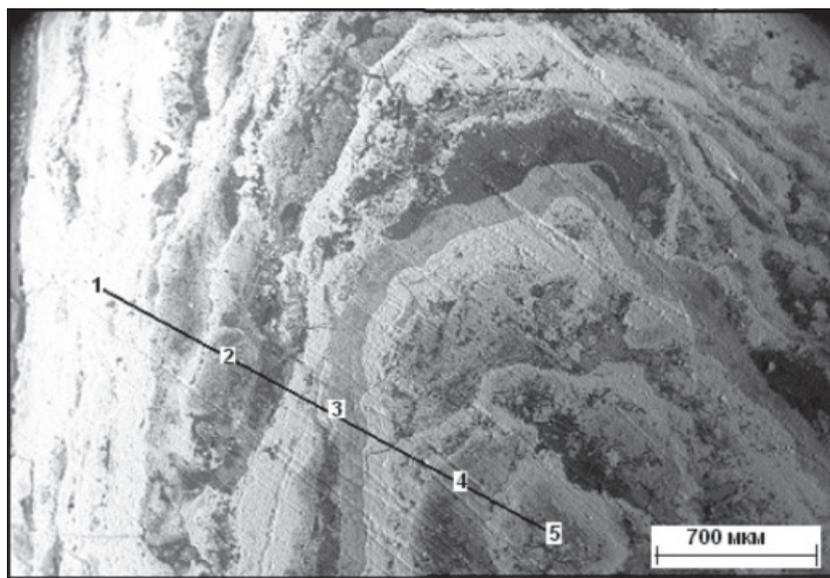


Рис. 1. Профиль в шлифе уролита G-4-2 (по направлению от периферии к центру)

В таблице представлено содержание элементов (в масс. %) в шлифе (наблюдения по 5 точкам).

В качестве примера приведены спектры в точках 1 и 5 (рис. 3 и 4).

Выводы

1. Получены данные, свидетельствующие о неоднородном распределении химических элементов в структуре уролита. Преобладают элементы следующих групп

периодической системы Д.И. Менделеева: I – Na, Ca, K; IV – C, Si; VI – O, S. Причина неоднородности в распределении элементов в структуре уролита заключается в периодическом изменении параметров среды минералообразования.

2. В структуре уролита выделяются зоны, границы между которыми подчеркнуты выраженным преобладанием органического вещества по отношению к минеральному. Отмечено чередование зон, сложных

по химическому составу и имеющих большие мощности по сравнению с относительно менее мощными зонами (преимуще-

ственно кальциевого состава). Содержание кальция в таких зонах возрастает при заметном снижении содержания углерода.

