

УДК 549.211

**ЗЕМНІ ІМПАКТНІ АЛМАЗИ:
ВІД В. СОБОЛЄВА ДО НАШИХ ДНІВ**

А. Вальтер

*Інститут прикладної фізики НАН України
40030 м. Суми, вул. Петропавлівська, 58
E-mail: avalter@iop.kiev.ua*

Описано роль В. Соболева в науковій та організаційній підтримці робіт з відкриття і вивчення імпактних алмазів, наведено нові результати в цій галузі. Наголошено на недопустимості інтерпретації імпактних алмазів як кімберлітових.

Ключові слова: астроблема, ендегенний алмаз, імпактний алмаз, лонсдейліт.

Сторіччя від дня народження В. Соболева майже збігається з сорокаріччям відкриття принципово нового типу земного алмазу, який отримав назву імпактного (від англ. *impact* – удар, зіткнення). Ця обставина є гідною нагодою, щоб згадати ту важливу роль, яку відіграв В. Соболев у розумінні природи і передбаченні значення імпактного алмазу, а також щоб розглянути стан вивченості цього цікавого мінерального різновиду й інтерпретації його знахідок.

Визначення і стисла історія відкриття. Імпактний алмаз має виразні морфологічні й атомно-структурні ознаки утворення безпосередньо за зернами графіту в умовах імпульсного стиснення. Це полікристалічні (розмір кристалітів від приблизно 10 нм до 1 мкм), звичайно двофазові алмази, які утворюють зерна розміром від мікрметра до ~1 см і мають морфологічні й структурні ознаки утворення за графітом під дією потужних ударних хвиль.

Менше поширені зерна неправильної форми з низько впорядкованою структурою кубічного алмазу. Такі зерна отримали спеціальну назву – тогорити. Особливості будови і геологічної позиції дають підстави зачислити їх до імпактних алмазів, які утворилися за некристалічним вуглецем (вугіллям).

Імпактні алмази як природні земні утворення відкриті геологами Росії та України. У 1971 р. В. Масайтіс зі співавт. опублікували результати вивчення нового типу полікристалічного алмазу, виділеного з порід Попігайської астроблеми [10].

За кілька років до того, наприкінці 1960-х років, у Сімферополі в Інституті мінеральних ресурсів, що тоді належав до Академії наук України, Г. Єрмоєнко і Ю. Полканов зацікавилися проблемою генезису незвичайних “сланцюватих” алмазів з титаново-цирконієвих розсипищ України. Вони запідозрили імпактне походження “сланцюватих” алмазних зерен і надіслали свій матеріал для вивчення до Всесоюзного інституту абразивів і шліфування (м. Ленінград) фахівцеві з рентгенографії алмазів М. Сохор. “Сланцюваті” алмази розсипищ виявилися параморфозами за графітом, тотожними до попігайських [14].

Історія відкриття і вивчення імпактних алмазів у метеоритах (уреїліти й октаедрити) значно довша – 120 років. Проте їхнє утворення внаслідок ударного стиснення графіту остаточно доведене лише останніми роками.

В. Соболев і відкриття земних імпактних алмазів. Знахідку імпактних алмазів В. Масайтісом зі співавт. колеги сприйняли неоднозначно. Дехто “по гарячих слідах” її зовсім заперечував, уважаючи алмаз за забруднення (наприклад, виступ А. Трухальова на з’їзді Всесоюзного мінералогічного товариства 1971 р.). Невдовзі, використавши сімферопольську й інші методики фізико-хімічного збагачення, і прибічники імпактної концепції (Ю. Долгов, С. Вишневський зі співавт. (Інститут геології і геофізики СО АН СРСР, м. Новосибірськ)) і пізніше її нові супротивники (А. Ваганов, П. Іванкін та ін., ЦНІГРІ, м. Москва) підтвердили високий вміст незвичайних алмазів у досить кислих ефузивоподібних гірських породах Попігайської структури, де до виникнення метеоритної концепції її походження ніхто не збирався шукати алмази.

Володимир Степанович Соболев – неперевершений ерудит і найвищий авторитет в усіх питаннях, що стосуються алмазів і дії високого тиску на мінерали, – відразу ж зрозумів логічність і строгість інтерпретації будови нового типу природних алмазів, у тім числі їхній метеоритно-вибуховий генезис. У статті в газеті “Неделя” він встиг високо оцінити відкриття В. Масайтіса зі співавт. і навести його генетичне тлумачення.

Шукати імпактні алмази легше за глибинні, зокрема кімберлітові, через суворість і логічність картини їхнього генезису, більшу рівномірність поширення і великий розмір зерен за інколи досить високих концентрацій їх в імпактитах.

