УДК 550.83:551.215.4:549.21

Г. А. КАЛАШНИК, д-р геол. наук, професор (Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету (КЛА НАУ)), kalashnik_anna1@ukr.net, ORCID-0000-0002-9581-9865

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ЗЕЛЕНОГАЙСЬКІЙ СТРУКТУРІ ІНГУЛЬСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Репрезентовано результати аналізу комплексу геолого-геофізичних багаторічних досліджень на Зеленогайській структурі Інгульського мегаблока Українського щита (УЩ). Обґрунтовано висновки щодо ендогенного походження Зеленогайської структури, яка за комплексом даних являє собою два слабоеродовані вулканічні апарати вибухового маарового типу. Визначено особливості геологічної будови Зеленогайської структури, які за низкою параметрів подібні до трубок Аргайл, Елендейл-4 зон Холс-Крік та Кінг-Леопольд у Північно-Західній Австралії, проаналізовано ступінь їхнього прояву в геофізичних полях. Загальні висновки, рекомендації та інші результати проведених робіт одночасно є доробком, обґрунтуванням для майбутніх досліджень цього напряму.

Ключові слова: *експлозивні структури, мааровий вулканізм, Інгульський мегаблок, Український щит.*

G. A. Kalashnyk, *Doctor of Geological Sciences (Dr. Sci. (Geol.)), Professor, Kirovograd Flight Academy Of National Aviation University, kalashnik_anna1@ukr.net, ORCID-0000-0002-9581-9865*

MAIN RESULTS OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RESEARCH ON THE ZELENOGAYSKA STRUCTURE OF THE INGULSKY MEGABLOCK OF UKRAINIAN SHIELD

The analysis of the main results of the complex of geological and geophysical research carried out over many years in the Zelenogayska structure of the Ingulsky megablock UkrSh is presented in the article. Conclusions about explosive endogenous genesis of the Zelenogayska structure are substantiated. This structure according to the complex of geological and geophysical data is two weakly eroded volcanic craters of the explosive maar type. A number of specific features of this structure are determined in this article. These features have many common with the Argyle pipe, the Helendale-4 of the Halls Creek and King Leopold areas in Northwest Australia. The degree of manifestation of these features in geophysical fields is established in the paper. The general conclusions, recommendations and other results of the performed works, at the same time, are the details, the justification for future research in this direction. The practical significance of the study is to increase the effectiveness of forecasts by expanding the range of deep factors used and the criteria for the formation of diamondiferous structures on the Ukrainian Shield, as well as geophysical and petrological-geochemical indicators of their localization. This makes it possible to improve the efficiency of geological prospecting.

Keywords: *explosive structures, maar volcanism, Ingulsky megablock, Ukrainian Shield.*

Загальна постановка проблеми та зв'язок з практичними завданнями

Український щит розглядають як потенційно алмазоносну субпровінцію. На території УЩ і його схилів виявлено кімберлітові й лампроїтові трубки, кімберлітопрояви дайкової фації, прояви алмазів кімберлітового, метаморфогенного й лампроїтового типів, розсипи дрібних алмазів у відкладеннях чохла [6]. Проте родовищ алмазів в Україні поки немає. На сьогодні на УЩ ділянки розвитку корінних кімберлітових і лампроїтових порід виявлено тільки в межах Інгульського [4, 5, 8] і Приазовського мегаблоків [6].

На перший план під час вивчення перспектив формування промислово алмазоносних структур, на наш погляд, виступає аналіз глибинної будови літосфери [2, 6]. Ми вважаємо, що початком визначення перспектив алмазоносності різних територій не можуть слугувати лише різні варіанти правила Кліффорда, яке свідчить, що "области древней стабилизации, по крайней мере, от 1500 млн лет и древнее, являются источниками большей части африканского золота, хрома, платины, асбеста, алмазов" [13]. Останнім часом відкриття районів з алмазоносними трубками вибуху закономірно зростає в межах протерозойських рухливих поясів, які спаюють архейські мегаблоки. Класичними прикладами таких районів є поля Елендейл та Аргайл, де прояви лампроїтів приурочено до рухомих зон Кінг-Леопольд і Холс-Крік на кордоні з блоком Кімберлі (північно-західна Австралія) [7]. Тут кількість трубок перевищує 50 (вік від 20 млн років до 1200 млн років). Аналогічна ситуація спостерігається в провінції Центральний Саскачеван (Канада), де кратон Сьюперіор і Херн з'єднані рухомою зоною протерозойського віку [10]. Район Глени (кількість трубок – 70, вік – крейдовий). Північне Колорадо, до якого входить трубка Слоан (Канада) [10] та інші, розміщений на краю протерозойського кратону Центральних рівнин на кордоні архейського блока Вайомінг, де насувний пояс Чейенн утворює орогенний шов.

