

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.03.025>
УДК 549.211

В.М. Квасниця, д-р геол.-мін. наук, проф., зав. від.
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 34
E-mail: vmkvas@hotmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-3692-7153>

ДІАМАНТИ УКРАЇНИ: ЗДОБУТКИ ТА ЗАВДАННЯ

Викладено основні висновки, які випливають із результатів досліджень мінералогії діамантів України: поділ на геолого-генетичні типи діамантів, поширення діамантів, їхні основні рудопрояви, вікова належність діамантовмісних порід, особливості діамантів із протерозойських і неогенових теригенних відкладів. Мантіїні діаманти з різновікових теригенних відкладів варіабельні за морфологією, анатомією, концентрацією і ступенем агрегації азотних центрів, ізотопним складом вуглецю та мінеральними включеннями. Показано, що розсіпні діаманти, насамперед із неогенових пісків, за багатьма своїми властивостями аномальні — переважно надзвичайно дрібні, поліедричні та різноманітні за морфологією — від октаедричних форм до ромбододакедричних і домінування кубічних форм та поліхромні за забарвленням. Окрім широкої неоднорідності за концентрацією структурного азоту, багато з вивчених діамантів характеризується низьким ступенем агрегації азотних центрів, що вказує на їхнє відносно нетривале перебування в мантії. Залежно від вмісту домішок азоту в діамантах, ступеня агрегації азотних центрів і розрахованих можливих температур перебування діамантів у мантії, виокремлюються подекілька груп діамантів для вивчених розсіпів. За новими ізотопно-геохімічними даними розсіпні діаманти характеризуються досить широким діапазоном і полімодальністю їхнього розподілу на шкалі ізотопного складу вуглецю, що може свідчити про ізотопну негомогенність діамантного вуглецю, полігенез самих діамантів і про різноманітність їхніх корінних джерел в Україні. Імпактні діаманти з метеоритних кратерів і неогенових теригенних відкладів України є параморфозами по графіту, що мають подібні фазові, морфологічні, анатомічні, ізотопні та структурні характеристики. Окреслено завдання щодо майбутніх досліджень українських діамантів.

Ключові слова: діамант, кристаломорфологія, ізотопний склад вуглецю, азотні центри, мінеральні і флюїдні включення, розсіпи, метеоритні кратери, Український щит.

Минає понад 70 років від першої знахідки кристала діаманту на теренах України і власне від постановлення наукової проблеми щодо корінної діамантоносності її території. У вирішенні цієї проблеми, хоча й не зовсім виразно, все ж можна простежити два великі періоди розвитку — деякого піднесення і майже занепаду. У перший період (1949—1991 рр.) час від часу проводилися інтенсивні геологічні роботи з пошуку родовищ діамантів із застосуванням шліхо-мінералогічного і геофізичного методів. Водночас на тодішньому рівні вивчалися знайдені діаманти, результати цих досліджень викладено у численних статтях і підсумовано у чотирьох книгах [4, 10, 23, 27]. У другий період

(1991—2021 рр.), вже з часу відновлення незалежності Української держави ситуація в геологічній галузі поступово почала змінюватися не в кращий бік. Виробнича гілка галузі крок за кроком втрачала свій поступ і нині перебуває в застої через мізерне фінансування. З тієї ж причини і у тісній залежності від геологічної практики у такому ж критичному стані нині опинилася і геологічна наука. Позитивним стало лише те, що водночас завдяки відкритості кордонів з'явилася можливість налагодити тісніші зв'язки із зарубіжними геологами, що дало змогу вивчати українські мінерали у кращих лабораторіях світу та отримувати важливі наукові результати. Ці обставини безпосередньо впли-

нули й на вирішення проблеми корінної діамантоносності території країни. Нині фактично призупинено пошукові, розвідувальні та тематичні роботи з цієї проблеми. Водночас за цей 30-річний період часу на досить високому рівні проведено вивчення українських діамантів та супутніх їм мінералів і в Україні, і за її межами.

Беручи до уваги результати багаторічних досліджень морфології, анатомії, ізотопного складу вуглецю, структури та фазового складу, концентрації та ступеня агрегації азотних центрів, спектральних і фотолюмінесцентних даних, фізичних властивостей та інших ознак, можна стверджувати, що українські діаманти за своїм походженням гетерогенні, і тому їх варто віднести як мінімум до двох геолого-генетичних сімейств — ендегенного (мантіїні діаманти) і екзогенного (імпактні діаманти). Окрім того, А.А. Вальтер [5] виявив надзвичайно рідкісний позаземний діамант — нанорозмірні "колоїдні" ксеноморфні кристали у кам'яному метеориті Кримка (звичайний хондрит, зібрано 77 уламків загальною масою 40 кг, впав 21 січня 1946 року о 18.00 годині поблизу сіл Кримка — Катеринка — Петрівка Первомайського району Миколаївської області — дані про метеорит запозичено з Вікіпедії). У корінних породах достовірні знахідки мантіїного діаманту в Україні поки що не відомі, на сьогодні всі діаманти видобуто з різновікових теригенних порід. Повідомлення про знахідки діамантів у корінних породах (наприклад, в лампроїтах трубки "Мрія" в Приазов'ї тощо) потребують ретельної перевірки. Тоді як імпактні діаманти знайдено у корінних і теригенних породах.

Коротка історія відкриття діамантів. Першу достовірну знахідку мантіїного діаманту на теренах України зроблено 1949 р. геологами Східноукраїнської експедиції в алювії пониззя р. Базавлук. Діамант мав масу 1,2 мг. Наступні кристали мантіїного діаманту знайдено в 1949—1955 рр. геологами Центральної експедиції ВСЕГЕІ в алювії р. Синюха (ліва притока р. Південний Буг, кристал масою 40,1 мг), ріки Ірша (права притока р. Дніпро, кристал масою 1,4 мг) і в середній течії р. Дністер (п'ять кристалів масою 28,2; 11,4; 8,2; 3,2 і 2,4 мг). На початку 1960-х рр. кримські геологи І.Ф. Кашкаров і Ю.О. Полканов виявили численні дрібні кристали діаманту в декількох неогенових титано-цирконієвих розсипах Українського щита (УЩ). Згодом геологи Інституту мінеральних ресурсів Міністерства геології України (м. Сім-

ферополь) і геологи виробничих організацій знайшли дрібні діаманти (розмір кристалів менше 0,5 мм) у теригенних кайнозойських відкладах багатьох місць країни, а також кристали діамантів, діаметр яких є понад 1 мм, у протерозойських конгломератах і пісковиках на півночі УЩ (Волинський мегаблок), у кам'яновугільних алювіальних відкладах Донбасу, в неогенових (балтських) пісках межиріччя Дністер — Південний Буг та в деяких четвертинних відкладах. В 1972—1973 рр. Ю.О. Полканов і Г.К. Єрьоменко ідентифікують імпактний діамант в неогенових титано-цирконієвих розсипах України, а в 1975—1980 рр. такий діамант виявлено вже в декількох метеоритних кратерах України [1]. У цьому заслуга багатьох геологів — передусім А.А. Вальтера, Ю.О. Полканова, Є.П. Гурова, Е.В. Мельничука та С.М. Цимбала. Відкриття і вивчення українськими мінералогами імпактних діамантів із метеоритних кратерів і неогенових теригенних відкладів України стало вагомим внеском у світову мінералогію земного імпактного діаманту та загалом в концепцію імпактогенезу на Землі. Здійснені дослідження українських мінералогів слід вважати певною мірою піонерськими роботами. Саме вони широко відкрили світу земний імпактний діамант (зокрема вперше зафіксували у його складі кристалічну фазу вуглецю — лонсдейліт; до цього лонсдейліт був відомий в метеоритних діамантах) і сприяли його подальшому інтенсивному вивченню в інших метеоритних кратерах Землі. Дослідження українських мінералогів відіграли в цьому значну, якщо не вирішальну, роль. Західні дослідники почали інтенсивно вивчати земний імпактний діамант дещо пізніше. Хронологічно основна частина знахідок розсипних діамантів в Україні та відкриття діамантоносності метеоритних структур УЩ припадає на 1950—1980 рр., а в подальшому відомі лише знахідки поодиноких кристалів діаманту [6, 19].

Основні райони поширення діамантів. Знахідки мантіїного діаманту в Україні здебільшого прив'язані до її докембрійської структури — Українського щита та його схилів, в межах якого місця з численними розсипними діамантами виявлено вже на всіх його шести мегаблоках. Окрім того, на трьох мегаблоках — Приазовському, Інгуло-Інгулецькому та на західному схилі Волинського відкрито прояви недіамантоносних кімберлітів. За межами щита, як

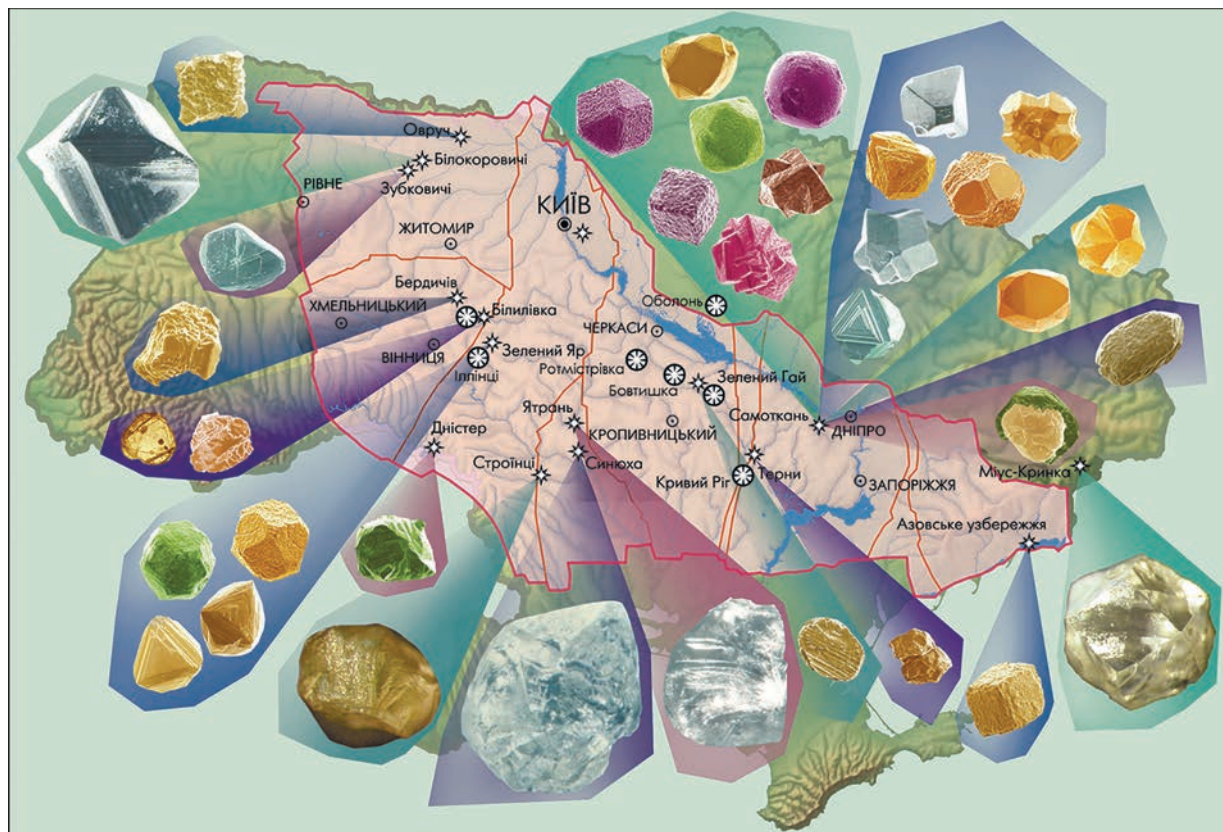


Рис. 1. Основні місця знахідок розсіпних макро- і мікродіамантів та діамантоносні метеоритні кратери на Українському щиті. Зірочками позначено місця знахідок діамантів, колами — метеоритні кратери

Fig. 1. The main locations of the finds of placer macro- and microdiamonds and diamondiferous meteorite craters on the Ukrainian Shield. Asterisks indicate diamond finds, circles — meteorite craters

окремий діамантоносний район із знахідками декількох десятків розсіпних кристалів цього мінералу в Україні, — це Донбас.