З 1972 р. до роботи з діагностики і вивчення кратерних структур залучено й українських науковців, які знали мінералого-петрографічні принципи і методи, основи фізики й тому досить швидко зрозуміли, де, у яких породах і як шукати й визначати ознаки ударного метаморфізму до імпактного алмазу включно. Склалося так, що ці роботи виконано переважно в лабораторії фізичних методів дослідження у відділі геології докембрійських формацій Інституту геологічних наук АН України (ІГН) в Києві за порадами, ідейною підтримкою і безпосередньою допомогою піонерів із вивчення імпактних алмазів в Україні Г. Єрьоменка і Ю. Полканова з Інституту мінеральних ресурсів (м. Сімферополь). Історія відкриття і вивчення імпактних алмазів України нещодавно опублікована [4], отже, не повторюючи її в деталях, зазначимо, що протягом року виявлено імпактну алмазоносність Іллінецької, Білилівської, Оболонської, Ротмистрівської та Зеленогайської структур. Безпосередньо перед цим за комплексом геологічних, геофізичних і особливо, геолого-мінералогічних і геохімічних критеріїв ці структури, а також Бовтиську, було зачислено до астроблем. Три роки по тому А. Нікольський, В. Масайтіс та ін. довели астроблемну природу Тернівської структури [11, 12], імпактити якої також виявились алмазоносними.

За запрошенням Президії АН України В. Соболев 1976 р. перевіряв результати з відкриття і генетичного тлумачення перших корінних алмазів України і дав їм схвальну оцінку. Ці результати викликали неабиякий інтерес, зокрема, їх обговорювали на засіданні Президії Академії наук України і на спеціальному засіданні в Міністерстві геології України. Дехто з впливових учених-геологів, м’яко кажучи, скептично ставився до імпактної (астроблемної) природи знайдених алмазів, декларуючи, що вони вже давно передбачали алмази в саме цих місцях і що алмази зане-

сло сюди з незбагнених глибин. Значно завдяки В. Соболеву нові результати не “потонули” в схоластичних суперечках про їхнє тлумачення. На жаль, праці про імпактну алмазоносність були зачислені до державних секретів СРСР і частково опубліковані лише через 20–25 років, та незважаючи на це, їхня пріоритетність визнана світовою наукою і вони стали складовою частиною сучасних уявлень про полігенність алмазу. Тоді ж (у 1976 р.) В. Соболев рекомендував автору цієї статті, не зволікаючи, підготувати за матеріалами вивчення астроблем України докторську дисертацію. Він передбачив, виступаючи опонентом на захисті цієї докторської дисертації (ВІМС, Москва, 1980 р.), що як імпактні алмази, так і породи й геологічні структури, які їх уміщують, ще довго будуть предметом дискусій.

У цій статті не маємо змоги провести повну дискусію, особливо в історичному плані, бо погляди й аргументи опонентів імпактної концепції з часом і зміною персон диспутантів змінюються. Наведемо лише деякі загальні риси й українські особливості.

Головна особливість позицій з підходу до питання сторін, які дискутують, полягає в тому, що прихильники імпактної концепції, використовуючи і вдосконалюючи її дуже ясну теоретичну базу, спочатку передбачали породи, що мають імпактні алмази, виконували кропітку роботу з їхнього виділення і вивчення точними методами, а їх супротивники пропонували нове тлумачення вже відомих результатів.

Найпоследовніші опоненти метеоритно-вибухової концепції не могли ігнорувати факт відмінності імпактних алмазів від алмазів статичного росту (параморфози по графіту, ознаки заміщення його зерен за мартенситним механізмом, наявність ударно змінених порід і ударно метаморфізованих мінералів як супутників, зовсім інший тип вмісних порід). Так виникла гіпотеза водневого вибуху [2].

Неспроможність пояснити за цим механізмом виникнення ударних хвиль необхідної для графіт-алмазного переходу потужності, невідповідність геологічних структур з імпактними алмазами результатам підземних газових вибухів, геохімічні “мітки” метеоритного походження й багато інших “неузгоджень” не дають змоги прийняти цю гіпотезу. Наголосимо на її позитивній рисі – вона визнає, що вибухові алмази завжди повинні бути дрібнокристалічними і, отже, можуть мати значення лише як абразивний матеріал.

