

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.01.068>
УДК 549.211

О.Ю. Палкіна, канд. геол.-мін. наук
Українське мінералогічне товариство
03142, м. Київ, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 34
E-mail: e_leyka@ukr.net; <http://orcid.org/0000-0003-0513-9098>

О.Л. Фалькович, канд. геол. наук, директор
ТОВ "Геологічна сервісна компанія"
04070, м. Київ, Україна, вул. Боричів Тік, 22А
E-mail: falkovich.oleksii@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-3974-9938>

МІНЕРАЛОГІЧНІ ПОШУКОВІ ОЗНАКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ПЕРСПЕКТИВ ДІАМАНТОНОСНОСТІ НАДР УКРАЇНИ (ЗА ФІЗІОГРАФІЧНИМИ ТА ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНТНИМИ ДАНИМИ)

Розглянуто деякі важливі питання щодо застосування методів пошуків родовищ діамантів за прямими пошуковими ознаками — знахідками діамантів та індикаторних мінералів кімберлітів (ІМК). Названі ймовірні причини низької результативності шліхомінералогічного методу в пошуках родовищ діамантів в Україні. Стаття побудована на матеріалах дослідження діамантів, знайдених у різновікових розсипах України (~1300 кристалів); діамантів із кімберлітів Архангельської провінції (~6000 кристалів); діамантів із метаморфічних порід казахстанського родовища Кумди-Коль (~200 кристалів); Якутської провінції (~600 кристалів із корінних джерел і ~700 з розсипів). Для всіх цих кристалів зроблений фізіографічний опис і зафіксовано інтенсивність і колір фотолюмінесценції (ФЛ). Для частини кристалів було знято орієнтовно 600 спектрів за температури 77 К. Для діамантів "дністерського" типу й деяких високодефектних діамантів із українських розсипів наведено дані раманівської спектроскопії. Матеріал щодо індикаторних мінералів кімберлітів частково є результатом власних досліджень, частково залучений із літературних джерел. Проаналізовано знахідки діамантів у теригенних відкладах України, їхню територіальну і вікову приуроченість, можливі джерела надходження. Виконано порівняння діамантів із теригенних відкладів України з діамантами корінних родовищ різного генетичного типу. Для порівняння вивчено діаманти, отримані (за повного їх вилучення з валових технологічних проб) з деяких кімберлітових трубок Архангельської провінції. Виконано фізіографічний опис і встановлено гранулометричний і морфологічний розподіл діамантів у цих трубках. На підставі вказаних досліджень зроблено переконливі висновки щодо ознак промислової діамантоносності кімберлітових тіл цієї провінції. Вивчення великої кількості діамантів, вилучених із неогенових та інших розсипів України, дало можливість здійснити порівняльне дослідження не лише за морфологією і кольором фотолюмінесценції, а й за частотою зустрічальності центрів фотолюмінесценції (спектри знято за температури 77 К). Ці діаманти ми порівняли із кристалами з промислових кімберлітових тіл Архангельської і Якутській провінцій. Фізичні властивості українських діамантів є подібними до властивостей діамантів із кімберлітів і водночас дещо відмінні. Визначено контрастні ознаки діамантів різного генетичного типу. Встановлено, що діаманти, знайдені у відкладах білокоровицької світи, мають ознаки кімберлітових, а характер їхніх поверхонь і набір центрів ФЛ вказують на тривале перебування в різновікових осадових колекторах. Дослідження діамантів і ІМК, знайдених на території Кіровоградського блоку Українського щита (УЩ), виявило, що відома ділянка Грузька має перспективи і варта подальшого мінерало-технологічного випробування. Хімічний склад піропу, хромдіюсиду, ільменіту, хромшпінелідів із кімберлітових тіл Приазовського блоку УЩ вказує на їх недіамантоносність або непромислову діамантоносність, що підтверджується нечисленними (три кристали) знахідками природних діамантів. Установлено, що вилучені з цих порід зелені мікродіаманти виявилися техногенним засміченням. Численні діаманти з полтавсько-сарматських розсипів мають специфічну морфологію і фізичні властивості. Джерелом діамантів з узбережжя Чорного моря є полтавсько-сарматські розсипи, а джерело

Цитування: 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>

нечисленних діамантів, які мають ознаки кімберлітових, на узбережжі Азовського моря не виявлено. На підставі виконаного аналізу зроблено висновок, що територія України має чіткі перспективи відкриття родовищ діамантів. З урахуванням нинішньої економічної доцільності та сучасного ступеня вичерпності діамантоносності території України, першочергові пошуки кімберлітових джерел діамантів, на нашу думку, треба здійснити у північно-західній (Овруцько-Білокорочицькій) частині, а також у межах Придніпровського і Кіровоградського блоків УЩ. У ході виконання пошукових робіт потрібно відмовитись від аналізування ІМК розміром менше за 1 мм і приділяти увагу переважно піропам як найінформативнішим ІМК. Обов'язковою умовою подальших геологорозвідувальних робіт із пошуку родовищ діамантів має бути проведення великооб'ємного мінерало-технологічного випробування, орієнтованого на виявлення діамантів розміром не менше 1,0 мм. Обмеження досліджуваних фракцій за розмірами дасть змогу не тільки скоротити витрати, але і визначитися з доцільністю пошуків. Тільки за результатами таких досліджень можна буде робити висновки про перспективи промислової діамантоносності виділених площ.

Ключові слова: діамант, теригенні відклади, діамантоносність України, генетичний тип, центр фотолюмінесценції, індикаторні мінерали кімберлітів.

Вступ. Нині легкодоступні великі родовища різних видів корисних копалин, розташовані на освоєних територіях, практично вичерпані. Можливість відкриття таких родовищ ще є, але малоімовірна. Тому перед геологічною наукою стоїть завдання розроблення методів пошуку родовищ на територіях зі складною геологічною ситуацією. У плані пошуків родовищ діамантів до таких регіонів належить Україна.

Пошуки родовищ діамантів на території України здійснюють із середини минулого століття. Поштовхом до постановки цих робіт були знахідки порівняно великих діамантів у різновікових теригенних відкладах. З'ясовано, що територія України відповідає розробленим прогнозно-пошуковим критеріям діамантоносності, хоча є різні погляди на можливий характер її проявів [1, 10, 16, 21, 43]. У цій роботі розглянуто питання застосування методів пошуків за прямими пошуковими ознаками, а саме знахідками діамантів і індикаторних мінералів кімберлітів (ІМК)*.

Виконаний в Україні комплекс прогнозно-мінералогічних, геологопошукових і геологорозвідувальних робіт із пошуків діамантових родовищ дав змогу накопичити різноманітні

дані і виділити перспективні площі, але родовища діамантів відкриті не були. У чому ж причини такого стану справ і чи можливо все-таки визначити шляхи розв'язання проблеми пошуків промислових родовищ діамантів в Україні?

Нині відомі три основні геолого-генетичні типи корінних родовищ діамантів: кімберліт-лампроїтовий, імпактітовий, метаморфічний (єдине родовище цього типу відоме в масиві Кокчетав (Казахстан)).

Промислові родовища діамантів пов'язані з породами кімберліт-лампроїтового генезису. Під час пошуків таких родовищ виявлення ІМК і самих діамантів у теригенних відкладах є головними доказами наявності власне родовищ діамантів. Очевидно, що наявність діамантів і ІМК може слугувати основою для постановки пошукових робіт. Саме тому в Україні було поставлено завдання пошуків ореолів локального поширення діамантів кімберлітового типу й ІМК.

На виділених перспективних площах для їхньої оцінки та категоризації виконано шліхомінералогічне випробування. Його результати призвели до уточнення меж перспективних площ, однак розташування джерел надходження діамантів і ІМК виявити не змогли. Аналіз даних, отриманих під час цього випробування, дав підстави для висновку, що шліхомінералогічний метод в умовах території України не дає змоги знайти джерела зносу діамантів і ІМК. Чому ж такий, на перший погляд, результативний метод "не працює" в Україні? Адже він призвів до відкриття корінних діамантових родовищ в Якутії. Родовища Канади і Австралії також були відкриті за прямими пошуковими ознаками — знахідками ІМК.

Спробуємо відповісти на це питання. Шліхомінералогічний метод — один із найліпше

* Стаття отримала зауваження від деяких рецензентів, які вважають, що заперечуючи роль індикаторних мінералів кімберлітів для пошуку корінних родовищ діамантів на території України, автори у тексті статті чітко не розрізняють індикаторні мінерали кімберлітів та індикаторні мінерали їхньої діамантоносності. Пропонуючи шукати родовища діамантів за самими діамантами, тим не менше весь час звертаються до індикаторних мінералів кімберлітів, хоча відомо, що знахідки діамантів в Україні є результатом саме шліхомінералогічних пошуків. Однак викладені авторами матеріали щодо морфології та спектральних типів фотолюмінесценції діамантів і зроблені з них висновки є вкрай важливими.

розроблених і ефективних методів пошуку родовищ діамантів. Ефективність його визначена такими основними факторами: типоморфізмом ІМК, вміст яких у породі перевищує вміст самого діаманту, їхня порівняно проста діагностика, наявність напрацьованих на засадах типоморфізму ІМК мінералогічних критеріїв діамантоносності. Найчастіше у пошуках кімберлітів орієнтуються на піроп і пікроільменіт, рідше — на хромшпінеліди, хромдіопсид і олівін. Інші ІМК застосовують обмежено, хоча їхні типоморфні ознаки відомі.

Для всіх цих мінералів основною ознакою, яка дає підстави віднести їх до ІМК, є хімічний склад. Окрім того, для визначення пошукового значення мінералів (під час пошукових робіт) не менш важливими є ознаки, які можна встановити в процесі фізіографічного опису мінералів і які надають додаткові підтвердження їхньої належності до ІМК [3, 20].

Шліхомінералогічний метод, застосований на різних територіях, допоміг визначити загальні закономірності зміни складу ІМК і їхній розподіл під час транспортування з корінного джерела, а також властиві кожній конкретній провінції особливості [3]. Водночас, В.А. Циганов переконливо довів небезпеку застосування цього методу, особливо у разі застосування "скороченої" схеми геологопошукових робіт, на прикладі Якутської й Архангельської алмазонасних провінцій [40, 41].

Низьку результативність цього методу під час геологопошукових робіт на території України можна пояснити кількома причинами.

1. Під час проведення шліхомінералогічного випробування були знайдені гранати піропальмандинового ряду, ільменіти, хромшпінеліди, олівіни і клінопіроксени, які на початкових етапах пошуків було віднесено до ІМК. Але асоціація мінералів кімберлітової трубки є парастеричною і не всі мінерали, що надійшли до колектору з передбачуваного кімберлітового тіла, є парагенетичними супутниками алмазу.

Окрім того, матеріал, який надійшов із кімберлітового тіла, у процесі утворення осадових відкладів перемішується з аналогічними мінералами з інших не діамантоносних порід. Це ускладнювало інтерпретацію отриманих щодо розподілу ІМК даних і, зрештою, призвело до некоректних висновків.

2. ІМК можуть бути перенесені на значні відстані — десятки, іноді сотні кілометрів. І практично завжди відбувається їх неодноразо-

ве перевідкладення, через що зв'язок із джерелом установити вкрай складно (іноді й неможливо), адже знайдені ІМК утворюють не локальний потік розсіювання, а поле. Тобто внаслідок перевідкладення ІМК поширюються по площі. На перевідкладення знайдених піропів, хромшпінелідів, пікроільменіту, крім їх невеликого розміру і слабкої збереженості, опосередковано вказують поодинокі знахідки, часто — відсутність олівіну і хромдіопсиду в цих колекторах. Олівін у вторинних осадових колекторах не зберігається через власну хімічну нестійкість [3]. До того ж колектори на території України мають здебільшого морське походження, що значно ускладнює визначення напрямків зносу.

3. Складнощі у визначенні першоджерела надходження дійсних ІМК спричинені тим, що було проаналізовано всі фракції, зокрема крупністю до 0,1 мм включно. Знахідки зерен ІМК у дрібних фракціях не можуть допомогти у визначенні першоджерел: піропи такої крупності є явно подробленими і неодноразово перевідкладеним матеріалом, а хромшпінелі розміром 0,2 мм і менше надходять у відклади найчастіше з трапової формації, тому, попри близькість до складу хромшпінелі з кімберлітів, не пов'язані з діамантоносними породами. У результаті створюється інформаційний "шум", який не дає змоги зробити коректні висновки про місцезнаходження першоджерела діамантів і ІМК.