За віком діамантовмісних порід численні знахідки розсіпних мантіїних діамантів тяжіють до протерозойських, неогенових і четвертинних теригенних відкладів УЩ (рис. 1). Імпактні діаманти знайдено також в межах УЩ — безпосередньо в ударно-метаморфічних породах всіх відомих метеоритних кратерів України (Білилівка, Іллінці, Ротмістрівка, Бовтишка, Зелений Гай, Терни і Оболонь) і в декількох неогенових розсіпах двох мегаблоків щита — Самоткань на Середньопридніпровському, Зелений Яр і Тарасівка на Росинсько-Тікицькому. Трапляються імпактні діаманти й в четвертинних теригенних відкладах УЩ. Знайдені до теперішнього часу на УЩ мантіїні й імпактні діаманти здебільшого представлені кристалами розміром менше 0,5 мм — мікродіамантами, однак, на кожному з мегаблоків відомі знахідки кристалів мантіїного діаманту розміром понад 1 мм — макродіамантів.

Основні прояви мантіїного діаманту належать до: 1) білокоровицьких нижньопротерозойських конгломератів і пісковиків на Волинському мегаблоці з макро- і мікродіамантами; 2) нижньонеогенових (міоцен, полтавська серія, новопетрівська світа) титано-цирконієвих пісків на Росинсько-Тікицькому (розсипи Зелений Яр і Тарасівка) і Середньопридніпровському (розсип Самоткань) мегаблоках з мікродіамантами; 3) верхньонеогенових (міоцен-пліоцен, балтська світа) пісків і просторово та генетично пов'язаних з ними четвертинних відкладів на Дністровсько-Бузькому мегаблоці та південній частині Росинсько-Тікицького мегаблоку з мікродіамантами та рідкісними макродіамантами. Вказані неогенові діамантопрояви є проміжними колекторами для діамантів у четвертинних відкладах багатьох місць на території країни. Отже, вікова межа діамантоутворення на УЩ перевищує вік білокоровицьких діамантоносних метаосадових порід (1800 млн рр.). Ця межа кристалізації для діамантів із неогенових відкладів невідома, її мож-

на тільки прогнозувати. Із перерахованих проявів найбагатшими на мікродіаманти виявилися неогенові (міоценові) титано-цирконієві піски. Найвищий вміст дрібного діаманту зафіксовано в неогенових пісках розсипу Самоткань, який навіть можна віднести до родовища цього мінералу. Оскільки відомі кімберлітові та лампроїтові тіла південно-східної, центральної та північно-західної частин УЩ бездіамантні, то вони не можуть бути корінними джерелами для вказаного розсипного діаманту. Діаманти з вказаних основних проявів розглянуто нами детально у недавніх публікаціях [12—15, 30—32].

Мета роботи — ця стаття є певним підсумком результатів досліджень із вивчення мінералогії українських діамантів, у ній найбільша увага привернута до висвітлення напрацювань, які важливі для вирішення проблеми корінної алмазності України. Лише за останні два десятиліття для знайдених мантийних й імпактних діамантів отримано значимі результати про їхній хімічний та ізотопний склад, анатомію, мінеральні та флюїдні включення, особливості кристаломорфології і мікротопографії. У статті розглянуті як специфічні особливості діамантів, так і їхні ознаки, які зіставимі з такими ж діамантів мантийного типу з кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів. Зовсім стисло подано основні висновки з вивчення мінералогії імпактного діаманту України, а саме наведено аргументи їхньої ударно-метаморфогенної природи. Також окреслено майбутні завдання щодо подальшого вивчення українських діамантів. Нижче зупинимося на найвивченіших і найважливіших ознаках діамантів; найкраще дослідженими є діаманти з неогенових піщаних відкладів.

Мантийні діаманти. Форми виділення кристалів діаманту, їхній розмір. Діаманти з теригенних відкладів України представлені багатогранниками, їхніми зростками та полікристалічними утвореннями [10, 21, 23, 27]. Значна частина знайденого діаманту в більшості проявів є пошкодженими кристалами та уламками перерахованих форм виділення, особливо у неогенових відкладах. Розмір кристалів для більшості діамантів із неогенових і четвертинних відкладів не перевищує 0,4—0,5 мм, значідки міліметрових і більших за розміром кристалів у різних за віком теригенних відкладах рідкісні (орієнтовно два десятки кристалів), найбільше таких кристалів знайдено в протерозойських і четвертинних відкладах.

Морфологія кристалів діаманту. Діаманти з теригенних відкладів України морфологічно майже нічим не відмінні від діамантів із кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів відомих родовищ світу [10, 23, 27]. Серед форм діаманту поширені плоскогранні, кривогранні, плоскогранно-кривогранні кристали, їхні випадкові й закономірні зростки, а також мікроагрегатні утворення. З поєднанням плоско- і кривогранних форм основні габітуси кристалів такі: октаедричний, ромбододекадричний, кубічний і комбінаційний (октаедр-ромбододекаедр, октаедр-ромбододекаедр-куб із різним розвитком вказаних форм). Повністю кривогранні кристали трапляються рідше і представлені додекаедроїдами, кубоїдами та тетрагексаедроїдами, зрідка октаедроїдами. У більшості відкладів переважають октаедричні (27,5—60,0 %) та кубічні (20—67 %) габітусні форми. Найнижчий вміст октаедричних кристалів (9—23 %) характерний для полтавських відкладів неогену, у них же найвищий вміст кубів (42—67 %) і досить значна кількість комбінаційних форм (25—37 %). Вміст зростків кристалів у деяких пробах становить 10—15 % від загальної кількості виявлених діамантів. Серед них розрізняються закономірні та незакономірні зростки. Серед закономірних зростків наявні паралельні та здвійниковані за шпінелевим законом, зокрема складні закономірні зростки — п'ятірники октаедрів. В полтавських пісках знайдено карбонадо.

На кристалах діаманту з теригенних відкладів України розвинуті всі прості форми, які властиві гексоктаедричному класу симетрії, в якому кристалізується діамант. Проте тільки грані октаедра є плоскими та гладкими, оскільки мають свої піраміди росту, що формуються внаслідок тангенціального (спірального чи двомірного зародкоутворення) росту кристалів. Грані куба майже завжди шорсткі, утворюються двома шляхами: внаслідок нормального (волокнистого, фібрильного) росту кристалів або у разі виродження граней октаедра, утворюючи так звані пасивні грані росту. До них належать також грані ромбододекаедра, тригон- і тетрагонтриоктаедрів, тетрагексаедрів і гексоктаедрів. Окрім ромбододекаедра, ці форми рідкісні на кристалах діаманту і мають незначний розвиток.

Мікротопографія граней кристалів діаманту. На кристалах діаманту з теригенних відкладів України розвинуті всі типові скульптури росту

і розчинення, які притаманні кристалам діаманту з кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів [10, 23, 27]. Найпоширенішими є три- і шестикутні западини на гранях октаедра, чотирикутні западини на гранях куба, паралельна і снопоподібна штрихуватість на поверхнях ромбододекаедра, трикутні та шестикутні виступи на гранях октаедра, блоки на гранях куба, смуги пластичної деформації на гранях октаедра, ромбододекаедра тощо.

Анатомія кристалів діаманту. Внутрішню будову кристалів діаманту з теригенних відкладів України досліджено фрагментарно. За допомогою методів трансмісійної електронної мікроскопії в мікрокристалах діаманту виявлено дислокації різного типу та смуги пластичної деформації, секторіальність і зональність кристалів, мінеральні та флюїдні включення [33].

Структура кристалів діаманту. Кристали діаманту з теригенних відкладів України мають відносно добре впорядковану кубічну структуру, проте різними методами (оптичний і рентгенівський аналізи, інфрачервона та Раманівська спектроскопія, трансмісійна електронна мікроскопія) зафіксовано її дефектність для багатьох кристалів, що проявляється в оптичній анізотропії кристалів, роздрібленні плям на лауєграмах і появі екстра рефлексів, домішкових структурних і не структурних дефектах, коливанні основних рентгенівських і раманівських величин, розвитку прямо- і криволінійних дислокацій [17].

Забарвлення кристалів діаманту. Найчастіше кристали діаманту з теригенних відкладів України безбарвні, проте відносно значна їхня частина з неогенових пісків, порівняно з діамантом із кімберлітів і лампроїтів, має різноманітне забарвлення (жовте, зелене, коричневе, рожево-фіолетове, бузково-фіолетове, сіре, буре, чорне, іноді блакитне та червоне). Природа їхнього забарвлення (окрім сірого та чорного, спричиненого мікро-нановключеннями) така ж, як і для забарвлених діамантів із кімберлітів (різні азотні і радіаційні центри — N , N_3 , NV , H_3 , $GR-1$ тощо і пластична деформація) [37, 38]. В спектрах деяких діамантів особливо чітко проявлена лінія $415,2\text{ cm}^{-1}$ (азотний центр N_3). Забарвлення діаманту з неогенових розсипів корелює з їхнім габітусом: кубам притаманне різне забарвлення, октаедри та перехідні форми $\{111\} + \{110\}$ — найчастіше безбарвні. Забарвлені діаманти здебільшого мають у спектрах сильне короткохвильове погли-

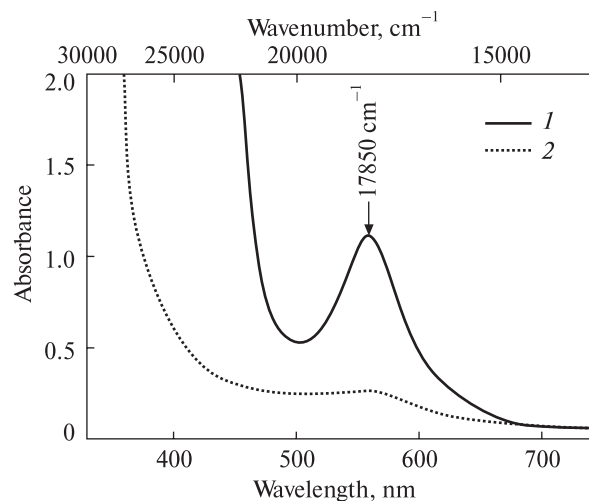


Рис. 2. Оптичні спектри поглинання у видимій області густо-фіолетового мікродіаманту (1) з неогенового розсипу Самоткань та світло-фіолетового макродіаманту (2) з кімберлітової трубки Удачна, Якутія [38]. Зразки мають товщину $\sim 0,25\text{ мм}$ і $\sim 2\text{ мм}$ відповідно

Fig. 2. Optical absorption spectra in the visible region of dense violet microdiamond (1) from the Samotkan Neogene placer and light violet macrodiamond (2) from the Udachna kimberlite pipe, Yakutia [38]. The samples have a thickness of $\sim 0.25\text{ mm}$ and $\sim 2\text{ mm}$, respectively

нання. Все ж природа забарвлення поширених в самотканських неогенових пісках густо-фіолетових діамантів остаточно не з'ясована, в їхніх оптичних спектрах фіксується надзвичайно сильна широка смуга поглинання $17750\text{—}17850\text{ cm}^{-1}$ ($563,4\text{—}560,2\text{ nm}$) (рис. 2) [37, 38].