Тож, на наш погляд, дуже важливим є аналіз зв'язку виявлених проявів корінної алмазоносності, а також кімберлітового й лампроїтового магматизму в тісному зв'язку з особливостями глибинної будови літосфери Українського щита незалежно від віку стабілізації його мегаблоків. Інгульський мегаблок з огляду на глибинні передумови та критерії, які ми визначили, а також низку прямих ознак алмазоносності, на нашу думку [6], є єдиним літосферним сегментом на УЩ, який можна зарахувати до перспективних на виявлення промислово алмазоносних структур, попри палеопротерозойський вік стабілізації фундаменту. Особливо цікавою є Зеленогайська структура Інгульського мегаблока УЩ, походження й формування якої до цього часу є предметом дискусій.

Аналіз останніх публікацій і виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Тепер уже не викликає сумнівів факт закономірного розвитку алмазоносних формацій тільки в межах давніх щитів з потужною літосферою. Однак зарахування окремих регіонів або ділянок до перспективних на корінні джерела алмазів можливе лише за умови використання всіх наявних геолого-пошукових критеріїв. Порівняльний аналіз регіональних прогнозно-пошукових критеріїв та ознак алмазоносних структур Якутської, Західноавстралійської алмазоносних провінцій, який ми виконали раніше, і виділені критерії для потенційно алмазоносної субпровінції Українського щита представлено в працях [2, 6]. Як головні передумови формування алмазоносних структур на УЩ ми розглядаємо такі [2, 6]: 1) висока зрілість літосфери; 2) потужність літосфери не менше 150 км, яка визначає в підошві літосферного сегмента умови стабільного існування графіту та алмазу; 3) граніто-гнейсовий шар високої (10–15 км) або підвищеної потужності (>15 км); 4) аномально виражена радіогеохімічна калієва спеціалізація метаморфічного субстрату верхньої частини земної кори; 5) структурний чинник – наявність розламів транслітосферного проникнення. На території Інгульського мегаблока УЩ виявлено набір позитивних чинників, критеріїв та ознак (мінералогічних, петрологічних, геохімічних, тектонічних, геофізичних, геодинамічних) для відкриття тут родовищ алмазів [4–6, 8]. Актуальною в Інгульському мегаблоці є проблема прогнозування й пошуку як кімберлітових, так і нетрадиційних некімберлітових джерел алмазів, пов'язаних з проявами експлозивних утворень (брекчій, туфів, флюїдизитів, лампроїтів).

Фахівці ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія" під час виконання алмазопошукових досліджень в Інгульському мегаблоці обґрунтували, що ранньопалеогенові кластичні осадки (райгородська товща) є наслідком могутньої тектономагматичної активізації, а виявлені численні експлозивні структури ділянок Грузька, Оситнязька, Лісова, Суботська є вулканічними апаратами з мантійними коренями, сформованими під впливом так званого маарового вулканізму [3, 4, 5, 8]. У кластичних осадках вищевказаних експлозивних структур виявлено мінерали-супутники кімберлітового (лампроїтового) магматизму. Зеленогайська структура також належить до ранньопалеогенового віку. Комплексний аналіз даних щодо Зеленогайської структури дає змогу зробити висновок про її ендогенне походження, існування двох вибухових діатрем, виповнених ксенотуфобрекчіями з украпленнями автолітів змінених порід ультраосновного складу, зарахованих до лампроїтоподібних, проте певні проблеми виникають під час оцінювання потенційної алмазоносності цих діатрем, що підтверджується знахідками дрібних пластинчастих алмазів, які водночас не вміщують лонсдейлітової фази.