Українським, наскільки нам відомо, “відкриттям” є ототожнення імпактних і ендегенних кристалів алмазу за генезисом і декларація відкриття їхніх материнських порід – кімберлітів і лампроїтів у місцях знаходження імпактних алмазів. Ці “відкриття” приблизно збігаються за часом (кінець ХХ–перші роки ХХІ ст.) і стосуються імпактних алмазів Зеленогайської (відкриті 1976 р.) і Тернівської (відкриті 1979 р.) астроблем. Вибухово-метеоритна природа цих структур за комплексом ознак виявлена безпосередньо перед цим. У ті роки публікації про імпактні алмази були заборонені, їхній короткий опис опубліковано значно пізніше в зв’язку з виникненням дискусії про їхній генезис.

Тернівську астроблему відкрив А. Нікольський 1979 р. Її геологічна будова й особливості складу імпактних порід описані в низці публікацій, результати яких, як і дані про алмази й алмазоносність, підсумовані в [3]. Концентрація алмазів у тернівських імпактитах не перевищує 0,1 карата на 1 т. Автори “перевідкриття” не тільки замінили склад порід, що вміщують алмаз, із лужного, помірно кислого на ультраосновний, а й у працях [1, 13] у десятки разів підвищили вміст алмазів. Нез’ясованим способом визначено середній вміст алмазів у 3 карати на 1 т і до 7

каратів “в окремих різновидах порід”. Навіть названо річну проектну потужність видобутку алмазу (100 тисяч каратів) і собівартість видобутку (0,5 долара за 1 карат). Однак один із авторів “перевідкриття” (О. Плотников) на захисті ним докторської дисертації не зміг пояснити, як алмази виділялися з породи, як їх діагностували і як визначали їхній вміст. Склалося враження, що він їх узагалі ніколи не бачив.

У випадку Зеленогайської астроблеми висловили гіпотезу (В. Чернов) про помилку першовідкривачів, які не змогли відрізнити імпактний алмаз від мантійного. Нам здається, що є зворотна помилка. Кожний поміркований мінералог, подивившись на рис. 1, навіть без результатів рентгенівських, аналітичних електронно-мікроскопічних та інших точних досліджень, які, як описано нижче, цілком однозначні в інтерпретації генезису зерен алмазу, може зробити висновок, що імпактні алмази неможливо сплутати з мантійними.

Як бачимо з рис. 1, імпактний алмаз має дуже малий розмір кристалітів, отже, у положення відбиття потрапляє велика кількість відбиттів площини і дебаєграма складається з суцільних ліній. Для випадку кубічного алмазу того самого розміру в положення відбиття потрапляють грані, згодом, одного–двох кубічних мікрокристалів (дискретні точки). Всі знайдені на цей час алмази Зеленогайського кратера [5] є параморфозами алмазу за графітом, що містять домішки лонсдейліту, для них характерні нанометрові розміри ділянок когерентного розсіяння, тому в положення відбиття потрапляє велика кількість кристалітів, що й зумовлює суцільні лінії.

Отже, зеленогайські алмази є типовими імпактними. Належність порід, що їх уміщують, до імпактитів неодноразово доведена, зокрема на новому матеріалі [5]. У брекчіях Зеленого Гаю не виявлено ніяких уламків гірських порід глибинного походження. Дані про знахідки кімберлітів і лампроїтів [15, 16] суто декларативні. Можливо [5], автори знахідок уламків кімберлітів чи лампроїтів мали за такі уламки глибокі метаморфізованих великих кристалів біотиту. Дані праць [15, 16] з мінералогії глин порід цієї структури: наявність серії базальних рефлексів на рентгенограмах (ілюстрацій нема), суміш магнезійальних і залізистих (нонтроніт) смектитів, наявність упорядкованих і невпорядкованих сумішей $14 \text{ \AA} + 7 \text{ \AA}$ чи $14 \text{ \AA} + 10 \text{ \AA}$ шарів, ніякої генетичної інформації на користь кімберлітової природи структури не дають. Ми не маємо змоги тут глибоко аналізувати дані статті [15] про “мінерали-супутники” зеленогайського імпактного алмазу, тому лише зазначимо, що, на наш погляд, до знайдених зерен алмазу ці “супутники” не мають жодного генетичного стосунку. Загалом цінність цих даних сумнівна. З великої проби (320 кг), в яку потрапили і породи кратерного озера, виділено дрібні зерна альмандинового гранату і кілька зерен ільменіту розміром 0,10–0,25 мм, серед яких чотири мають високий вміст магнію. На жаль, ніде в аналізах не названий ні метод, ні аналітик, ані похибки. І, отже, в найбільш магнезійальних різновидах ільменіту цей “ключовий” елемент визначений дуже грубо [15, табл. 1]. Ці ж зауваження стосуються численних аналізів хромшпінелідів, для яких належність до супутників не обґрунтована. Відповідність метеоритного генезису Зеленогайської астроблеми її будові аргументована в праці [5]. Ми ж повторимо, що використання знахідок імпактного алмазу для розшуків алмазоносних кімберлітів є безумовно хибним і шкідливим.