Оптичні спектри поглинання, які записані для таких фіолетових кристалів за температури рідкого азоту, свідчать, що природу їхнього забарвлення не можна віднести до електронних переходів NV -центру (домішковий атом азоту, сусідній з вакансією вуглецю у структурі діаманту), як раніше передбачалося [37]. Інфрачервоні спектри фіолетових діамантів також суперечать такій інтерпретації, оскільки вони свідчать тільки про низький, якщо такий є, вміст в них атомів азоту. Можливо, ця смуга спричинена пластичною деформацією кристалів, характерною для фіолетових діамантів із кімберлітів. Однак пластична деформація звичай морфологічно проявляється на октаедричних і ромбододекаедричних гранях часто прозорих кристалів діаманту. Для кубічних кристалів діаманту вона не властива, до того ж пластична деформація є, мабуть, неможливою для кубів і кубоїдів із нормальним механізмом росту. У нашому випадку інтенсивне фіолетове забарвлення характерне саме діамантам

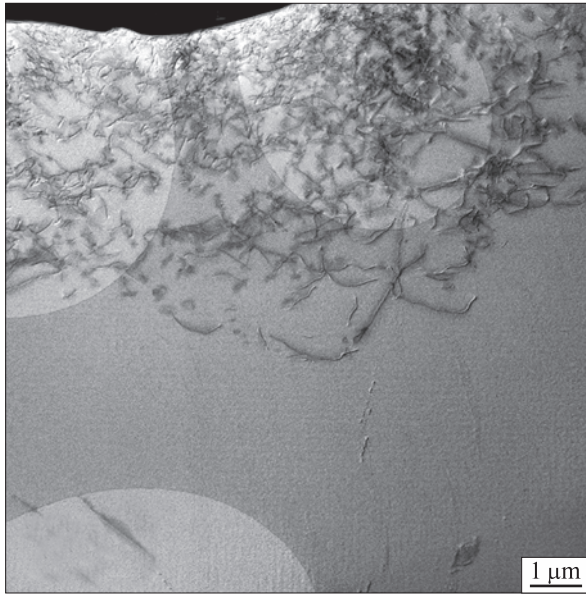


Рис. 3. Висока щільність викривлених дислокацій в приповерхневій частині фіолетового кубічного мікродіаманту з розсипу Самоткань [33]. ТЕМ знімок

Fig. 3. High density of curved dislocation lines in near-surface part of purple cubic microdiamond from the Samotkan placer [33]. TEM image

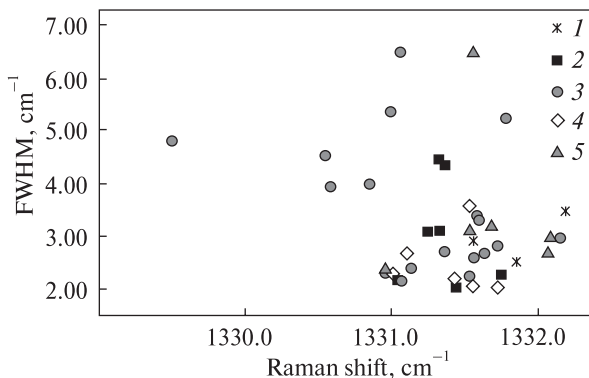


Рис. 4. Раманівський зсув і ширина на напіввисоті головної лінії раманівських спектрів діамантів: 1 — із білокоровицьких протерозойських відкладів Волинського мегаблоку; 2 — із неогенових відкладів Росинсько-Тикицького мегаблоку (розсип Зелений Яр); 3 — із неогенових відкладів Середньопридніпровського мегаблоку (розсип Самоткань); 4 — із неогенових (балтських) і четвертинних відкладів південно-західної частини Українського щита; 5 — із четвертинних відкладів Приазовського мегаблоку

Fig. 4. Raman shift and FWHM of the main lines on Raman spectra of diamonds: 1 — from Bilokorovychi Proterozoic deposits of the Volyn megablock; 2 — from Neogene deposits of the Ros-Tikych megablock (the Zeleny Yar placer); 3 — from Neogene deposits of the Middle Dnipro megablock (the Samotkan placer); 4 — from Neogene (Baltic) and Quaternary deposits of the south-western part of the Ukrainian Shield; 5 — from the Quaternary deposits of the Pre-Azov megablock

кубічної форми, на яких жодних візуальних ознак пластичної деформації не видно передусім через недосконалість поверхні граней куба. Проте ознаки розвитку дислокацій у приповерхневих частинах фіолетових кубічних мікрокристалів простежено на електронно-мікроскопічних знімках (рис. 3). Також для бузково-фіолетових кристалів записано своєрідні спектри електронно-парамагнітного резонансу, які свідчать про наявність розірваних вуглецевих зв'язків.

Фотолюмінесценція кристалів діаманту. В спектрах фотолюмінесценції кристалів діаманту з теригенних відкладів України часто фіксуються лінії різних азотних центрів $N3$ (415,2 нм та часто супровідні 427, 436, 448 нм), $H4$ (495,8 нм), $H3$ (503,2 нм), $S1$ (510,7 нм), 575 нм, 409 нм та 389 нм [18, 21, 22, 24, 26]. Ці центри зумовлюють візуальне блакитне та синє ($N3$), світло-зелене (488,5, 496 і 503 нм), жовте ($H4$ і $H3$), помаранчеве та червоне (575 нм) світіння діамантів в ультрафіолетовому промінні. На відміну від фотолюмінесценції діаманту з кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів, в українських діамантах, особливо, в кристалах діаманту кубічного габітусу з неогенових розсипів, часто реєструються центри 575 нм, а також 409 нм за 300 К та інколи 389 нм за температури рідкого азоту, які обумовлені міжвузловим одиночним і агрегатним азотом в діамантах. Зазвичай, поширення та вміст центрів 575 нм червоно-помаранчевої фотолюмінесценції у діамантах із кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів невисокі (або їх немає), а центри 409 і 389 нм в цих діамантах не зареєстровано.

Ультрафіолетова спектроскопія кристалів діаманту. Основні азотні та неазотні центри (A , $B1$, $B2$) проявлені також в спектрах поглинання мікрокристалів діаманту з неогенових і четвертинних теригенних відкладів України в ультрафіолетовій області (лінії і смуги 330,2; 315,6; 310—306,5 cm^{-1} — A -центр; 236,5 cm^{-1} — $B1$ -центр; 266,8 і 283,4 cm^{-1} — $B2$ -центр) [10].

Інфрачервона спектроскопія кристалів діаманту. Вивчені діаманти з різновікових теригенних відкладів кожного мегаблоку Українського щита, їхні спектри мало чим відмінні від спектрів діамантів із кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів [8, 39]. В інфрачервоних спектрах українських діамантів проявлені лінії добре відомих азотних і неазотних центрів (A — 1282 cm^{-1} та ін., $B1$ — 1175 cm^{-1} та ін., $B2$ — 1359—1382 cm^{-1} та ін., C — 1135 cm^{-1} та

ін.), а також лінії $[\text{CO}_3]^{2-}$ ($1400\text{--}1470\text{ см}^{-1}$, рідше $680\text{--}712$ і $850\text{--}890\text{ см}^{-1}$), води ($3200\text{--}3400\text{ см}^{-1}$), >C=CH_2 груп (3107 см^{-1} і 1405 см^{-1}), CH_2 і CH_3 груп ($2840\text{--}2980\text{ см}^{-1}$) та інших дефектів. У спектрах значної кількості діамантів немає ліній вказаних азотних центрів.

Раманівська спектроскопія кристалів діаманту. Головна лінія та її ширина на напіввисоті в спектрах комбінаційного розсіювання діаманту є критерієм досконалості структури кристала, його чистоти та якості. Розширення основної лінії та її зсув, поява додаткових широких смуг у спектрі діаманту зумовлені домішками, включеннями, внутрішніми напруженнями тощо. Раманівські дослідження кристалів діаманту з теригенних відкладів України свідчать, що вони є відносно досконалими утвореннями [9, 17, 20]. Варіації положення основної лінії діаманту 1332 см^{-1} та ширина цього раманівського піку на його напіввисоті відносно незначні (рис. 4), помітний зсув основної лінії і зростання ширини піку фіксується для інтенсивно забарвлених кристалів і двійників.

Електронний парамагнітний резонанс кристалів діаманту. Радіоспектроскопічні дослідження кристалів діаманту з теригенних відкладів України виявили в них парамагнітні центри азоту (N і $N3$) та парамагнітні центри типу розірваних вуглецевих зв'язків [10]. У жовтих діамантах (переважно з неогенових відкладів) зафіксовано парамагнітний центр N , який частий у діамантах із кімберлітів. У зелених діамантах (переважно з балтських і поєднаних з ними четвертинних відкладів) поряд з одиничним азотом трапляється парамагнітний центр $N3$, також поширений в діамантах із кімберлітів. Своєрідні спектри електронно-парамагнітного резонансу у вигляді одиночної лінії (g -фактор складає $2,0027 \pm 0,0005$) від розірваних вуглецевих зв'язків мають діаманти бузково-фіолетового забарвлення із неогенових розсипів. Такий же спектр мають деякі сильно обкатані безкольорові кристали діаманту з протерозойських відкладів з g -фактором симетричної одиночної лінії $2,0027 \pm 0,0005$.

