

MORPHOLOGY OF ORGANOMINERAL FORMATIONS OF KIDNEYS OF DNIPROPETROVSK REGION RESIDENTS

¹Ishkov V.V., ²Kozii Ye.S.

¹M. S. Poliakov Institute for Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, ²Dnipro University of Technology MSE of Ukraine

МОРФОЛОГІЯ ОРГАНОМІНЕРАЛЬНИХ УТВОРЕНЬ НИРОК МЕШКАНЦІВ ДНІПРОПЕТРОВЩИНИ

¹Ішков В.В., ²Козій Є.С.

¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, ²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» МОН України

МОРФОЛОГИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПОЧЕК ЖИТЕЛЕЙ ДНЕПРОПЕТРОВЩИНЫ

¹Ишков В.В., ²Козий Е.С.

¹Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины, ²Национальный технический университет «Днепропетровская политехника» МОН Украины

Abstract. The article presents the results of morphology research of the organomineral formations of the residents of Dnipropetrovsk region and proposes the typification of uroliths according to the peculiarities of their morphology.

Determination of the structure and mineral composition of uroliths is necessary for urologists for a reasonable appointment of therapeutic and preventive actions to the patient. Existing Ukrainian and world standards for the diagnosis and treatment of patients with urolithiasis provide for mineralogical examination of urolithiasis for each patient. At the same time, now in Ukraine the implementation of such studies is proactive and sporadic, which leads to an increase in the number of diseases and their severity.

Due to the fact that organomineral concretions in general and uroliths in particular are biomineral formations, and minerals are the subject of mineralogy and crystallography, it is necessary, first of all, to consider some features of mineral morphology in relation to urolith formation. Along with genetically determined mineral formations of living organisms, pathogenic biominerals are also widespread, in particular, urinary and kidney stones - uroliths, which are a natural consequence of the development of urolithiasis.

It has been established that polymineral formations predominate in the composition of the studied uroliths of the inhabitants of the Dnipropetrovsk region. Various combinations of oxalates (vevellite, veddilite), phosphates (mainly hydroxyl apatite - collophane), urate (uric acid, uric acid dihydrate), organic matter, and in some cases purines (xanthine) are most common in the studied samples. Also, in all the studied samples there are certain defects of the minerals forming them.

The morphology of organomineral formations is largely determined by the position of their location. The central part of the organomineral formations of the studied samples was usually represented by accumulations of organic matter containing a highly dispersed mineral component. In addition, a characteristic feature of all mineral individuals without exception is their large-scale microblocking and the presence of inclusions of organic matter.

Keywords: organomineral formations, uroliths, morphology, crystals, concretions, urolithiasis.

Introduction. In Ukraine, urolithiasis is generally reported in 0.7% of the adult population, but the significant annual increase in morbidity (20%) indicates an unfavorable forecast of its distribution.

The causes and mechanisms of urolithiasis are currently being studied at a high scientific level using electron microscopy and complex biochemical and structural radiological studies [1].

But to date, the issues of etiology, pathogenesis, diagnosis and prevention of urolithiasis remain completely unexplored and largely controversial.

Mineralogical and petrographic research of pathogenic organomineral formations - uroliths is an interesting and practical area of study, which is aimed at solving an urgent scientific problem, which is the timely diagnosis and treatment of patients with urolithiasis. Uroliths are urinary and kidney stones that are a natural consequence of the development of urolithiasis. They are pathogenic formations that are widespread together with genetically determined mineral formations of living organisms. Minerals of biogenic origin are integral elements of the structure of many living organisms. The main reason for their formation - metabolic disorders, especially changes in water-salt and chemical composition of blood. They arise as a result of the natural reaction of the biological system of the organism to the violation of the basic physicochemical parameters of its normal functioning. As a result, the body creates the necessary prerequisites for the implementation of phase transitions and crystallization phenomena that lead to the appearance of their products - pathogenic biominerals [2-11].