Формулювання цілей статті. Виявлення нових закономірностей просторового розміщення об'єктів кімберліт-лампроїтового магматизму на території Українського щита та особливостей їхнього відображення в геолого-геофізичних матеріалах на прикладі Зеленогайської структури.

Методи досліджень. Для вирішення цих завдань ми проаналізували результати комплексу геофізичних, петрологічних, мінералогічних, геохімічних і структурно-геологічних методів досліджень.

Виклад основного матеріалу

1972 року поблизу села Федірки (Кіровоградська обл.) геофізичними роботами, проведеними під керівництвом В. М. Білогуба, визначено локальні аномалії підвищеної електропровідності в межах локального мінімуму поля сили тяжіння. Картувальне буріння, виконане вслід за геофізичними роботами (В. П. Брянський, 1972 р.), дало змогу виявити локальну ізольовану западину в гранітогнейсовому фундаменті палеопротерозойського віку, названу Зеленогайською [1]. У магнітному полі ця западина не проявилась. Оскільки ця локальна депресія утворена кластичними осадками, то єдиним можливим поясненням (того часу) її походження була метеоритна гіпотеза [9]. Цьому погляду також сприяла наявність у декількох десятках кілометрів на захід від цієї структури великої Бовтиської кальдери з ознаками метеоритного походження. Коли в кластичних осадках Зеленогайської структури виявили пилок голонасінних рослин ранньопалеогенового віку, здобув перевагу погляд, згідно з яким указана структура є метеоритним кратером, утвореним унаслідок самостійного падіння метеорита відносно невеликого розміру, що впав у ранньопалеогеновий час (у період утворення райгородських кластичних осадків). Причому, як передбачалося, удар метеорита був не досить сильним, щоб переплавилося ложе кратера й утворилися високобаричні модифікації кварцу – коесит і стишовіт. Оскільки в метеоритних кратерах відомі імпактні алмази, то Зеленогайський кратер був вивчений спеціалізованими роботами (В. А. Голубєв, 1978 р.). Водночас було пробурено три свердловини (5019, 5020, 5286) (рис. 1). Сверд. 5286 закладено в передбачуваному центрі структури (в епіцентрі гравіметричного мінімуму). Кратерні осадки розкрито в інтервалі 58–135 м, нижче в інт. 135–200 м піднято інтенсивно роздроблені мігматити основи, а в інт. 200–220 м зафіксовано менш деформовані мігматити.

Сверд. 5020 пробурено в передбачуваному західному борті депресії, хоча підошва кратерних осадків виявилася нижчою, ніж в епіцентрі (завглибшки 196 м). Породи фундаменту (граніти кіровоградського типу) зафіксовано в інтервалі 196,0–197,6 м, після чого свердловину закрили. Сверд. 5019, що пробурена південніше сверд. 5020, розкрила брекчійовані гнейси і граніти на глибині 88 м.

1994 року фахівці ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія" під час детального вивчення наявних геолого-геофізичних матеріалів щодо Зеленогайської структури визначили низку особливостей, які дали змогу припустити експлозивну ендогенну природу цієї структури з осередком глибинного закладення та визначити її подібність до лампроїтової трубки Аргайл Західної Австралії:

1. Кластичне наповнення Зеленогайської структури характеризується виразною флішоїдністю чи осадовими ритмами. Кожен ритм починається грубокластичними осадками чи бриловою брекчією й закінчується тонкокластичними відкладами аж до глинистого осаду. У сверд. 5020 (за наявною документацією) нараховують не менше шести великих ритмів, хоча в межах кожного великого ритму є дрібні осадові розшарування. Оскільки ці фауністичні кластичні відклади – ранньопалеогенові, то їх зарахували до загальної маси райгородських осадків. Але варто зауважити, що райгородська осадова брекчія не виявляє ознак флішоїдності і, незалежно від потужності райгородських шарів, вони починаються великобриловою брекчією, що поступово переходить у верхній частині розрізу в дрібноуламкову глинисту масу. Флішоїдність кластичних осадків Зеленогайської структури подібна до градаційної шаруватості туфопісковиків трубки Аргайл (Західна Австралія) [7], де шари крупнокластичних осадків чергуються з тонкими піщанистими і туфоалевролітовими прошарками. Генетичне значення флішоїдів трубки Аргайл полягає в частих змінах тектонічного режиму порід основи діатреми на фоні періодичних викидів вулканічного матеріалу. Умови осадового утворення відомих метеоритних кратерів спокійніші й стабільніші.

