

## О МИНЕРАЛЬНОМ СОСТАВЕ УРОЛИТОВ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА ДНЕПРОПЕТРОВСКА

Приведены первые результаты минералого-петрографических и рентгеноструктурных исследований минерального состава уролитов жителей города Днепропетровска..

Наведено перші результати мінералого-петрографічних і рентгеноструктурних досліджень мінерального складу уролітів мешканців міста Дніпропетровська..

The first results of mineralogical and petrographic and X-ray studies of mineral composition of uroliths residents Dnepropetrovsk.

**Актуальность.** Определение минерального состава и структуры уролитов необходимо врачам урологам для обоснованного и объективного 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 к сожалению носит инициативный и эпизодический характер, что приводит к росту количества заболеваний и их тяжести.

Вопросы изучения уролитов относятся к категории междисциплинарных исследований, они находятся на стыке двух наук – биоминералогии и урологии.

**Последние достижения.** Весьма значительная по объёму и глубине проработки информация об изучении органо-минеральных агрегатов в организмах и растениях приведена в работах А.А. Кораго [5], О.А. Головановой [1], Ф.В. Зузука [3] и других исследователей.

В литературе отмечалось [6], что биоминералогия, как наука развивается достаточно медленно. Это объясняется тем, что объекты изучения биоминералогии представляют собой довольно сложные органо-минеральные образования.

В Украине первые минералого-петрографические исследования уролитов проводились в середине 70-х годов прошлого века на кафедре минералогии и петрографии Национального горного университета, а в 1979 году опубликована первая статья по этой теме [2].

В 1976 году А.А. Кораго [4] сформулировал основные особенности объектов исследования биоминералогии. Впоследствии Н.П. Юшкин [8] предложил выделить особую область исследований и назвать её медицинской минералогией. Было рекомендовано отнести к этой области исследований проблемы изучения конструктивных и патологических минералов, а так же и минералообразующих процессов в организме человека.

**Объектом** исследования являлись уролиты извлеченные у больных жителей г. Днепропетровска, прооперированных в урологическом центре областной клинической больницы им. И.И. Мечникова.

**Целью** данной работы является исследование особенностей минерального состава уролитов.

**Методика работы.** Результаты определения состава уролита должны являться обязательным компонентом алгоритма диагностики и лечения пациентов с мочекаменной болезнью, несмотря на трудоемкость исследования [5]. Примером может служить решение вопроса о выборе терапии при сочетании инфекции мочевыводящего тракта и мочекаменной болезни. В этом случае без анализа уролита невозможно установить первичность инфекции по отношению к литогенезу. В случае, если основой уролита является струвит, причиной камнеобразования будут являться уреазопродуцирующие микроорганизмы; если же уролит состоит из других соединений, инфекцию следует рассматривать как осложнение мочекаменной болезни.

Изучение состава уролитов необходимо как для диагностики, так и для назначения адекватной схемы консервативного и оперативного лечения мочекаменной болезни, особенно в случаях наследственного и рецидивного камнеобразования. Существующие мировые стандарты диагностики и лечения больных уролитиазом предусматривают обязательное исследование уролита для каждого больного.

На первом этапе изучались внешние макроскопические признаки уролита (цвет, форма, размер) и анализировалась морфология поверхности. Морфологию и минеральный состав уролита на этом этапе изучали с помощью кристалломорфологического метода на бинокулярном микроскопе МБС-10.

На втором этапе, используя поляризационно-оптический метод, детализировали минеральный состав уролита и оценивали взаимоотношения между отдельными зернами минералов. Для этого готовили шлифы, которые исследовали на поляризационном микроскопе МИН 8.

При выявлении сложного состава вещества и проблем в его диагностике исследование дополняли результатами рентгеновского фазового анализа, позволяющего на основе дифракции провести качественный и количественный анализ поликристаллических материалов с определением их составляющих.

**Изложение результатов.** Минеральный состав изученных уролитов очень разнообразен. Преобладают полиминеральные образования, мономинеральные отмечены только в одном случае. В исследованных образцах чаще всего встречаются различные комбинации из оксалатов, фосфатов, уратов, органического вещества, в единичных случаях отмечены пурины (ксантин). По структурным и минералогическим особенностям в уролитах обычно выделяют центральную и периферийную часть.

Вевеллит наблюдался как в центральной части образцов, так и на их периферии. обычно встречается в виде комбинации двух моноклинных призм  $\{110\}$  и  $\{011\}$ , изредка в сочетании с пинакоидом.

Наши исследования показали, что некоторые грани кристаллов обладают выпуклостью (кривогранностью), вызванной комбинацией определенного количества призм, о чем может свидетельствовать также штриховка на гранях кристалла.