Recent achievements. Huge work in study of organo-mineral aggregates in organisms and plants are given in the works of A.A Korago [12], O.A. Golovanova [13], F.V. Zuzuk [14] and other researchers.

It has been noted in the literature [15] that biomineralogy as a science is developing rather slowly. This is due to the fact that the objects of study of biomineralogy are quite complex organo-mineral formations. In addition, researchers (biologists, physicians, etc.) who do not have specialized knowledge in the field of mineralogy, crystallography and chemistry have been studying such formations for a long time.

In Ukraine, the first mineralogical and petrographic studies of uroliths were conducted in the mid-70s of the last century at the Department of Mineralogy and Petrography of the Dnipropetrovsk Mining Institute and in 1979 the first article on this topic was published [16].

The research aims is study of features of morphology of organomineral formations of kidneys of residents of Dnipropetrovsk region.

Method of research. The methodological basis of the research was the collection, research, analysis and generalization of mineralogical and petrographic data characterizing the composition of more than 720 renal uroliths of the inhabitants of the Dnipro and Dnipropetrovsk region. Because uroliths are very specific objects of study, usually individual specimens obtained from a particular person, and have a small size and weight, they must be applied to study methods that would ensure minimal disruption of the integrity of the samples.

At the first stage, an analytical review of the research area was performed. Existing world standards for the diagnosis and treatment of patients with urolithiasis provide a mandatory study of the composition of urolithiasis for every patient with urolithiasis. The use of a set of visual observations and classical polarization microscopy allows to reliably identify the mineral composition of urinary stones and the conditions of their formation.

All samples were uroliths removed from the kidneys of residents of the Dnipro and Dnipropetrovsk region by surgery. For the purpose of further macro- and micro-studies, samples of uroliths were taken, from which the initial base was formed. More than 720 samples were used to study and analyze the material composition of uroliths. In order to further study by optical microscopy from the material of the obtained samples were made sections (thin sections of stone with a thickness of 0.02 mm). Grinds are the main drug for studying the mineral composition of uroliths, the nature of the distribution of mineral grains in the unit, the nature of intergrain boundaries, the distribution of gaseous and gas-liquid inclusions in individuals. Digital photographs of uroliths were also taken, informative on the study of morphology with the entry of information in the created database.

In the second stage, the external macroscopic features of urolith (color, shape, size) were studied and the morphology of the surface was analyzed, weight and mechanical strength (monolithicity, looseness, fracture, hardness, density) were determined. The study of uroliths was comprehensive and included the study of the shape, color, nature of the surface, mineral composition.

The morphology of aggregates and individuals was studied under a binocular microscope with the detection of defects (imperfections in the structure of crystals), mineral composition, the nature of the relationship between mineral individuals, the absence or presence of regular fusion of crystals. In studying the imperfections of morphology and defects of individuals, the main attention was paid to the inequality of faces of one simple form, their quantitative deviation, sculpture of faces of one simple form, the collision surface of crystals and other defects (traces of dissolution, deformation). Sketches of individual crystals and their growths were made, the most interesting parts of the urolith were photographed.

Classical crystal morphological and polarization-optical methods were used. The morphology and mineral composition of uroliths were studied using a stereoscopic binocular microscope MBS-10.

In the third stage, using the polarization-optical method, the mineral composition of urolith was detailed and the relationships between individual mineral grains were evaluated. For this purpose, sections (thin sections of stone with a thickness of 0.02 mm) were prepared, which were examined on an optical polarization microscope MIN-8 by classical petrographic methods. In the process of research the mineral composition was specified, the nature of the relationship of minerals with each other was determined, the structure of the unit was studied, the presence of traces of dissolution was noted. Imperfections in the structure of individuals (crystals) were studied: sectorality, zonation, mosaicism, twins, pores, various inclusions, deformations and other defects (structural, heterogeneity of composition and structure without clear boundaries).