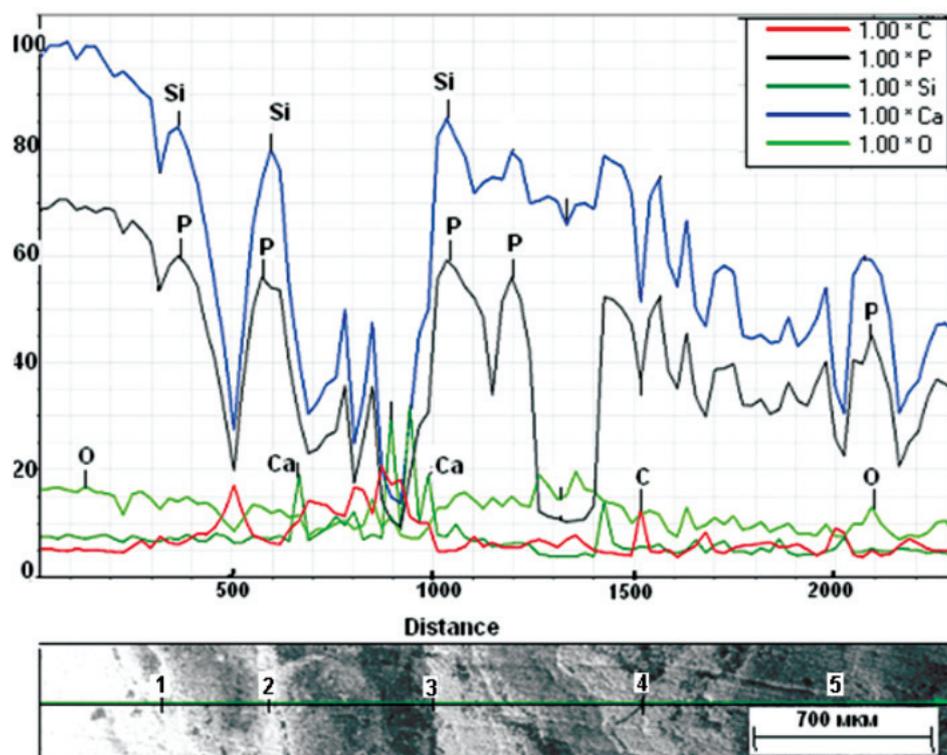


Рис. 2. Распределение химических элементов (углерода, фосфора, кремния, кальция, кислорода) по профилю (тт. 1–4)

Содержание элементов в шлифе
(наблюдения по 5 точкам)

Элементы	Точки наблюдения				
	1	2	3	4	5
	Содержание, мас. %				
C	4,6	6,2	5,3	17,4	6,41
O	18,2	16,3	16,1	11,1	12,2
Na	*	*	*	*	*
Ca		12,5	13,0		
Mg	*	*	*	*	*
Al	*	*	*	*	*
Si	81,7	79,8	82,1	*	*
P	60,0	55,5	58,6	51,7	43,2
K	11,1	19,1	3,4	12,4	*

Примечание. *ниже предела определения.

