

# ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЧОВИННОГО СКЛАДУ НИРКОВОГО КАМІННЯ МІНЕРАЛОГО- ПЕТРОГРАФІЧНИМ ТА РЕНТГЕНОСТРУКТУРНИМ МЕТОДАМИ

**Швець Роман Сергійович**

Директор Дніпровського ліцею 67 «Джерело» Дніпровської міської ради,  
Вчитель методист, Україна

**Трофименко Любов Петрівна**

Вчитель хімії Дніпровського ліцею №67 «Джерело», Дніпровської міської ради,  
Вчитель методист, Україна

**Міхайленко Володимир Олексійович**

Учень Дніпровського ліцею №67 «Джерело», Дніпровської міської ради,  
Україна

**Баскевич Олександр Семенович**

Кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

**Ішков Валерій Валерійович**

кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент,  
Національний ТУ «Дніпровська політехніка», Україна,  
старший науковий співробітник,  
інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Україна

**Вступ.** На даний час вважається, що поширеність сечокам'яної хвороби (нефролітіаз, почечнокам'яна хвороба, уролітіаз) залежить від географічних, кліматичних, етнічних, дієтичних та генетичних факторів. Ризик рецидиву (а це від 50% до 80% задокументованих випадків у різних країнах) визначається переважно захворюванням або порушенням, що призвело до утворення каменю [1]. Таким чином, Європейська асоціація лікарів-урологів констатує, що, по-перше, задокументованих випадків рецидивів сечокам'яної хвороби дуже багато (від 50% до 80% у різних країнах), а по-друге, саме утворення каменю призводить до сечокам'яної хвороби. Показники поширеності сечокам'яної хвороби у різних країнах варіюють від 1 до 20% [2]. Зустріч досить висока в країнах з високим рівнем життя, наприклад США, Канаді або Швеції (>18%). Так, у деяких областях відзначається збільшення показників більш ніж на 37% за останні 20 років [3].

Сечові камені (ниркові камені, сечові конкременти, камені сечового міхура, уроліті) (рис. 1) є патогенними біомінеральними (органомінеральними) утвореннями. Як і будь-які біомінеральні утворення, вони складаються з двох

складових – органічної та мінеральної. Зміст обох цих складових може змінюватися у межах – від 7% до 93% [4]. Відповідно до рекомендацій Європейської асоціації лікарів-урологів від 2023 р. [1] саме мінеральний склад каменю є основою для діагностики та визначення стратегії та тактики лікування кожного конкретного пацієнта на момент першого звернення за допомогою. Цитуємо – «аналіз складу каменю проводиться у всіх випадках епізоду сечокам'яної хвороби». При цьому склад уролітів повинен бути коректним чином визначений хоча б в одному з каменів пацієнта. У клінічній практиці повторний аналіз складу каменю показаний у будь-якому випадку рецидивів каменюутворення [4]. Вважається, що саме на підставі знання про мінералогічний склад можна визначити можливі порушення обміну речовин. Склад каменю є основою для діагностики та визначення тактики лікування. У той же час, як неодноразово зазначалося рядом дослідників [5], сечові камені найчастіше мають змішаний (полімінеральний) склад.

Необхідно враховувати, що у складі уролітов діагностовано 29 мінеральних видів. При цьому найважливішою особливістю розподілу мінералів (мінеральних фаз) в обсязі конкретних сечових конкрементів є їх істотна просторова нерівномірність розподілу (просторова анізотропія). У переважній більшості наукових праць, присвячених цьому питанню, наводяться переконливі докази зональної будови. В уролітах завжди є «центральна частина» («органічне ядро», «органічна кишенька», «центральне ядро») і периферійна область. Мінеральна складова «центральної частини» сечових конкрементів завжди складена однією єдиною мінеральною фазою. У периферійній області в переважній більшості випадків є кілька мінералів.

В даний час дослідження речовинного складу сечових каменів здійснюється різними методами. У зв'язку з цим встановлення складу сечових конкрементів за допомогою рентгеноструктурного аналізу та мінерало-петрографічних досліджень є актуальним науковим завданням.