At detection the complex composition of the substance, the study complemented the results of X-ray phase analysis, which allows on the basis of diffraction to conduct qualitative and quantitative analysis of polycrystalline materials to determine their components.

The parameters of urolith samples removed surgically from residents of Dnipropetrovsk region were used for the analysis. Analytical data were processed using the software package STATISTICA 11.0, which is designed for statistical analysis and has a wide range of functions. In statistical data processing were determined: the limits of parameter values, mathematical expectation (average value), standard and variation.

Research results. There are five types of uroliths according to morphology. Urolites of the first type have a druse-like surface, represented by numerous small crystals. The sections show the direction of crystal growth from the center of the urolith to the periphery. The smallest crystals often grow on the edges and tops of large crystals, giving rise to dendritic formation; germination of crystals with formation of twins is observed less often. Some crystals located in the gaps between large crystals bear traces of dissolution (rounded vertices, smoothed edges).

The final formation of such aggregates occurs under the conditions of their presence in the renal cavity in a free, unattached state, when the mineral-forming solution periodically affects different parts of the urolith.

Urolites of the second type are characterized by a "kidney-shaped" surface. The size of individual "kidneys" can vary from a few micrometers to several millimeters in diameter.

The third type of uroliths is characterized by a combination of features of the morphology of uroliths of the first two types, and this surface morphology is called by authors "combined".

A special group of this type are units with more complex morphology. These include formations arising from the sequential or simultaneous formation of polycrystalline and polyspherulite surface forms. For example, vevellite crystals are often the centers of growth of spherulites. Thus, fully formed spherulites are noted, above the surface of which protruding vertices of vevellite crystals are visible.

The surface of uroliths of the fourth type is intensively cut, "bay-shaped".

Uroliths of the fifth type are coral-like, they have an uneven surface composed of a fine-grained mass of various minerals. Their shape can not be attributed to certain types of geometric bodies, often they are cylindrical units with deviations of the long axis from the straight line with numerous branches.

The shape of organo-mineral aggregates is represented by different surfaces of rotation, druse-like, brush-like and coral-like aggregates, as well as their combinations. Very often the surface of the samples had cavities of different shapes and sizes and was covered with numerous or single crystals of Fig.1. The size of the samples varied from 0.18 to 2.7 cm, color from white to black, but dominated by different shades of yellow and pink. It has been established that polymineral formations predominate in the composition of the studied uroliths of the inhabitants of the Dnipropetrovsk region. Various combinations of oxalates (vevellite, veddilite), phosphates (mainly hydroxyl apatite - collophane), urate (uric acid, uric acid dihydrate), organic matter, and in some cases purines (xanthine) are most common in the studied samples. Also, in all the studied samples there are certain defects of the minerals forming them.



Figure 1 - Organomineral formations of kidneys of Dnipropetrovsk region residents

Conclusions. The performed researches allow to formulate the following main conclusions: the appearance of uroliths is very diverse, their shape is different surfaces of rotation, druse-shaped, brush-shaped and coral-like units, as well as their combinations. According to the peculiarities of morphology, 5 types of urolith forms are distinguished.

The morphology of organomineral formations is largely determined by the position of their location. Urinary stones that moved freely within the renal pelvis were able to build up new continuous layers of mineral matter under conditions of uniform nutrition, and therefore usually have a rounded or elliptical shape and at least partially, druse-like structure. Concrets, which are formed in a limited geometric framework and, as a result, are in prolonged contact with soft tissues, always have an obvious asymmetry due to sharp differences in diet.

The central part of the organomineral formations of the studied samples was usually represented by accumulations of organic matter containing a highly dispersed mineral component. In addition, a characteristic feature of all mineral individuals without exception is their large-scale microblocking and the presence of inclusions of organic matter.