Деякі результати останнього десятиріччя в дослідженні тонкої будови імпактних алмазів. Внутрішня будова імпактного алмазу, яку визначають за рентгенограмами й електроннограмами, засвідчує, що його зерна часто-густо є композицією найтонших кристалітів двох щільних фаз вуглецю: кубічної ($a_0 = 0,3567 \text{ нм}$) і

гексагональної ($a_0 = 0,2516$ нм; $c_0 = 0,418$ нм), яка отримала назву лонсдейліту. Зазвичай простежується закономірна орієнтація структур цих фаз однієї до одної, а також до вихідного графіту.

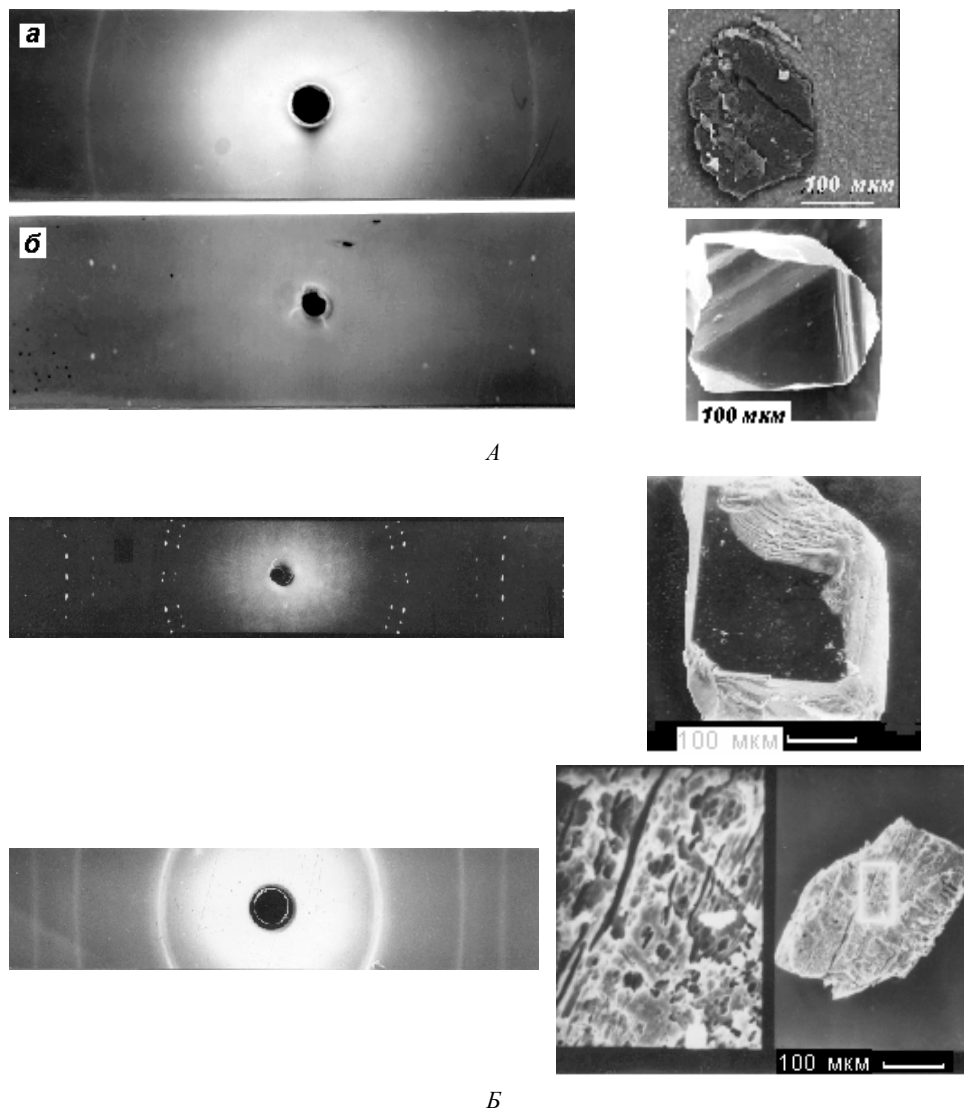


Рис. 1. Зображення зерен алмазу під сканувальним електронним мікроскопом і дебаєграми ($\text{Cu}_{K\alpha+\beta}$ -випромінювання) відповідних зерен. Для порівняння зображено зовнішній вигляд і рентгенограми ендегенних алмазів приблизно того ж розміру:

A – зерно імпаکتного алмазу (*a*) із зювітоподібної брекчії Зеленого Гаю порівняно з кристалом ендегенного алмазу (*б*) Саотканського розсипу; *B* – зверху уламок кубічного алмазу з бальтських відкладів (взірець Е. Мельничука), знизу зерно імпаکتного алмазу (Попігай).