**Мета роботи:** полягає у дослідженні сечових конкрементів за допомогою рентгеноструктурного аналізу та мінерало-петрографічних досліджень

**Методика та результати досліджень.** Для дослідження мінерального складу конкрементів нами було використано порошкову рентгенографію (метод Дебая – Шерера). Для виготовлення препарату об'єкт дослідження спочатку стирался до отримання однорідного порошку. Потім не менш як 100 мг порошку об'єднувалось з аморфною речовиною (у нашому випадку це був вазелін) та наноситься на пластину з аморфної речовини (скла). Далі ця пластинка закріплювалась у гоніометрі рентгенофазового дифрактометра (у даному випадку – дифрактометру «ДРОН – 3»). Потім гоніометр та лічильник імпульсів відбитих рентгенівських променів починали повертатися з різною швидкістю. Прилад фіксував інтенсивність імпульсів на кожному кроці такого повороту.

Для встановлення мінерального складу рентгеноструктурні дослідження проводяться на кутах 10-90 град, при кроку 0,1 град з витримкою 5 с. В результаті проведених досліджень будуються рентгенівські дифрактограми досліджуваного препарату. Ідентифікація мінеральних з'єднань (фаз)

виконуються в ручну, шляхом порівняння міжплощинних відстаней та відносних інтенсивностей експериментальної кривої з даними електронної картотеки PCPDFWIN. Рентгенівська дифрактограма сечового каменю досліджуваного нами наведена на рис.2.

В результаті аналізу було встановлено, що досліджуваний сечовий конкремент має «змішаний» склад: оксалат та урат. Але на питання - яка з цих сполук формує центральну частину, а яка периферійну виконаний аналіз відповіді не дає.

Мінералого-петрографічні дослідження уролітів виконувались у шліфах за допомогою поляризаційного мікроскопу «ПОЛАМ Р-312». шліф це зріз об'єкта дослідження завтовшки 0,025 мм, який закріплюється на предметному склі спеціальною смолою («канадським бальзамом») із показником заломлення світла 1,515 - 1,530). Переміщуючи шліф столиком мікроскопа можна спостерігати розподіл речовини в площині зрізу. Таким чином, маємо змогу встановити речовий склад (кристалічної та аморфної) каміння у центральній та периферійній частині уролітів.

Ідентифікація мінеральних фаз здійснюється шляхом візуального визначення цілого ряду їх оптичних властивостей (забарвлення, характеру плеохроїзму, спайність, показники заломлення і двозаломлення, знаку оптичної видовженості, кута загасання та деяких інших) і ручним порівнянням з довідковими матеріалами. Таким чином було встановлено склад двох конкрементів.

Склад першого уроліта (рис. 3 – 4): мінеральна частина «органічного ядра» складена уратами (моногідрат сечової кислоти 29%), мінеральна частина периферійної області складається як з уратів (дигідрат сечової кислоти 15,4%) так і з оксалатів (дигідрат оксалату кальцію 6,2%). Загальний вміст органічної речовини дорівнює 48,6%.

Склад другого уроліта (рис. 5 – 6): мінеральна частина «органічного ядра» складена оксалатами (моногідрат оксалату кальцію 15,9%), мінеральна частина периферійної області складається як з уратів (дигідрат сечової кислоти 44,1%) так і з фосфатів (алофан 3,8%). Загальний вміст органічної речовини дорівнює 36,2%.

**Висновок.** У разі простого (мономінерального) складу сечових каменів достатньо виконання рентгеноструктурного аналізу. При складному (полімінеральному) складі - краще виконання мінералого-петрографічних досліджень. Таким чином, при невідомому складу каміння необхідно спочатку проводити рентгеноструктурний аналіз. Потім, тільки у полімінеральному випадку, виконувати мінералого-петрографічні дослідження. Отже, оптимальним підходом є комплексне раціональне поєднання цих двох методів.