В шлифах кристаллы вевеллита часто имеют резко выраженную игольчатую и ромбовидную форму с углами между сторонами ромба  $40^\circ$ – $60^\circ$  и  $140^\circ$ – $120^\circ$ . Обычно эти углы составляют, соответственно,  $50^\circ$  и  $130^\circ$ .

Для вевеллита характерны двойники срастания по  $\{101\}$  с отчетливо выраженным двойниковым швом; при наблюдении в шлифах под микроскопом установлено, что угол погасания каждой половины двойника относительно шва двойникового составляет от  $7^\circ$  до  $12^\circ$ . Минерал обладает интерференционной окраской: темно-красной, ярко-желтой, зеленой, голубой, что отличает его от веддилита, имеющего бледно-желтую до серой окраску (рис. 3.3, рис. 3.4, рис. 3.5). Для вевеллита под поляризационным микроскопом в кристаллах часто отмечается зональность роста.

Размеры отдельных зон колеблются от 5–10 мкм до 0,5 мм. Границы между зонами отмечаются тонкими сплошными линиями (микрослоями), которые нередко прерываются, а иногда выглядят в виде цепочек, состоящих из мельчайших шарообразных частиц темного цвета. Эти частицы представлены органическим веществом, которое в процессе роста оседает на поверхности граней растущего кристалла, подчеркивая, вероятно, временную приостановку роста кристалла.

Оксалаты (от греч. *oxalis* – щавель) – соли щавелевой кислоты, накопление которой в организме человека сопровождается оксалурией, развитием мочекаменной болезни.

Генетически обусловленное накопление щавелевой кислоты в результате нарушения обмена глицина приводит к наследственной болезни (оксалозу) и мочекиислому диатезу (поражению проксимальных канальцев почек, или тубулопатии – оксалурии). В таких случаях нередко кристаллы оксалата кальция обнаруживаются в костном мозге, миокарде, суставах, легких, печени, щитовидной железе, слизистой оболочке кишечника, в оболочках яичка.

Оксалаты содержатся во многих растениях, особенно высока их концентрация в щавеле, кислице, водорослях, папоротниках и лишайниках. В урологической практике оксалаты являются наиболее частой формой уролитов. Их образование связано с высокой концентрацией щавелевой кислоты в моче (суточное выделение щавелевой кислоты с мочой здорового взрослого человека составляет 10–20 мг).

Оксалаты состоят в основном из гидрооксалата и дигидрооксалата кальция. В небольших количествах оксалаты кальция выделяются с желчью. Оксалаты образуются при pH мочи 5,1–5,9.

Появление оксалатов кальция в анализе мочи – результат нарушения обмена солей щавелевой кислоты, сопровождающееся ее повышенным образованием или поступлением в организм (например, при избыточном поступлении синтетической аскорбиновой кислоты (витамин С) или продуктов, содержащих щавелевую кислоту. Наличие таких включений в лоханках почек – это результат солевого диатеза, хронического пиелонефрита или цистопиелита, при этом развивается хроническая почечная недостаточность.

Образование уролитов из щавелевой кислоты и кальция в виде кристаллов оксалатов кальция происходит при частых стрессовых ситуациях, когда почкам не хватает жидкости для удаления солей из сыворотки крови. Для образования кристаллов оксалатов кальция в почках необходима слабокислая реакция мочи (рН 5,8–6,8). Такая кислотность мочи встречается наиболее часто и почти половина всех уролитов в мочевыделительной системе содержат оксалаты кальция или оксалаты магния. Дальнейшее снижение рН мочи может привести к появлению в почках комбинации оксалатов кальция и уратов.

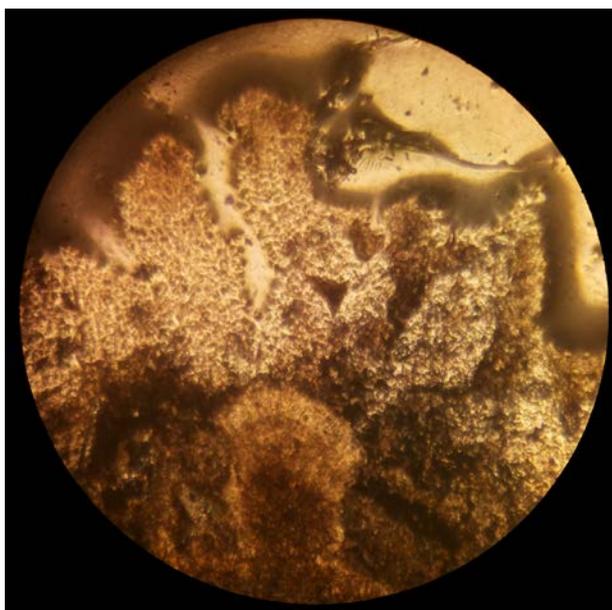
Конкременты оксалатного состава, имеющие коралловидную или друзовую форму, не могут самостоятельно выйти естественным путем, как это происходит с уратами. Оксалаты кальция чаще определяют в лоханках почек.