Це виявляється через паралельність близьких за будовою найщільніших елементів атомної структури цих мінералів. Такими елементами є, передусім, шари (0001) графіту, площини (111) алмазу і $(10\bar{1}0)$ лонсдейліту, а також осі $[10\bar{1}0]$ лонсдейліту $\parallel [111]$ алмазу $\parallel [11\bar{2}0]$ графіту і $[\bar{1}2\bar{1}0]$ лонсдейліту $\parallel [110]$ алмазу $\parallel [11\bar{2}0]$ графіту.

Ще з часів перших структурних електронно-мікроскопічних досліджень природних імпактних алмазів і їхніх штучних аналогів будову цих зерен уявляють як розміщення мікрочастин кубічного алмазу в двофазовій матриці алмаз-лонсдейліт. Метод селективно-променевої просвічувальної електронної мікроскопії дав змогу розрізнити в матриці імпактного алмазу Попігайського кратера ділянки поширення лонсдейлітової і кубічної алмазної фаз. Характерний розмір фазово-однорідних ділянок становить приблизно 10 нм. Вміст гексагональної фази зі збільшенням розміру індивідів прямує до нуля. Зерна з добре утвореними мікрометровими октаедрами і кубооктаедрами не містять лонсдейліту. Уважають [7], що ріст кристалітів кубічної фази відображає існування стадії відпалу алмазів у високотемпературному “хвості” ударної хвилі, часова протяжність якого зростає зі збільшенням масштабу вибухової події. Відповідно до цього, середній вміст кубічної фази в імпактному алмазі велетенського Попігайського кратера в середньому більший, ніж в імпактному алмазі невеликих астроблем.

У 1997–1998 рр. досліджено морфологію поверхні зерен кубічного імпактного алмазу [6, 17], відкритого за люмінесцентними властивостями [17] 1980 р. Виявлено різноманітність позитивних і негативних кубічних акцесоріїв (рис. 2).

У праці [19] визначено новий характерний рівень будови зерен імпактних алмазів: мікроблоки розміром близько 100 нм. Цей рівень будови притаманний збагаченим на лонсдейліт зернам імпактного алмазу, що були відокремлені з високоалмазоносних імпактитів порівняно невеликої (вихідний діаметр близько 5,5 км) Біллілівської (Західної) астроблеми на Українському щиті.

Результати рентгенографічного фазового аналізу окремих зернин і знімання порошкограм імпактного алмазу довели, що найвищий вміст лонсдейліту характерний для чорних графітовмісних зерен. Для таких зерен співвідношення лонсдейліту і кубічного алмазу становить приблизно 1:1 чи навіть є дещо вищим.

Морфологія цих зерен вивчена за допомогою растрової електронної мікроскопії. Характерна графітоподібна форма зерен зі структурами типу кінк-банд на поверхні платівок (рис. 3). Зерна розколоті за кімнатної температури і вивчені методами просвічувальної електронної мікроскопії на приладі JEM-100X.

На рис. 4 показана ділянка, що має блокову будову, і дані мікродифрактограми (МД) окремих блоків. Блок *a*, який має прямолінійні межі, складається з монокристалічного алмазу з орієнтацією осі $[112]$ нормально до площини рисунка, є також слабкі рефлекси площин зони $[111]$. Блок *b* складається з лонсдейліту і графіту. Особливістю будови цього блока є наявність двох трійних текстур $[10\bar{1}0]$ лонсдейліту $\parallel [0001]$ графіту з поворотом однієї щодо іншої на 30° . МД-картина блока *b* відповідає результату мартенситного перетворення лонсдейліт-графіт. Блок *c* представлений деформованою частинкою графітового складу. В кільцях відбитків зони $[0001]$ навкруги дифракційних плям спостерігають “хвости”, які свідчать про розупорядкування внаслідок поворотів мікрочастин у базальній площині. Звідси випливає, що орієнтування в блоці *c* відповідає приблизній паралельності (0001) графіту до площини рисунка.