Останнім часом виконано численні мікронзондові аналізи і побудовані відповідні діаграми за всіма можливими ІМК. З'ясовано, що знайдені у вторинних колекторах піропи належать здебільшого до лерцолітового і верлітового парагенезисів; до дуніт-гарцбургітового парагенезису можна віднести незначну кількість піропів; у поле діамантової асоціації потрапляють поодинокі зерна. Аналогічна ситуація складається і внаслідок аналізування даних щодо хімічного складу хромшпінелідів, ільменіту, олівіну і клінопіроксену.

Для теригенних відкладів України найменш інформативним у цьому сенсі є ільменіт: поширений у теригенних відкладах мінерал. Виокремлення пікроільменіту (ІМК) з усієї маси ільменіту, вилученого під час випробування, — складне завдання, адже практично всі зерна ільменіту у вторинних колекторах мають різний ступінь окатаності і знахідка зерна зі збереженими первинними поверхнями та іншими

візуальними ознаками пікроільменіту — рідкість. Значна частина зерен ільменіту лейкоксенована, що так само ускладнює виділення можливого ІМК. Низька інформативність ільменіту підтверджується і діаграмами, побудованими за результатами виконаних аналізів [10, 32].

Вилучені хромшпінеліди є інформативнішими за ільменіти. Знахідки олівінів і хромдіоксидів вельми рідкісні.

Усі ці труднощі призвели до того, що, за наявності численних знахідок і виконаних аналізів ІМК, досі не вдалося визначити ореоли поширення парагенетичних супутників діаманту і локалізувати першоджерело надходження їх у теригенні відклади.

У такій ситуації прямою пошуковою ознакою, придатною для пошуків родовищ діамантів і надійнішою в умовах України, є знахідки самих діамантів. Вміст їх у породах низький, порівняно з іншими мінералами, але цей недолік, як прямої пошукової ознаки, частково компенсується стійкістю під час переміщення у вторинні колектори.

Пошуки родовищ діамантів за знахідками діаманту — теж складне завдання. Деякі дослідники вважають пошуки родовищ діамантів за знахідками діаманту надто вартісними, а іноді й безперспективними. І не лише тому, що вміст діамантів у породах кімберлітового тіла істотно нижчий від вмісту інших мінералів, які кристалізувалися разом з ним. Складнощі виникають і в процесі інтерпретації знахідок діаманту з теригенних відкладів, оскільки необхідно коректно враховувати типоморфізм діаманту і особливості його поведінки під час перенесення і перевідкладання. Діамант — полігенний мінерал. Його джерелом можуть бути кімберліти і лампроїти, метаморфічні породи, імпактити, космогенна речовина. Для діамантів із кімберлітів визначені два парагенезиси — ультраосновний і еклогітовий. Діаманти з різних порід мають контрастні типоморфні ознаки, які допомагають з високою імовірністю встановити, з яких порід вони надійшли у вторинний колектор. Для території України необхідно враховувати і техногенне забруднення, спричинене широким використанням для буріння коронок, армованих природними і штучними діамантами, а також використання штучних діамантів як абразивів [9, 26].

Методи дослідження, методичні засади та фактичний матеріал. Для з'ясування походження діамантів, знайдених на території Укра-

їни, застосовано таку методику: усі доступні для вивчення діаманти описані авторами покристално відповідно до стандартної фізіографічної схеми [4, 10]. Відповідно, для кожного кристала діаманту визначено розміри, морфологію (габітусний тип), гранну морфологію, наявність двійників або зростків, забарвлення, колір фотолюмінесценції (ФЛ), наявність включень, тріщин, прозорість, збереженість, характер уламків, ознаки древності, наявність плям пігментації. За можливості найцікавіші діаманти вивчено й за допомогою інших методів (ЕПР, рентгеноструктурні методи, запис спектрів ФЛ за температури 77 К, методи інфрачервоної та раманівської спектроскопії, поляризаційно-оптичний метод, ізотопний склад).

Паралельно досліджено діаманти із кімберлітів (корінних родовищ і розсипів), метаморфічних порід, імпактитів інших регіонів світу. Їх описано за схемою, використаною для характеристики діамантів, знайдених на території України.

Для діамантів із кімберлітів визначено морфологічні типи відповідно до класифікацій, розроблених Ю.Л. Орловим і З.В. Бартошинським [5, 23]. Зокрема, вивчено діаманти Архангельської провінції (понад шість тисяч кристалів із трубок Піонерська, Архангельська, імені Ломоносова, Снігурочка) і Якутської провінції з трубок Мир, Удачная, Ситиканська, розсипу Вододільні галечники (понад 1300 кристалів). Для порівняння вибрано діаманти родовищ Архангельської провінції, розташованої в межах Східноєвропейської платформи, яку багато дослідників розглядають як єдину діамантоносну провінцію з двома субпровінціями — Архангельською й Українською. Складено фізіографічний опис діамантів (орієнтовно 200 кристалів) із родовища Кумди-Коль (Казахстан) — єдиного корінного метаморфогенного родовища діамантів. ФЛ всіх цих діамантів охарактеризовано візуально — визначено її колір та інтенсивність свічення.

Унаслідок виконаних досліджень діаманти з кімберлітів і метаморфічних порід об'єднано за морфологією у чотири великі групи: 1 — октаедричного габітусу; 2 — додекаедричного; 3 — комбінаційного габітусу; 4 — кубічного і кубоїдного.

Дані щодо морфології та ФЛ, отримані під час вивчення діамантів із кімберлітів і метаморфічних порід, використано для порівнян-

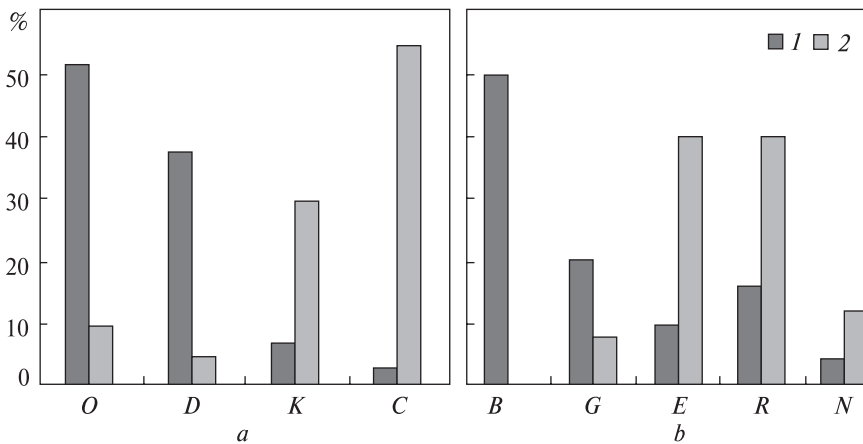


Рис. 1. Розподіл за морфологією і фотолюмінесценцією діамантів із кімберлітів (1200 кристалів) і метаморфічних порід (200 кристалів): 1 — із кімберлітів, 2 — із метаморфічних порід; а — габітус кристалів (тут і далі: О — октаедри, D — додекаедроїди, K — комбінаційні, C — куби); б — колір фотолюмінесценції (тут і далі: B — блакитний, G — зелений, E — жовтий, R — червоний, N — без люмінесценції)

Fig. 1. Distribution by morphology and photoluminescence (PhL) diamonds made of kimberlitic (1200 crystals) and metamorphic rocks (200 crystals): 1 — from kimberlitic, 2 — from metamorphic rocks; a — a habitus of crystals (here in after: O — octahedrons, D — dodecahedrons, K — combination, C — cubes); b — a color of PhL (here in after: B — blue, G — green, E — yellow, R — red, N — without luminescence)

ня. З'ясовано, що найконтрастнішими ознаками діамантів різного генезису є їхня морфологія і ФЛ [28].

Діаманти, які надійшли до теригенних відкладів із імпаکتитів, наділені настільки чіткими морфологічними ознаками, ФЛ і іншими фізичними властивостями, що проблем з їхньою ідентифікацією не виникає [18, 34]. Складніше розділити за вказаними ознаками діаманти з кімберлітів (особливо еклогітового парагенезису) і метаморфічних порід, але аналізуючи сукупність діамантів, вилучених із проб, це зробити можна через зіставлення з сукупностями діамантів із кімберлітів і метаморфічних порід [3, 22].

Для визначення генетичного типу знайдених в українських розсипах діамантів і виявлення закономірностей розподілу їх у теригенних відкладах, діаманти розділено за морфологією на чотири великі групи, як і діаманти з корінних родовищ.

За результатами вивчення діамантів із кімберлітів встановлено, що розподіл їх за морфологією такий, %: переважають октаедри — 50 і більше, далі додекаедроїди — 20—35; комбінаційні кристали — менше 10, куби і кубоїди — 3—5. Зі збільшенням частки діамантів еклогітового парагенезису зростає кількість кристалів кубічного габітуса. Природно, що для різних діамантоносних провінцій співвідношення морфологічних груп кристалів може бути істотно різним, але загалом наведені цифри відображають розподіл, характерний для кімберлітових тіл. Розподіл метаморфогенних діамантів у цих групах інший, %: октаедри — до

10; додекаедроїди — 3—7; комбінаційні — 20—30, куби і кубоїди — до 50 (рис. 1).

Розподіл за ФЛ такий: у кімберлітових діамантах переважають синій і блакитний колір ФЛ, обумовлений наявністю центру N3 — у різних тілах від 40 % і більше; потім за зменшенням зустрічальності: зелений, жовтий, червоний і оранжевий, найменше діамантів без люмінесценції. У метаморфогенних діамантах розподіл ФЛ інший, %: синій, блакитний кольори практично не трапляються, зелений — до 10; жовтий — 30—40; червоний і оранжевий — 30—40; без люмінесценції — понад 10 [2, 25—27, 30, 31, 37].

Необхідно наголосити, що парастеричною є не лише асоціація мінералів у кімберлітовій трубці, але й асоціація самих діамантів: тобто безпосередньо у кімберлітовій трубці можуть бути присутні діаманти різних генерацій (стадій утворення). Це показав З.В. Бартошинський у кімберлітових трубках Якутської діамантоносною провінції. І це може бути важливим для пошукових робіт і визначення можливої діамантоносності кімберлітового тіла [6].

Наприклад, під час досліджень, виконаних працівниками Інституту мінеральних ресурсів (м. Сімферополь) у 1980—1990 рр., це положення було підтверджено для кімберлітових трубок Архангельської діамантоносною провінції. Було виконано унікальну роботу — з декількох технологічних проб (вага проби з кожної трубки становила орієнтовно 450 кг) із трубок Поморська, Піонерська, імені Ломоносова, Архангельська і Снігурочка були цілковито вилучені всі діаманти з мінімальним розмі-

ром $>0,001$ мм. Вивчення цих діамантів, виконане О.Ю. Палкіною, дало змогу встановити їхній дійсний розподіл у сукупностях діамантів (найменша становила 263 кристали, найбільша — 850). Виділено три групи кристалів, суттєво відмінних за морфологією, ФЛ і гранулометричним розподілом.

Найбільшою групою за кількістю вилучених кристалів і водночас найменшою за масою була сукупність октаєдрів і їхніх шпінелевих двійників із такими властивостями: прозорі, безбарвні гладкогранні кристали з переважно блакитною, синьою (центр N3), рідше зелено-жовтою (центри N3, N4) ФЛ розміром до 0,5 мм. Другою за числом кристалів групою, в якій сконцентрувалися найбільші діаманти, була сукупність округлих ромбододекаєдрів із різною скульптурою поверхонь і груболамінарних октаєдрів із переважно зелено-жовтою ФЛ (центри N3, N4) розміром від мікродіамантів до 10 мм і більше. Третя група — поодинокі зерна в сукупності: деякі види округлих кристалів, куби, кубоїди і полікристалічні зростки, різні за скульптурою поверхонь, кольором ФЛ (жовто-зелений і жовто-оранжевий — центри N3, N4, 578 нм, GR-1, 630 нм і деякі інші), розміром від мікродіамантів до 4—5 мм. Оскільки частка цієї групи серед вилучених діамантів украй незначна (менше 1 %), то у процесі аналізування розподілу діамантів у кімберлітових тілах ця група була виключена.