2. У приконтактовій частині Зеленогайської структури не зафіксовано переплавлення порід мішені, як це має місце

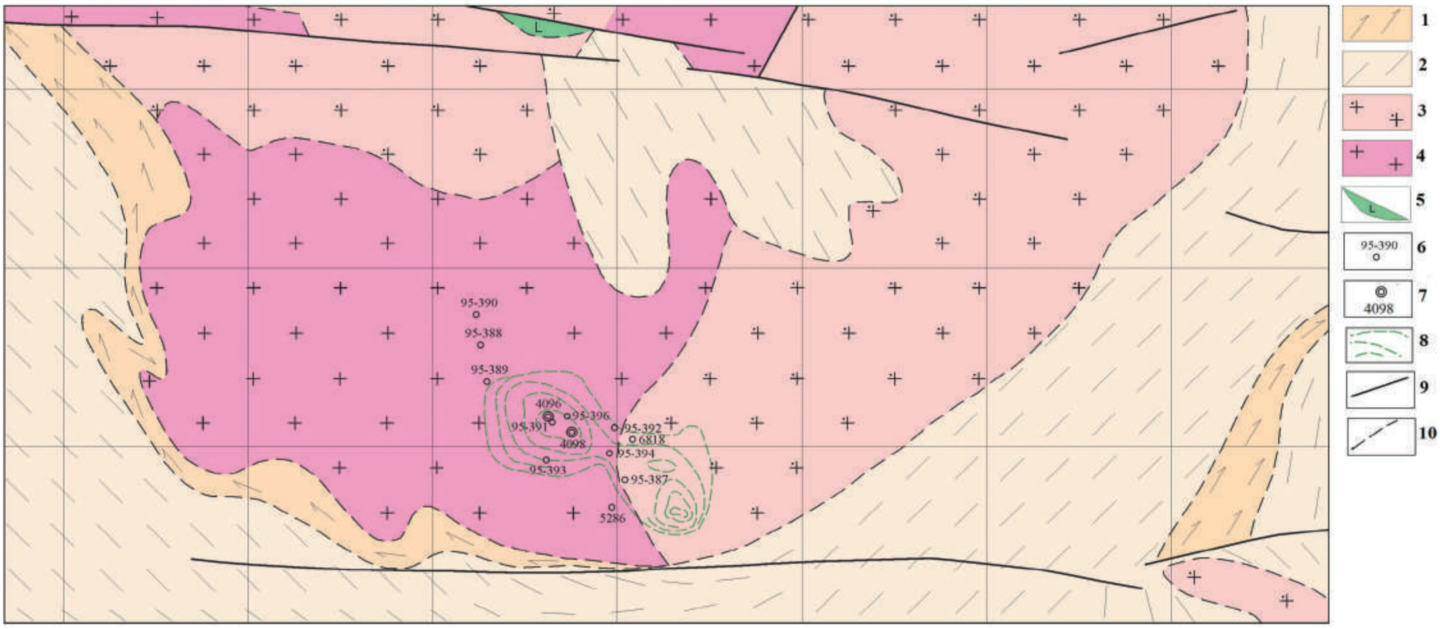

Рис. 1. Оглядова геологічна схема району досліджень:
комплекси порід палеопротерозойського віку (PR_1): чечеліївська світа: 1 – гнейси кордієрит-біотитові; 2 – гнейси біотитові: *кіровоградський комплекс:* 3 – граніти біотитові; 4 – граніти біотитові-порфіробластичні; *дайковий комплекс (PR_{2-3}):* 5 – діабази; 6 – картувальні бурові свердловини та їхні номери; 7 – пошукові бурові свердловини та їхні номери; 8 – від'ємна гравітаційна аномалія, пов'язана з експлозивною структурою; 9 – розривні порушення; 10 – геологічні границі між комплексами порід

у Бовтиській структурі. Приконтактові частини осадків Зеленогайської структури з породами основи утворені великобриловою брекчією з піщанистим цементом. Зона контакту діатреми Аргайл з уміщувальними породами утворена брекчіями з великих деформованих уламків умісних порід, зцементованих кварцово-попільними туфами [7].