Среди фосфатной группы минералов наиболее распространён гидроксил апатит. В янокристаллической форме он встречается редко, обычно наблюдается как криптокристаллический (аморфный) минерал (коллофан). Он образует гелеобразные линзы и прожилки (рис. 3.8, рис. 3.9, рис. 3.10), очень редко сноповидные агрегаты сильно вытянутых игольчатых кристаллов. Как правило коллофан развит в центральной части образца и окаймляет «органические карманы».

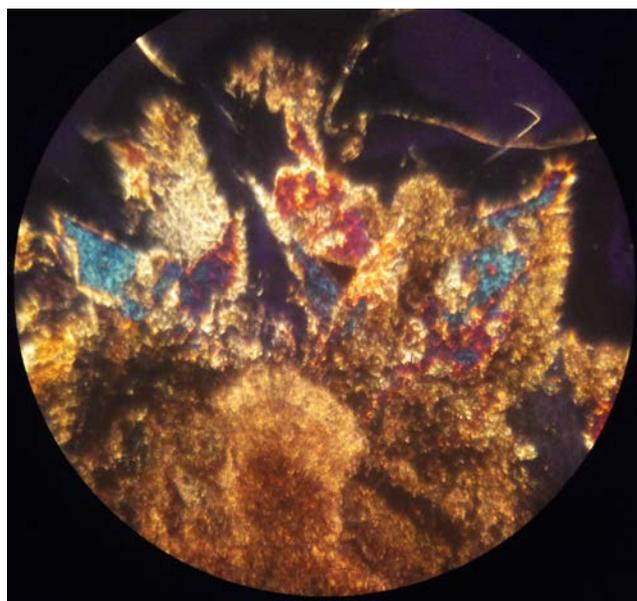
Уратные соединения представлены мочевой кислотой и её дигидратом. Мочевая кислота обычно наблюдается в виде длинно призматических кристаллов жёлтого и белого цвета, образующих радиально-лучистые агрегаты и отдельные кристаллы. Ураты наблюдались как в центральной, так и в периферийной части образцов.

Отдельные кристаллы нередко протягиваются от центра камня до его поверхности. В центральной части образцов кристаллы мочевой кислоты часто расщепляются и характеризуются зональным строением (рис. 3.6, рис. 3.7, рис. 3.8). По своей распространенности в составе исследованных уролитов мочевая кислота и её дигидрат занимают второе место после оксалатов.

Пурины в виде ксантина были встречены в виде многочисленных включений в кристаллах мочевой кислоты только в одном образце. (рис. 3.11 и рис. 3.12). Вообще, ксантин в уролитах встречается очень редко. Он образуется вследствие врожденного дефекта фермента ксантинооксидазы, наследуемого аутосомно – рецессивно. Из за этого он не может превращаться в мочевую кислоту.