REFERENCES

1. Rakin, V.I., Katkova, V.I. (1993), "Crystallization of calcium oxalate monohydrate (vevellite) in a gel medium", *Mineralogy and Life: Materials for the Interstate Mineralogical Seminar*, pp. 54-55.
2. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Trufanova, M.O. (2020), "Some features of the uroliths ontogeny in the Dnipropetrovsk region", *International scientific and practical conference "Technologies and processes in mining and construction"*, pp. 64-69.
3. Kozii, Ye. (2020), "About morphology of urinary stones of the inhabitants of Dnipropetrovsk region", *Proceedings of the "Widening Our Horizons": International Forum*, pp. 131-133.
4. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Trufanova, M.O. (2020), "Some peculiarities of urolith ontogeny of the residents of Dnipropetrovsk region", No. 42(4). pp. 50-59. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.04.050>
5. Kozar, M.A., Ishkov, V.V., Kozii, E.S. (2021), "Mineral composition of urolites of Prydniprovia residents", *Geological science in independent Ukraine: Abstracts of Scientific Conference of M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine*, pp. 52-55.
6. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Trufanova, M.O. (2021), "Some features of the urolites ontogenesis of the residents of Zaporizhya city", *Proceedings of the MinGeoIntegration XXI. All-Ukrainian conference*, pp. 223-227.

7. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Tykha, S.M. (2021), "The main features of the morphology of uroliths of the inhabitants of Dnipro and Zaporizhia cities", *Proceedings of the "Geotechnical problems of deposits development". International Conference of Young Scientists*, pp. 75-78.

8. Ishkov, V., Kozii, Ye., Slyvna, O., Slyvnyi, S. (2021), "Features of uroliths morphology of Dnipro city residents", *Proceedings of the "Ukrainian Mining Forum". International Scientific and Technical Conference*, pp. 186-193.

9. Kozii, Ye.S., Ishkov, V.V. (2021), "Pathogenic organomineral kidney formations of residents of technogenically loaded regions (on the example of Pavlohrad city)", *Proceedings of the "Prospects for the development of mining and rational use of natural resources". All-Ukrainian scientific and practical conference*, pp. 43-46.

10. Kozii, Ye.S. (2021), "Peculiarities of urolith morphology of Zhovti Vody residents", *Proceedings of the "Youth: Science and Innovation". All-Ukrainian Scientific and Technical Conference*, pp. 340-342.

11. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. (2021), "Pathogenic organomineral kidney formations of residents of technogenically loaded regions (on the example of Kryvyi Rih city)", *Proceedings of the "Modern problems of mining geology and geoecology". International Scientific Conference*, pp. 95-99.

12. Corago, A.A. (1992), *Vvedenie v biomineralogiyu* [Introduction to biomineralogy], Nedra, St. Petersburg, Russia.

13. Golovanova, O.A., Rosseeva, E.V., Frank-Kamenetskaya, O.V. (2006). "Amino acid composition of stones in the human urinary system", *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta*, no. 4(2), pp. 123-127.

14. Zuzuk, F.V. (2005), "Internal structure of kidney stones, consisting of amorphous organic matter containing phosphates", *Uralskiy geologicheskii zhurnal*, no 2(20), pp. 117-124.

15. Mak-Konnell, D. (1977), "Phosphate biomineralogy and physiological mineralization. Phosphorus in the environment", M.: Mir, pp. 462-481.

16. Domoratskiy, N.A., Agafonov, N.V., Kutsevol, L.I. (1979), "Mineral composition of urinary stones", *Scientific and practical conference of urologists of the Dnipropetrovsk region*, pp. 57-68.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ракин В.И., Каткова В.И. Кристаллизация одноводного оксалата кальция (вевеллита) в гелевой среде / Минералогия и жизнь: Материалы к Межгосударственному минералогическому семинару. 1993. С. 54-55.

2. Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. Деякі особливості онтогенії уrolітів жителів Дніпропетровської області / Міжнародна науково-практична конференція «Технології і процеси в гірництві та будівництві». 2020. С. 64-69.