3. У флішоїдних кластичних осадках Зеленогайської структури виявлено велику кількість уламків вулканічного скла, особливо в нижніх осадках, а у верхніх частинах діатреми часто виявляють халцедоноподібні кварцові агрегати, а також численні лапілі у вигляді темних кульок 3–5–10 мм, концентрично зональних, ідентичних таким самим із ксенотуфобрекчій експлозивних структур ділянок Грузької, Лісової, Оситнязької Інгульського мегаблока, у кластичних осадках яких виявлено мінерали-супутники кімберлітового (лампроїтового) магматизму [3, 5, 8]. І хоча знахідки численних уламків вулканічного скла зараховано до продуктів руйнування склуватих імпактитів, самих склуватих імпактитів у породах основи Зеленогайської структури не було знайдено. У шаруватих туфопісковиках трубки Аргайл виявлено велику кількість лампроїтових вулканічних склоподібних уламків, що у верхніх (вивітрилих) частинах кратера заміщені вторинними мінералами, зокрема й халцедоноподібними агрегатами кварцу [7].

4. Форма Зеленогайської структури за результатами гравітаційної зйомки масштабу 1:5 000, яку виконала ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія", вісімкоподібна, витягнута в північно-західному напрямку 305° (рис. 2). Сама ділянка кратера розміщується в смузі впливу вузла перетину глибинного Тясминського (аз. 305°), субширотного Цибульського, субмеридіонального Макарихинського розломів. Трубка Аргайл локалізована в смузі впливу глибинних розломів рухомої зони Холс-Крік, що має північно-східне простягання [7]. У плані трубка витягнута на північний схід, має довжину 1,6 км, ширину від 50 до 400 м.

5. Сама форма Зеленогайської структури ущільнена (грибоподібна), подовжена, з максимально визначеною амплітудою глибин (190 м). Форма трубки Аргайл, а також лампроїтових кратерів поля Елендейл теж грибоподібна й ущільнена з потужністю кратерних осадків від 100 до 300 м [7].

6. У шаруватих кластичних осадках Зеленогайської структури кратера відзначають чималу кількість карбонату (по всьому розрізу). Карбонат повсюдно фіксується по карбонатно-глинистому цементі, також у вигляді численних уламків і вкраплень кальциту. У трубці Аргайл велика частина попільного матеріалу і мантійних нодулів заміщена карбонатно-глинистим матеріалом або агрегатами карбонату [7].

8. Єдиним вагомим аргументом на користь метеоритного генезису є наявність у Зеленогайській структурі алмазів, визначених як імпактні, хоча разом з ними не було знайдено їхніх головних супутників коеситу й стишовіту (що є серйозним протиріччям). Відомо, що імпактні алмази – це псевдоморфози по графіту. Навіть відбирання проб, зроблене в межах Зеленогайської структури (інт. 101–117 м і сверд. 5286), було

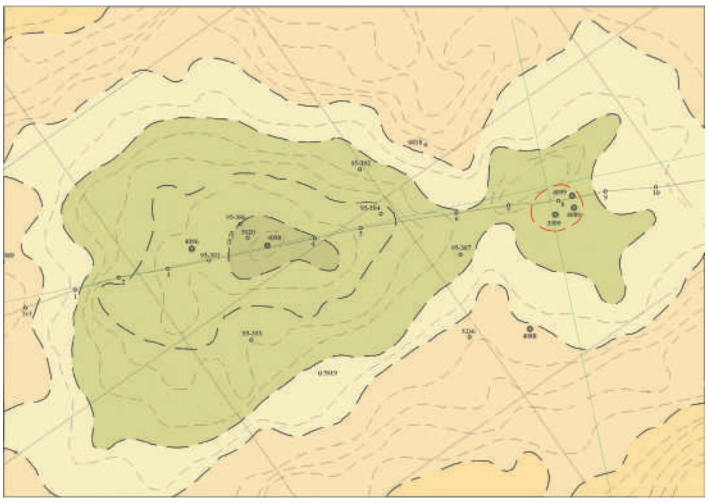

Рис. 2. Схема поля сили тяжіння над Зеленогайською структурою (рівень умовний)
Умовні позначення на рис. 1