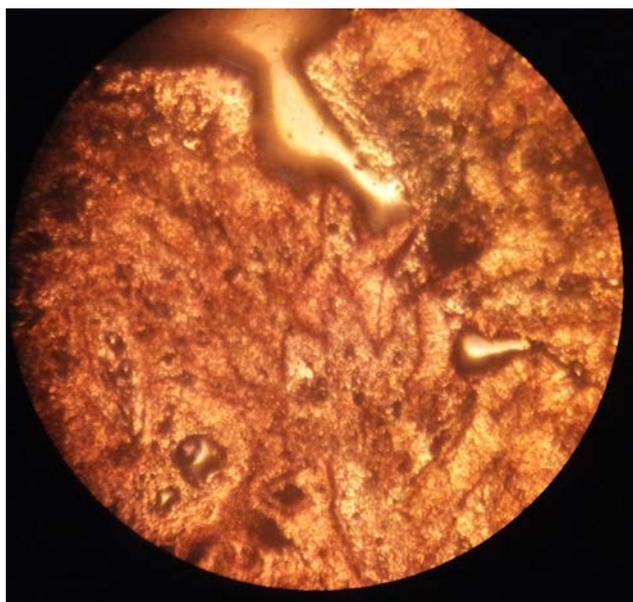


а

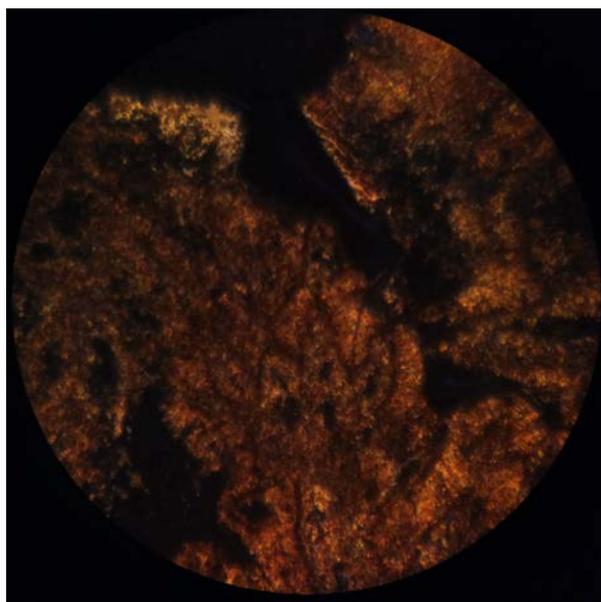


б

Рис. 1. Периферийная часть образца. Концентрически зональный агрегат веддилита с наросшим на него хлопьевидным агрегатом вевеллита содержащим отдельные кристаллы мочевой кислоты, а – простой, б - поляризованный проходящий свет.

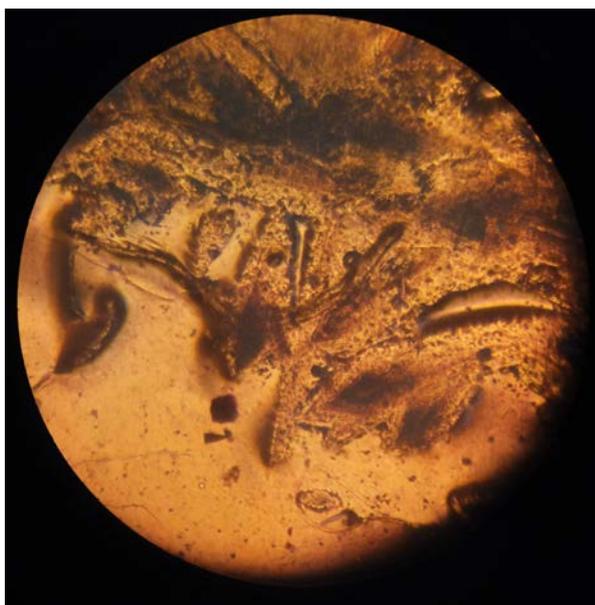


а

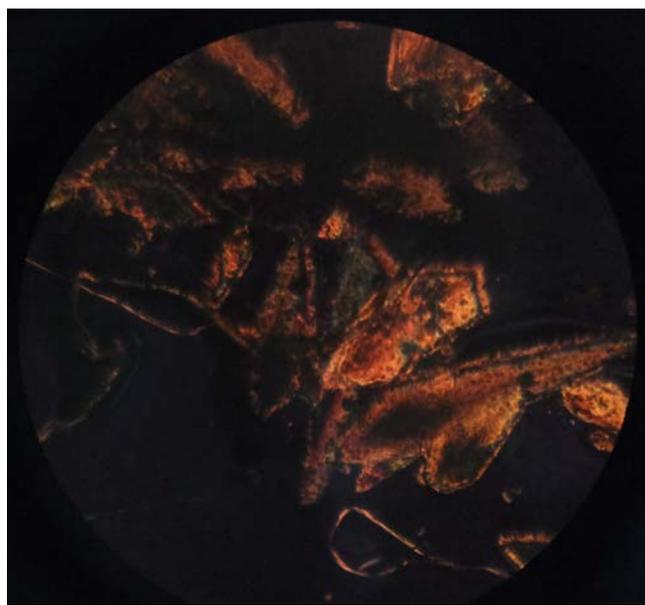


б

Рис. 2. Центральная часть образца. «Лепестковые» криптокристаллические агрегаты веддилита с апатитом на границе «органического кармана», а – простой, б - поляризованный проходящий свет.

