

О ЖИВОМ И КОСНОМ ВЕЩЕСТВЕ В ТРУДАХ В.И. ВЕРНАДСКОГО И В СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

В.И. Вернадский ввёл понятие косного (неорганического) вещества и живого вещества. Образование минералов, связанное процессами жизнедеятельности организмов, является одной из форм взаимодействия косного и живого вещества. Изучение структуры уrolитов (мочевых камней) позволило установить тесную связь между их минеральной и органической составляющими. При этом мы можем говорить о минеральном уровне органической материи и тем самым прокладывать мостик между живой и неживой материей, выявляя целый ряд их общих особенностей. Органоминеральные образования служат классическим примером тесной взаимосвязи косного и живого веществ, образующихся в организме человека.

Ключевые слова: живое и косное вещество; органоминеральные образования; организм человека.

На планете Земля существует мир косного (неорганического) вещества и мир живого вещества. Эти миры принципиально отличаются, но в пределах планеты Земля, взаимодействуют друг с другом. Одной из форм взаимодействия косного и живого вещества является образование минералов, связанное процессами жизнедеятельности организмов.

Фундаментом научного мировоззрения В.И. Вернадского служит понятие живого вещества. «Живое вещество есть совокупность живых организмов». Подробно В.И. Вернадский определил понятие живого вещества в работе «О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы» [1]. Он отмечал два различных подхода к изучению явлений жизни: биогеохимический, когда живое вещество рассматривается как математически выраженная совокупность средних живых организмов, и подход других биологических наук, где изучаются главным образом отдельные усреднённые живые организмы. Наряду с живым веществом В.И. Вернадский ввёл понятие косного вещества. Он отмечал, что материально-энергетическое вещество, строящее биосферу, резко неоднородно. С этой точки зрения необходимо различать главную массу вещества биосферы, не входящую в живое вещество; это вещество В.И. Вернадский предложил называть косным, не живым. Таким образом, косное вещество – горные породы, жидкие и газообразные тела – в совокупности с живым веществом образует биосферу. Между живым и косным веществом существует непрерывная связь во время дыхания, питания, размножения живого вещества: миграция атомов из косных тел биосферы в живые и обратно [2].

Жизнь не может существовать без косного вещества. По своей сути сама жизнь есть не что иное, как постоянный обмен веществом между косным и живым.

В биологии когда-то возникло понятие симбиоза. Так называют сосуществование разных видов организмов, жизнедеятельность которых помогает взаимному выживанию. В.И. Вернадский распространил понятие симбиоза и на косную субстанцию.

Как и всякое вещество биосферы, человек несет в себе как минимум два начала – косное и живое. Косная материя пассивна. Она сама по себе не ищет энергии для самовоспроизводства, не перестраивается для поддержания качества, и потому часть косных тел обладает огромной прочностью в сравнении с живыми телами. Живая материя, напротив, активна. В борьбе за суще-

ствование она осуществляет действия, направленные на поиск вещества и энергии, необходимых для воспроизводства собственной структуры. Живая материя относительно эластична (в сравнении с большинством косных тел), однако в случае, если воздействие на живое тело превышает некоторый порог, живое тело необратимо разрушается. Это делает необходимым «симбиоз» живого и косного начал для выживания первого.

В.И. Вернадский со свойственной ему широтой и глубиной охвата явлений подчеркнул глобальное значение живого вещества в образовании различных минералов. Так, в своих сочинениях он писал: «Все минералы верхних частей земной коры – свободные алюмокремниевые кислоты (глины), карбонаты (известняки и доломиты), гидраты окиси железа и алюминия (бурые железняки и бокситы) и многие сотни других непрерывно создаются в ней только под влиянием жизни» [3. С. 26]. Развитие этих идей получило дальнейшее продолжение в работах по изучению скелетов ископаемых организмов, которые, накапливаясь, образовывали горные породы органогенного происхождения [4].

С течением времени расширялись знания относительно минералов органического происхождения, увеличивалось и их число. Все это послужило стимулом для введения в научный обиход термина «биоминералогия» или «биологическая минералогия», что осуществили независимо друг от друга двое исследователей [5, 6].