Зіставлення двох основних груп діамантів, які власне і складають сукупність діамантів у трубках Архангельської діамантоносною субпровінції, дало змогу встановити, що найчисленніша група плоскогранних октаєдрів представлена лише мікродіамантами розміром до 0,5 мм, друга група (додкаєдроїди і груболамінарні октаєдри) представлена в усіх класах крупності. На підставі відмінностей їхньої морфології та фізичних властивостей зроблено висновок про існування двох основних генерацій діамантів у кімберлітових тілах Архангельської субпровінції, підтверджений згодом іншими дослідниками [17]. Промислове значення має лише генерація додекаєдроїдів і груболамінарних октаєдрів, оскільки тільки ця група представлена у великих класах. Отже, на основі вивчення діамантів із валових проб кімберлітів було зроблено важливі для пошукової мінералогії висновки — наявність округлих мікродіамантів (додкаєдроїдів) у мінералогічних пробах свідчить про можливу

промислово діамантоносність об'єкта досліджень (Архангельської провінції), водночас наявність октаєдричних кристалів не можна вважати такою ознакою.

Ця робота допомогла визначити критерій, який вказував на можливий підвищений рівень діамантоносності. Зауважимо, що цей висновок справедливий лише для кімберлітових тіл Архангельської діамантоносною субпровінції. Виконані В.І. Коптилем на величезному фактичному матеріалі дослідження з визначення критеріїв діамантоносності кімберлітових тіл Якутської провінції, із залученням результатів аналізу морфології діамантів, призвели до протилежних висновків — наявність великої частки округлих діамантів у сукупності свідчила про нижчу діамантоносність кімберлітового тіла [11].

Цей метод аналізу дає змогу робити висновки щодо рівня діамантоносності, але лише на підставі результатів вивчення діамантів конкретних територій. Єдиної закономірності, яка б простежувалася на всіх діамантоносних кімберлітових тілах, незалежно від території їх розташування, ймовірно немає. Іншими словами, закономірності, встановлені для кімберлітових тіл Архангельської провінції, відмінні від закономірностей розподілу діамантів у кімберлітових тілах інших територій. Такий метод аналізу можна застосовувати не тільки для територій, де наявні кімберлітові тіла, але і територій, де першоджерела надходження діамантів до теригенних відкладів не встановлені. Адже вміст дрібних діамантів у породі на порядок більший, ніж великих, і у процесі збагачення їх вилучають частіше. Тому вони можуть слугувати надійною пошуковою ознакою за умови коректної інтерпретації знахідок.

Цей метод аналізу був застосований нами майже для всіх знахідок діамантів й ІМК на перспективних площах [1, 10, 43], виділених під час різномасштабних прогнозно-пошукових робіт. Головним чином, це стосується знахідок у різновікових утвореннях на території Північно-Західної (Овруцько-Білокоровицької), Центральної (Кіровоградської) та Приазовської частин УЩ і Донбасу. Окрім того, проаналізовані знахідки діамантів із неогенових і четвертинних відкладів центральної частини України (Середнє Придніпров'я), Придністер'я і діаманти, знайдені на узбережжі Чорного і Азовського морів.

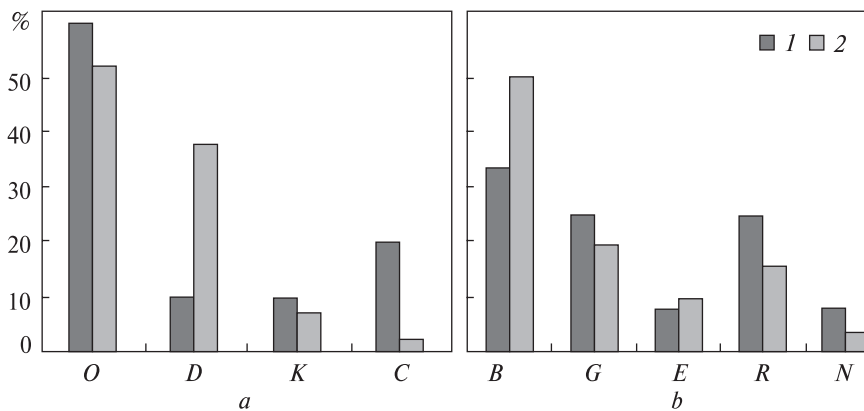


Рис. 2. Розподіл за морфологією і фотолумінесценцією діамантів із кімберлітів (1200 кристалів) та з теригенних відкладів північного заходу Українського щита (73 кристали): 1 — із кімберлітів, 2 — із теригенних відкладів північного заходу Українського щита; a — габітус кристалів; b — колір фотолумінесценції

Fig. 2. Distribution by morphology and photoluminescence (PhL) diamonds from kimberlitic (1200 crystals) and from the terrigenous sediments of the northwest of Ukraine Shield (73 crystals): 1 — from kimberlitic, 2 — from the terrigenous sediments of the northwest of Ukraine Shield; a — a habitus of crystals; b — a color of PhL

Отримані результати та обговорення. Діаманти та ІМК перспективних територій України.

Північно-Західна частина УЩ. На цій території відомі численні знахідки ІМК, як у відкладах древньої Білокоровицької світи, спільно з діамантами, так і по всій території в крейдових і молодших відкладах. Тут знайдено піропи, переважно лерцолітового і верлітового парагенезису, пікроільменіти, хромшпінелі. Важливо, що частина піропів має дуніт-гарцбургітовий парагенезис і потрапляє в поле діамантної асоціації, їхні розміри досягають максимально 0,5–1 мм. Основна ж частина піропів має розміри <0,5 мм. Знайдені пікроільменіти мали приблизно ті самі розміри, що і піропи, хромшпінеліди — здебільшого 0,5–0,1 мм. Знайдено також рідкісні зерна хромдіопсиду й олівіну. На підставі прогнозно-пошукових побудов удалось установити напрямок зносу, ймовірно, з південного заходу [10].

Завдяки вивченню знахідок діамантів із різновікових теригенних утворень цієї території (знайдено понад 70 діамантів) установлено, що розподіл цих знахідок за морфологією практично повторює розподіл діамантів у кімберлітах (рис. 2). Переважають октаедри й уламки октаедрів — понад 50 %; додекаедроїдів менше 10; комбінаційних кристалів — орієнтовно 8; кубів і кубоїдів — понад 20 % [12, 25].

Сукупність діамантів, знайдених на цій території, має певні особливості. Насамперед треба вказати на збільшення частки кристалів кубічного габітусу, що свідчить про вищий вміст діамантів еклогітового парагенезису. На кількох великих кристалах установлено льодяникові скульптури (ознаки давності), властиві діамантам, що тривалий час перебували

у вторинних колекторах і у хвилеприбійній зоні [19].

Аналогічні скульптури встановлені на діамантах із розсипів Ебеляхської діамантоносної площі (РФ) [11]. У розпорядженні авторів були діаманти (360 кристалів), вилучені із технологічних проб цієї території (розсип Дагой), які дали змогу здійснити коректне порівняння скульптур поверхні кристалів діаманту. Деякі інші ознаки також вказують на перевідкладання і тривале перебування в розсипах і в зоні морської абразії (високий рівень механічного зносу кристалів, який зростає від древніших відкладів до молодших; практично немає діамантів з внутрішніми тріщинами, на багатьох кристалах є бурі і зелені плями радіаційної пігментації, які свідчать про тривале радіаційне опромінення з подальшим відпадом цих плям). За кольором ФЛ ці діаманти також близькі до діамантів із кімберлітів, але тут більше кристалів з жовтою, оранжевою і червоною ФЛ. Такий колір ФЛ пов'язаний із наявністю у діамантах центрів 575 нм, GR-1 і деяких інших, властивих діамантам, що зазнали радіаційного опромінення [8, 38].

Аналізуючи сукупність діамантів, знайдених на цій площі, можна зробити висновок: ці діаманти подібні до діамантів із кімберлітів, які були перевідкладені і тривалий час перебували в умовах, що забезпечили високий механічний знос, тривале радіаційне опромінення і подальший температурний відпал. Вивчення мінерального складу древніх розсипів інших територій (наприклад, розсипів північного узбережжя Північного Льодовитого океану, РФ) показало відсутність у них ІМК, що видається цілком природним. У випадку перевідкладен-

ня та в умовах, що забезпечили інтенсивний механічний знос діамантів (збиті вершинки і вибоїнки на ребрах октаєдрів, льодяникові скульптури і серпоподібні тріщини) навряд чи можливе збереження менш абразивно-стійких мінералів [3, 11].

Отже, можна зробити ще один висновок: порівняно великі зерна ІМК, знайдені на цій території у молодших відкладах, надійшли з іншого першоджерела. Тож можемо припустити, що діаманти і частина ІМК цієї площі генетично не пов'язані між собою.

Центральна частина (Кіровоградський блок) УЩ. На цій території вивчено мінералогію технологічних проб декількох перспективних ділянок. Аналіз імовірних ІМК показав, що велика частина піропів потрапляє в поле верлітової та лерцолітової асоціації (вміст Cr_2O_3 — 0—1,2 мас. %), і лише на ділянці Грузька частина піропів може бути віднесена до дуніт-гарцбургітової асоціації (вміст Cr_2O_3 — 5,8—7,2 мас. %). Дані щодо хімічного складу ільменітів не дають підстав інтерпретувати їх однозначно, хоча частину зерен можна віднести до пікроільменітів (вміст Cr_2O_3 — 0—3,2; MgO — 0—11,3 мас. %). Хімічний склад хромшпінелідів усіх ділянок (вміст Cr_2O_3 — 11,0—59,2 мас. %) вказує, що їх здебільшого можна віднести до ІМК. На ділянці Грузька усі хромшпінеліди належать до ІМК (вміст Cr_2O_3 — 44,2—55,1 мас. %), до них за хімічним складом також можна віднести і клінопіроксени (вміст Cr_2O_3 — 0,6 мас. %). Знайдені в пробах цієї території ІМК цікаві ще й тим, що на деяких зернах піропів збережені незначні фрагменти первинних поверхонь, а на інших є фрагменти келіфітових кайм, хоча практично всі зерна розколоти [32].

Вельми значущою знахідкою, в поєднанні зі знайденими уламками кімберлітів і мінералами-індикаторами діамантного парагенезису, є два кристали діаманту ближнього зносу, знайдені на цій території. Найбільший із них — шпінелевий двійник перехідної форми октаєдр-ромбододекаєдр розміром $1,4 \times 1,2 \times 0,9$ мм, сірого кольору, з включеннями графіту. ФЛ жовто-оранжевого кольору (центри 578 нм, S1, N3). Центр 578 нм зазвичай трапляється у діамантах із включеннями графіту [8]. Друге зерно розколото на шість уламків розміром від 0,1 до 0,25 мм, форми октаєдр-ромбододекаєдр зі смугами пластичної деформації, димчасто-коричневого кольору з жовтуватим відтінком, з чорними включеннями,

ФЛ блакитна, пурпурна (на двох уламках проявлена зональність у розподілу ФЛ), з центрами N3, 490,7 нм, 715 нм, N4, N3.

Типоморфні ознаки цих діамантів указують на те, що вони є типовими кімберлітовими діамантами ультраосновного, можливо, еклогітового парагенезису. Детальне вивчення їх дало змогу встановити, що вони не мають ознак давності і відрізняються від діамантів із українських неогенових розсипів, що підтверджується їхніми порівняно великими розмірами, морфологією і набором центрів ФЛ.

Під час повторного випробування декількох ділянок території Кіровоградського блоку з мінералого-технологічних проб ділянки Грузька були вилучені ще два діаманти, а також піропи, пікроільменіти і хромшпінеліди, які за складом відповідають ІМК. Кристали діаманту мають розміри менше 0,2 мм, один — октаєдр із блакитною ФЛ, другий має псевдокубічний габітус і жовту ФЛ. Необхідно зазначити, що ці два діаманти за морфологією і ФЛ (один має центр 575 нм) є характерними для осадових відкладів території України і за своїми властивостями відрізняються від знайдених раніше на цій ділянці двох діамантів. Водночас, знайдені ІМК, хоча і зберегли незначні фрагменти первинних поверхонь, мають ознаки тривалого перебування в осадовому колекторі (немає тріщинуватих зерен, є незначна окатаність). Їхні розміри (здебільшого до 0,5 мм) і ступінь збереження дають підстави для висновку — вони надійшли у колектор після перенесення і, можливо, перевідкладення. Знахідки діамантів і ІМК у пробах цих ділянок вказують на їхнє надходження з кімберлітового тіла (перші дві знахідки діамантів*), проте результати виконаних робіт не дали можливості встановити джерело зносу.

Приазовська частина (Приазовський блок) УЩ. Унаслідок шліхомінералогічного випробування в теригенних відкладах Приазовського блоку УЩ знайдено діаманти і ІМК. Останні представлені піропами, хромшпінелідами і пікроільменітом. Розміри піропів зазвичай менші 0,5 мм. За даними мікрозондового аналізу, вони потрапляють у поле лерцолітового парагенезису. Піропи, які за складом можуть бути віднесені до дуніт-гарцбургітового парагенезису, трапляються вкрай рідко. Практично всі

* За твердженням одного з рецензентів, ці два діаманти є сумнівною знахідкою.