3. Kozii Ye. About morphology of urinary stones of the inhabitants of Dnipropetrovsk region / Proceedings of the "Widening Our Horizons": International Forum. 2020. pp. 131-133.

4. Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. Особливості онтогенезу уrolітів жителів Дніпропетровської області / Мінералогічний журнал. 2020. № 42(4). С. 50-59. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.04.050>

5. Козар М.А., Ішков В.В., Козій Є.С. Мінеральний склад уrolітів мешканців Придніпров'я, Геологічна наука в незалежній Україні / Збірник тез наукової конференції Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. 2021. С. 52-55.

6. Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. Деякі особливості онтогенезу уrolітів мешканців міста Запоріжжя / Збірник праць Всеукраїнської конференції «Від мінералогії і геонозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди XXI століття». 2021. С. 223-227.

7. Ішков В.В., Козій Є.С., Тиха С.М. Основні особливості морфології уrolітів жителів міст Дніпра і Запоріжжя / XIX Міжнародна конференція молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». 2021. С. 75-78.

8. (Особливості морфології уrolітів мешканців міста Дніпро / Ішков В.В., Козій Є.С., Сливна О.В., Сливний С.О. / Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Український гірничий форум». 2021. С. 186-193.

9. Козій Є.С., Ішков В.В. Патогенні органомінеральні утворення нирок жителів техногенно-навантажених регіонів (на прикладі м. Павлоград) / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів». 2021. С. 43-46.

10. Козій Є.С. Особливості морфології уrolітів мешканців міста Жовті Води / Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції «Молодь, наука та інновації». 2021. С. 340-342.

11. Ішков В.В., Козій Є.С. Патогенні органомінеральні утворення нирок жителів техногенно-навантажених регіонів (на прикладі м. Кривий Ріг) / Матеріали міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології». 2021. С. 95-99.

12. Корого А.А. Введение в биоминералогию. СПб: Недра, 1992. 280 с.

13. Голованова О.А., Росеева Е.В., Франк-Каменецкая О.В. Аминокислотный состав камней мочевой системы человека / Вестник СПбГУ. 2006. 4(2). С. 123-127.

14. Зузук Ф.В. Внутреннее строение почечных камней, состоящих из аморфного органического вещества, содержащего фосфаты / Уральский геологический журнал. 2001. 2(20). С. 117-124.

15. Мак-Коннелл Д. Биоминералогия фосфатов и физиологическая минерализация, Фосфор в окружающей среде. М.: Мир, 1977. С. 462-481.

16. Доморацкий Н.А., Агафонов Н.В., Куцевол Л.И. Минеральный состав мочевых конкрементов / VIII Научно-практическая конференция урологов Днепропетровской области. 1979. С. 57-68.

About authors

Ishkov Valerii Valeriovych, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences (Ph.D.), Senior Research Fellow of Laboratory of Studies of Structural Changes Rocks, M. S. Poliakov Institute for Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NANU), Dnipro, Ukraine, ishwishw37@gmail.com

Kozii Yevhen Serhiiovych, Candidate of Geological Sciences (Ph.D.), Deputy Director of Educational and Scientific Center for Training of Foreign Citizens, Dnipro University of Technology (NTU "DP"), Dnipro, Ukraine, koziy.es@gmail.com

Про авторів

Ішков Валерій Валерійович, кандидат геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник лабораторії досліджень структурних змін гірських порід, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпро, Україна, ishwishw37@gmail.com

Козій Євген Сергійович, кандидат геологічних наук, заступник директора Навчально-наукового центру підготовки іноземних громадян, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (НТУ «ДП»), Дніпро, Україна, koziy.es@gmail.com

Анотація. В статті наведено результати досліджень морфології органомінеральних утворень мешканців Дніпропетровщини й запропонована типізація уролітів за особливостями їх морфології.