Ізотопний склад вуглецю кристалів діаманту. Отримані в 1970 рр. [23] результати про $\delta^{13}\text{C}$ для діамантів із неогенового розсипу Самогкань засвідчили їхній ізотопно "легкий" склад вуглецю, їхній $\delta^{13}\text{C}$ перебував у межах $-13,7\text{--}-21,6\text{ ‰}$. Проте ці ізотопні дані не зовсім коректні, оскільки відображають середні значення $\delta^{13}\text{C}$ для наважок із чисельних кристалів,

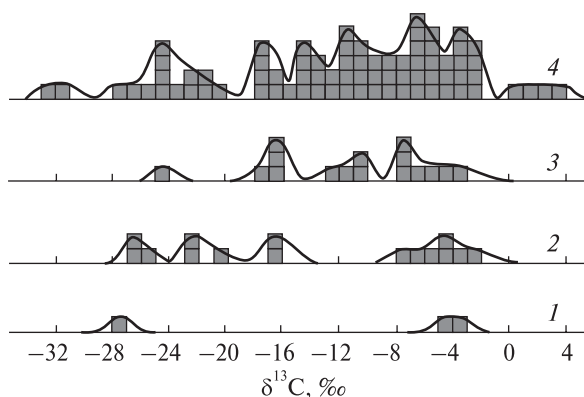


Рис. 5. Гістограми ізотопного складу вуглецю в індивідуальних кристалах мікродіаманту [31]: 1 — Волинський мегаблок, білокоровицькі протерозойські відклади; 2 — Росинсько-Тікицький мегаблок, неогеновий розсип Зелений Яр; 3 — південно-західна частина Українського щита, четвертинні відклади; 4 — Середньопридніпровський мегаблок, неогеновий розсип Самогкань

Fig. 5. Histograms of carbon isotopic composition in individual crystals of microdiamond [31]: 1 — from Bilokorovychi Proterozoic deposits of the Volyn megablock; 2 — from Neogene deposits of the Ros-Tikych megablock (the Zeleny Yar placer); 3 — from Quaternary deposits of the south-western part of the Ukrainian Shield; 4 — from Neogene deposits of the Middle Dnipro megablock (the Samotkan placer)

кожний із яких має цілком певний ізотопний склад вуглецю. Це було підтверджено дослідженнями ізотопного складу вуглецю для спеціально підібраних різних індивідуальних мікрокристалів діаманту з цього розсипу [17], $\delta^{13}\text{C}$: жовтуватий куб — від $-7,00$ до $-2,98\text{ ‰}$ (заміри в п'яти різних точках кристала), сіруватий куб — від $-22,78$ до $-20,24\text{ ‰}$ (три заміри), фіолетовий куб — від $14,41$ до $-11,87\text{ ‰}$ (чотири заміри), фіолетовий кубоїд — від $16,43$ до $-12,30\text{ ‰}$ (три заміри), безбарвний октаедр — від $-5,20$ до $-2,45\text{ ‰}$ (чотири заміри) та безбарвний уламок — від $-2,55\text{ ‰}$ до $+3,27\text{ ‰}$ (чотири заміри). Ці дані свідчать про значні варіації ізотопного складу вуглецю навіть в межах кожного окремого кристала.

Наступні дослідження для великої колекції з 60-и мікрокристалів діаманту майже з кожного мегаблоку УЩ показали розмаїття ізотопного складу вуглецю в індивідуальних кристалах діаманту (рис. 5) [32]. Наводимо межі коливань ізотопного складу вуглецю: Волинський мегаблок, протерозойські відклади — $\delta^{13}\text{C}$ для першого діаманту $-3,44$ і $-4,52\text{ ‰}$ і для другого діаманту $-27,33\text{ ‰}$, Росинсько-Тікицький мегаблок, неогенові відклади, розсип Зелений

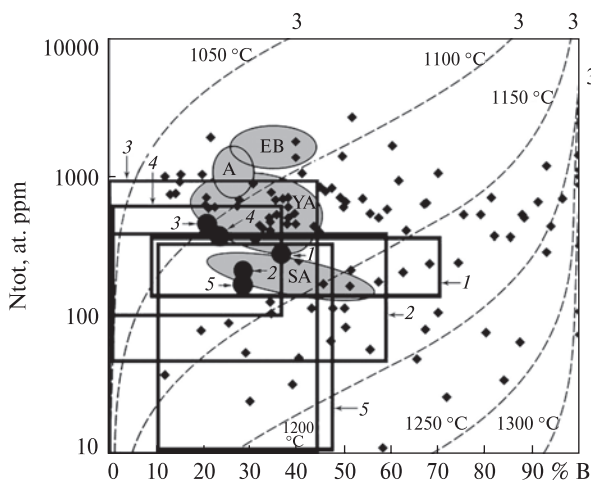


Рис. 6. Розподіл діамантів на "азотний" діаграмі У. Тейлора та ін. [36]: для українських діамантів із Волинського (1), Росинсько-Тікицького (2), Середньопридніпровського (3), Дністровсько-Бузького (4) і Приазовського (5) мегаблоків на тлі розподілу точок діамантів із бразильських розсипів і полів експертної оцінки кімберлітових діамантів [28] (букви в еліптичних кружках) з Архангельської (А), Якутської центральної (YA), Якутської північної (EB) і Південно-Африканської провінцій (SA). Ізотерми розраховані на випадки мантіяного відпалювання діамантів протягом 3 млрд рр.

Fig. 6. Distribution of diamonds on the nitrogen diagram of W. Taylor et al. [36]: for Ukrainian diamonds from Volyn (1), Ros-Tiky (2), Middle Dnipro (3), Dnister-Bug (4) and Pre-Azov (5) megablocks against the background of the distribution of diamond points from Brazilian placers and fields of expert evaluation of kimberlite diamonds [28] (letters in elliptical circles) from Arkhangelsk (A), Yakutian Central (YA), Yakutian Northern (EB) and South African (SA) provinces. Isotherms are designed for cases of mantle annealing of diamonds for 3 billion years

Яр — $\delta^{13}\text{C}$ діамантів від -27 до $-3,5$ ‰, за середнього значення -14 ‰, південно-західна частина Українського щита (Дністровсько-Бузький мегаблок і південна частина Росинсько-Тікицького мегаблоку), четвертинні відклади — $\delta^{13}\text{C}$ діамантів від -25 до -3 ‰, за середнього значення -12 ‰, Середньопридніпровський мегаблок, неогенові відклади, розсип Самоткань — $\delta^{13}\text{C}$ діамантів від $-32,5$ до $-2,5$ ‰, за середнього значення $-12,7$ ‰. Отже, отримані нами $\delta^{13}\text{C}$ для індивідуальних кристалів українських діамантів демонструють досить широкий діапазон значень від -33 до $+3,3$ ‰, який практично збігається з генеральним діапазоном ізотопного складу вуглецю в діамантах із кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів.

Домішки в кристалах діаманту. Дані про наявність хімічних домішок в українських діамантах відносно обмежені. Із понад 65 відомих елементів-домішок у діаманті взагалі у розсипних кристалах діаманту з неогенових пісків, використовуючи різні методи, зафіксовано два десятки елементів: N, H, O, He, Si, Al, Na, Cr, Mn, Cu, Ag, Zn, Pb, Sn тощо [23]. Наприклад, домішки натрію, хрому, мангану і міді в кристалах діаманту з розсипу Самоткань виявлено за допомогою нейтронно-активаційного аналізу. Кристали кубічного габітусу порівняно з октаедрами мають вищий вміст домішок: $(1,32-1,34) \cdot 10^{-2} \%$ Na; $(1,17-2,25) \cdot 10^{-3} \%$ Mn; $(4,1-6,4) \cdot 10^{-3} \%$ Cr. Концентрація міді в жовто-зелених кристалах на два порядки вища, ніж у бузково-фіолетових ($1,0 \cdot 10^{-4}$ і $1,0 \cdot 10^{-6} \%$ відповідно). Природа більшої частини домі-

Вміст азоту в українських розсипних діамантах, їх азотні центри, спектральні типи та температура перебування у мантії

Nitrogen content in Ukrainian placer diamonds, their nitrogen centers and spectral types, and the temperature of their residuum in the mantle

Мегаблок	Вміст азоту, ppm	Підтип, %			Тип, %		T, °C 2 млрд рр.
		IaA	IaAB	Iab	Ib	IIa	
Волинський	Від 64 до 360, середнє 255	25	33	—	—	42	Від 1068 до 1225
Дністровсько-Бузький	76—1493, 710	3	17	21	7	52	1020—1165
Росинсько-Тікицький	61—635, 232	29	11	5	5	50	1090—1190
розсип Зелений Яр							
Інгуло-Інгулецький *	20—214, 123	50	33	17	—	—	1030—1140
Середньопридніпровський	33—2000, 574	22	11	27	13	27	1015—1260
розсип Самоткань							
Приазовський	20—552, 164	17	33	17	—	33	1097—1175

* Знахідку проаналізованих діамантів на цьому мегаблоці віднесено нами до сумнівної.

* The finding of the analyzed diamonds on this megablock was classified by us as doubtful.

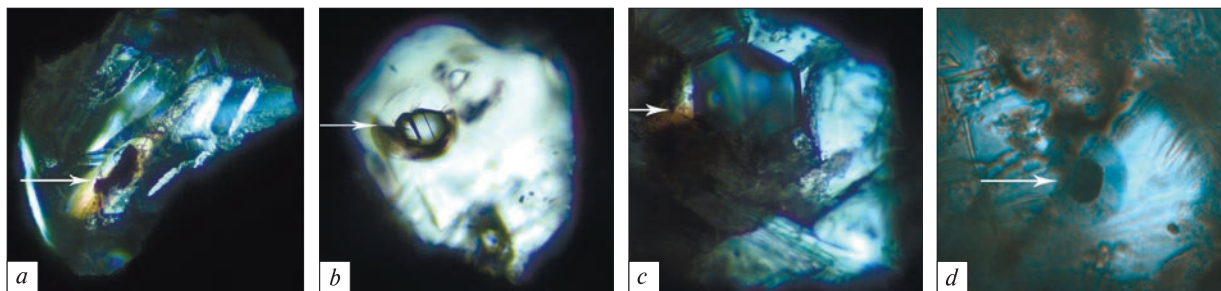


Рис. 7. Мінеральні вclusions в мікродіамантах із розсипу Самоткань: *a* — графіту, *b* — діаманту, *c* — слюди ?, *d* — циркону ?. Вклучення показано стрілками. Розміри мікродіамантів 0,25–0,30 мм. Знімки під мікроскопом
Fig. 7. Mineral inclusions in microdiamonds from the Samotkan placer: *a* — graphite, *b* — diamond, *c* — mica ?, *d* — zircon ?. Inclusions are shown by the arrows. The sizes of microdiamonds are 0.25–0.30 mm. Image under microscope

шок (окрім домішок азоту, водню та кисню) в українських діамантах не розгадана. Найімовірніше, що вони є не структурними домішками, а входять до складу мікро- і нановключень різних мінеральних фаз, яких захоплено під час росту кристалів.

Вміст гелію та співвідношення його ізотопів визначено в деяких українських діамантах із розсипів Зелений Яр і Самоткань [17]. За показниками відношення $^3\text{He}/^4\text{He}$ самотканські та зеленоярські діаманти потрапляють в поля значень $^3\text{He}/^4\text{He}$ для діамантів із корінних тіл і розсипів із різних діамантоносних провінцій світу. Також за цими показниками вони виразно відмінні від мікродіамантів із метаморфічних порід Казахстану.