хромшпінеліди і пікроільменіти також мають розмір до 1 мм і не потрапляють у поле діамантової асоціації мінералів.

У процесі пошукових робіт на території Приазовського блоку знайдено кімберлітові тіла: Петровське тіло, трубки Мрія, Надія, Південна і дайка Південна, Ново-Ласпінська і дайка Ново-Ласпінська, кімберлітопрояв Горняцький. Кімберліти Петровського тіла — перші кімберліти, знайдені в корінному заляганні на території України. Піропи, хромшпінелі і пікроільменіти, вилучені під час випробування з цих тіл, за складом можуть бути віднесені до сукупності мінералів із недіамантоносних або вкрай низькодіамантоносних кімберлітів [10]. Це підтверджено результатами випробування кімберлітових тіл. У процесі збагачення декількох проб масою 6—13 т лише в пробах трубки Надія було знайдено три уламки октаедричних кристалів діаманту розміром 0,1—0,2 мм. Результати вивчення кімберлітів і ІМК цих тіл, виконане співробітниками компанії *De Beers* (2000 р.), підтвердили висновок щодо недіамантоносності або вкрай низької діамантоносності цих кімберлітів.

У результаті збагачення проб із цих тіл вилучено багато діамантів (понад 100) кубооктаедричного габітусу, жовто-зеленого кольору, з ниткоподібними чорними вклученнями. Після детального вивчення морфології, внутрішньої будови і характеру ФЛ нами встановлено, що ці діаманти — штучні і є техногенним забрудненням. Це підтверджує і виявлений у них центр ФЛ 484 нм, пов'язаний із вклученнями нікелю, який використовують як каталізатор для вирощування штучних діамантів [8, 38].

Донбас. Орієнтовно 50 знахідок діамантів у Донбасі (у відкладах карбон-пермського віку і пов'язаних із ними молодших відкладах) територіально роз'єднані і розглянуті з урахуванням їхньої геолого-географічної прив'язки. Знайдені в цих відкладах гранати піроп-альмандинового ряду й ільменіти за своїм складом не можуть бути віднесені до ІМК.

За морфологією і характером ФЛ ці діаманти подібні до діамантів із розсіпів полтавсько-сарматського віку. Хоча в цій сукупності поодинокі діаманти мають ознаки кімберлітових, загалом діаманти центральної і північно-західної частини Донбасу мають усі ознаки метаморфогенних (рис. 3).

Аналіз діамантів із четвертинних відкладів, що залягають над зазначеними розсіпами, по-

казав, що вони аналогічні кристалам із древніших утворень тих же районів [24]. Їх треба розглядати як перевідкладені з древніших утворень. Про це свідчить низька збереженість кристалів і наявність бурих радіаційних плям пігментації на деяких діамантах, а також відсутність ІМК.

Неогенові і четвертинні відклади центральної частини України (Середнє Придніпров'я) і Придністер'я. На території Середнього Придніпров'я знайдено поодинокі кристали діамантів розміром 0,1—1 мм та ІМК, здебільшого піропи, у притоках р. Дніпро. За описом вони мають ознаки кімберлітових, але детального випробування цієї території на діаманти і ІМК не відбулося.

Найбільшу кількість дрібних діамантів (десятки тисяч) в Україні знайдено в неогенових титано-цирконієвих розсіпах. ІМК в цих розсіпах не виявлені, діаманти наявні у складі важкої фракції спільно з мінералами, які є їх гравітаційними супутниками: цирконом, ільменітом, дистеном, силіманітом, рутилом, хромшпінелідами і деякими іншими. Діаманти з цих відкладів детально вивчені і описані. Їхня збереженість низька, переважають куби і кубоїди, далі за зменшенням кількості: комбінаційні кристали, октаедри, округлі ромбододекаедри (додекаедроїди). Серед цих діамантів знайдені кристали, що мають екзотичну морфологію та фізичні властивості і не мають аналогів серед діамантів із корінних порід — фіолетові куби і кубоїди, темно-зелені тетрагексаедроїди і куби ("дністерський тип"), наявні імпактні діаманти [2, 12—15, 33, 35, 36, 38, 42].

У процесі порівняння діамантів із кайнозойських розсіпів з діамантами із кімберлітів і метаморфічних порід було з'ясовано, що за властивостями вони різко відрізняються від діамантів із кімберлітів і подібні до діамантів із метаморфічних порід (рис. 4). Але специфічна морфологія і фізичні властивості вказують на невизначене джерело цих діамантів, яке не можна віднести ні до кімберліту, ні до порід, аналогічних метаморфічним породам родовища Кумди-Коль.

Здійснена робота дала можливість встановити ознаки цих діамантів, близькі до ознак діамантів із відомих корінних родовищ (кімберлітових і метаморфічних), але не дає підстав віднести всю сукупність до того чи іншого типу. Знаходження цих діамантів у розсіпах у складі важкої фракції, низька збереженість, наявність

Рис. 3. Розподіл за морфологією і фотолюмінесценцією діамантів із кімберлітів (1200 кристалів) і з розсипів центральної і північно-західної частини Донбасу (48 кристалів): 1 — із розсипів Центрального Донбасу; 2 — з розсипів північно-західної частини Донбасу; 3 — з кімберлітів; *a* — габітус кристалів; *b* — колір фотолюмінесценції

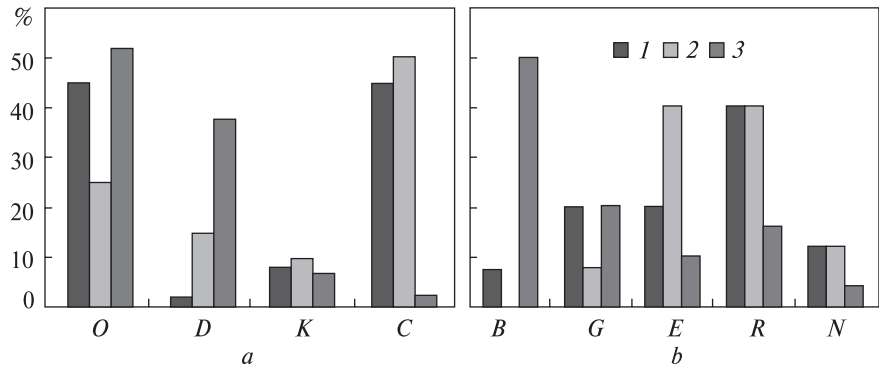


Fig. 3. Distribution by morphology and photoluminescence diamonds from kimberlitic (1200 crystals) and from the placer's of the Central and North-Western parts of Donbas (48 crystals): 1 — from the placer's of the Central Donbas; 2 — North-Western parts of Donbas; 3 — from kimberlitic; *a* — a habitus of crystals; *b* — a color of PhL

Рис. 4. Розподіл за морфологією і фотолюмінесценцією діамантів із кімберлітів (1200 кристалів), метаморфічних порід (200 кристалів) і з неогенових розсипів Середнього Придніпров'я (морфологія — 900, ФЛ 780 кристалів): 1 — із неогенових розсипів Середнього Придніпров'я; 2 — із метаморфітів; 3 — із кімберлітів; *a* — габітус кристалів; *b* — колір фотолюмінесценції

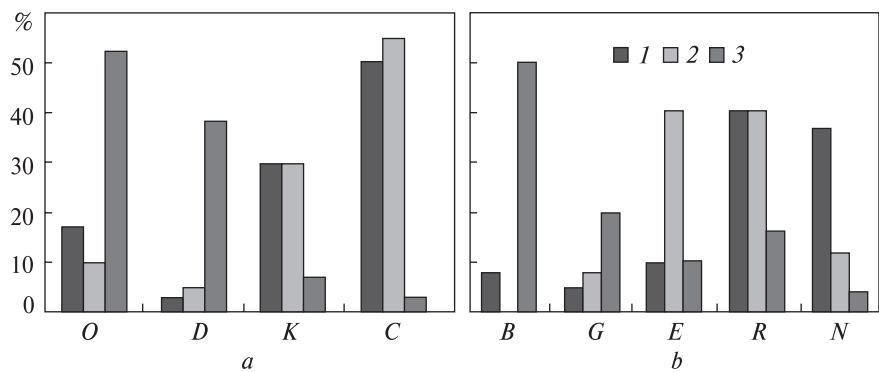


Fig. 4. Distribution by morphology and photoluminescence (PhL) diamonds from kimberlitic (1200 crystals), metamorphic rocks (200 crystals) and from the Neogene deposits of the Middle Dnipro area (morphology — 900, PhL — 780 crystals); 1 — from the Neogene deposits of the Middle Dnipro area; 2 — from metamorphic rocks and 3 — from kimberlitic; *a* — a habitus of crystals; *b* — a color of PhL

великої кількості кристалів з бурими радіаційними плямами вказують на перевідкладення і тривале перебування у розсипі.

Оскільки було вилучено багато кристалів, з'явилась можливість детального вивчення всієї сукупності цих діамантів і зіставлення їх з іншими не лише за морфологією і кольором ФЛ, а й за частотою зустрічальності центрів ФЛ. Для порівняння залучено відомості про діаманти з кімберлітових тіл Архангельської й Якутської провінцій [39].

Для коректного порівняння відібрано діаманти з українського розсипу Самоткань, які за морфологією подібні до діамантів із кімберлітів. Майже з десяти тисяч кристалів відібрано безбарвні і слабкозбарвлені різновиди без видимих під бінокулярним мікроскопом внутрішніх дефектів і радіаційних плям пігментації. Досліджено октаедри, додекаедроїди, комбінаційні форми ряду куб — октаедр, куб — октаедр — ромбододакедр і куб — ромбододакедр, куби. Свічення діамантів збуджували за

допомогою УФ-випромінювання (300—400 нм) ламп ДРШ-250 і ДСКШ-150, з світлофільтрами УФС-6 і СЗС-21. Отримано орієнтовно 600 низькотемпературних (77 К) спектрів ФЛ, за якими ідентифіковано центри свічення і визначено частоту їх зустрічальності в діамантах із названих вище груп (рис. 5—8).

Для аналогічних за морфологією груп діамантів із кімберлітів також були отримані спектри. Це допомогло порівняти діаманти з українських розсипів із діамантами з кімберлітів за частотою зустрічальності центрів ФЛ. З наведених даних видно, що в діамантах із титано-цирконієвих кайнозойських розсипів України присутні практично всі основні дефектні центри, властиві діамантам із корінних джерел. Але є й істотні відмінності. Зокрема, наявні оптично активні центри, не характерні для корінних кімберлітових джерел діамантів (рис. 5—8). Це 409, 536, 539, 545, 575, 637,7, 649,6 нм і деякі інші. Спостерігається також більша частота зустрічальності центрів ФЛ НЗ

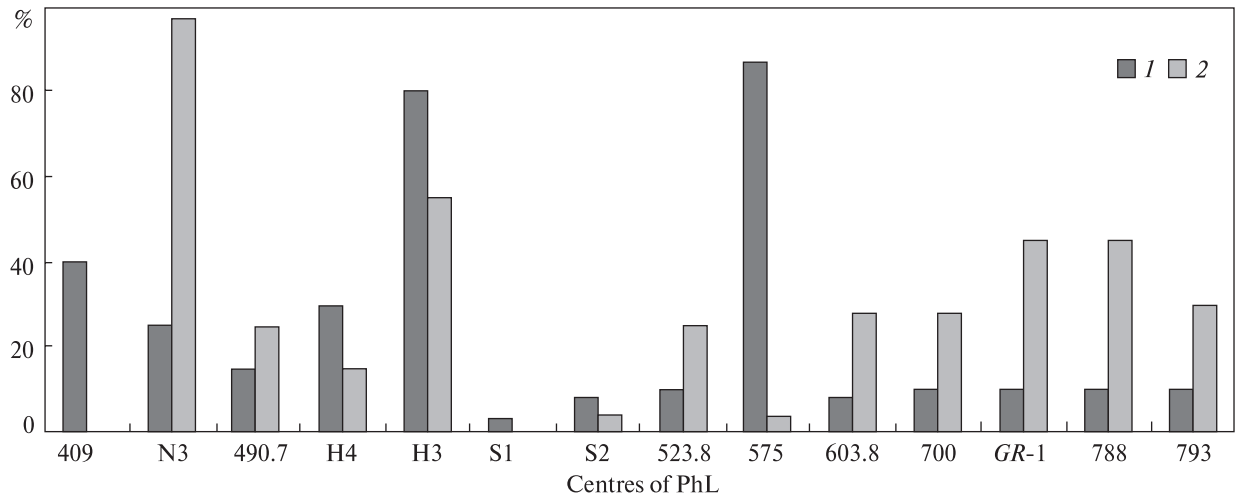


Рис. 5. Розподіл за частотою зустрічальності центрів фотолюмінесценції у діамантах октаедричного габітусу: 1 — Україна; 2 — Архангельська провінція