В настоящее время биоминералогия оформилась как междисциплинарная наука. Ей посвящены книги [7], а также статьи в журналах. Проведено несколько заседаний секции Всесоюзного минералогического общества, посвящённых биоминералогии (в Ленинграде), прошли конференции по биоминералогии на Украине. Возросший интерес у минералогической общественности к биоминералогии реализовывался на нескольких конференциях и семинарах в Институте геологии Коми филиала УрО АН РФ (г. Сыктывкар).

Одним из важных направлений биоминералогии является то, которое посвящено явлениям минерализации, проходящим во время становления человеческого организма и при его заболеваниях. Появление минеральных образований в мочевом и желчном пузырях, в почках, а также тончайших кристаллических образований в других органах само по себе является заболеванием, но на ранних стадиях, еще не ощущаемых человеком, это служит сигналом разбалансировки организ-

ма, нарушения нормального функционирования его некоторых органов, повлекших за собой нарушение обмена веществ со всеми вытекающими последствиями.

В течение трёх десятилетий в Томском политехническом университете проводятся исследования по изучению уrolитов (мочевых камней). Эта работа выполняется в тесном сотрудничестве с ведущими урологами Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск), а также с руководителями урологических отделений больниц и клиник г. Томска. По материалам изучения уrolитов опубликовано более 80 статей и тезисов докладов в отечественной и зарубежной литературе. Впервые в России опубликована монография «Онтогенез уrolитов» [8], в которой отражены теоретические положения об особенностях процесса минералообразования в мочевой системе человека. В 2004 г. издана монография «Биоминерализация в организме человека» [9]. Известны работы В.И. Катковой [10] по изучению состава и особенностей строения уrolитов. В 2002 г. украинский исследователь Ф.В. Зюзук опубликовал монографию «Минералогия уrolитов» [11] (в 3 томах). В 2007 г. в Томском политехническом университете О.А. Головановой, доцентом кафедры неорганической химии Омского государственного университета, защищена диссертация на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук «Биоминералогия мочевых, желчных, зубных и слюнных камней из организма человека» [12].

В предлагаемой вниманию читателей статье речь идёт о необычном симбиозе живого и косного вещества, издавна наблюдаемом, в частности, в мочевыделительной системе человека. Как установлено, неживое вещество (уролит) возникает в живом, развивается и изменяется в результате различных процессов, происходящих в живом организме. Термин «уролит» (мочевой камень) образован от двух слов: *uros* (моча) и *lithos* (камень). Уrolиты заслуживают пристального внимания исследователей различного научного профиля – биологов, медиков, минералогов, кристаллографов, экологов и других, кто интересуется окружающим миром и процессами, протекающими в нём.

Исследователями [11] высказывается мнение, что геологическая наука XXI в. будет характеризоваться активным развитием биоминералогии, объекты изучения которой являются переходными между живой и неживой материей. Живой организм – это такая геологическая причина, которая играла, играет и будет играть важную роль не только в образовании, но и в преобразовании минеральной составляющей при формировании литосферы. Информация об этих проблемах биоминералогии как части минералогии, известна в научных работах [6, 11]. Большинство авторов разделяют биогенные минералы только на физиогенные и патогенные образования. Так, Н.П. Юшкин [13, 14], анализируя известную информацию о биоминералах, предложил выделять шесть их генетических типов:

1. Биоминералы – организмы.
2. Биоминералы, формирующиеся в живых организмах.
3. Биоминералы, сформированные вне организмов.
4. Биоминералы, вросшие в организм.

5. Биоминералы, образовавшиеся при кристаллизации и преобразованиях органической составляющей.

6. Биоминералы, которые сформировались в результате кристаллизации биоминералоидов [13].

Минералы, сформировавшиеся в живых организмах, составляют три генетических типа:

1. Биоминералы, физиологично необходимые организму.

2. Патогенные минералы.

3. Биоминералы, которые выделяются в пространство как продукты жизнедеятельности организмов.