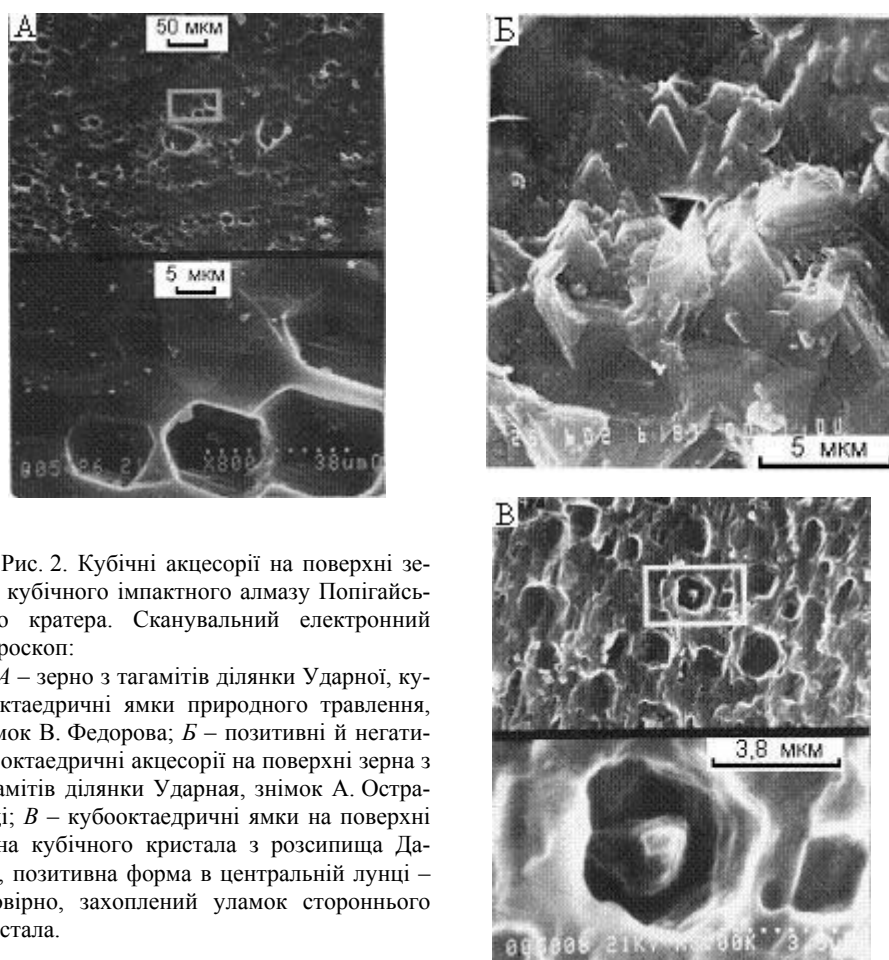


Рис. 2. Кубічні акцесорії на поверхні зерен кубічного імпактного алмазу Попігайського кратера. Сканувальний електронний мікроскоп:

A – зерно з тагамітів ділянки Ударної, кубооктаедричні ямки природного травлення, знімок В. Федорова; *B* – позитивні й негативні октаедричні акцесорії на поверхні зерна з тагамітів ділянки Ударная, знімок А. Остриці; *B* – кубооктаедричні ямки на поверхні зерна кубічного кристала з розсипища Дагой, позитивна форма в центральній лунці – ймовірно, захоплений уламок стороннього кристала.

Отже, блоки, що змінюють один одного справа наліво на рис. 4, належать, відповідно, до чистого порівняно крупнокристалічного алмазу, композиції графіт–лонсдейліт та фрагментованого графіту.

Характер МД свідчить про розміри кристалітів алмазу 50–100 нм, а лонсдейліту і графіту – приблизно на порядок менші.

Така будова і фазовий склад блоків підтверджують мартенситний характер переходу графіт–алмаз під час ударного стиснення. Межі розорієнтації блоків можуть бути закладені в матеріалі до переходу, в даному випадку – через деформації графіту на фронті ударної хвилі, що розпадається на кілька [8]. Наявність таких меж може гальмувати фазовий перехід. Блоки можуть з'являтися і через мікронеоднорідності в розподілі остаточних температур.

Важливі електронно-мікроскопічні дослідження імпактних алмазів виконав останніми роками Ф. Лангенхорст [18]. Учений, зокрема, виявив докорінну відмінність у дислокаційній будові ендегенних і імпактних алмазів. В імпактних алмазах широко розвинутий особливий тип площинних дислокацій.