Fig. 5. Distribution of photoluminescence (PhL) centers by frequency of occurrence in octahedral habitus diamonds: 1 — is Ukraine; 2 — is the Arkhangelsk province

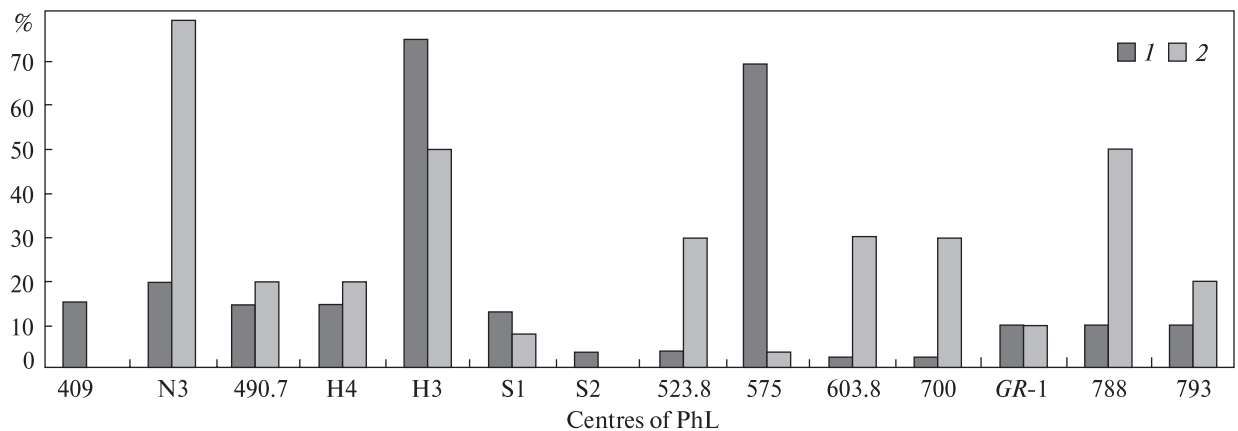


Рис. 6. Розподіл центрів фотолюмінесценції за зустрічальністю у діамантах додекадричного габітусу: 1 — Україна; 2 — Архангельська провінція

Fig. 6. Distribution of photoluminescence centers by frequency of occurrence in diamonds of pre-dodecahedral habitus: 1 — is Ukraine; 2 — is the Arkhangelsk province

і GR-1. Центр ФЛ N3, типовий для корінних діамантів октаедричного і додекадричного габітусу, який проявляє в них високу інтенсивність свічення, для українських діамантів має другорядне значення. Найпоширенішими є центри 575 нм, N3, присутні практично у всіх діамантах і мають найбільшу інтенсивність свічення. Залежно від співвідношення інтегральних інтенсивностей цих центрів українські діаманти люмінесцюють жовто-зеленим, жовто-оранжевим і оранжево-червоним кольорами. Центри 409, 575 нм, N3, N4 і GR-1 не мають чіткої приуроченості до будь-якої морфологічної групи, на відміну від центрів N3 і 489 нм. Центр N3 трапляється лише в ді-

мантах із тангенціальним, а 489 нм — тільки у кристалах з нормальним механізмом росту.

Відомі радіаційні, що є активними у люмінесценції, дефекти присутні здебільшого в українських діамантах. Частота зустрічальності цих центрів істотно перевищує частоту трапляння подібних центрів у діамантах із корінних джерел. Зокрема, центр 575 нм, який є найхарактернішим для українських діамантів, у кристалах із корінних родовищ трапляється українською рідко. Відомо, що подібні дефекти (409, 575 нм, N3, N4 і GR-1) у діамантах утворюються за рахунок дії іонізаційного випромінювання [8]. Було висловлено обґрунтоване припущення, що ці дефекти утворились під час

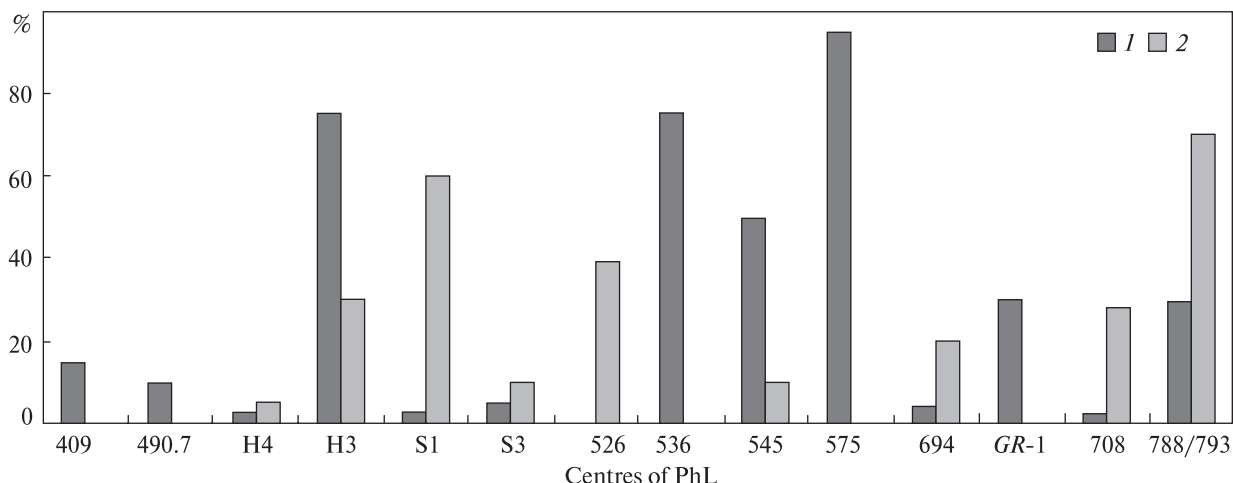


Рис. 7. Розподіл центрів фотолюмінесценції за зустрічальністю у діамантах кубічного габітусу: 1 — Україна; 2 — Якутська провінція

Fig. 7. Distribution of photoluminescence centers by frequency of occurrence in cube habitus diamonds: 1 — is Ukraine; 2 — Yakut province

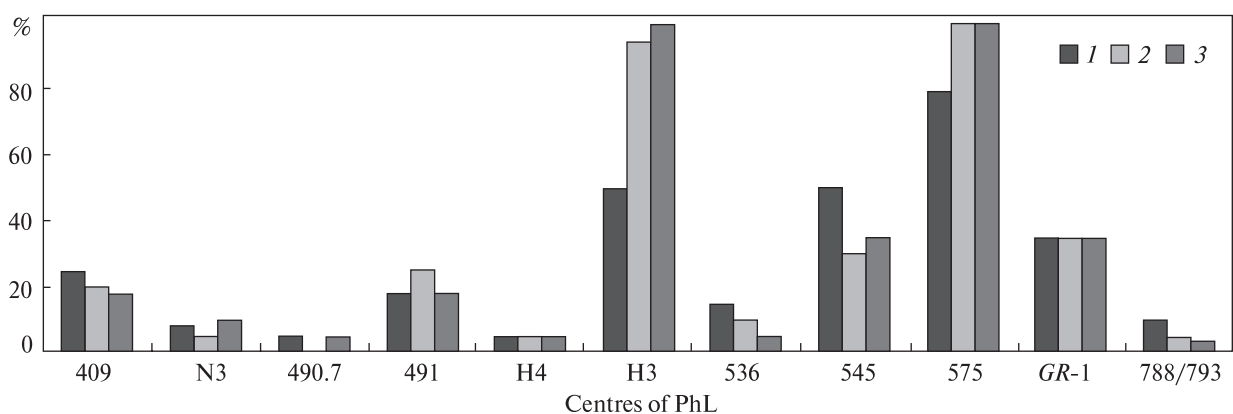


Рис. 8. Розподіл центрів фотолюмінесценції за зустрічальністю в українських діамантах комбінаційного габітусу: 1 — кубооктаедр; 2 — кубооктаедр-ромбододакедр; 3 — куборомбододакедр

Fig. 8. Distribution of the centers of the photoluminescence by frequency of occurrence in Ukrainian diamonds of combination habitus: 1 — cube-octahedral; 2 — cube-octahedral-rombododecahedral; 3 — cube-rombododecahedral

транспортування діамантів і перебування їх у розсипах. Джерелом опромінення були мінерали, до складу яких входять радіоактивні елементи. Такий набір радіаційних дефектів не унікальний. Діаманти з радіаційними дефектами характерні для розсипів Бразилії, Казахстану, Російської Федерації. Радіоактивні мінерали характерні для титано-цирконієвих розсипів України та інших регіонів. У складі важкої фракції визначено циркон (звичайний і метаміктний), баделеїт, монацит і деякі інші мінерали, до складу яких входять радіоактивні елементи.

Комбінаційні кристали за частою зустрічальністю центрів ФЛ істотно не відрізняються від описаних вище, їм так само властиве домі-

нування центрів ФЛ 575 нм і Н3. Це підтверджує накладену природу описаних дефектів [39].

Якщо порівнювати розподіл за частотою зустрічальності центрів ФЛ в українських діамантах і діамантах із кімберлітів Архангельської та Якутської провінцій, виключивши накладені дефекти, спричинені радіоактивним опроміненням, то і тут можна помітити істотні відмінності. Центр N3 у діамантах із кімберлітів, які виникли за тангенціальним механізмом росту, наявний практично у 100 % випадків, а в українських діамантах — не більше 20 %; центри ФЛ 490,7; 603,8; 700, 788, 793 нм у діамантах із кімберлітів проявлені від 25 до 60 %, а в українських е

лише у 4–10 % кристалів. З високою ймовірністю можна припустити, що джерело цих діамантів було специфічним і відрізнялося від кімберлітового.

Діаманти з розсипу Зелений Яр (вивчено орієнтовно 300 кристалів) подібні до вилучених із проб Самотканського розсипу, але гранулометричний, морфологічний склад і характер ФЛ цих діамантів дещо різні. У порівнянні з діамантами Самотканського розсипу, тут є більше діамантів октаедричного і додекаедроїдного габітусу, менше комбінаційних кристалів і кубів. Відповідно збільшується і частка діамантів, що мають блакитне, зелене свічення, хоча центри, пов'язані з радіаційним опроміненням, наявні практично у всіх діамантах (найчастіше зафіксовано центр 575 нм). Окрім того, діаманти з розсипу Зелений Яр трохи більші за Самотканські — трапляються кристали розміром до 0,5–0,7 мм, особливо серед октаедрів і округлих кристалів. Середній розрахунковий розмір більший на 0,1–0,2 мм, ніж у розсіпі Самоткань.

Діаманти Придністер'я (орієнтовно 50 кристалів) також подібні до діамантів із розсіпів Самоткань і Зелений Яр, але мають деякі відмінності. Тут описано специфічні діаманти — дністерський тип — зелені куби, кубоїди і додекаедроїди. Ці кристали унікальні, аналогів їм серед діамантів відомих корінних родовищ немає [7]. Вони не люмінесціюють, що пов'язано з їхньою високою дефектністю, яка спричиняє концентраційне гасіння ФЛ. Цікаво, що і спектри їх комбінаційного розсіювання (КР), досліджені за допомогою методу раманівської спектроскопії, відрізняються від спектрів інших діамантів, знайдених разом із ними, що вказує на особливі умови утворення цих кристалів. Відмічено значне зміщення і розширення лінії КР: для прозорих і безбарвних діамантів ця лінія має параметри ν ($F2g$) $1332,5 \text{ см}^{-1}$ і $\gamma \sim 2 \text{ см}^{-1}$, а для темно-зелених кубів і додекаедроїдів ν ($F2g$) становить $1329,0\text{--}1332,2 \text{ см}^{-1}$, а $\gamma \sim 3,8\text{--}4,7 \text{ см}^{-1}$. Серед діамантів, знайдених у Придністер'ї, також є кристали, суцільно вкриті бурими радіаційними плямами пігментації. Для них, так само як і для зелених кубів і додекаедроїдів, характерна зміна положення лінії КР — ν ($F2g$) — $1330,7 \text{ см}^{-1}$ і $\gamma \sim 7,3 \text{ см}^{-1}$, що свідчить про високу дефектність цих кристалів, пов'язану з радіаційним опроміненням. Тобто є щонайменше дві різні причини високої дефектності діамантів із роз-

сіпів, зафіксованих за зміною положення лінії КР [29]. Наявні також фіолетові куби і кубоїди, більше октаедрів і округлих кристалів. Частка діамантів, що мають блакитну ФЛ, дещо більша, ніж у сукупності діамантів із розсипу Самоткань, але дефекти, спричинені радіаційним опроміненням, є у всіх кристалах [7, 25, 35, 36]. В алювіальних відкладах, які утворились унаслідок розмиву відкладів цієї території, знайдено і відносно крупні діаманти, найбільший з яких масою 40,1 мг, був знайдений на річці Синюха (ліва притока Південного Бугу). За описом ці діаманти мають ознаки кімберлітових, але, на жаль, самі кристали не збереглися [1, 2].