Питание патогенных минеральных образований представляет патологическую смену в костях и зубах людей: кариес, подагра, остеофиты, остеокласты и др. Среди всех этих патогенных образований наибольшее значение с позиций минералогии имеют конкременты (органоминеральные образования) мочевой системы и желчных путей, приводящие к мочекаменной и желчнокаменной болезням.

Мочекаменная болезнь – древнейшее заболевание, о чём свидетельствует, например, информация о находках уrolитов в египетской мумии, датированых 4800 г. до н.э., а также в захоронениях Междуречья (Месопотамии) в Индии, которые датируются 1728–1686 гг. до н.э. Гиппократ уже в 430–347 гг. до н.э. фиксировал уrolиты в мочевых путях греков. Приблизительно 150 лет до н.э. в Александрии была проведена хирургическая операция по удалению уrolита из мочевого пузыря. Позднее, в наше время, мочекаменная болезнь отмечалась у римлян, а в Средние века – у жителей Италии, Франции, Германии [15, 16]. Такая же информация имеется в трудах известного философа и врача Авиценны о распространении этого заболевания среди населения арабских стран и Средней Азии [5, 6].

Результаты исследований трех последних десятилетий [13] привели науку к новому взгляду на минерал как на кристаллический организм. Сущность нового взгляда сводится к тому, что минералы, т.е. кристаллы и зерна, в форме которых реально существуют природные химические соединения и физико-химические фазы, выступают как целостный «организм», индивид, со своей анатомией [17].

Такой «организменный» подход к минералам и агрегатам раскрывает те вопросы строения, формы и поведения минералов и такие их функции, которые раньше ускользали от внимания минералогов. В числе их строго закономерная анатомия минеральных индивидов, динамическое поведение минералов в меняющихся условиях, существование сложных взаимосвязей между минералами и минералообразующей средой, подчиненность всеобщим законам развития и направлений эволюции, способность накапливать и хранить генетическую информацию в виде компонента структуры и др. То есть биоминерал в современном понимании представляется как сложная целостная функциональная система, развивающаяся по минералогическим законам.

Есть немало примеров описания в литературе жизни кристаллов. Так, например, отмечается, что непременными признаками жизни кристалла являются следующие:

Во-первых, атомы и молекулы совершают колебательные движения; они участвуют в коллективном колебательном движении всего ансамбля атомов, обра-

зующих кристалл. Интенсивность этого движения растёт с температурой.

Во-вторых, атомы принимают участие и в иных колебаниях, интенсивность которых от температуры не зависит.

В-третьих, атомы в кристалле, подчиняясь законам термодинамики, обязаны блуждать по решётке, т.е. они обязаны диффундировать [18].

М.П. Шаскольская в книге о кристаллах пишет следующее: «Мы привыкли считать камни неизменными,

но на самом деле камни рождаются, растут, стареют, разрушаются и снова возрождаются в виде новых камней. Один из первых русских минералогов, академик В.М. Севергин в книге «Первые основания минералогии или естественной истории ископаемых тел», изданной в 1798 г., так говорил о жизни камней: «Минералы подвержены общему с прочими вещами жребии; всё повинует времени: всё должно родиться, быть и умереть и всё обращается паки* (снова, опять) в тот безмерный Океан, откуда оно произведено было...» [19. С. 60–62].

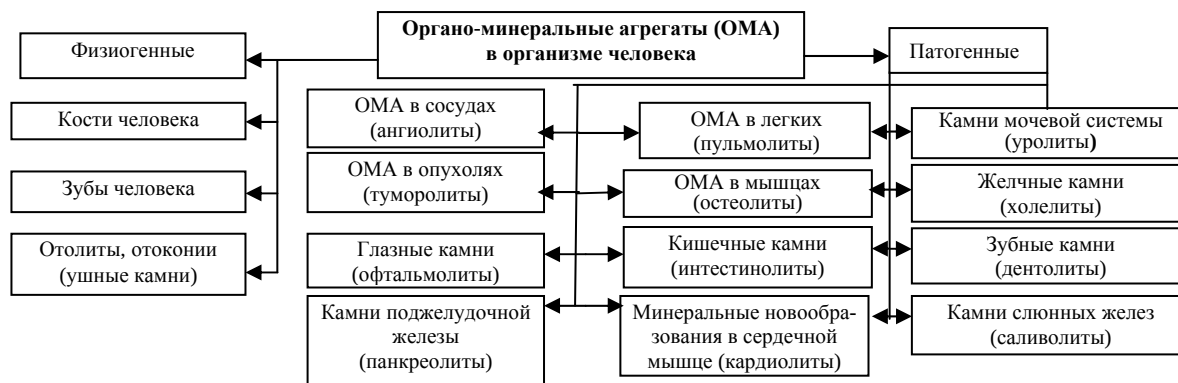


Рис. 1. Разновидности органоминеральных образований и места их локализации в организме человека