Головне, що за допомогою методу інфрачервоної спектроскопії детально вивчено стан і вміст домішок азоту в українських діамантах (таблиця), що уможливило віднести їх до певних спектральних типів і підтипів фізичної класифікації та зіставити за цими показниками із діамантами з кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів [8, 39]. На Волинському мегаблоці вивчено діаманти з протерозойських і кайнозойських відкладів, на інших мегаблоках — із кайнозойських (неогенових і четвертинних) відкладів. Із таблиці видно, що значна частина вивчених діамантів є безазотними — тип Па. Проте треба враховувати відносно незначну кількість досліджених кристалів із різних розсипів, у разі вивчення більшої кількості кристалів вміст кристалів типу Па може суттєво зменшитися. Азотні діаманти можна розділити на три популяції: 1) "Волинську" — з низькоазотними і високотемпературними за мантийним відпалюванням діамантами. Вони ж характеризуються максимальним для українських діамантів ступенем агрегації азотних

центрів; 2) "Подільсько-Середньопридніпровську" — з статистично найвисокоазотнішими в Україні, з мінімальним ступенем агрегації азотних центрів, тобто низькотемпературними за мантийним відпалюванням діамантами; 3) "Росинсько-Тікицько-Приазовську" — з низькоазотними діамантами, подібними за мантийним відпалюванням до діамантів попередньої популяції, але з дещо вищим ступенем агрегації азотних центрів. Окрім того, в інфрачервоних спектрах українських діамантів зафіксовано ще зазначені неазотні сполуки, типові для діамантів із кімберлітів, лампроїтів і лампрофірів.

Якщо побудувати та проаналізувати "азотну" діаграму (рис. 6), то виділені популяції діамантів можна представити так: 1) "Волинську" — як проміжну популяцію між південноафриканськими та східносибірськими кімберлітовими діамантами; 2) "Подільсько-Середньопридніпровську" — подібну до східносибірських кімберлітових діамантів; 3) "Росинсько-Тікицько-Приазовську" — подібну до південноафриканських кімберлітових діамантів.

Статистично показано [34, 35], що діаманти перидотитової асоціації бідніші на домішки азоту, ніж діаманти еклогітової асоціації. Розрізняються вони і за ізотопним складом вуглецю [34, 35]: від $-26,4$ до $+0,2$ $\delta^{13}\text{C}$, ‰ (основна мода орієнтовно -5 $\delta^{13}\text{C}$, ‰) для діамантів перидотитової і від $-41,3$ до $+2,7$ $\delta^{13}\text{C}$, ‰ (основна мода орієнтовно -6 $\delta^{13}\text{C}$, ‰) для діамантів еклогітової асоціації. Таку ж тенденцію можна простежити і для вивчених українських мікродіамантів. Наприклад, багаті на азот самотканські мікродіаманти характеризуються легшим ізотопним складом вуглецю, що й може бути ознакою їхнього еклогітового середовища кристалізації.

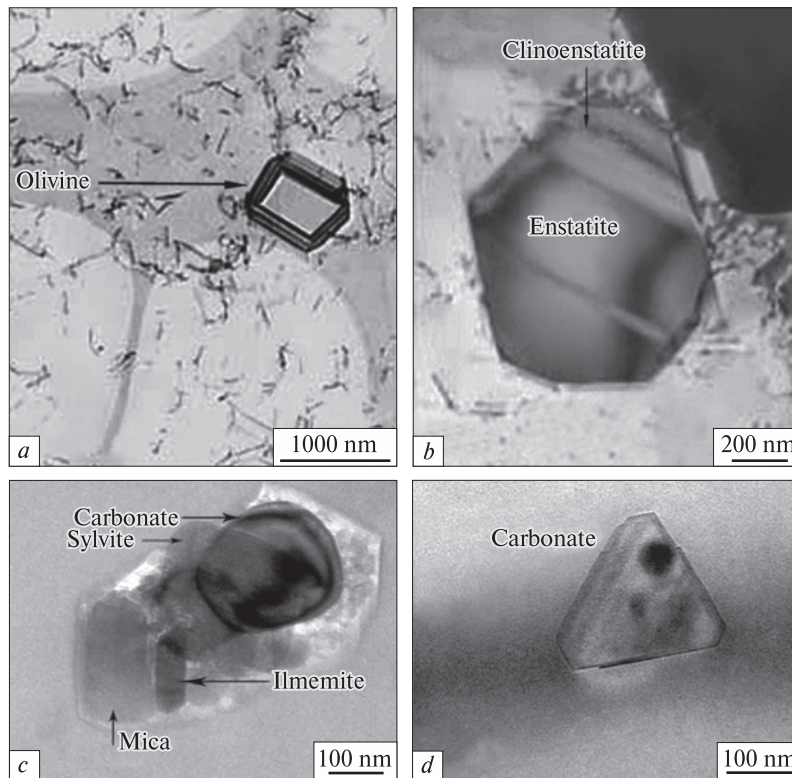


Рис. 8. Мінеральні та багатофазові флюїдні включення в мікродіамантах із розсипу Самоткань [33]: *a* — олівіну, *b* — енстатиту, кліноенстатиту, *c* — слюди, ільменіту, сільвіну і карбонату, *d* — карбонату. Розміри мікродіамантів 0,25–0,30 мм. TEM знімки

Fig. 8. Mineral and polyphase fluid inclusions in microdiamonds from the Samotkan placer [33]: *a* — olivine, *b* — enstatite, clinoenstatite, *c* — mica, ilmenite, sylvite and carbonate, *d* — carbonate. The sizes of microdiamonds are 0.25–0.30 mm. TEM images

Мінеральні та флюїдні включення в кристалах діаманту досліджено недостатньо, все ж у діамантах виявлено понад десятка мінеральних фаз. Найкраще вивчено включення в діамантах із розсипу Самоткань (рис. 7, 8) [33], серед них: олівін, енстатит, графіт, К-рихтерит, оксиди олова та заліза, магнетит, карбонати, слюда, ільменіт, рутил, апатит і сільвін. Окрім того, за даними раманівського дослідження в самотканському діаманті виявлено халькопірит [9]. За даними інфрачервоної спектроскопії в багатьох діамантах із теригенних відкладів Дністровсько-Бузького, Росинсько-Тікицького, Середньопридніпровського та Приазовського мегаблоків можливі включення карбонатів і силікатів. У мікродіамантах цих мегаблоків також виявлено включення графіту.

Мантіїні асоціації і генезис кристалів діаманту. Для висвітлення походження кристалів діаманту з неогенових відкладів України пропонуються дві основні гіпотези. Так звані мантійна (корінні тіла — кімберліти, лампроїти та інші вулканічні породи) і метаморфогенна з багатьма варіантами (корінні тіла — метаморфічні породи: еклогіти, гнейси тощо). Однак отримані дані з мінералогії українських діамантів здебільшого не є прямим доказом їхнього походження. Лише вивчення мінеральних

і флюїдних включень в кристалах діаманту дає можливість безпосередньо розкрити його природу. Такі дослідження здійснено тільки для діамантів із розсипу Самоткань [33], в яких виявлено мінерали перидотитової асоціації (олівін, енстатит), а також інші мінеральні фази — графіт, К-рихтерит, магнетит, оксиди олова та заліза, а в складі флюїдних включень набір нанометрових кристалів мінералів — карбонати, слюда, ільменіт, рутил, апатит і сільвін. Склад останніх включень відображає силікатно-карбонатний мантіїний флюїд, збагачений на лужні та легкі компоненти. Дані інфрачервоної спектроскопії й ізотопії гелію самотканських діамантів також не заперечують мантіїне місце їхньої кристалізації.

Про належність самотканських діамантів до інших глибинних асоціацій можна говорити лише опосередковано: еклогітова асоціація діамантів прогнозується за легким складом вуглецю та кубічною формою кристалів для більшості діамантів цього розсипу, а піроксенітова асоціація — наявністю включень вірогідних кристалів циркону у деяких самотканських діамантах. Проте ані легкий ізотопний склад вуглецю, ані кубічна форма самотканських кристалів діаманту не є однозначною ознакою їхньої еклогітової асоціації.

Мантийна природа діамантів та їхні глибинні асоціації з інших теригенних відкладів України прогножуються також опосередковано. До того ж попередні результати раманівських досліджень включень в кристалах діаманту свідчать, що зафіксовані інтенсивні лінії спектрів комбінаційного розсіювання можуть належати карбонатам, магнетиту, гематиту, графіту, флогопіту, енстатиту, гранату та іншим мінералам. Окремо потребує вивчення природа та корінні джерела відносно рідкісних знахідок карбонадо в неогенових пісках.

Деякі підсумки. Із здійснених багаторічних досліджень мінералогії українських діамантів можна дійти до декількох важливих висновків. Передусім слід наголосити, що в мінеральних комплексах України поширені два контрастні типи діамантів — мантийні та імпакті. Наявне серед частини українських геологів уявлення про віднесення імпактічних діамантів до ендегенних утворень є хибним.

Для мантийного діаманту за особливостями знайдених його розсіпних кристалів і вміщувальних їхніх теригенних відкладів на УЩ та його схилах можна виділити такі діамантоносні провінції: Волинську (Волинський мегаблок), Придніпровську з підрозділом на дві субпровінції (північну на Росинсько-Тикицькому мегаблоці та південну на Середньопридніпровському і частково на Приазовському мегаблоці) і Побузько-Придністровську (Дністровсько-Бузький мегаблок і південна частина Росинсько-Тикицького мегаблоку), для яких прогножуються власні корінні джерела. Серед них найвиразніше виділяється Побузько-Придністровська провінція, завдяки знахідкам в її різновікових теригенних відкладах відносно чисельних зелених діамантів рідкісного морфологічного типу кристалів — тетрагексаедроїдів з увігнутими гранями $\{hk0\}$. Побузько-придністровські зелені тетрагексаедроїди можна вважати діамантами-ендеміками на території України.

Розсіпні діаманти з неогенових пісків Придніпров'я та Побужжя — Придністров'я за багатьма своїми властивостями певною мірою досить аномальні — переважно надзвичайно дрібні, поліедричні та різноманітні за морфологією — від октаедричних форм до ромбододекаедричних і домінування кубічних форм та поліхромні за забарвленням. Вони трапляються як в плоскогранних ростових формах, так і округлих формах розчинення (додекаедроїди, октаедроїди, кубоїди, тетрагексаедроїди), ши-

роко варіюючи за загальним вмістом структурного азоту — від майже безазотних до мало- і багатоазотних. Окрім широкої неоднорідності за концентрацією домішкового азоту, багато з вивчених діамантів характеризується низьким ступенем агрегації азотних центрів, що вказує на їхнє відносно нетривале перебування в мантиї. Для вивчених розсіпів залежно від вмісту домішок азоту в діамантах, ступеня агрегації азотних центрів і розрахованих можливих температур перебування діамантів у мантиї виокремлюються групи кристалів, що може бути ознакою як різних мантийних асоціацій діамантів, так і їхніх різних корінних джерел. За новими ізотопно-геохімічними даними розсіпні діаманти характеризуються досить широким діапазоном і полімодальністю їхнього розподілу на шкалі ізотопного складу вуглецю, що може свідчити про ізотопну негомогенність діамантного вуглецю, полігенез самих діамантів і про різноманітність їхніх корінних джерел в Україні.