Узбережжя Чорного та Азовського морів. На узбережжі Чорного моря, в сучасних пляжевих відкладах, знайдено орієнтовно 200 дрібних діамантів. Нами виконано порівняння їх із діамантами титано-цирконієвих розсіпів Зелений Яр, Самоткань і діамантами Придністер'я: саме їх вважаємо найвірогіднішим джерелом надходження цих діамантів у сучасні відклади. Порівняння виконано аналогічно описаним вище роботам — знайдені діаманти розділено за морфологією на чотири групи, вивчено їх розподіл за кольором ФЛ.

З наведених на рис. 9 гістограм видно, що розподіл їх подібний до розподілу в титано-цирконієвих розсіпах як за морфологією, так і за ФЛ. Проте є деякі відмінності. Зокрема, в пляжевих відкладах трохи більше кристалів октаедричного габітусу, що цілком зрозуміло — октаедри міцніші за діаманти інших морфологічних груп. Відмінності за характером ФЛ полягають у тому, що в пляжевих відкладах більше діамантів, що не люмінесціюють. Можливо, це пов'язано з накопиченням механічних дефектів у процесі транспортування, які гасять ФЛ (концентраційне гасіння).

На узбережжі Азовського моря знайдено 28 діамантів розміром 0,2–0,5 мм. Цієї кількості недостатньо для коректного порівняння з діамантами, знайденими в палеозойських теригенних відкладах Донбасу, які могли би бути джерелом цього матеріалу. Але навіть за такої обмеженої кількості помітно, що за морфологією і параметрами ФЛ розподіл діамантів у древніших розсіпах пов'язаних територій істотно відрізняється від такого в сучасних відкладах узбережжя.

Серед діамантів, виявлених на узбережжі Азовського моря, більше кристалів октаедричного та комбінаційного габітусу й істотно мен-

Рис. 9. Розподіл за морфологією фотолюмінесценції діамантів із кайнозойських розсіпів (морфологія — 900, ФЛ — 780 кристалів) і сучасних пляжевих відкладів Чорного моря (200 кристалів): 1 — з сучасних пляжевих відкладів Чорного моря, 2 — з неогенових розсіпів Середнього Придніпров'я; а — габітус кристалів; б — колір фотолюмінесценції

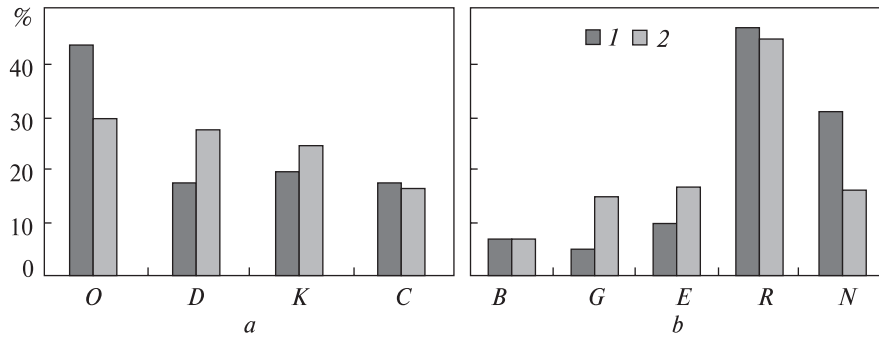


Fig. 9. Distribution by morphology and photoluminescence diamonds from the Cenozoic scatterings (morphology — 900, PhL — 780 crystals) and modern beach sediments of the Black Sea (200 crystals): 1 — from the modern beach sedimentations of the Black Sea; 2 — from the Neogene mineral deposits of the Middle Dnipro area; a — a habitus of crystals; b — is a color of PhL

Рис. 10. Розподіл за морфологією і фотолюмінесценцією діамантів із розсіпів Центральної і північно-західної частини Донбасу (48 кристалів) (1) і сучасних пляжевих відкладів Азовського моря (28 кристалів) (2): а — габітус кристалів; б — колір фотолюмінесценції

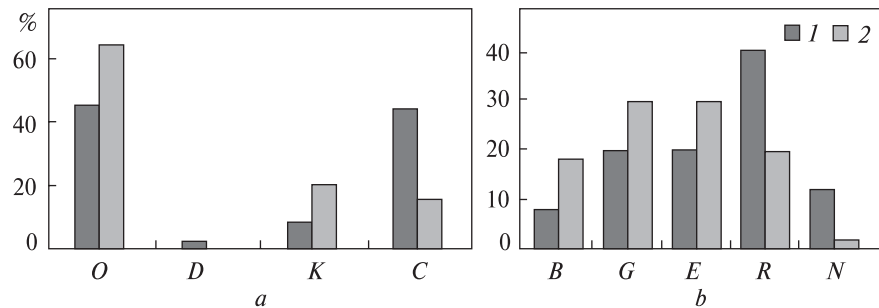


Fig. 10. Distribution of morphology and photoluminescence diamonds from the placer's of the Central and North-Western parts of Donbass (48 crystals) (1) and modern beach sediments of the Sea of Azov (28 crystals) (2): a — a habitus of crystals; b — a color of photoluminescence

ше кубів. Відмінності за ФЛ слабо контрастні, але також є (рис. 10). Треба зазначити, що діаманти, виявлені на узбережжі Азовського моря, за властивостями ближчі до нечисленних знахідок крупніших діамантів із сучасного алювію Приазов'я, які мають явні ознаки діамантів із кімберлітів. Пошуки першоджерела діамантів, що мають ознаки кімберлітових і знайдені у русловому алювії і на узбережжі Азовського моря, по суті, не здійснено.

Можна констатувати, що системне виконання прогнозно-мінералогічних, геологопошукових і геологорозвідувальних робіт на діаманти було припинено наприкінці 1980-х — початку 1990-х рр. Протягом останніх років у перспективних регіонах активно використовували "скорочені" схеми геологопошукових робіт. Такий підхід до пошуків промислових родовищ діамантів дає можливість установити наявність ознак алмазонасності території, що вивчається, але не дає підстав визначити джерело зносу діамантів у теригенні утворення.

Застосування традиційного шліхомінералогічного методу на стадії середньо- і великомасштабних робіт призвело до його відмови. Виконані роботи дали змогу виділити перспек-

тивні території, але не привели до джерела, з якого діаманти потрапили у теригенні відклади. Для побудови правильної картини розподілу ІМК на досліджуваній території (вона дасть змогу зробити висновки щодо напрямку знесення), необхідно відмовитися від аналізу знахідок ІМК у дрібних класах і брати до уваги тільки знахідки розміром понад 1 мм.

На нашу думку, надійнішим методом в умовах України є метод пошуку родовищ за знахідками діамантів у поєднанні зі шліхомінералогічним методом, з обмеженням аналізованого матеріалу крупністю понад 1 мм.

Найінформативнішими ознаками ідентифікації знайдених діамантів на стадії пошукових робіт є їхня морфологія і параметри фотолюмінесценції. Одержані щодо них результати звичайно є досить контрастними і дають можливість установити належність знайдених у теригенних відкладах діамантів до певної сукупності. Додатковий аналіз значущих знахідок діамантів як головної прямої пошукової ознаки завжди допомагатиме сформулювати певні висновки.

За допомогою порівняння діамантів із українських розсіпів за гранулометричним і мор-

фологічним складом і ФЛ з діамантами із кімберлітів і метаморфічних порід різних діамантоносних регіонів світу, а також вивчення ІМК, отримано такі висновки.

Висновки. 1. Діаманти з різновікових утворень північно-західної частини УЩ за своїми ознаками аналогічні кімберлітовим. Їхня особливість — перевага частки кристалів кубічного габітусу — свідчить про підвищений вміст діамантів еклогітового парагенезису. Деякі ознаки вказують на тривале перебування діамантів у розсипах. Це, зокрема, ознаки давності і центри ФЛ, спричинені радіаційним опроміненням і подальшим відпалом. Частина знайдених на цій території ІМК, цілком імовірно, не пов'язана з цими діамантами, вони надійшли в розсипи з молодшого джерела.

2. На території Кіровоградського блоку УЩ виявлені два діаманти, які є типовими кімберлітовими, один ультраосновного, другий, вірогідно, еклогітового парагенезису. Детальне вивчення дало можливість установити, що вони відмінні від діамантів із українських розсипів. Два інших діаманти, знайдені в пробах з ділянки Грузької, є діамантами, типовими для українських розсипів. Результати аналізу ІМК, знайдених на території Кіровоградського блоку, є підставою стверджувати, що тільки піропи ділянки Грузька можна віднести до діамантової асоціації, а майже всі інші належать до піропів верлітового і лерцолітового парагенезису. Визначений хімічний склад ільменітів не дає змоги інтерпретувати їх однозначно. Водночас знайдені хромшпінеліди цього району здебільшого можна вважати ІМК. Сумісне знаходження кімберлітових діамантів та ІМК, які зберегли фрагменти первинних поверхонь, викликає великий інтерес, але лише подальші роботи у цьому напрямі допоможуть реально оцінити перспективність (безперспективність) зазначеної площі.

3. У теригенних відкладах Приазовського блоку УЩ знайдені діаманти і ІМК. Майже всі діаманти, вилучені під час оброблення проб із кімберлітових тіл, впевнено можна вважати техногенним забрудненням. ІМК представлені піропами, хромшпінелідами і пікроільменітом. Розмір піропів переважно менший за 0,5 мм. Вони мають лерцолітовий парагенезис, піропи дуніт-гарцбургітового парагенезису трапляються вкрай рідко. Практично всі хромшпінеліди і пікроільменіти також мають розмір до 1 мм і за хімічним складом не потрапляють у

поле діамантової асоціації. Піропи, хромшпінеліди і пікроільменіти, вилучені під час випробування кімберлітових тіл Приазовського блоку, за складом можуть бути віднесені до сукупності мінералів із недіамантоносних або вкрай низькодіамантоносних кімберлітів.

4. Діаманти, знайдені в Донбасі (у відкладах карбон-пермського віку і пов'язаних із ними молодших відкладах), мають ознаки метаморфогенних. Результати порівняння властивостей кристалів із розсипів полтавсько-сарматського віку з діамантами Центрального Донбасу вказують на їхню генетичну близькість. Аналіз ознак діамантів із четвертинних відкладів, що залягають над зазначеними розсипами, показав, що вони аналогічні кристалам із древніших утворень цих же районів.

5. На території Середнього Придніпров'я знайдені поодинокі кристали діамантів розміром 0,1—1 мм і ІМК, переважно піропи, в алювіальних відкладах притоків р. Дніпро. Діаманти мають ознаки кімберлітових, але детального і спеціального випробування цих відкладів не здійснено. Пошуки кімберлітових джерел діамантів на цій території виконано у дуже незначному обсязі. Найбільше дрібних діамантів (десятки тисяч) знайдено в неогенових титаноцирконієвих розсипах регіону. Діаманти з цих відкладів детально вивчено і описано багатьма українськими дослідниками. Головним є те, що ці діаманти різко відрізняються від діамантів із кімберлітів і подібні до діамантів із метаморфічних порід. Їхні морфологія і фізичні властивості вказують на специфічне першоджерело, яке не можна віднести ні до кімберлітового, ні до порід, аналогічних метаморфічним породам родовища Кумди-Коль. ІМК в цих розсипах не виявлені. Загалом територія Середнього Придніпров'я, на якій розташовані кайнозойські діамантовмісні розсипи, вивчена недостатньо. Знайдені тут дрібні діаманти спричиняють певний інтерес як технічні, з перспективою супутнього вилучення з титаноцирконієвих розсипів.

6. Для узбережжя Чорного моря основним джерелом діамантів, знайдених у сучасних відкладах, є титаноцирконієві розсипи. Розподіл діамантів сучасних відкладів узбережжя Азовського моря істотно відрізняється від такого в древніших розсипах. Пошуки першоджерела знайдених на узбережжі Азовського моря діамантів, що мають ознаки кімберлітових, по суті, не було здійснено.