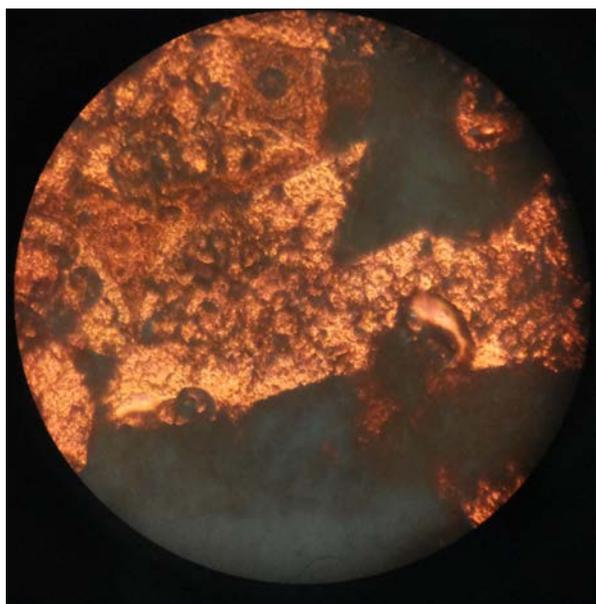


а

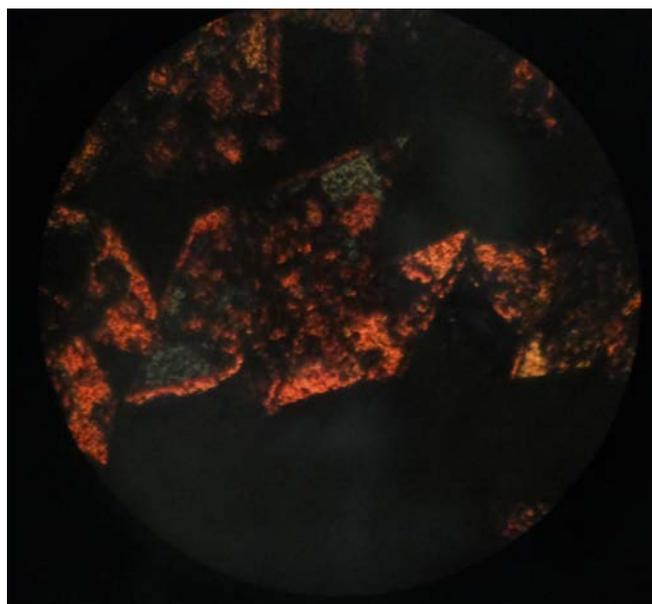


б

Рис. 3. Периферийная часть образца. Расщепленный кристалл мочевой кислоты., а – простой, б - поляризованный проходящий свет.



а

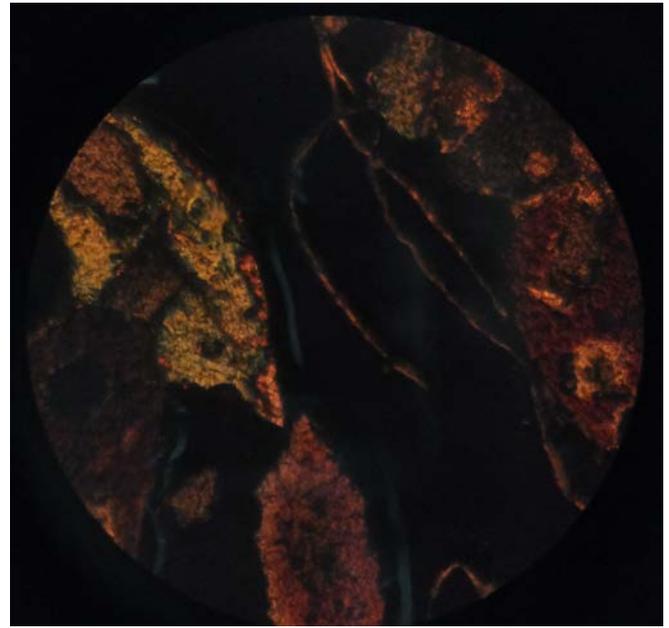


б

Рис. 4. Центральная часть образца. На рисунке виден субпараллельный сrostок зональных кристаллов мочевой кислоты с тонкой каймой дигидрата мочевой кислоты в «органическом кармане», а – простой, б - поляризованный проходящий свет.



а

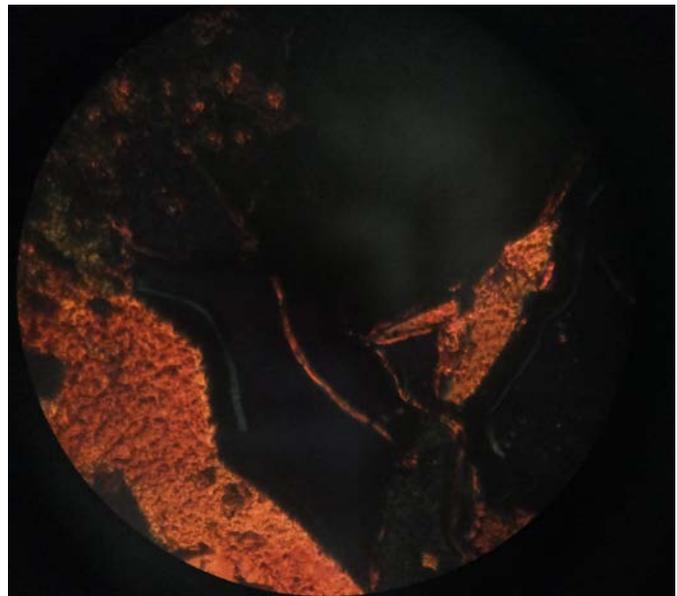


б

Рис. 5. Центральная часть образца. Прожилки апатита в агрегате кристаллов мочевой кислоты, а – простой, б - поляризованный проходящий свет.