Зокрема багаті на азот діаманти з неогенового розсіпу Самоткань характеризуються легким ізотопним складом вуглецю, що, як вище зазначено, й може бути ознакою їхнього еклогітового середовища кристалізації. Водночас в деяких самотканських діамантах наявні включення мінералів перидотитової асоціації — олівін та ортопіроксен. За набором мінеральних і флюїдних включень самотканські діаманти, як і за іншими показниками, не відмінні від традиційних літосферних діамантів класичних діамантоносних провінцій світу (Якутської, Південно-Африканської тощо). У складі флюїдних включень у розсіпних діамантах виявлено карбонати, силікати, оксиди, сульфід, га-логеніди; карбонатна складова переважає.

Зеленим діамантам із неогенових (балтських) і четвертинних теригенних відкладів Побужжя — Придністров'я характерні високий вміст домішок одиночних атомів азоту, низький ступінь агрегації азотних домішок і вузький інтервал значень ізотопного складу вуглецю. Морфологічне розмаїття зелених діамантів (особливо наявність серед них тетрагексаедроїдів і кубів) може свідчити про їхню еклогітову асоціацію. Низький ступінь агрегації азотних центрів у зелених діамантах вказує на їхнє нетривале перебування в мантийних умовах з часу їхнього утворення, або, навіть, про їхній відносно "молодий" вік. Корінні джерела зелених діамантів слід шукати на північний захід від області поширення балтських відкладів, оскільки

ки джерелом теригенного матеріалу для їхнього формування були як місцеві давніші осадові породи, так і кори вивітрювання кристалічних порід Дністровсько-Бузького мегаблоку УЩ.

Насамкінець, підсумуємо дані досліджень діамантів із білокоровицьких протерозойських конгломератів і пісковиків Волині. Відносно малоазотні діаманти з цих порід за даними інфрачервоної спектроскопії є різнотемпературними за мантийного перебування кристалами, з достатньо великим ступенем агрегації азотних центрів. Тому можна говорити про їхнє тривале перебування у різнотемпературних мантийних джерелах, як і про їхній архейсько-ранньопротерозойський вік. Результати морфологічних, спектроскопічних та ізотопних досліджень діамантів із білокоровицьких протерозойських метасадових порід побіжно вказують на їхні можливі мантийні асоціації — насамперед, еклогітову, менш імовірну гарцбургітову та лерцолітову, тобто білокоровицькі діаманти за середнім вмістом домішок азоту більше тяжіють до еклогітової мантийної асоціації, ніж до перидотитової. Тоді як за ізотопним складом вуглецю білокоровицькі діаманти можна зіставити з кімберлітовими або лампроїтовими діамантами перидотитової й еклогітової асоціацій. Корінними породами для білокоровицьких діамантів найімовірніше є кімберліти чи лампроїти віком понад 1800 млн рр. Знайдені серед білокоровицьких діамантів інтенсивно обкатані кристали можуть свідчити про їхнє тривале та довге транспортування від корінного джерела до місця акумуляції.

Прогноз корінних діамантоносних тіл. Тут ми майже повторюємо наш давніший прогноз [29], який не втратив актуальності й нині. Нові дані з мінералогії українських діамантів лише підтвердили головні положення цього прогнозу. Раніше нами відзначено позитивні щодо корінної діамантоносності структурно-тектонічні та палеодинамічні характеристики території України. Найперше це стосується УЩ, який має типовий архон — Середньопридніпровський мегаблок. До того ж, оточення щита представлено різновіковими рифтогенами, які разом визначають високу перспективність його території та схилів щодо пошуків тут корінних джерел мантийних діамантів. Окрім ранньопротерозойських субдукційних та колізійних обстановок, відповідальних за акрецію епіархейських геоблоків щита, головними активізаційними етапами на УЩ були відносно

довготривалі періоди розвитку таких регіональних структур як: а) пізньопротерозойського попередника Дніпровсько-Донецького авлакогену і пов'язаних з ним структур (лінеament "В" в південно-західній частині щита тощо); б) пізньопротерозойського (вендського) ареалу трапів Волині та Подільського здвигу; в) середньопалеозойських рифтогенів — Прип'ятської та Дніпровсько-Донецької западин і Донецького кряжу. Саме під час таких масштабних і потужних геологічних процесів могли генеруватися діамантопродуктивні породи. Якщо ще врахувати характер розподілу знахідок кристалів розсипного діаманту, їхню можливу генетичну належність, можливий вік і тип їхніх транспортерів у земну кору, то для різних мегаблоків УЩ і його схилів прогнозуються різні першоджерела і мантийні асоціації діамантів у них. Так, для Середньопридніпровського мегаблоку — це різновікові кімберліти з панівною архейською перидотитовою асоціацією діамантів для центральної частини та кімберліти-лампроїти з панівною протерозойською еклогітовою асоціацією для західної присутньої частини мегаблоку та самої сутури. На цьому ж мегаблочі також можуть бути діамантоносними певні типи коматитів і лампрофірів з діамантами перидотитової й еклогітової асоціацій, а саме в районі розвитку ультрабазитів зеленокам'яних структур і ультрабазитів Криворізької смуги. Решта мегаблоків (Волинський, Дністровсько-Бузький, Росинсько-Тикицький, Інгуло-Інгулецький і Приазовський) є перспективними на різновікові кімберліти-лампроїти з переважно еклогітовою асоціацією протерозойських діамантів, можливо, за винятком північно-західної частини Волинського мегаблоку — протерозойські кімберліти з перидотитовою чи еклогітовою асоціаціями архейського діаманту. Діамантоносними також можуть бути певні типи лампрофірів (лампроїтів) Інгуло-Інгулецького та Приазовського мегаблоків з еклогітовою асоціацією протерозойського діаманту. До найсприятливіших регіонів для пошуків діамантоносних порід віднесено: Середньопридніпровський архон (кімберлітовий генетичний тип), південно-західна частина УЩ з потовщеною корою (лампроїтовий генетичний тип), а також прилеглі до Дніпровсько-Донецького авлакогену схили щита, особливо в межах його архонової частини.

Найпростіший і найдоступніший спосіб перевірки викладеної концепції перспектив ко-

рінної діамантоносності УЩ і його схилів — це добре розроблений шлях вивчення проміжних колекторів діамантів — теригенних утворень різного віку (від протерозою до кайнозою). Не менш важливо звернути особливу увагу на пошуки і вивчення нетрадиційних діамантоносних типів порід. Наприклад, для оптимальної оцінки діамантоносності архейської мантиї Середньопридніпровського та Приазовського мегаблоків, насамперед, потрібно опробувати теригенні відклади Криворізької смуги та Сорочинського зеленокам'яного поясу і бучацьких теригенних відкладів Середнього Придніпров'я. Детальне вивчення останніх допоможе локалізувати район пошуків можливих першоджерел діамантів, зокрема й для діамантів розсипу Самоткань. Окрім того, як зазначено, серед нетрадиційних типів потенційно діамантоносних порід заслуговують вивчення коматити та лампрофіри Середнього Придніпров'я та Приазов'я.

Наукове і прикладне значення. Відкриття українськими геологами дрібних діамантів у теригенних відкладах України призвело до постановлення проблеми мікрокристалів діаманту в світі загалом з метою визначення їхнього значення для вивчення природи діаманту та прогнозу і пошуку діамантних родовищ. Такий новий напрям досліджень в діамантній мінералогії згодом сприяв виявленню мікрокристалів діаманту в метаморфічних породах, імпактних діамантів у метеоритних кратерах і розсипах та до інтенсивного вивчення мікрокристалів діаманту з кімберлітів, лампроїтів, лампрофірів тощо.

Незаперечною є важливість мікро- і макрокристалів діаманту з теригенних відкладів України як головного аргумента діамантоносності її надр, а точне з'ясування їхньої природи може бути одним із вирішальних прогнозних і пошукових критеріїв для відкриття діамантних родовищ. За певного довивчення можливе технічне застосування деяких типів мікрокристалів діаманту з неогенових розсипів України в галузі високих технологій, до того ж їхні пристойні абразивні властивості вже доведено. Безумовною є цінність певних мікрокристалів діаманту (фіолетові, бузкові, зелені і жовті кристали) як колекційного матеріалу. Також оскільки такі кристали належать до рідкісних природних утворень, то вони можуть служити матеріалом для подальших наукових досліджень.



Рис. 9. Полісинтетичні двійники по $(11\bar{2}1)$ імпактного апографітового мікродіаманту з метеоритного кратера Білилівка. ТЕМ знімок

Fig. 9. Polysynthetic twins on $(11\bar{2}1)$ of impact apographitic microdiamond from the Bilylivka meteorite crater. TEM image

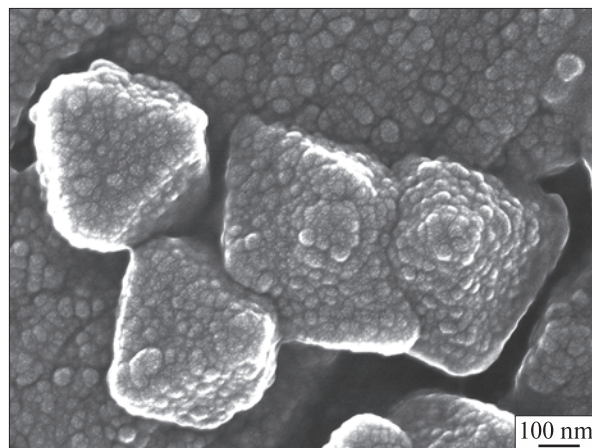


Рис. 10. Глобулярні октаедричні нанокристали діаманту на площині (0001) імпактного апографітового мікродіаманту з метеоритного кратера Білилівка. РЕМ знімок

Fig. 10. Globular octahedral diamond nanocrystals on (0001) plane of impact apographitic microdiamond from the Bilylivka meteorite crater. SEM image

Імпактні діаманти. Мінералогію імпактних діамантів із метеоритних кратерів України добре висвітлено в певних публікаціях, як і обґрунтованість їхньої природи [1—4, 7, 11, 16, 25]. Детально український внесок у мінералогію імпактних діамантів розглянуто в публікації А.А. Вальтера [1]. Найкраще вивченими є імпактні діаманти з кратера Білилівка та неогенового розсипу Самоткань [11, 16, 25]. Певним здобутком тут є нові дані про легкий ізотопний склад вуглецю для індивідуальних кристалів діаманту [32]. Не менш важливими є отримані різні спектральні характеристики імпактних

діамантів, які вказують на їхню своєрідність. Генезис цих діамантів надійно доведено, вони є ударно-метаморфічними апографітовими утвореннями — параморфозами. Найвагомішими аргументами природи такого імпактного діаманту є його апографітова морфологія, специфічна мікротопографія граней {0001} з новими скульптурами, характерна анатомія, полікристалічна та полісинтетична двійникова будова, багатофазовий склад (діамант, лонсдейліт, графіт), закономірні структурні взаємовідношення цих фаз, ізотопний склад вуглецю та його відповідність складу вуглецю графіту з вмісних кратер кристалічних порід, склад і вміст домішок та специфічні фізичні властивості. Також А.А. Вальтер розрахував вміст імпактного діаманту в кожному метеоритному кратері України [2, 3]. Кристали імпактного діаманту в усіх кратерах дрібні (до 0,2–0,3 мм в діаметрі), їх видобуток не на часі, оскільки потрібна їхня усебічна оцінка на предмет різноманітного використання. Все ж один з цих кратерів — кратер Білилівка, за запасами можна віднести до родовища діамантів і здійснені технологічні дослідження мінералу як абразивної речовини дали позитивний результат.