7. Територія України має перспективи відкриття родовищ діамантів, можливо промислових. Насамперед, це підтверджується знахідками на території України діамантів та індикаторних мінералів кімберлітів, близьких за особливостями до таких із промислових родовищ світу.

З урахуванням економічної доцільності та сучасного рівня вивченості діамантоносності надр України, першочергові пошуки кімберлітових джерел діамантів варто здійснювати у північно-західній (Овруцько-Білокоровицькій) частині, а також у межах Придніпровського і Кіровоградського блоків УЩ. У ході виконання пошукових робіт потрібно відмовитись від аналізування ІМК розміром менше за 1 мм і

приділяти увагу переважно піропам як найінформативнішим ІМК. Обов'язковою умовою цих робіт має бути великооб'ємне мінералогічне випробування, орієнтоване на виявлення діамантів розміром не менше 1,0 мм. Обмеження досліджуваних фракцій за розмірами дасть змогу не тільки скоротити витрати, але і визначитися з доцільністю пошуків. Тільки після цього можна буде зробити висновки щодо реальної перспективності промислової діамантоносності цих площ.

Автори вдячні О.Я. Хренову, який зробив і інтерпретував понад 600 спектрів ФЛ мікродіамантів ($t = 77\text{ K}$), завдяки чому вдалося точно ідентифікувати центри ФЛ і здійснити порівняння діамантів із різних регіонів за частотою зустрічальності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алмазоносность юго-западной окраины Русской платформы. Ред. Н.П. Семенов. Киев: Наук. думка, 1970. 118 с.
2. Алмазы песчаных отложений Украины. Ред. Ю.Ю. Юрк. Киев: Наук. думка, 1973. 168 с.
3. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Поисковая минералогия алмаза. Новосибирск: Гео, 2010. 650 с.
4. Афанасьев В.П., Горяйнов С.А., Елисеев А.П., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Надолинный В.А., Сонин В.М., Рылов Г.М. Изучение алмазов в геологоразведочном комплексе. Метод. пособ. Отв. ред. Н.Н. Зинчук. Якутск: Изд-во СО РАН, 2004. 300 с.
5. Бартошинский З.В. Минералогическая классификация природных алмазов. *Минерал. журн.* 1983. 5, № 5. С. 83—93.
6. Бартошинский З.В. Парастерические ассоциации алмазов Якутии. *Минерал. сб. Львов. ун-та.* 1984. № 38, Вып. 1. С. 3—6.
7. Бобрівич О.П., Дружинін Л.М., Смірнов Г.І. Алмазоносність теригенних утворень балтської світи України. Київ: Наук. думка, 1973. С. 73—134.
8. Бокий Г.Б., Безруков Г.Н., Ключев Ю.А., Налетов А.М., Непша В.И. Природные и синтетические алмазы. Москва: Наука, 1986. 221 с.
9. Визначення походження алмазів. Методичні рекомендації: Галузевий стандарт України: ГСТУ 41-29-2002 / КВ УкрДГРІ. Палкіна О.Ю., Хренов О.Я. Київ: М-во екол. та природ. ресурсів України, 2002. 21 с.
10. Гейко Ю.В., Гурский Д.С., Лыков Л.И., Металиди В.С., Павлюк В.Н., Приходько В.Л., Цымбал С.Н., Шимкин Л.М. Перспективы коренной алмазоносности Украины. Киев-Львов: Центр Европы, 2006. 223 с.
11. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. Москва: Недра, 2003. 603 с.
12. Квасница В.Н. Мелкие алмазы. Киев: Наук. думка, 1985. 213 с.
13. Квасница В.Н., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. Москва: Недра, 1999. 220 с.
14. Квасница В.М. Кристаллографія та походження мікродіамантів із неогенового розсипу Самоткань (Середнє Придніпров'я). *Минерал. журн.* 2020. 42, № 1. С. 12—22. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.01.012>
15. Кирикилици С.И., Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А. Мелкие алмазы (источники, типоморфизм, достоверность находок). *Минерал. журн.* 1981. 3, № 5. С. 75—78.
16. Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления. Ред. Н.П. Семенов. Киев: Наук. думка, 1975. С. 533—541.
17. Ларченко В.А., Павленко Т.А., Минченко Г.В., Степанов В.П. Генерации алмазов в кимберлитах Зимнего берега (Архангельская алмазоносная провинция). *Геология алмазов — настоящее и будущее.* Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. С. 1054—1075.
18. Масайтис В.Л., Футергендлер С.И., Гневушев М.А. Алмазы в импактитах Попигаевского метеоритного кратера. *Зап. Всес. минерал. об-ва.* 1972. Ч. 101, вып. 1. С. 108—112.
19. Метелкина М.П., Прокопчук Б.И., Суходольская О.В., Францессон Е.В. Докембрийские алмазоносные формации мира. Москва: Недра, 1976. 134 с.
20. Методика аналізу мінералого-технологічних проб з потенційно алмазоносних геологічних утворень України. Методичні вказівки: Стандарт державної геологічної служби України: СОУ 73.1-41-02.04.32:2008 / Ю. Полканов, О. Палкіна. Київ: Держгеолслужба, 2008. 62 с.
21. Минорин В.Е., Гречишников Д.Н., Горохов Ю.И., Солопанов А.Т. Оценка и разведка коренных месторождений алмазов. ЦНИГРИ. Москва, 2000. 154 с.
22. Надеждина Е.Д., Посухова Т.В. Морфология кристаллов алмаза из метаморфических пород. *Минерал. журн.* 1990. 12, № 2. С. 3—15.

23. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. Москва: Наука, 1984. 264 с.
24. Палкин И.Е., Палкина Е.Ю. Алмазы Украины: что делать дальше? *Актуальные проблемы геологии, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых: Тр. Междунар. науч.-практ. конф. Судакские геологич. чтения II (VII)* (Симферополь–Судак, 27 сент. — 3 окт. 2010 г.). Симферополь, 2010. С. 43–47.
25. Палкина Е.Ю. Типоморфизм мелких алмазов Восточно-Европейской платформы: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Львов, 1992. 23 с.
26. Палкина Е.Ю. Алмазы Украины: установление генетической природы кристаллов и отбраковка техногенного засоления в связи с прогнозированием и поисками алмазных месторождений. *Минерал. журн.* 1994. 16, № 2. С. 78–84.
27. Палкина О.Ю., Смирнов Г.И., Чашка О.И., Тарасюк О.Н. Типоморфизм різних генетичних типів алмазів України. *Проблеми геологічної науки та освіти в Україні: Матеріали наук. конф., присвяч. 50-річчю геол. факультету* (Львів, 19–21.10.1995 р.). Львів, 1995. С. 133–135.
28. Палкіна О.Ю., Хренов О.Я. Три головні параметри вивчення алмазів при прогнозуванні та пошуках їх родовищ. *Мінеральні ресурси України.* 1997. № 1–2. С. 14–16.
29. 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.
30. Палкина Е.Ю., Смирнов Г.И., Чашка А.И. Алмазы Украины: региональная, возрастная и генетическая приуроченность. *Мінеральні ресурси України.* 1999. № 11. С. 11–22.
31. Палкина Е.Ю. Степень информативности и методические приемы при изучении типоморфных особенностей алмазов из терригенных отложений (на примере Украины). *Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений: Тр. Междунар. науч.-практ. конф.* (Симферополь–Судак, 21–23 сент. 1999 г.). Симферополь, 2000. С. 129–134.
32. Палкина Е.Ю., Калашник А.А., Макивчук О.Ф. Индикаторные минералы кимберлитов Кировоградского блока УЩ. *Актуальные проблемы геологии, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых: Тр. Седьмой Междунар. науч.-практ. конф.* (Симферополь–Судак, 27 сент. — 3 окт. 2010 г.). Киев: Академперіодика, 2011. С. 59–62.
33. Полканов Ю.А. Алмазы в россыпях Русской платформы. *Синтетич. алмазы.* 1973. № 3. С. 68–70.
34. Полканов Ю.А., Еременко Г.К., Сохор М.И. Импактные алмазы в мелкозернистых россыпях Украины. *Докл. АН УССР.* 1973. № 11. С. 989–990.
35. Полканов Ю.А. Алмазоносность песчаных отложений Украины и перспективы выявления новых генетических типов алмаза. *Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений: Тр. Междунар. науч.-практ. конф.* (Симферополь–Судак, 21–23 сент. 1999 г.). Симферополь, 2000. С. 122–128.
36. Полканов Ю.А., Палкина Е.Ю., Чашка А.И. Мелкие алмазы и проблема алмазоносности Украины. *Стан, перспективи та напрямки геологорозвідувальних робіт на алмази в Україні: Тез. доп. наук.-техн. наради, Держгеолужба Мінекоресурсів України* (Київ, 19–22 трав. 2003 р.). Київ, 2003. С. 153–155.
37. Полканов Ю.А. Мелкие алмазы песчаных отложений: распространение, свойства, происхождение, значение. Симферополь: Барановский А.Э., 2009. 228 с.
38. Физические свойства алмаза. Справ. Ред. Н.В. Новиков. Киев: Наук. думка, 1987. С. 124.
39. Хренов А.Я., Палкина 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.
40. Цыганов В.А. Выделение, исследование, классификация отказов шлихоминералогического метода и основные направления снижения рисков при поисках месторождений алмазов. *Коренные и россыпные месторождения алмазов и важнейших металлов. Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф.* (Симферополь–Судак, 15–21 сент. 2008 г.). Симферополь: ПолиПресс, 2008. С. 81–83.
41. Цыганов В.А. Опыт разработки и внедрения рекомендаций по направлениям и методике поисковых работ на объектах крупной алмазодобывающей компании РФ и полученные результаты за 15-летний период. *Комплексное изучение и освоение природных и техногенных россыпей: Тр. Пятой Междунар. науч.-практ. конф. "Коренные и россыпные месторождения алмазов и важнейших металлов"* (Симферополь–Судак, 15–21 сент. 2008 г.). Киев: Академперіодика, 2009. С. 125–134.
42. Цымбал С.Н., Полканов Ю.А. Минералогия титано-циркониевых россыпей Украины. Киев: Наук. думка, 1975. 248 с.
43. Чашка А.И., Тарасюк О.Н., Смирнов Г.И., Князев Г.И., Палкин И.Е. Алмазоносные формации и алмазоносные районы Украины. *Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений: Тр. Междунар. науч.-практ. конф.* (Симферополь–Судак, 21–23 сент. 1999 г.). Симферополь, 2000. С. 81–88.

Надійшла 05.07.2020

REFERENCES

1. Semenenko, N.P. (ed.) (1970), *Diamond-bearing of the southwestern edge of the Russian platform*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 118 p. [in Russian].
2. Yurk, Yu.Yu. (ed.) (1973), *Diamonds from sands of Ukraine*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 168 p. [in Russian].
3. Afanasyev, V.P., Zinchuk, N.N. and Pokhilenko, N.P. (2010), *Search Mineralogy of the Diamond*, Geo Acad. Publ. House, Novosibirsk, RU, 650 p. [in Russian].