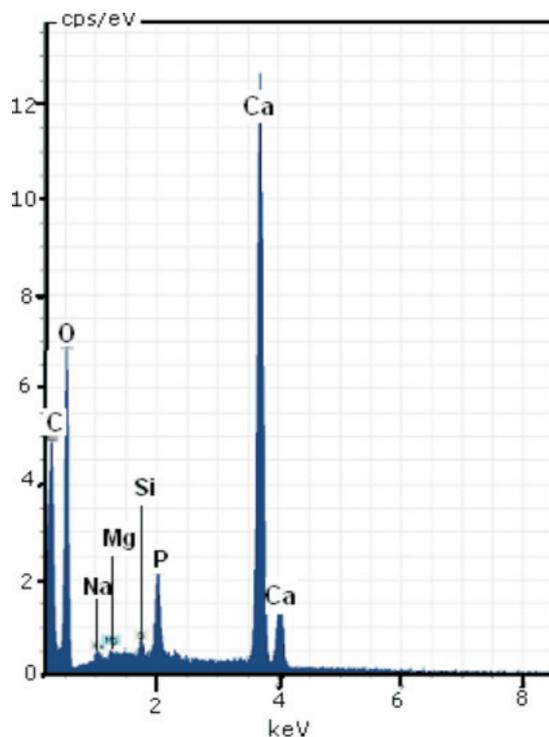


Рис. 3. Спектр элементов в точке 1

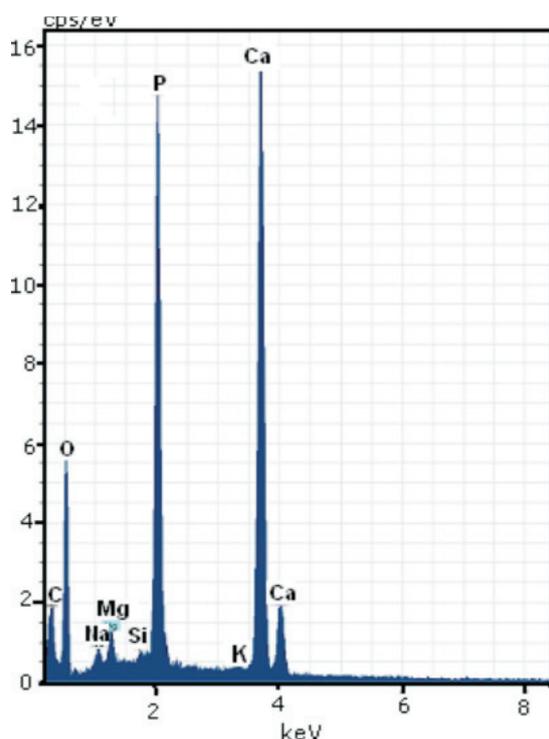


Рис. 4. Спектр элементов в точке 5

3. Взаимоотношение между соседними зонами закономерно и указывает на то, что в строении уролитов отчётливо выделяются ритмы. Ритмичность строения уролитов является главным и важным признаком, характеризующим процессы зарождения, роста и изменений органо-минеральных образований, к которым относятся уролиты.

4. Наблюдаются весьма существенные различия в содержании элементов как на границах между ритмами, так и в плоскости шлифа. Наибольшее содержание характерно для кислорода (среднее содержание 34,65 мас. %), азота (среднее содержание 12,06 мас. %), кальция (среднее содержание 9,98 мас. %), углерода (среднее содержание 9,02 мас. %).

5. Результаты исследований, полученные при изучении конкретного шлифа уролита, с определённой степенью осторожности могут быть экстраполированы на другие уролиты, не подвергнутые наблюдению.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Наука» по теме 3.2702.2011.

Список литературы

1. Голованова О.А., Борбат В.Ф. Почечные камни. – М.: Медицинская книга, 2005. – 171 с.
2. Голованова О.А. Биоминералогия мочевых, желчных, зубных и слюнных камней из организма человека: дис. ...д-ра геол.-минер. наук. – СПб., 2007. – 333 с.
3. О химическом составе мочевых камней / А.К. Полиенко, А.А. Грибанова, Томск. политехн. ин-т. – Томск, 1997. – 5 с. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 24.12.97, № 3742–В 97.
4. Особенности биохимического состава мочевых камней / А.К. Полиенко, А.А. Грибанова, Томск. политехн. ин-т. – Томск, 1997. – 6 с. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 31.12.97, № 3859-В-97.
5. Севостьянова О.А., Полиенко А.К. Структурные особенности ритмической зональности уролитов (мочевых камней). Записки Российского минералогического общества. – 2010. – т. 4.CXXXIX. – № 5. – С. 93–100.

References

1. Golovanova O.A. Biomineralogy of uric, bilious, tooth and salivary stones from a human body: Diss...Dr.geol.-miner/sciences. SPb, 2007. 333 p.
2. Golovanova O.A., Borbat V.F. Nephroliths. M: Medical book, 2005.
3. About a chemical composition uric Stones / Poliyenko A.K. Gribanova A.A. Tomsk. Polytech. in-t. Tomsk, 1997. 5 p. Russian Dep. in VINITI 24.12.97, no. 3742 Vol. 97.
4. Features of biochemical structure uric Stones / Poliyenko A.K. Gribanova A.A. Tomsk. Polytech. in-t. Tomsk, 1997. 6 p. Russian Dep. in VINITI 31.12.97, no. 3859-B-97. 171 p.
5. Sevostyanova O.A., Poliyenko A.K. Structural features of rhythmic ash value urolithes (uric stones). Notes of the Russian mineralogical society. 2010. t. 4.CXXXIX. no. 5. pp. 93–100.

Рецензенты:

Короткова Е.И., д.х.н., профессор кафедры физической и аналитической химии, заместитель директора по научной работе и инновационному развитию института природных ресурсов, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Ворошилов В.Г., д.г.-м.н., профессор кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Института природных ресурсов, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 01.07.2013.