Рис. 1. Зразки уролітів із нашої колекції

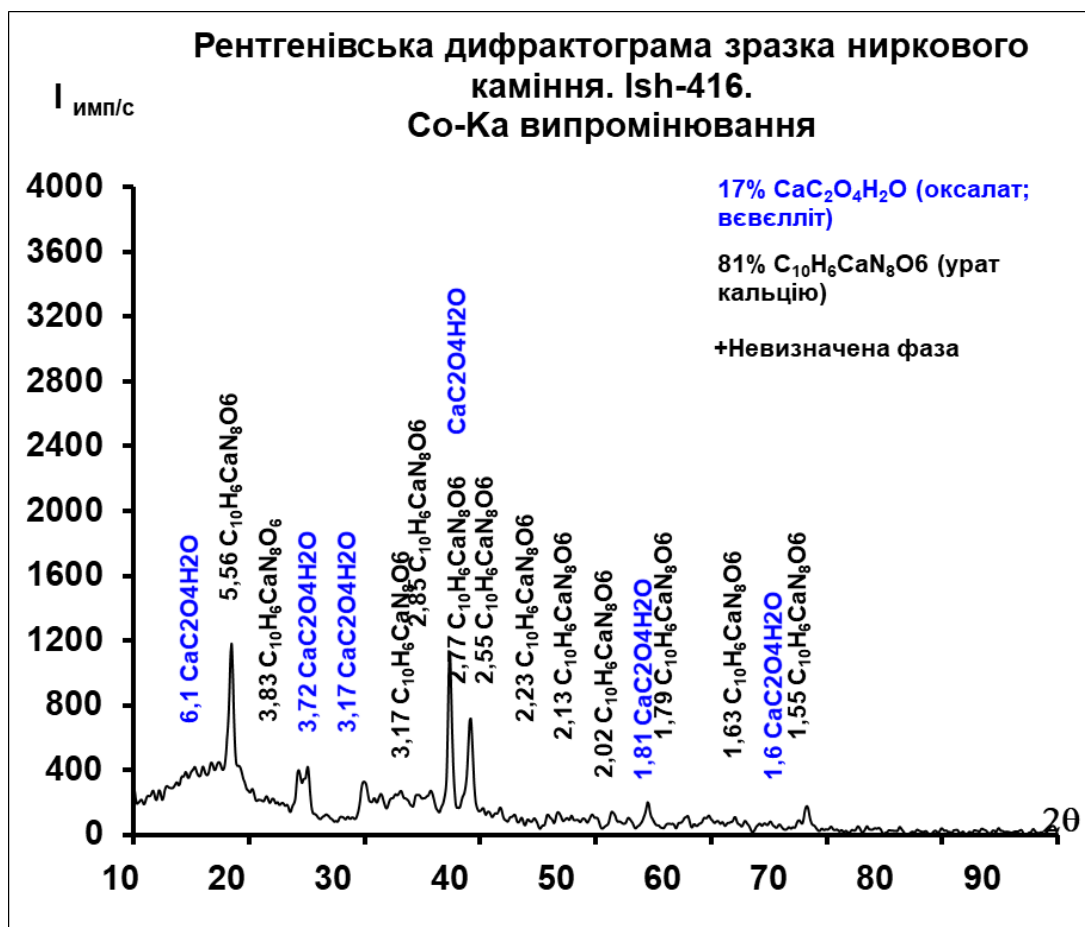


Рис. 2. Рентгенівська дифрактограма досліджуваного зразка уроліту

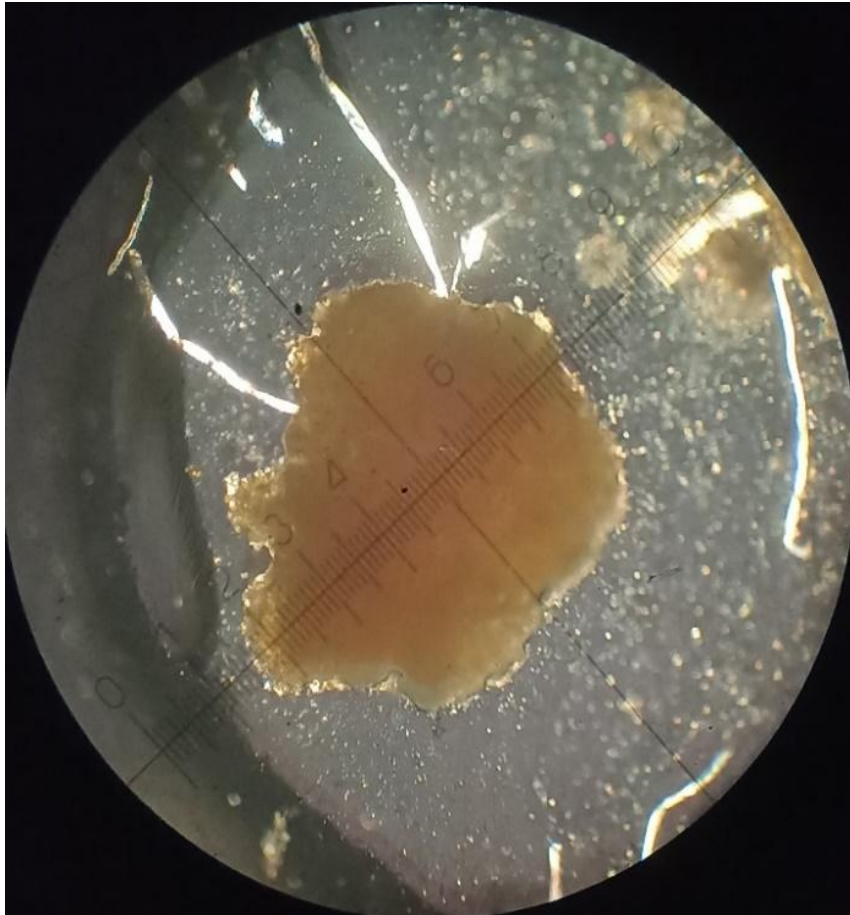


Рис. 3. Мікрофотографія препаративаного єдиного «органічного ядра» першого уреліту. Полярйзоване світло, що проходить. Збільшення x110.

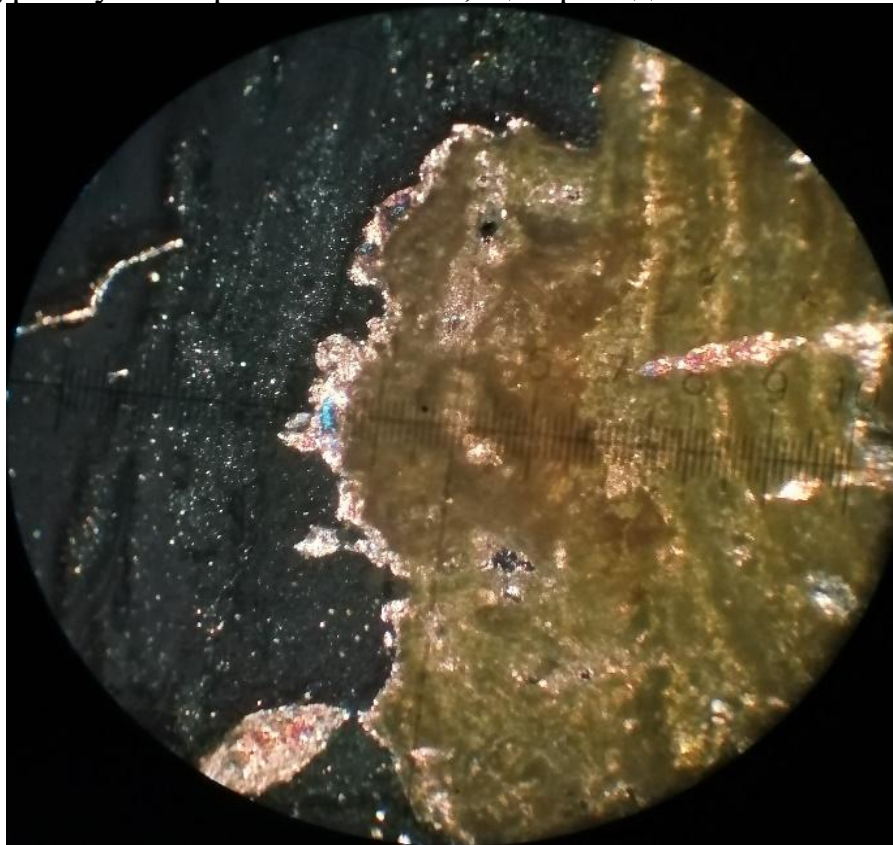


Рис. 4. Мікрофотографія периферійної частини першого уроліту.  
Поляризоване світло, що проходить. Збільшення x110.