Відзначимо лише цікаві пізнавальні факти з мінералогії українських імпактних діамантів. Один з них — характерне майже для кожного кристала полісинтетичне двійникування по площині (11 $\bar{2}$ 1) (рис. 9) є індикатором особливостей внутрішньої структури цих діамантів. Таке двійникування, так само як на кристалах графіту, є проявом механічного впливу, тільки на кристалах графіту воно є відносно рідкісним і не таким інтенсивним як звично на кристалах апографітового діаманту. Ще варто згадати вперше зафіксоване на параморфозах діаманту з кратеру Білилівка унікальне явище некласичного утворення нано-мікробогатогранників діаманту, коли на поверхні (0001) параморфози внаслідок закономірного впорядкованого поєднання глобул — їхнього орієнтованого зростання утворюються октаедри (рис. 10), кубо-октаедри та куби цього мінералу. Імовірно ці кристали виникали із газової фази одразу після утворення параморфоз.

Завдання. Потрібно відзначити, що вивчені колекції кристалів мантийного діаманту з різних розсіпів України, крім колекції самотканських діамантів, не завжди є представницькими. Звідси у порівняльному плані такими є і отримані результати досліджень діамантів. Тому необхідне подальше напрацювання колекцій діамантів із більшості різновікових розсіпів. Майбутні дослідження українських розсіпних діамантів повинні охопити ширше та детальніше вивчення їхніх домішок, ізотопно-геохімічних показників, мінеральних і флюїдних включень в кристалах з метою уточнення їхнього генезису. Для пошуку корінних діамантоносних порід особливо важливо встановити абсолютний вік діамантів та час геологічних подій, які сприяли попаданню в земну кору цих порід. Отже, першочерговим завданням є необхідність визначити вік діамантів і з протерозойських, і, особливо, з неогенових теригенних відкладів УЩ. Це надасть змогу визначити з якими масштабними неординарними геологічними явищами на УЩ можуть бути пов'язані і процеси утворення діамантів, і процеси проникнення до земної поверхні мантийних діамантоносних порід. Особливо гостро стоїть питання — яка мантийна порода є транспортером діамантів, знайдених у неогенових пісках, що потрібно з'ясувати хоча би опосередковано через вивчення супутніх мінералів. У підсумку отримані дані сприятимуть відкриттю родовищ діамантів в Україні і, насамперед, допоможуть складати обґрунтовані прогнози їхніх пошуків.

Що стосується вивчених імпактних діамантів України, то їхнє імпактне апографітове походження, судячи за морфологією, структурою, фазовим складом, домішками, ізотопним складом вуглецю та іншими мінералогічними ознаками, не викликає жодних сумнівів. Тому тут виникає тільки суто науковий інтерес щодо пошуків у імпактих кратерів проявів нових фаз вуглецю та форм їхньої кристалізації, які могли виникати за таких потужних і миттєвих ударних подій як падіння метеоритів. У разі успіху ці фази доповнять перелік індикаторів імпактних явищ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вальтер А.А. Український внесок до мінералогії імпактних утворень. *Зап. Укр. мінерал. тов-ва*. 2005. **2**. С. 62–85.
2. Вальтер А.А., Гурский Д.С., Еременко Г.К. Алмазоносность астроблем Украины и природа образования высоких концентраций импактных алмазов. *Минерал. журн.* 1998. **20**, № 6. С. 48–63.

3. Вальтер А.А., Гурский Д.С., Еременко Г.К., Бочко А.Б. Импактные алмазы новый вид минерального сырья Украины. *Мінеральні ресурси України*. 1999. № 3. С. 16—22.
4. Вальтер А.А., Еременко Г.К., Квасница В.Н., Полканов Ю.А. Ударно-метаморфогенные минералы углерода. Киев: Наук. думка, 1992. 172 с.
5. Вальтер А.А., Фисенко А.В., Семенова Л.Ф., Стариков В.Г., Бурмистрова В.В. Алмаз, графит и муассанит хондрита Крымка. *Докл. Нац. акад. наук Украины*. 1995. № 1. С. 90—92.
6. Гейко Ю.В., Гурский Д.С., Лыков Л.И., Металиди В.С., Павлюк В.Н., Приходько В.Л., Цымбал С.Н., Шимкив Л.М. Перспективы коренной алмазоносности Украины. Киев-Львов: Изд-во Центр Европы, 2006. 200 с.
7. Гуров Е.П., Гурова Е.П., Сокур Т.М. Импактные алмазы в породах Западной астроблемы. *Мінеральні ресурси України*. 1999. № 3. С. 30—32.
8. Ільченко К.О., Квасница В.М., Таран М.М. Мікроалмази із кімберлітів і розсіпні алмази України: їх особливості за даними інфрачервоної спектроскопії. *Зап. Укр. мінерал. тов-ва*. 2007. 4. С. 13—37.
9. Исаенко С.И., Квасница В.Н. Рамановская спектроскопия микроалмазов Самотканской неогеновой россыпи (Украина). *Материалы междунар. конф. "Юшкинские чтения — 2014"*. Сыктывкар, 2014. С. 181—182.
10. Квасница В.Н. Мелкие алмазы. Киев: Наук. думка, 1985. 215 с.
11. Квасница В.М. Імпактні алмази з неогенового розсіпу Самоткань, Середнє Придніпров'я. *Мінерал. журн.* 2019. 41, № 4. С. 3—12. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.41.04.003>
12. Квасница В.М. Кристаломорфологія та походження мікродіамантів із неогенового розсіпу Самоткань (Середнє Придніпров'я). *Мінерал. журн.* 2020. 42, № 1. С. 12—23. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.01.012>
13. Квасница В.М. Діаманти з теригенних відкладів басейнів рік Дністер і Південний Буг. *Мінерал. журн.* 2020. 42, № 3. С. 3—16. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.03.003>
14. Квасница В.М. Про діаманти Інгудо-Інгудельського мегаблоку (Український щит). *Мінерал. журн.* 2021. 43, № 1. С. 87—96. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.01.087>
15. Квасница В.М. Мікродіаманти з неогенового розсіпу Зелений Яр (Росинсько-Тікицький мегаблок Українського щита). *Мінерал. журн.* 2021. 43, № 2. С. 3—11. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.02.003>
16. Квасница В.М., Вірт Р., Цимбал С.М. Наномікроморфологія і анатомія кристалів імпактного алмазу з Білілівської (Західної) астроблеми (Український щит). *Мінерал. журн.* 2015. 37, № 4. С. 36—45. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
17. Квасница В.М., Таран М.М., Вірт Р., Віденбек М., Томас Р., Лупашко Т.М., Ільченко К.О. Нові дані про українські алмази. *Мінерал. журн.* 2005. 27, № 4. С. 47—58. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
18. Лупашко Т.Н., Тарашан А.Н., Квасница В.Н., Кутузова Т.Я. О некоторых особенностях фотолюминесценции кристаллов алмаза из россыпей Украины. *Мінерал. журн.* 1999. 21, № 2/3. С. 13—21.
19. Металіди В.С., Павлюк В.М., Приходько В.Л. Алмазоносність південно-західної частини Українського щита і його схилів. *Мінеральні ресурси України*. 1999. № 3. С. 9—12.
20. Палкіна О.Ю., Решетняк Н.Б., Єзерський В.О. Спектри комбінаційного розсіювання світла в алмазах з теригенних відкладів України. *Матеріали наук. конф., присвяч. 90-річчю від дня народж. акад. В.С. Соболева* (Львів, 8—10 черв. 1998 р.). Львів, 1998. С. 35—40.
21. Палкіна Е.Ю., Смирнов Г.И., Чашка А.И. Алмазы Украины: региональная, возрастная и генетическая приуроченность. *Мінеральні ресурси України*. 1999. № 11. С. 11—22.
22. Палкіна О.Ю., Фалькович О.Л. Мінералогічні пошукові ознаки для оцінки перспектив діамантоносності надр України (за фізіографічними та фотолюмінесцентними даними). *Мінерал. журн.* 2021. 43, № 1. С. 68—86. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.01.068>
23. Полканов Ю.А. Мелкие алмазы песчаных отложений: распространение, свойства, происхождение, значение. Симферополь: СПД Барановский А.Э., 2009. 228 с.
24. Тарашан А.Н., Лупашко Т.Н. Новые данные о спектрах фотолюминесценции природных алмазов. *Мінерал. журн.* 1999. 21, № 2/3. С. 39—44.
25. Цымбал С.Н., Квасница В.Н., Цымбал Ю.С., Мельничук Э.В. Алмаз из импаكتитов Белиловской (Западной) астроблемы (Украинский щит). *Мінерал. журн.* 1999. 21, № 2/3. С. 45—52.
26. Хренов А.Я., Палкіна Е.Ю. Люминесцентно-спектральные особенности алмазов Украины. *Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений: Тр. Междунар. науч.-практ. конф.* (Симферополь-Судак, 21—23 сент. 1999 г.). Симферополь, 2000. С. 134—139.
27. Юрк Ю.Ю., Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А., Еременко Г.К., Яловенко И.П. Алмазы песчаных отложений Украины. Киев: Наук. думка, 1973. 167 с.
28. Kaminsky F.V., Khachatryan G.K. Characteristics of nitrogen and other impurities in diamond as revealed by infrared absorption data. *Canad. Mineral.* 2001. 39. P. 1733—1745. <https://doi.org/10.2113/gscanmin.39.6.1733>
29. Kvasnytsya V.M., Glevassky Ye.B., Kryvdik S.G. Paleotectonic, petrological and mineralogical criteria of diamond-bearing ability of the Ukrainian Shield. *Mineral. Journ. (Ukraine)*. 2004. Vol. 26, № 1. P. 24—40.
30. Kvasnytsya V.M., Kaminsky F.V. Unusual green Type Ib-Iab Dniester-type microdiamonds from Ukrainian placers. *Mineral. and Petrol.* 2021. 115. P. 149—160. <https://doi.org/10.1007/s00710-020-00732-w>
31. Kvasnytsya V.M., Shumlyanskyy L.V. Native gold and diamonds from the Palaeoproterozoic terrigenous rocks of the Bilokorovychi basin, North-Western region of the Ukrainian Shield. *Мінерал. журн.* 2018. 40, № 3. С. 23—38. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.40.03.023>