Визначення структури і мінерального складу уролітів необхідно лікарям урологам для обґрунтованого призначення лікувальних та профілактичних дій пацієнтові. Існуючі українські та світові стандарти діагностики і лікування хворих уролітіазом передбачають обов'язково мінералогічне дослідження уроліта для кожного хворого. У той же час зараз в Україні виконання подібних досліджень носить ініціативний і епізодичний характер, що призводить до зростання кількості захворювань і їх тяжкості.

У зв'язку з тим, що органомінеральні конкременти в цілому і уроліти зокрема, є біомінеральними утвореннями, а мінерали - предмет вивчення мінералогії та кристалографії, то необхідно, перш за все, розглядати деякі особливості морфології мінералів стосовно питань формування уролітів. Разом з генетично зумовленими мінеральними утвореннями живих організмів, так само широко поширені і патогенні біомінерали, зокрема, сечові і ниркові камені – уроліти, які є закономірним наслідком розвитку сечокам'яної хвороби.

Встановлено що у складі вивчених уролітів мешканців Дніпропетровщини переважають полімінеральні утворення. У вивчених зразках найчастіше зустрічаються різні комбінації з оксалатів (вевелліт, ведділіт), фосфатів (в основному гідроксил апатит - коллофан), уратів (сечова кислота, дигідрат сечової кислоти), органічної речовини, в поодиноких випадках відзначені пурини (ксантин). Також, у всіх досліджених зразках спостерігаються ті чи інші дефекти утворюючих їх мінералів.

Морфологія органомінеральних утворень значною мірою визначається позицією їх розташування. Центральна частина органомінеральних утворень вивчених зразків зазвичай була представлена скупченнями органічної речовини, що містить високодисперсну мінеральну складову. Крім того характерною особливістю всіх без винятку мінеральних індивідів є їх різномасштабна мікроблочність і наявність включень органічної речовини.

Ключові слова: органомінеральні утворення, уроліти, морфологія, кристали, конкременти, сечокам'яна хвороба.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований морфологии органоминеральных образований жителей Днепропетровщины и предложена типизация уролитов по особенностям их морфологии.

Определение структуры и минерального состава уролита необходимо врачам урологам для обоснованного назначения лечебных и профилактических действий пациенту. Существующие украинские и мировые стандарты диагностики и лечения больных уролитиазом предусматривают обязательное минералогическое исследование уролита для каждого больного. В то же время, сейчас в Украине выполнение подобных исследований носит инициативный и эпизодический характер, что приводит к росту количества заболеваний и их тяжести.

В связи с тем, что органоминеральные конкременты в целом и уролиты в частности, являются биоминеральными образованиями, а минералы – предмет изучения минералогии и кристаллографии, то необходимо, прежде всего, рассматривать некоторые особенности морфологии минералов по вопросам формирования уролитов. Вместе с генетически обусловленными минеральными образованиями живых организмов, так же широко распространены и патогенные биоминералы, в частности мочевые и почечные камни – уролиты, которые являются закономерным следствием развития мочекаменной болезни.

Установлено, что в составе изученных уролитов жителей Днепропетровщины преобладают полиминеральные образования. В изученных образцах чаще всего встречаются различные комбинации из оксалатов (вевеллит, веддилит), фосфатов (в основном гидроксил апатит – коллофан), уратов (мочевая кислота, дигидрат мочевой кислоты), органического вещества, в единичных случаях отмечены пурины (ксантин). Также во всех исследованных образцах наблюдаются те или иные дефекты образующих их минералов.

Морфология органоминеральных образований в значительной степени определяется позицией их расположения. Центральная часть органоминеральных образований изученных образцов обычно была представлена скоплениями органического вещества, содержащего высокодисперсную минеральную составляющую. Кроме того, характерной особенностью всех без исключения минеральных индивидов является их разномасштабная микроблочность и наличие включений органического вещества.

Ключевые слова: органоминеральные образования, уролиты, морфология, кристаллы, конкременты, мочекаменная болезнь.

The manuscript was submitted 14.06.2021