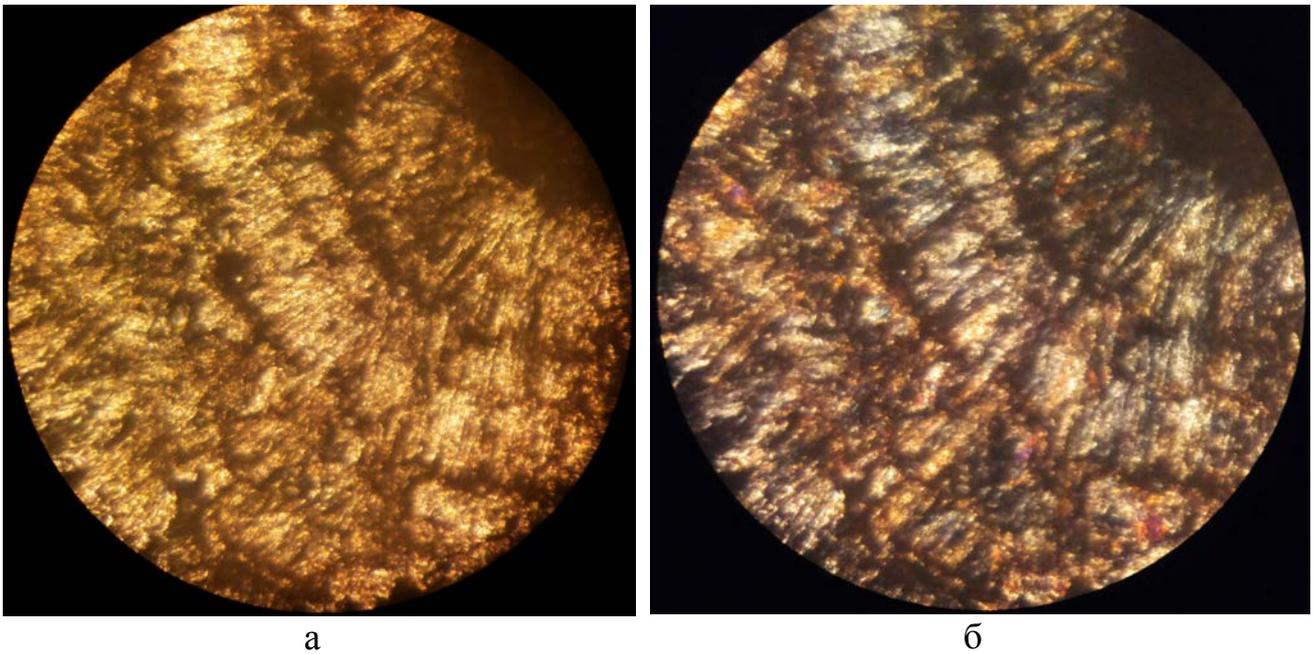


а



б

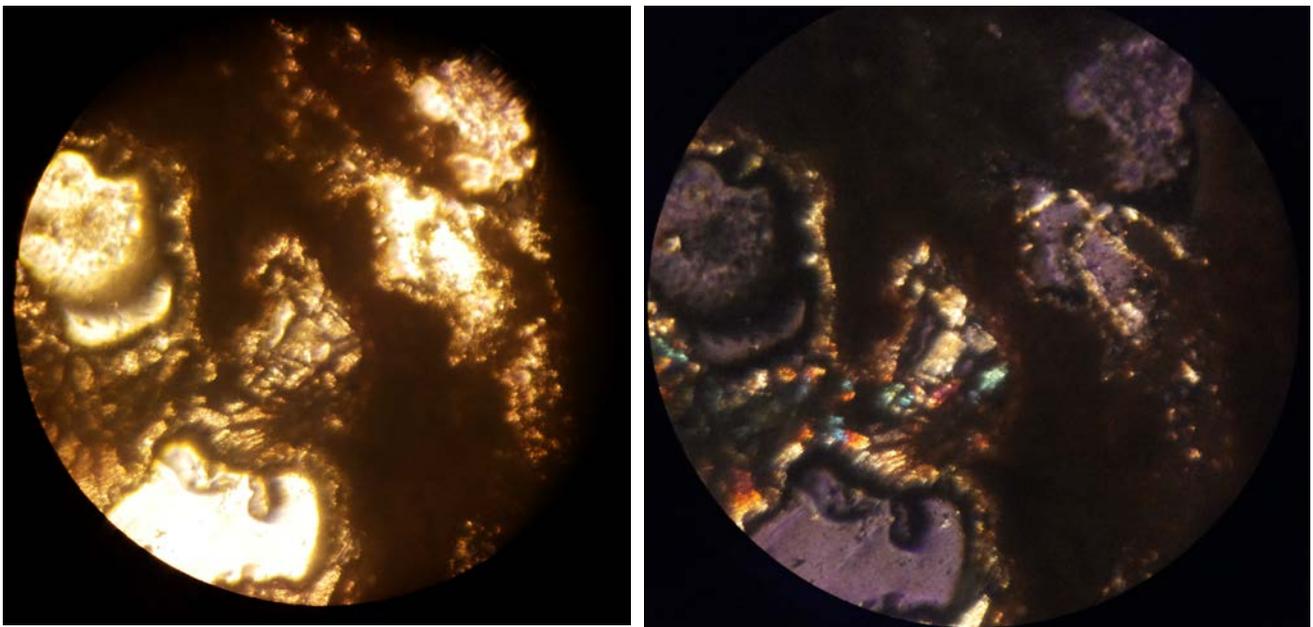
Рис. 6. Центральная часть образца. Образование апатита на границе «органического кармана», а – простой, б - поляризованный проходящий свет. Увеличение 100