Разновидности органоминеральных образований и места их локализации в организме человека приведены на рис. 1.

Отдельные результаты наших исследований органоминеральных образований в мочевой системе человека изложены в публикациях [20–26]. Также имеются работы, выполненные совместно с урологами Сибирского медицинского университета [27] и Томской областной государственной клинической больницы.

Изучая уrolиты, исследователи [6] отмечают тесную связь между их органической и минеральной составляющими. Эта связь проявляется в первостепенной роли органического вещества в зарождении и дальнейшем росте уrolита, придавая ему часто ритмически-зональное строение.

Общее представление о внешнем виде уrolитов можно получить при изучении фотографий. Так, поверхность уrolитов нередко представлена микросферолитами (рис. 2), более часто наблюдаются поликристаллические (друзовидные) образования (рис. 3).

При описании внутреннего строения уrolитов использовались понятия «текстура» и «структура», которые традиционно применяются в минералогии и петрографии для характеристики минеральных агрегатов (камней).

Текстура характеризует размеры, форму и пространственное расположение составных частей уrolитов. Структура характеризует особенности уrolитов по размерам, равномерности и форме составляющих их кристаллов.

Мочекислые уrolиты состоят из мочевой кислоты и ее солей – уратов, щавелевокислые – из кальциевых солей щавелевой кислоты, фосфорно-кислые – из магния и аммония фосфата гексагидрата, кальция фосфата основного и других солей фосфорной кислоты. Изучение структурного строения уrolитов дает представление об условиях их образования.

Так, уrolиты, состоящие из мочевой кислоты и ее солей (мочекислые ураты), имеют концентрически-зональную текстуру (рис. 4). В перерывах между зонами всегда присутствует органическое вещество. Оксалатные уrolиты имеют структуру, как правило, двух видов: кальция оксалат моногидрат – ритмически-слоистую текстуру (рис. 5), кальция оксалат дигидрат – дендритоподобную (рис. 6) и радиально-лучистую (рис. 7). Фосфорнокислые конкременты имеют преимущественно концентрически-зональную текстуру с большим количеством органики на границах между зонами.

Внутреннее строение уrolитов (их структура и текстура) довольно разнообразно и очень часто представлено ритмическим чередованием живого (органического) и косного (минерального) вещества.

Современный уровень изучения уrolитов свидетельствует о наличии нескольких их минеральных видов. Так, исследователями выделены: оксалатные, фосфатные, уратные, цистиновые и белковые ассоциации.

Значительная роль в развитии минералов исследователями отводится механизмам внутреннего метаболизма (А.А. Локтюшин, А.В. Мананков, 1997) [20]. В.И. Катковой [21] в её исследованиях рассматривался химико-ферментативный подход к синтезу биоминералов.

По результатам своих исследований А.А. Кораго писал: «Анализируя имеющийся в литературе материал, можно прийти к выводу, что возможны **два основных механизма** возникновения камней.

Один из них предполагает предварительное формирование органической матрицы, а затем минерализацию матрицы каким-либо неорганическим веществом. О возможности реализации в организмах такого механизма свидетельствуют находки матричных камней, не имеющих ядра и состоящих практически только из одного органического, совершенно рентгенонегативно-

го вещества – волокнистого белка (фибрина) и межфибриллярного геля.