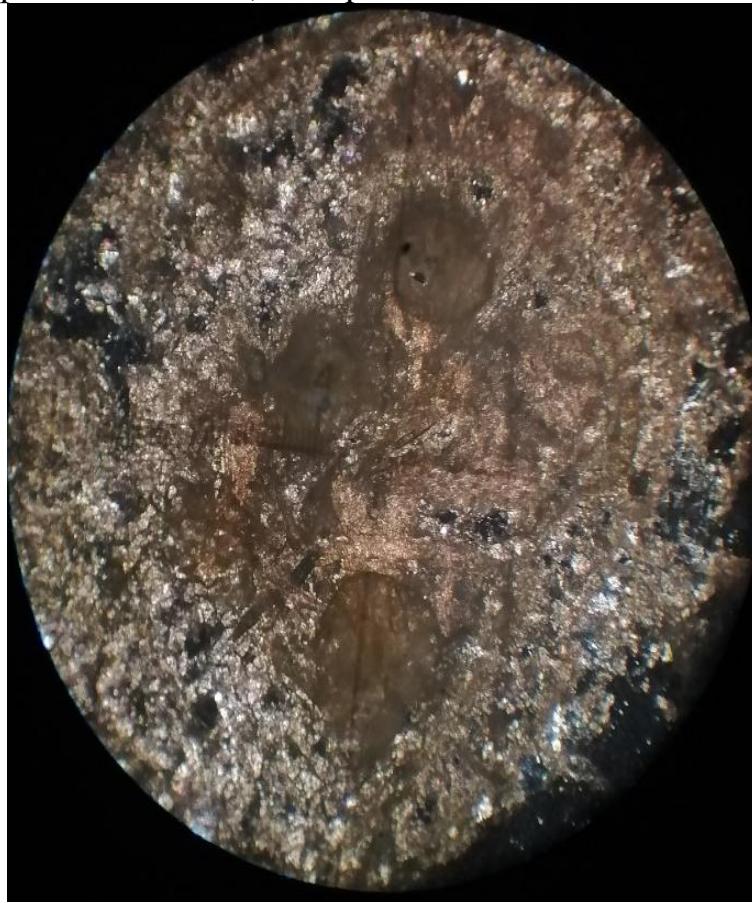


Рис. 5. Мікрофотографія «центральної частини» другого уроліту. На перехресті ниток розташоване «органічне ядро», агреговане з трьох сфер.  
Поляризоване світло, що проходить. Збільшення x110.

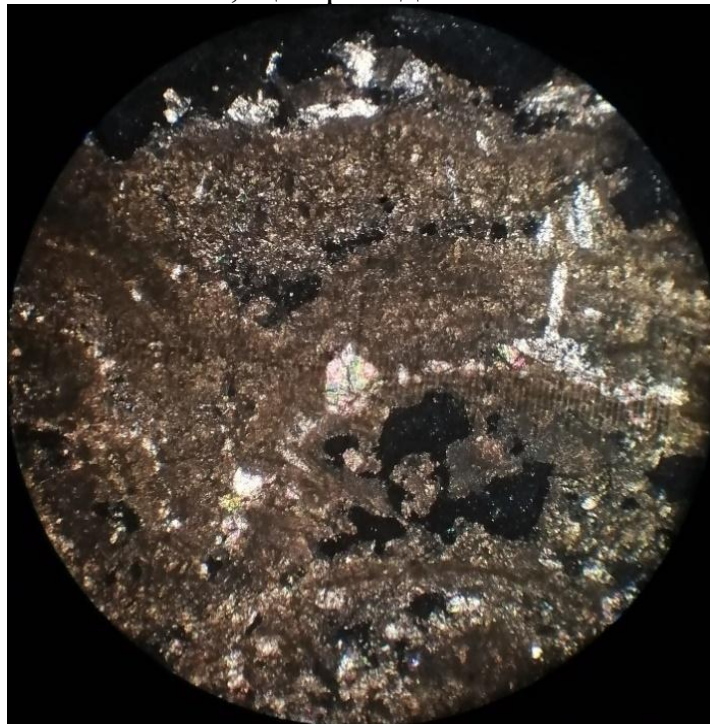


Рис. 6. Мікрофотографія периферійної частини уроліту. Поляризоване світло, що проходить. Збільшення x110.

### Список літератури

1. Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. Особливості онтогенезу уролітів жителів Дніпропетровської області. *Мінерал. журн.* 2020. 42, №4. С. 50 – 59. URL: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.04.050>
2. Barannyk, K., Balalaev O., Ishkov V., Molchanov R., Varannyk S. (2023). Complex determination of the identification of urinary stones in patients residents of the industrial region. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»: за матеріалами V Міжнародної науково-практичної конференції «Scientific researches and methods of their carrying out: world experience and domestic realities»* (ГО «Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна), ТОВ «International Centre Corporate Management» (Відень, Австрія), 17 лютого 2023 р.). Вінниця, Відень, 2023. 24. 669-676. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/162302>
3. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. (2021). Morphology of organomineral formations of kidneys of Dnipropetrovsk region residents. *Geo-Technical Mechanics*, 158, 153-160. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.158.153>
4. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Труфанова, М.О. (2020). Деякі особливості онтогенії уролітів жителів Дніпропетровської області. *Міжнародна науково-практична конференція «Технології і процеси в гірництві та будівництві»*. ДонНТУ. 64-69.
5. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Труфанова, М.О. (2021). Деякі особливості онтогенезу уролітів мешканців міста Запоріжжя. *Збірник праць Всеукраїнської конференції «Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття» (MinGeoIntegration ХХІ)*. 223-227.