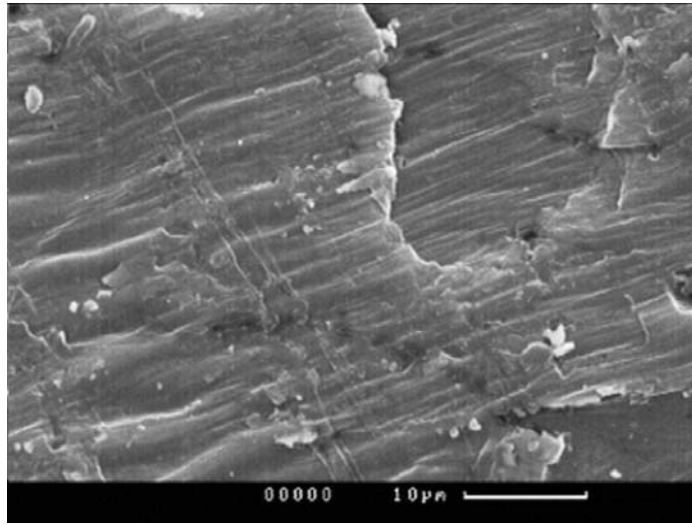


Рис. 3. Поверхня зерна імпактного алмазу з високим вмістом гексагональної фази (лонсдейліту) з імпактитів Білілівської (Західної) астроблеми. Видно структури типу кінк-банд. Сканувальний електронний мікроскоп. Масштаб 10 мкм. Знімок С. Романенка.

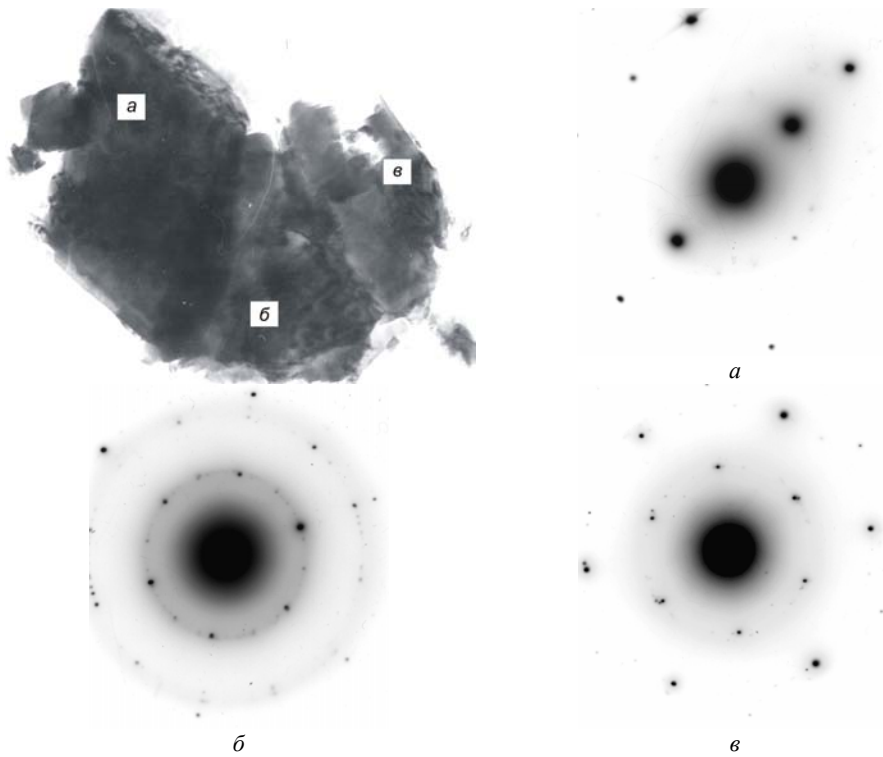


Рис. 4. Електронно-мікроскопічне зображення блоків імпактного алмазу; мікродифрактограми блоків *a*, *б*, *в*; *a* – $[112]_a$; *б* – $[10\bar{1}0]_a \parallel [0001]_r$; *в* – $[0001]_r$.

Отже, Ф. Лангенхорст дійшов висновку, що для відновлення генетичної картини маленького зерна алмазу, навіть з пухких порід, достатнім є його аналітичне електронно-мікроскопічне дослідження.

За 40 років від відкриття земних імпактних алмазів розуміння їхньої будови і походження значно поглибилося. Після просування на захід російсько-українського досвіду з їхньої діагностики і вивчення імпактні алмази були відкриті в імпактиках багатьох астроблем Європи й Америки, однак спроби відкривати за цими алмазами кімберліти й глибинні алмази статичного тиску зроблено тільки в Україні і, очевидно, що цей досвід не заслуговує на поширення.