а

б

Рис. 7. Внешняя зона образца. Концентрически-лучистое и зональное строение псевдооолитов вевделита, разделенное узкими темными прослоями вевеллита и органики, а – простой, б - поляризованный проходящий свет.



а

б

Рис. 8. Центральная зона образца. Многочисленные мелкие «карманы» с органикой и криптокристаллическим апатитом, а – простой, б - поляризованный проходящий свет.

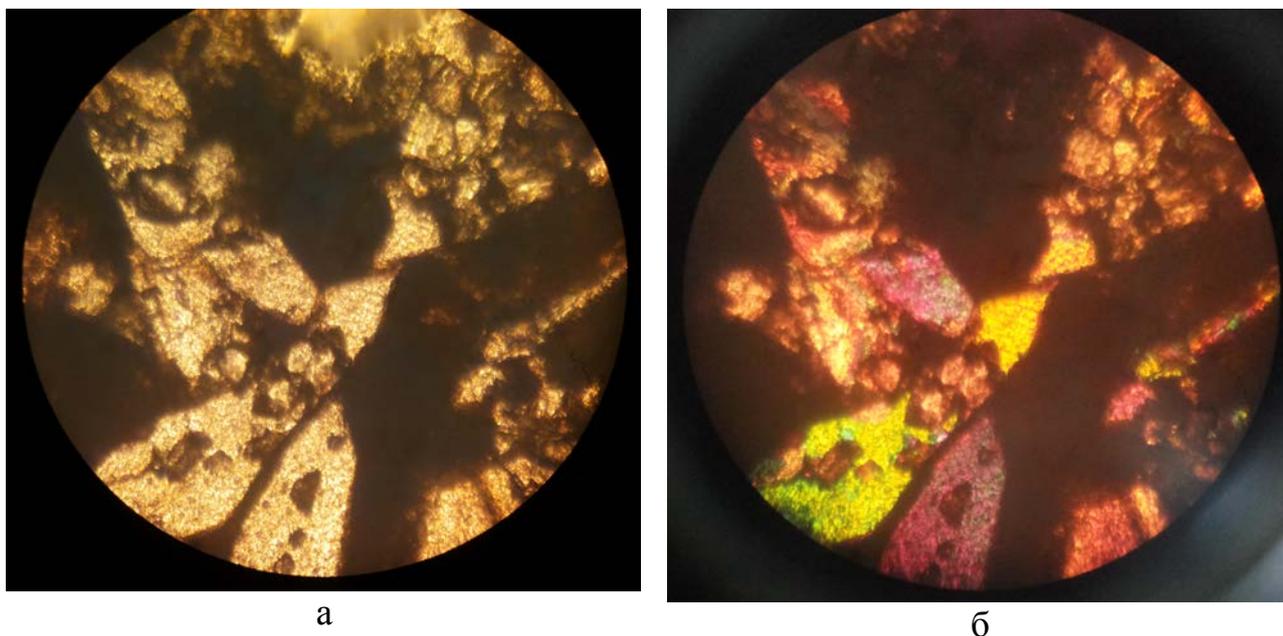


Рис. 9. Центральная часть образца. На рисунке видны расщепленный кристалл мочевой кислоты и многочисленные включения ксантина в кристаллах мочевой кислоты, а – простой, б - поляризованный проходящий свет.