Другой механизм предполагает прямую кристаллизацию вещества из мочи с одновременным отложением и минерального и органического веществ. Как доказательство этого приводят ортотропический характер разрастания кристаллов оксалатов и других минералов от центра камня; очень низкое содержание или полное отсутствие фибриллярных белков, участвующих в склеивании неорганических составляющих частей камня; нередко

вторичное происхождение камней и некоторые другие факты. Можно думать, что оба эти механизма реализуются в живых организмах. Причем для камней уратного и оксалатного составов основным (может быть, единственным) механизмом является прямая кристаллизация из мочи с возможной перекристаллизацией отдельных минералов в процессе эпигенетических (и диагенетических) преобразований конкремента. Камни же фосфатного состава нередко образуются, вероятно, при минерализации возникшей ранее матрицы» [6. С. 155].

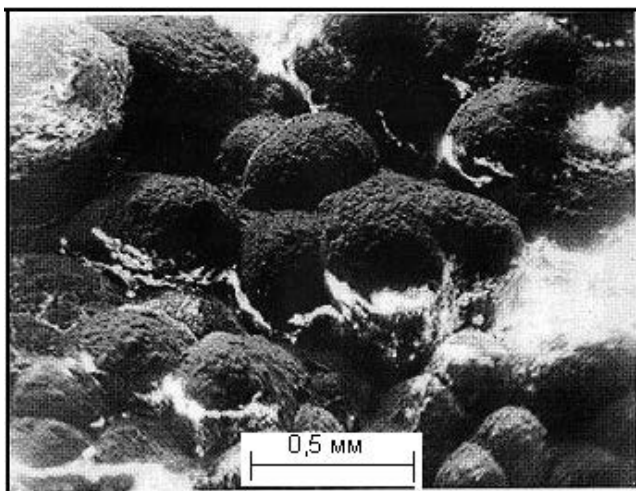


Рис. 2. Сферолитовая поверхность уrolита.
Снимок на РЭМ-200. $\times 200$

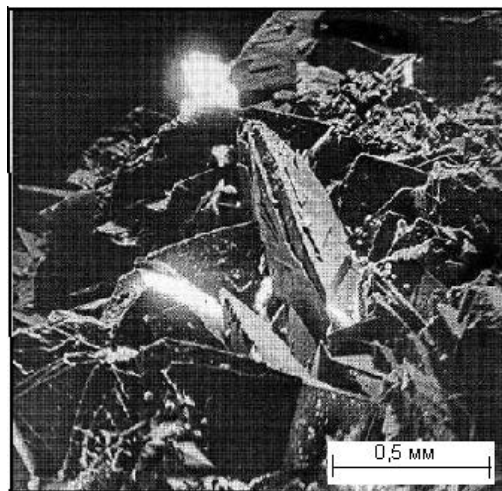


Рис. 3. Друзовидная поверхность уrolита.
Снимок на РЭМ-200. $\times 120$

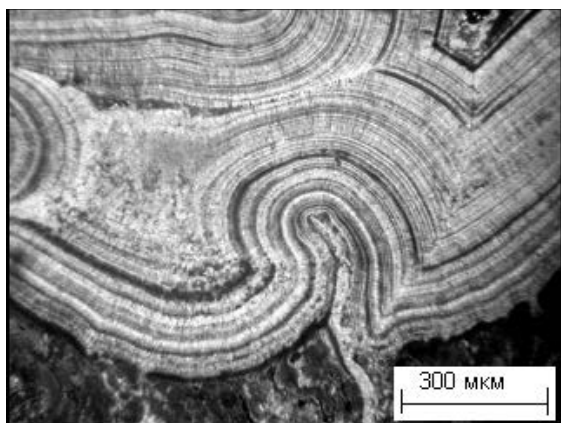


Рис. 4. Концентрически-зональная текстура уrolита. Шлиф.
Николи +. $\times 320$

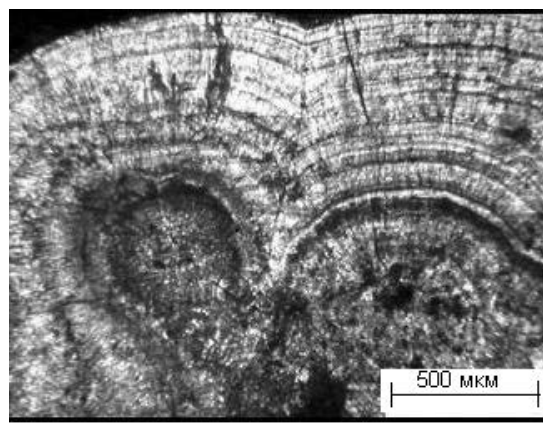


Рис. 5. Ритмически-слоистая текстура уrolита.
Шлиф. Николи +. $\times 240$

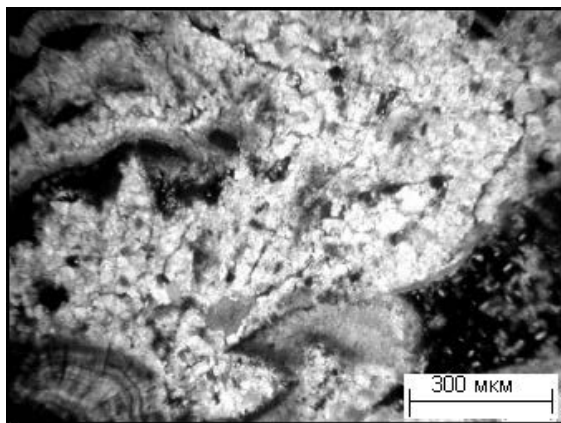


Рис. 6. Дендритоподобная текстура уrolита.
Шлиф. Николи +. $\times 200$

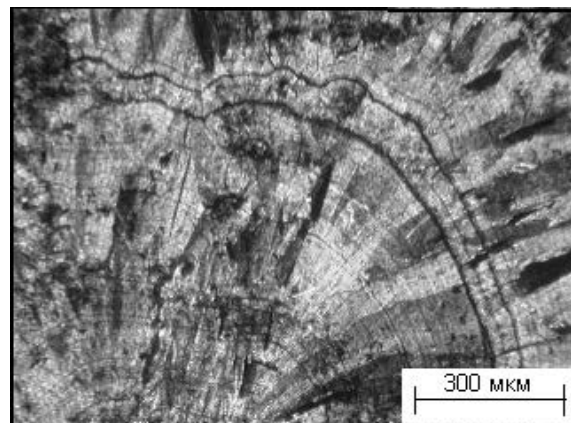


Рис. 7. Радиально-лучистая текстура уrolита.
Шлиф. Николи +. $\times 250$

Взаимоотношения неорганических и органических компонентов уролитов обязаны явлениям эпитаксии матрицы и кристаллических индивидов, т.е. наличию сходных мотивов в структуре обоих веществ. Это главное, что способствует образованию органоминерального агрегата [6].