4. Afanasyev, V.P., Goryainov, S.A., Eliseev, A.P., Zinchuk, N.N., Coptil, V.I., Nadolinuyi, V.A., Sonin, V.M. and Rylov, G.M. (2004), *Study of Diamonds in Geological Survey Complex, Methodical Red.*, in Zinchuk, N.N. (ed.), Izd-vo SO RAS, Yakutsk, RU, 300 p. [in Russian].
5. Bartoshynsky, Z.V. (1983), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 5, No. 5, Kyiv, UA, pp. 83-93 [in Russian].
6. Bartoshynsky, Z.V. (1984), *Mineral. sb. Lvov. Univ.*, No. 38, Vyp. 1, Lvov, UA, pp. 3-6 [in Russian].
7. Bobriyevich, O.P., Druzhynin, L.M. and Smirnov, G.I. (1973), *Almazonoznist terrigenic formations of the Baltic worlds of Ukraine*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, pp. 73-134 [in Ukrainian].
8. Bokii, G.B., Bezrukov, G.N., Klyuev, Yu.A., Naletov, A.M. and Nepsha, V.I. (1986), *Natural and Synthetic Diamonds*, Nauka, Moscow, RU, 221 p. [in Russian].
9. Palkina, O.Yu. and Khrenov, O.Ya. (2002), *Definition of the origin of diamonds. Methodical recommendations: Branch standard of Ukraine*, GSTU 41-29-2002, KV UkrSGRI, Kyiv, UA, 21 p. [in Ukrainian].
10. Geiko, Yu.V., Gurskyi, D.S., Lykov, L.I., Metalidi, V.S., Pavlyuk, V.N., Prikhodko, V.L., Tsybmal, S.N. and Shimkiv, L.M. (2006), *Prospects of diamond deposits in Ukraine*, Center Europe Publ. House, Kyiv-Lviv, UA, 200 p. [in Russian].
11. Zinchuk, N.N. and Coptil, V.I. (2003), *Tipomorphism of diamonds of the Siberian platform*, Nedra, Moscow, RU, 603 p. [in Russian].
12. Kvasnitsa, V.N. (1985), *Small diamonds*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 216 p. [in Russian].
13. Kvasnitsa, V.N., Zinchuk, N.N. and Coptil, V.I. (1999), *Tipomorphism of the diamond microcrystals*, Nedra, Moscow, RU, 220 p. [in Russian].
14. Kvasnytsya, V.M. (2020), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 42, No. 1, Kyiv, UA, pp. 12-22 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.01.012>
15. Kirikilitsa, S.I., Kashkarov, I.F. and Polkanov, Yu.A. (1981), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 3, No. 5, Kyiv, UA, pp. 75-78 [in Russian].
16. Semenenko, N.P. (ed.) (1975), *Criteria for forecasting deposits of the Ukrainian shield and its framing*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, pp. 533-541 [in Russian].
17. Larchenko, V.A., Pavlenko, T.A., Minchenko, G.V. and Stepanov, V.P. (2005), *The geology of diamonds - present and future*, Voronezh gos. univ. press, Voronezh, RU, pp. 1054-1075 [in Russian].
18. Masaitis, V.L., Futergendler, S.I. and Gnevushev, M.A. (1972), *Zap. Vsesoyuz. mineral. ob-va*, Ch. 101, Vyp. 1, RU, pp. 108-112 [in Russian].
19. Metelkina, M.P., Prokopchuk, B.I., Sukhodolskaya, O.V. and Franzesson, E.V. (1976), *Dokembrian diamond formations of the world*, Nedra, Moscow, RU, 134 p. [in Russian].
20. Polkanov, Yu. and Palkina, O. (2008), *Method of analysis of Mineralogo-technological samples from potentially diamond geological formations of Ukraine. Methodical guidelines: standard of the State Geological Service of Ukraine*, SOW 73.1-41-02.04.32:2008, Derzhgeolsluzhba, Kyiv, UA, 62 p. [in Ukrainian].
21. Minorin, V.E., Grechishnikov, D.N., Gorokhov, Yu.I. and Solopanov, A.T. (2000), *Assessment and exploration of indigenous diamond deposits*, TSNIGRI, Moscow, RU, 154 p. [in Russian].
22. Nadezhkina, E.D. and Posukhova, T.V. (1990), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 12, No. 2, Kyiv, UA, pp. 3-15 [in Russian].
23. Orlov, Yu.L. (1984), *Mineralogy Diamond*, Nauka, Moscow, RU, 264 p. [in Russian].
24. Palkin, I.E. and Palkina, E.Yu. (2010), *Proc. Sci.-pract. Conf., Sudak Geological Readings II (VII)*, Simferopol, Sudak, Septem. 27 — Octob. 3, 2010, Simferopol, UA, pp. 43-47 [in Russian].
25. Palkina, E.Yu. (1992), *Tipomorphism of small diamonds of the Eastern European Platform*, Abstr. of the diss. of the cand. geol.-min. sci., Lviv, UA, 23 p. [in Russian].
26. Palkina, E.Yu. (1994), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 16, No. 2, Kyiv, UA, pp. 78-84 [in Russian].
27. Palkina, O.Yu., Smirnov, G.I., Chashka, O.I. and Tarasyuk, O.N. (1995), *Proc. Sci. Conf., dedicated to 50-anniv. of geological faculty, Lviv, 19-21 Octob. 1995*, Lviv, UA, pp. 133-135 [in Ukrainian].
28. Palkina, O.Yu. and Khrenov, O.Ya. (1997), *Mineral Resources of Ukraine*, No. 1-2, Kyiv, UA, pp. 14-16 [in Ukrainian].
29. Palkina, O.Yu., Reshetnyak, N.B. and Yezers'kyi, V.O. (1998), *Materials of the Sci. Conf., dedicated to 90-anniv. of the birth academ. V.S. Sobolev*, Lviv, 8-10 June 1998, Lviv, UA, pp. 35-40 [in Ukrainian].
30. Palkina, E.Yu., Smirnov, G.I. and Chashka, A.I. (1999), *Mineral Resources of Ukraine*, No. 11, Kyiv, UA, pp. 11-22 [in Russian].
31. Palkina, E.Yu. (2000), *Proc. Int. Sci. and Practical Conf. Forecasting and Search for Indigenous Diamond Deposits, Simferopol, Sudak, 21-23 Septem. 1999*, Simferopol, UA, pp. 129-134 [in Russian].
32. Palkina, E.Yu., Kalashnik, A.A. and Makivchuk, O.F. (2011), *Proc. Seventh Inter. Sci. Practitioners. Conf.: Current problems of geology, search and evaluation of solid mineral deposits, Simferopol, Sudak, Septem. 27 — Octob. 3, 2010*, Akademperiodyka, Kyiv, UA, pp. 59-62 [in Russian].
33. Polkanov, Yu.A. (1973), *Sinteticheskie almazy*, No. 3, Moskov. Gos. Univ., RU, pp. 68-70 [in Russian].
34. Polkanov, Yu.A., Eremenko, G.K. and Sokhor, M.I. (1973), *Dokl. AN UkrSSR*, No. 11, Kyiv, UA, pp. 989-990 [in Russian].
35. Polkanov, Yu.A. (1999), *Forecasting and searching for indigenous diamond deposits. Proc. Int. Sci. and Practical Conf., Simferopol, Sudak, 21-23 Septem. 1999*, Simferopol, UA, pp. 122-128 [in Russian].
36. Polkanov, Yu.A., Palkina, E.Yu. and Chashka, A.I. (2003), *State, perspectives and directions of geological exploration for diamonds in Ukraine: Abstr. Sci. and Technical Meeting, Kyiv, 19-22 May 2003*, Kyiv, UA, pp. 153-155 [in Russian].
37. Polkanov, Yu.A. (2009), *Fine diamonds of sand deposits: distribution, properties, origin, value*, SPD Baranovsky A.E. publ., Simferopol, UA, 228 p. [in Russian].
38. Novikov, N.V. (ed.) (1987), *The physical properties of the diamond*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 124 p. [in Russian].
39. Khrenov, A.Yu. and Palkina E.Yu. (1999), *Forecasting and searching for indigenous diamond deposits. Proc. Int. Sci. and Practical Conf., Simferopol, Sudak, 21-23 Septem. 1999*, Simferopol, UA, pp. 134-139 [in Russian].

40. Thsyganov, V.A. (2008), *Indigenous and deposits of diamonds and critical metals, Proc. Int. Sci.-pract. Conf., Simferopol, Sudak, 15-21 Septem. 2008*, PoliPress, Simferopol, UA, pp. 81-83 [in Russian].
41. Thsyganov, V.A. (2009), *Fifth Writings Int. Sci. Practitioners. Conf., Indigenous and scattering deposits of diamonds and most important metals, Simferopol, Sudak, 15-21 Septem. 2008*, Akadempriodika, Kyiv, UA, pp. 125-134 [in Russian].
42. Tsymbal, S.N. and Polkanov, Yu.A. (1975), *Mineralogy of titanium-zirconium placers of Ukraine*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 248 p. [in Russian].
43. Chashka, A.I., Tarasiuk, O.N., Smirnov, G.I., Kniازه, H.I. and Palkin, I.E. (2000), *Prognozirovanie i poiski korennyh almaznyh mestorozhdenij, Tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Simferopol, 21-23 Septem. 1999*, Simferopol, UA, pp. 81-88 [in Russian].

Received 05.07.2020

O. Yu. Palkina, PhD (Geology & Mineralogy) Ukrainian Mineralogical Society
03142, Kyiv, Ukraine, Acad. Palladina, 34

E-mail: e_leyka@ukr.net; <http://orcid.org/0000-0003-0513-9098>

O.L. Falkovich, PhD (Geology), Director TOV "Geological Service Company"
04070, Kyiv, Ukraine, Borichiv Tik Str., 22A

E-mail: falkovich.oleksii@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-3974-9938>

MINERALOGICAL SEARCH SIGNS FOR ASSESSMENT OF PROSPECTS OF DIAMOND CAPACITY OF UKRAINE (BY PHYSIOGRAPHICAL AND PHOTOLUMINESCENT DATA)

Some important questions concerning the application of methods of searches of diamond deposits on direct search signs — finds of diamonds are considered and indicator minerals of kimberlites (IMK). The probable reasons for the low efficiency of the dressing-mineralogical method in the search for diamond deposits in Ukraine are named. The article is based on materials of research of diamonds found in different age placers of Ukraine (~1300 crystals); diamonds from kimberlites of the Arkhangelsk province (~6000 crystals); diamonds from metamorphic rocks of the Kazakhstan deposit Kumdy-Kol (~200 crystals); Yakut province (~600 crystals from root springs and ~700 from placers). A physiographic description was made for all these crystals and the intensity and color of photoluminescence (PhL) were recorded. For some crystals, about 600 spectra were taken at a temperature of 77 K. For diamonds of the "Dniester" type and some highly defective diamonds from Ukrainian placers, data from Raman spectroscopy are given. The material on indicator minerals of kimberlites is partly the result of our research, partly attracted from literature sources. Finds of diamonds in terrigenous deposits of Ukraine, their territorial and age, possible sources of income are analyzed. The comparison of diamonds from terrigenous deposits of Ukraine with diamonds of indigenous deposits of different genetic type is performed. For comparison, we studied diamonds that were obtained (with their complete removal from the gross technological samples) from some kimberlite pipes of the Arkhangelsk province. We performed a physiographic description and established the particle size distribution and morphological distribution in these pipes. Based on these studies, convincing conclusions were drawn about the signs of the industrial diamond-bearing capacity of kimberlite bodies in this province. The study of a large number of diamonds extracted from Neogene and other placers of Ukraine allowed us to perform a comparative study not only on the morphology and color of photoluminescence but also on the frequency of photoluminescence centers (spectra were taken at 77K). These diamonds were compared with crystals from the industrial kimberlite bodies of the Arkhangelsk and Yakut provinces. It was established which physical properties of Ukrainian diamonds are close to the properties of kimberlite diamonds and how they differ, contrasting features of diamond sets of different genetic types were determined. It has been established that diamonds found in the deposits of the Bilokorovichi world have signs of kimberlite, and the nature of their surfaces, a set of PhL centers, indicates a long stay in sedimentary reservoirs of different ages. A study of diamonds and IMK, which were found on the territory of the Kirovohrad block of the Ukrainian Shield (USh), revealed that the known area of Gruzka has prospects and is worth further mineral and technological testing. The chemical composition of probable IMK from the kimberlite bodies of the Priazovsky block of the USh indicates their non-diamond-bearing or non-industrial diamond-bearing capacity, which is confirmed by a few (3 crystals) finds of natural diamonds. We found that the green microdiamonds extracted from these rocks turned out to be man-made debris. Numerous diamonds from Poltava-Sarmatian placers have specific morphology and physical properties. The source of diamonds from the Black Sea coast is the Poltava-Sarmatian placers, and the source of a few diamonds with kimberlite features has not been found on the coast of the Sea of Azov. Based on the analysis, it is concluded that the territory of Ukraine has clear prospects for the discovery of diamond deposits. Taking into account the current economic feasibility and the current degree of study of the diamond-bearing territory of Ukraine, the primary search for kimberlite sources of diamonds, in the opinion of the authors should be performed in the north-western (Ovruch-Bilokorovytsia) part, as well as within the Dnieper and Kirovograd blocks. In the course of search operations, it is necessary to abandon the analysis of IMC less than 1 mm in size and pay attention mainly to pyropes as the most informative IMC. A prerequisite for further exploration work for diamond deposits should be a large-scale mineralogical and technological test aimed at detecting diamonds with a size of at least 1.0 mm. Limiting the size of the studied fractions will allow not only to reduce costs, but also to determine the feasibility of the search. Only based on the results of these works it will be possible to conclude the prospects of the industrial diamond-bearing capacity of the allocated areas.

Keywords: diamond, terrigenous sedimentations, diamond content, Ukraine, genetic type, center of photoluminescence, indicator minerals are a kimberlite.