32. Kvasnitsa V.N., Silaev V.I., Smoleva I.V. Carbon isotopic composition of diamonds in Ukraine and their probable polygenetic nature. *Geochem. Int.* 2016. **54**, № 11. P. 948–963. <https://doi.org/10.1134/S0016702916090020>
33. Kvasnytsya V.M., Wirth R. Nanoinclusions in microdiamonds from Neogenic sands of the Ukraine (Samotkan' placer): a TEM study. *Lithos.* 2009. **113**, № 3–4. P. 454–464. <https://doi.org/10.1016/J.LITHOS.2009.05.019>
34. Shirey B.S., Cartigny P., Frost J.D., Keshav Sh., Nestola F., Nimis P., Pearson G.D., Sobolev V.N., Walter J.M. Diamonds and the geology of mantle carbon. *Revs Mineral. and Geochem.* 2013. **75**. P. 355–421. <https://doi.org/10.2138/rmg.2013.75.12>
35. Stachel T., Harris J.W., Muehlenbachs K. Sources of carbon in inclusion bearing diamonds. *Lithos.* 2009. **112**. P. 625–637. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.04.017>
36. Taylor W.R., Jagues A.L., Ridd M. Nitrogen-defect aggregation characteristics of some Australasian diamonds: Time-temperature constraints on the source regions of pipe and alluvial diamonds. *Amer. Mineral.* 1990. **75** (11–12). P. 1290–1310.
37. Taran M.N., Kvasnitsa V.N., Valter A.A., Chashka A.I., Palkina E.Yu. Optical spectroscopy study of diamond microcrystals from placers of Ukraine. *Мінерал. журн.* 1998. **20**, № 6. С. 64–71.
38. Taran M.N., Kvasnytsya V.M., Langer K. On unusual deep-violet microcrystals of diamond from placers of Ukraine. *Europ. Journ. of Mineral.* 2004. **16**, No. 2. P. 241–245. <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2004/0016-0241>
39. Taran M.N., Kvasnytsya V.M., Langer K., Ilchenko K.O. Infrared spectroscopy study of nitrogen centers in microdiamonds from Ukrainian Neogenic placers. *Europ. Journ. of Mineral.* 2006. **18**, № 1. P. 71–81. <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2006/0018-0071>

Надійшла 30.06.2021

REFERENCES

1. Valter, A.A. (2005), *Proc. Ukr. Mineral. Soc.*, Vol. 2, Kyiv, UA, pp. 62-85 [in Ukrainian].
2. Valter, A.A., Gursky, D.S. and Eremenko, G.K. (1998), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 20, No. 6, Kyiv, UA, pp. 48-63 [in Russian].
3. Valter, A.A., Gursky, D.S., Eremenko, G.K. and Bochko, A.B. (1999), *Mineral resources of Ukraine*, No. 3, Kyiv, UA, pp. 16-22 [in Russian].
4. Valter, A.A., Eremenko, G.K., Kvasnitsa, V.N. and Polkanov, Yu.A. (1992), *Impact-metamorphogenic carbon minerals*, Nauk. dumka, Kiev, UA, 172 p. [in Russian].
5. Valter, A.A., Fisenko, A.V., Semenova, L.F., Starikov, V.G. and Burmistrova, V.V. (1995), *Reports of Nat. Acad. Sci.*, No. 1, Kyiv, UA, pp. 90-92 [in Russian].
6. Geyko, Yu.V., Gurskiy, D.S., Lykov, L.I., Metalidi, V.S., Pavlyuk, V.N., Prihodko, V.L., Tsymbal, S.M. and Shimkiy, L.M. (2006), *Prospects for indigenous diamond content in Ukraine*, Publ. house "Center of Europe", Kiev-Lvov, UA, 200 p. [in Russian].
7. Gurov, E.P., Gurova, E.P. and Sokur, T.M. (1999), *Mineral resources of Ukraine*, No. 3, Kyiv, UA, pp. 30-32 [in Russian].
8. Ilchenko, K.O., Kvasnytsya, V.M. and Taran, M.M. (2007), *Proc. Ukr. Mineral. Soc.*, Vol. 4, Kyiv, UA, pp. 13-37 [in Ukrainian].
9. Isaenko, S.I. and Kvasnitsa, V.N. (2014), *Materials of the Int. Conf. "Yushkin Readings - 2014"*, Syktyvkar, RU, pp. 181-182 [in Russian].
10. Kvasnitsa, V.N. (1985), *Small diamonds*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 216 p. [in Russian].
11. Kvasnytsya, V.M. (2019), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 41, No. 4, Kyiv, UA, pp. 3-12 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.41.04.003>
12. Kvasnytsya, V.M. (2020), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 42, No. 1, Kyiv, UA, pp. 12-23 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.01.012>
13. Kvasnytsya, V.M. (2020), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 42, No. 3, Kyiv, UA, pp. 03-16 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.03.003>
14. Kvasnytsya, V.M. (2021), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 43, № 1, Kyiv, UA, pp. 87-96 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.01.087>
15. Kvasnytsya, V.M. (2021), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 43, No. 2, Kyiv, UA, pp. 03-11 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.02.003>
16. Kvasnytsya, V.M., Wirth, R. and Tsymbal, S.M. (2015), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 37, No. 4, Kyiv, UA, pp. 36-45 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
17. Kvasnytsya, V.M., Taran, M.M., Wirth, R., Widenbeck, M., Thomas, R., Lupashko, T.M. and Il'chenko, K.O. (2005), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 27, No. 4, Kyiv, UA, pp. 47-58 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
18. Lupashko, T.N., Tarashchan, A.N., Kvasnitsa, V.N. and Kutuzova, T.Ya. (1999), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 21, No. 2-3, Kyiv, UA, pp. 13-21 [in Russian].
19. Metalidi, V.S., Pavlyuk, V.M. and Prykhodko, V.L. (1999), *Mineral resources of Ukraine*, No. 3, Kyiv, UA, pp. 9-12 [in Ukrainian].
20. Palkina, O.Yu., Reshetnyak, N.B. and Ezerskiy, V.O. (1998), *Materials of sci. conf., dedicated. 90th anniversary of his birth. acad. V.S. Sobolev (Lviv, June 8-10, 1998)*, Lviv, UA, pp. 35-40 [in Ukrainian].

21. Palkina, E.Yu., Smirnov, G.I. and Chashka, A.I. (1999), *Mineral resources of Ukraine*, No. 11, Kyiv, UA, pp. 11-22 [in Russian].
22. Palkina, O.Yu. and Falkovych, O.L. (2021), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 43, No. 1, Kyiv, UA, pp. 68-86 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.01.068>
23. Polkanov, Yu.A. (2009), *Fine diamonds of sand deposits: distribution, properties, origin, value*, SPD Baranovsky A.E. publ., Simferopol, UA, 228 p. [in Russian].
24. Tarashchan, A.N. and Lupashko, T.N. (1999), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 21, No. 2-3, Kyiv, UA, pp. 39-44 [in Russian].
25. Tsymbal, S.N., Kvasnitsa, V.N., Tsymbal, Yu.S. and Melnichuk, E.V. (1999), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 21, No. 2-3, Kyiv, UA, pp. 45-52 [in Russian].
26. Khrenov, A.Ya. and Palkina, E.Yu. (2000), *Materials Int. Conf. (Simferopol-Sudak, 21-23.09.1999)*, Simferopol, UA, pp. 134-139 [in Russian].
27. Yurk, Yu.Yu., Kashkarov, I.F., Polkanov, Yu.A., Eremenko, G.K. and Yalovenko, I.P. (1973), *Diamonds from sands of Ukraine*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 167 p. [in Russian].
28. Kaminsky, F.V. and Khachatryan, G.K. (2001), *Canad. Mineral.*, Vol. 39, pp. 1733-1745. <https://doi.org/10.2113/gscanmin.39.6.1733>
29. Kvasnytsya, V.M., Glevassky, Ye.B. and Kryvdik, S.G. (2004), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 26, No. 1, Kyiv, UA, pp. 24-40.
30. Kvasnytsya, V.M. and Kaminsky, F.V. (2021), *Mineral. and Petrol.*, Vol. 115, pp. 149-160. <https://doi.org/10.1007/s00710-020-00732-w>
31. Kvasnytsya, V.M. and Shumlyanskyy, L.V. (2018), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 40, No. 3, Kyiv, UA, pp. 23-38. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.40.03.023>
32. Kvasnitsa, V.N., Silaev, V.I. and Smoleva, I.V. (2016), *Geochem. Int.*, Vol. 54, No. 11, pp. 948-963. <https://doi.org/10.1134/S0016702916090020>
33. Kvasnytsya, V.M. and Wirth, R. (2009), *Lithos*, Vol. 113, No. 3-4, pp. 454-464. <https://doi.org/10.1016/J.LITHOS.2009.05.019>
34. Shirey, B.S., Cartigny, P., Frost, J.D., Keshav, Sh., Nestola, F., Nimis, P., Pearson, G.D., Sobolev, V.N. and Walter, J.M. (2013), *Revs Mineral. and Geochem.*, Vol. 75, pp. 355-421. <https://doi.org/10.2138/rmg.2013.75.12>
35. Stachel, T., Harris, J.W. and Muehlenbachs, K. (2009), *Lithos*, Vol. 112, pp. 625-637. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.04.017>
36. Taylor, W.R., Jagues, A.L. and Ridd, M. (1990), *Amer. Mineral.*, Vol. 75 (11-12), pp. 1290-1310.
37. Taran, M.N., Kvasnitsa, V.N., Valter, A.A., Chashka, A.I. and Palkina, E.Yu. (1998), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 20, No. 6, Kyiv, UA, pp. 64-71.
38. Taran, M.N., Kvasnytsya, V.M. and Langer, K. (2004), *Europ. Journ. of Mineral.*, Vol. 16, No. 2, pp. 241-245. <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2004/0016-0241>
39. Taran, M.N., Kvasnytsya, V.M., Langer, K. and Ilchenko, K.O. (2006), *Europ. Journ. of Mineral.*, Vol. 18, No. 1, pp. 71-81. <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2006/0018-0071>

Received 30.06.2021

V.M. Kvasnytsya, DrSc (Mineralogy and Crystallography), Prof., Head of Department
M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: vmkvas@hotmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-3692-7153>

DIAMONDS OF UKRAINE: RESULTS AND GOALS

Diamonds from Ukraine were studied in terms of their separation into their geological and genetic types, distribution and occurrence, the ages of their host rocks, and their nature in Proterozoic and Neogene age sediments. The diamonds are variable in morphology, internal structure, concentration and degree of aggregation of nitrogen centers, carbon isotopes and mineral inclusions. Placer diamonds, primarily from Neogene sands, are anomalous in many respects. They are mostly extremely small, polyhedral, and morphologically diverse showing octahedral, rhombic dodecahedral and cubic forms and they have various colors. In addition to the large heterogeneity in nitrogen concentrations, many diamonds are characterized by a low degree of aggregation of nitrogen centers, which indicates short mantle residence times. Depending on the nitrogen impurity content, the degree of aggregation of nitrogen centers and the possible temperatures of crystallization, several types of diamonds are distinguished in the studied sedimentary placers. According to new isotope-geochemical data, placer diamonds are characterized by a wide range of carbon isotopic composition. This may indicate isotopic inhomogeneity of diamond carbon, different modes of formation and chemical variability in their source regions. Impact diamonds from meteorite craters and Neogene sedimentary deposits of Ukraine are paramorphoses from graphite with similar morphological, isotopic and structural characteristics. The goals of future research of Ukrainian diamonds are discussed.

Keywords: diamond, crystal morphology, carbon isotopic composition, nitrogen centers, mineral and fluid inclusions, placers, meteorite craters, the Ukrainian Shield.