В органоминеральных агрегатах кратковременные остановки в их росте фиксируются скоплениями тёмного органического вещества, покрывающими минеральную составляющую агрегата маломощными слоями. Такой же процесс происходит и при росте отдельных кристаллов, когда на поверхности граней кристаллов отлагается органическое (живое) вещество. В дальнейшем, при возобновлении роста кристалла, выделение органики прекращается. Многократное повторение этого процесса придаёт формирующемуся органоминеральному агрегату концентрически-зональное строение. Таким образом, органоминеральные агрегаты (в частности, уролиты) служат классическим примером тесной взаимосвязи косного и живого веществ, образующихся в организме человека [6].

Вопросы изучения уролитов относятся к категории междисциплинарных исследований, они находятся на стыке двух наук – биоминералогии и урологии. В литературе авторами высказывается твёрдая уверенность, что результаты подобных и других междисциплинарных исследований могут стать основой для развития новых отраслей научных направлений, в частности связанных с нанотехнологиями и наноматериалами [22, 23].

Отдельные результаты наших исследований органоминеральных образований в мочевой системе человека изложены в основных публикациях [24–30]. Также имеются работы, выполненные и опубликованные совместно с урологами Сибирского государственного медицинского университета [31] и Томской областной клинической больницы. Исследование взаимоотношений органической и минеральной составляющих уролитов имеет определённое практическое значение. Результаты изучения состава и текстурно-структурных особенностей уролитов, полученные в лаборатории «Уролитогенеза» Томского политехнического университета, принимаются во внимание практикующими урологами. В известной литературе имеются материалы о прогнозировании эффективности литотрипсии в зависимости от физико-химических свойств мочевых камней [32].