1. *Близнюков В.Г., Плотников А.В.* Перспективы попутной добычи алмазного сырья в Кривбассе // Горн. журн. 1999. № 5. С. 20–22.
2. *Ваганов А.И., Иванкин П.Ф., Кропоткин П.И.* и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ. М., 1985.
3. *Вальтер А.А.* Феномен Первомайского месторождения в Криворожье и роль Я.Н. Белевцева в его познании // Минерал. журн. 1997. Т. 19. № 5. С. 72–84.
4. *Вальтер А.А.* Український внесок до мінералогії імпактних утворень // Зап. Укр. мінерал. тов-ва. 2005. Т. 2. С. 62–85.
5. *Вальтер А.А.* Особливості ударного метаморфізму мінералів імпактних брекчій Зеленогайської астроблеми // Зап. Укр. мінерал. тов-ва. 2006. Т. 3. С. 29–36.
6. *Вальтер А.А., Дёменко Д.П., Ерёмченко Г.К.* Структурная, морфологическая кристаллография и генезис импактных алмазов // Кристаллография-98. Теоретическая минералогия и техническая кристаллография. Сыктывкар, 1998. С. 45–46.
7. *Вальтер А.А., Ерёмченко Г.К., Квасница В.Н., Полканов Ю.А.* Ударно-метаморфогенные минералы углерода. К., 1982.
8. *Ерёмченко Г.К., Хренов О.Я.* Особенности люминесценции лонсдейлитсодержащих алмазов // Новые методы прогнозирования и оценки месторождений алмаза: Тез. докл. IV Всесоюз. совещ. Новосибирск, 1980. С. 54.
9. *Курдюмов А.В., Малоголове В.Г., Новиков Н.В.* и др. Полиморфные модификации углерода и нитрида бора: Справочное изд. М., 1994.
10. *Масайтис В.Л., Футергендлер С.И., Гнеушев М.А.* Алмазы в импактиках Попигайского метеоритного кратера // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1972. Т. 101. Вып. 1. С. 108–113.
11. *Никольский А.П.* О генезисе тридимит-гизингеритовых пород Первомайского железорудного месторождения в Криворожье // Докл. АН СССР. 1979. Т. 249. № 2. С. 436–439.
12. *Никольский А.П., Наумов В.П., Макак М.С., Масайтис В.Л.* Ударно-метаморфизованные породы и импактиты Терновской астроблемы (Северное Криворожье) // Проблемы регионального и ударного метаморфизма. Л., 1982. С. 132–142. (Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 238).
13. *Паранько И.С., Плотников О.В., Гладких В.И.* Про кімберлітовий магматизм і алмазоносність Тернівської структури Кривбасу // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. 1999. Вип. 14. С. 56–62.
14. *Полканов Ю.А., Ерёмченко Г.К., Сохор М.И.* Импактные алмазы в мелкозернистых россыпях Украины // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1973. № 11. С. 989–990.

15. Федоришин Ю. Особливості мінералів-супутників алмазу Зеленогайської структури // Мінерал. зб. 2004. № 54. Вип. 2. С.117–130.
16. Федоришин Ю.І., Маківчук О.Ф. Причина походження Зеленогайської структури: падіння метеориту чи ендегенний процес? // Зб. наук. праць УкрДГРІ. 2004. № 2. С. 51–64.
17. Erjomenko G.K., Valter A.A., Kvasnitsa V.M. Cubic impact diamond: structure, natural etching, origin // 26th Vernadsky-Brown Microsymposium: Abstr. of papers. Moscow, 1997. P. 35–36.
18. Langenhorst F. Nanostructures in ultrahigh-pressure metamorphic coesite and diamond: a genetic fingerprint // Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft.
19. Oleinik G.S., Valter A.A., Erjomenko G.K. The structure of high lonsdaleite diamond grains from the impactites of the Belilovka (Zapadnaja) astrobleme (Ukraine) // Lunar and Planet. Sci. XXXIV Conf. 2003. Abstract # 1561.

**THE EARTH IMPACT DIAMONDS:
FROM V. SOBOLEV TO PRESENT TIME**

A. Valter

*Institute of Applied Physics of NASU
Petrovavlivska St. 58, UA – 40030 Sumy, Ukraine*

The role of V. Sobolev in scientific and organizational support of the first results in discovery and study of impact diamond as new results of this field investigation is given. The inadmissibility of interpretation of impact diamond as a kimberlitic one is emphasized.

Key words: astrobleme, endogenous diamond, impact diamond, lonsdaleite.

Стаття надійшла до редколегії 10.06.2008
Прийнята до друку 30.10.2008