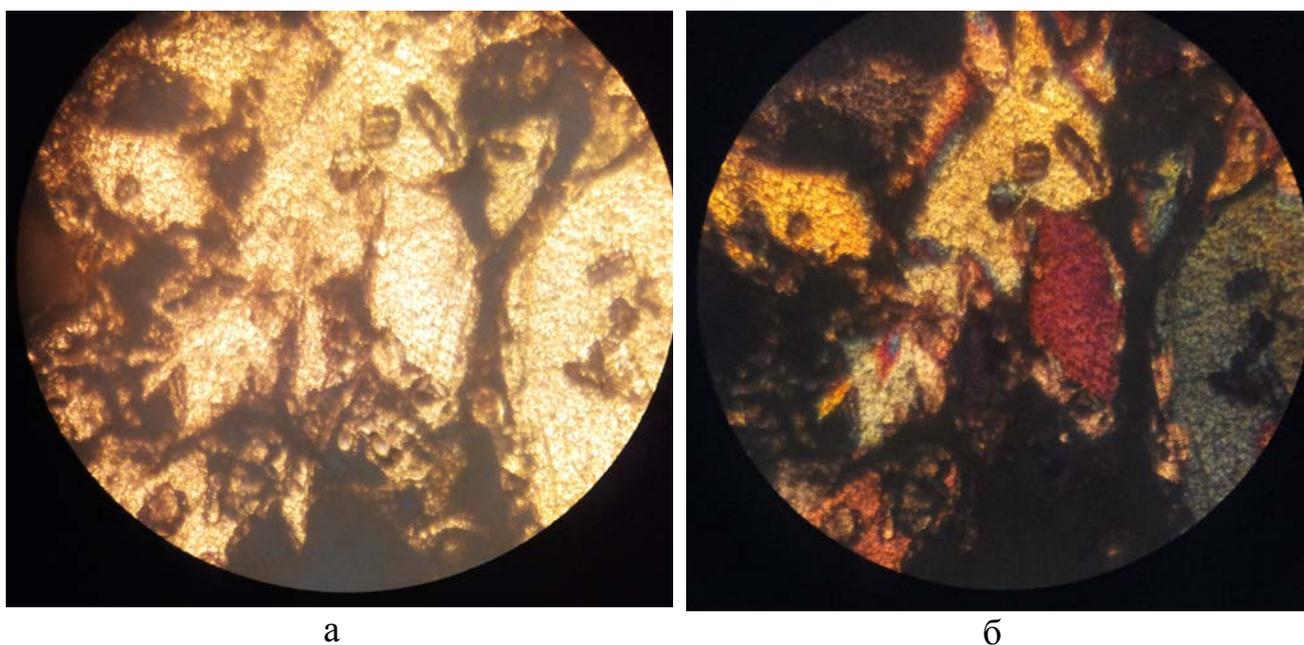


Рис. 10. Центральная часть образца. На рисунке виден скипетровидный кристалл дигидрата мочевой кислоты с включениями ксантина. Наглядно проявлено блочное строение кристаллов дигидрата мочевой кислоты, а – простой, б - поляризованный проходящий свет.

Выполненные исследования позволяют сформулировать следующие основные выводы:

1. В составе изученных уролитов жителей города Днепропетровска преобладают полиминеральные образования, мономинеральные отмечены только в одном случае. В исследованных 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).

2. Во всех исследованных образцах наблюдаются те или иные дефекты слагающих их минералов. Вероятно, для минералов уролитов расщепление, двойникование, ярко выраженная зональность, блочность строения и другие структурные дефекты кристаллов не исключение, а правило. Это объясняется тем, что мельчайшие фрагменты органического вещества закрепляются на поверхности и захватываются в процессе роста кристаллов, что приводит к нарушению связей внутри кристаллической решетки, нарушениям ее геометрической формы и в целом, резкому снижению общей симметрии формы минерально-органических агрегатов.

#### Список литературы

1. Голованова О.А., Россеева Е.В., Франк-Каменецкая О.В. Аминокислотный состав камней мочевой системы человека // Вестник СПбГУ. Сер. 4. 2006. Вып. 2. – С. 123–127.
2. Доморацкий Н.А., Агафонов Н.В., Куцевол Л.И. Минеральный состав мочевых конкрементов // 8 Научно практическая конференция урологов Днепропетровской области. – Днепродзержинск, 1979. – С. 57 – 68.
3. Зузук Ф.В. Внутреннее строение почечных камней, состоящих из аморфного органического вещества, содержащего фосфаты // Уральский геологический журнал. 2001. № 2(20). – С. 117–124.
4. Кораго А.А. Жемчуг Северо-Запада СССР / Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1976, ч. 105, вып. 3, с. 282—294.
5. Кораго А.А. Введение в биоминералогию // СПб: Недра, 1992. – 280 с.
6. Мак-Коннелл Д. Биоминералогия фосфатов и физиологическая минерализация. Фосфор в окружающей среде // М.: Мир, 1977. – С. 462–481.
7. Ракин В.И., Каткова В.И. Кристаллизация одноводного оксалата кальция (вевеллита) в гелевой среде // Минералогия и жизнь: Материалы к Межгосударственному минералогическому семинару. Сыктывкар, 1993. – С. 54–55.
8. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. – Л.: Недра, 1977. – 290 с.

*Рекомендовано до публікації д.г.н. Барановим П.М.  
Надійшла до редакції 24.01.2015*