Говоря о практическом значении изучения уролитов, необходимо отметить следующее. Как утверждают специалисты-урологи, существующие мировые стандарты диагностики и лечения больных уролитиазом предусматривают обязательное исследование уролита для каждого больного с мочекаменной болезнью. Независимо от патогенеза мочекаменной болезни анализ уролита является вспомогательным исследованием наряду с выполнением комплекса биохимических анализов крови и мочи, а также микроскопии осадка мочи.

По утверждению урологов, результаты определения состава уролита должны являться обязательным компонентом алгоритма диагностики и лечения пациентов с мочекаменной болезнью, несмотря на трудоёмкость исследования. Примером может служить решение вопроса о выборе терапии при сочетании инфекции мочевого тракта и мочекаменной болезни. В этом случае без анализа уролита невозможно установить первичность инфекции по отношению к литогенезу.

Таким образом, нами исследовано представительное количество (около 1 000 образцов) уролитов, выделены их морфологические разновидности, установлено многообразие структурно-текстурных особенностей.

Проведен детальный анализ заболеваемости мочекаменной болезнью населения Томской области за период 1996–2010 гг. Выделены районы с повышенным уровнем заболеваемости мочекаменной болезнью в разные периоды времени.

Разработана и применена оригинальная методика исследования уролитов, основанная на использовании современных методов: световой, электронной сканирующей микроскопии, рентгеноструктурного, энергодисперсионного, рентген-флуоресцентного и нейтронно-активационного анализов.

Выполнены экспериментальные исследования по растворению уролитов в лабораторных условиях. Полученные экспериментальные зависимости наглядно свидетельствуют об увеличении эффективности растворения уролита с повышением температуры омывающего раствора этилендиметилтетрауксусной кислоты и с увеличением интервала времени.

Изучено распространение химических элементов в структуре уролитов путём выполнения электронно-микроскопических исследований в шлифах. Установлено, что неоднородность химического состава уролитов является следствием изменения условий их формирования.

Разработанная нами методика комплексного исследования состава и строения уролитов является универсальной и может быть использована при изучении других биогенных и абиогенных объектов.

Результаты исследований вносят определённый вклад в развитие теории формирования и роста уролитов, а также имеют практическое значение для эффективной профилактики, диагностики, лечения уролитиаза.

На основании проведенных исследований выявлены минералого-экологические особенности уролитов, рассмотрена взаимосвязь микроэлементного состава уролитов с элементарным составом питьевой воды.

Результаты изучения вещественного состава уролитов и разработанная методика их комплексного исследования используются при чтении лекций и проведении лабораторных занятий по основам биоминералогии для студентов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. II. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. 2-е изд. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 34 с.
2. Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5. 422 с.
3. Вернадский В.И. Биосфера. I–II. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1926. 147 с.

4. Самойлов Я.В. Минералогические очерки: М. : Наука, 1933. 144 с.
5. Мак-Коннелл Д. Биоминералогия фосфатов и физиологическая минерализация // Фосфор в окружающей среде. М. : Мир, 1977. С. 462–481.
6. Кораго А.А. Введение в биоминералогию. СПб. : Недра, 1992. 280 с.
7. Сребродольский Б.И. Биологическая минералогия. Киев : Наукова думка, 1983. 102 с.
8. Полиенко А.К., Шубин Г.В., Ермолаев В.А. Онтогенез уролитов. Томск : Изд-во РИО «Пресс-Интеграл» ЦПК ЖК, 1997. 128 с.
9. Волков В.Т., Волкова Н.Н., Смирнов Г.В. и др. Биоминерализация в организме человека и животных. Томск : Тандем-Арт, 2004. 498 с.
10. Каткова В.И. Мочевые камни: минералогия и генезис. Сыктывкар : Коми науч. центр УрО РАН, 1996. 86 с.
11. Зузук Ф.В. Минералогия уролитов : в 3 т. Т. 1 : Распространение мочекаменной болезни среди населения мира (на укр. яз.). Луцк : Вежа, 2002. 408 с.
12. Голованова О.А. Биоминералогия мочевых, желчных, зубных и слюнных камней из организма человека : дис. ... д-ра геол.-минер. наук. СПб., 2007. 333 с.
13. Юшкин Н.П. История минералогии и эволюция фундаментальных минералогических идей // Научные доклады АН СССР. Коми фил. Сыктывкар, 1984. Вып. 102. 52 с.
14. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. Л., 1977. 290 с.
15. Schneider H.-J. Aetiologie und Pathogenese der Urolithias // Antrittsvorlesungen. Jena : Friedrich-Shiller-Univ, 1980. S. 347–352.
16. Van Reen R. Geographical and nutritional aspects of endemic stones // Urinary Calculus: Intern. Urinary Stone Conf., Perth, Aug. 1979 / ed. G. Brockis, B. Finlayson. Littleton, Mass : PS. 6 Publ. Co, 1981. P. 177–184.
17. Григорьев Д.П. Минерал как организм // Проблемы генетической информации в минералогии. Сыктывкар, 1976. С. 6–7.
18. Гегузин Я.Е. Живой кристалл. М. : Наука, 1981. 192 с.
19. Шаскольская М.П. Кристаллы. М. : Наука, 1978. 208 с.
20. Локтиوشин А.А., Мананков А.В. Механизмы внутреннего метаболизма минералов // Структура и эволюция минерального мира : материалы Междунар. минералогического семинара. Сыктывкар, 1997. С. 32–35.
21. Каткова В.И. Химико-ферментативный подход к синтезу биоминералов // Структура и эволюция минерального мира : материалы Междунар. минералогического семинара. Сыктывкар, 1997.
22. Мананков А.В. Современное материаловедение и нанотоксикология // Новые технологии создания и применения биокерамики в восстановительной медицине : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2010. С. 107–117.
23. Маттиас Эппле. Биоматериалы и биоминерализация / пер. с нем. ; под ред. В.Ф. Пичугина, Ю.П. Шаркеева, И.А. Хлусова. Томск : Ветер, 2007. 137 с.
24. Полиенко А.К. Некоторые параллели между живой и косной материей // Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде : докл. 2-й Всесоюз. междисциплинар. школы-семинара. Томск, 1990. С. 85–86.
25. Полиенко А.К. Выявление энергоинформационных связей и взаимозависимостей между живой и косной материей // Научно-техническая конференция «Проблемы уфобиоэнергоинформатики». Ростов н/Д, 1991. С. 11–12.
26. Полиенко А.К., Шубин Г.В. Синтез живого и минерального миров на примере онтогенеза мочевых камней // Минералогия и жизнь : материалы к Межгосударственному семинару. Сыктывкар, 1993. С. 71–72.
27. Полиенко А.К., Шубин Г.В. Морфогенетические особенности биогенного минералообразования при патогенезе в организме человека // Минералогия и жизнь: биоминеральные взаимодействия : расширенные тезисы докладов 2-го Межгосударственного семинара. Сыктывкар, 1996. С. 39–41.
28. Полиенко А.К. Онтогенез камней, формирующихся в мочевой системе человека (неживое в живом) // Биокосное взаимодействие: Жизнь и камень : материалы 1-го Междунар. симп. «Биокосное взаимодействие: Жизнь и камень». СПб., 2002. С. 185–187.
29. Полиенко А.К., Севостьянова О.А., Орлов А.А. Симбиоз живого и косного вещества в уролитах // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317, № 1. С. 10–15.
30. Полиенко А.К., Севостьянова О.А. Биоминералогия живой и косной материи // Биокосные взаимодействия в природных и антропогенных системах. СПб. : ВВМ, 2011. С. 414–417.
31. Полиенко А.К., Бощенко В.С., Севостьянова О.А. Взаимосвязь органических и неорганических веществ при формировании мочевых камней // Бюллетень сибирской медицины. 2012. Т. 11, № 2. С. 52–58.
32. Цэндин А.К. Прогнозирование эффективности литотрипсии в зависимости от физико-химических свойств мочевых камней : дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2004. 120 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 20 апреля 2013 г.