націлене на ділянку, максимально збагачену уламками гнейсів у піщано-кластичному цементі, де, власне, і прогнозували псевдоморфози алмазу по графіту. У пробі було знайдено 12 дрібних алмазів розміром 0,1–0,3 мм плоскої форми [9]. Якщо подивитися на алмази трубки Аргайл, то велика їхня частина – це дрібні уламки, при цьому плоских уламків досить багато. У цих алмазах відзначалася численна кількість украплень графіту, зростків алмазів з графітом, а також графітизованих алмазів. Алмазоносність Зеленогайської структури не викликає сумніву. Але, якщо ця структура є лампроїтовою трубкою вибуху, то алмазоноснішими є дрібні кластичні шаруваті утворення з глинисто-карбонатним цементом.

Виявлено наявні ознаки експлозивної ендогенної природи Зеленогайської структури:

1. Піщанисто-туфогенні утворення кратера, без значної частки розплаву, що так характерно для трубки Аргайл.

2. Поліциклічність утворень вулканічного кратера. Очевидно, що в Зеленогайській депресії щонайменше шість великих ритмів осадконакопичення, водночас кожен ритм починався з викиду великоуламкового матеріалу й закінчувався спокійним розтіканням туфів у кратерному озері з утворенням туфо-алевролітів (забарвлених унаслідок окиснювання в яскраво-жовті й червоні кольори). Треба зазначити, що настільки часта зміна тектонічних режимів під час утворення метеоритних кратерів просто неможлива.

З огляду на наявну інформацію щодо Зеленогайської структури 1995 року було вирішено пробурити 10 картувальних свердловин у межах західного епіцентру вісімкоподібної аномалії поля сили тяжіння, якими було піднято відклади верхнього кратерного озера (рис. 1). У межах вищезазначеного епіцентру негативної гравітаційної аномалії 1996 року пробурили глибоку сверд. 4096 (гл. 500,6 м) (рис. 1, 2). В інтервалі 0–90 м вона розкрила відклади осадового чохла, до гл. 165 м були відзначені глинисто-дрібноуламкові відклади верхнього кратерного озера, що мають характерне чергування ритмів глин, пісків, гравію (усього відзначено шість ритмів), великі уламки гранітів, зрідка гнейсів (до 1 м і більше), зцементованих піщано-карбонат-монтморилонітовою масою, які, імовірно, утворилися за малий проміжок часу. В інтервалі 165,0–349,0 м було розкрито зону розвитку ксенотуфобрекчій з уламками змінених лампроїтів. На особливу увагу заслуговує знахідка в пробах з цих відкладів двох октаедричних кристалів хромшпінелей (розміром 0,2 мм). За результатами мікрозондового аналізу вони характеризуються високою хромистістю – Cr_2O_3 = 59 %. В інтервалі 349,0–425,2 м – інтенсивно катаклазовані породи гранітної основи з ділянками брекчування, розсланцювання, борозен ковзання. У масі породи і по тріщинках у гранітах по всій свердловині відзначається інтенсивна карбонатизація (інтенсивне скипання від соляної кислоти) і розвиток глинки монтморилонітового складу. В останньому випадку граніт у воді розсипається внаслідок спучування цементу. З глибини 425,2 м до вибою 500,9 м спостерігаються відносно незмінені слабко катаклазовані граніти (рис. 3).

Другу сверд. 4098 (гл. 484,1 м) задали майже в епіцентрі західної гравіаномалії (рис. 2). Проте по всьому стовбурі були відзначені тільки інтенсивно зруйновані й брекчійовані граніти, дуже карбонатизовані, з глинками монтморилонітового складу в тріщинах. Характерною особливістю верхньої частини розрізу, перебуреного сверд. 4098, є збільшення потужності перемитих туфових осадків кратерного озера. З іншого боку, у жодній частині розрізу не відзначено явних слідів ударного метаморфізму, характерних для метеоритних кратерів.

У червоно-бурій брекчії в гранітах на залізистому цементі (гл. 388 м) у сверд. 4098 було виділено три зерна хромшпінелей. За результатами мікрозондового аналізу вміст Cr_2O_3 в них змінюється від 56 до 59 %. Дані аналізів хромшпінелі-

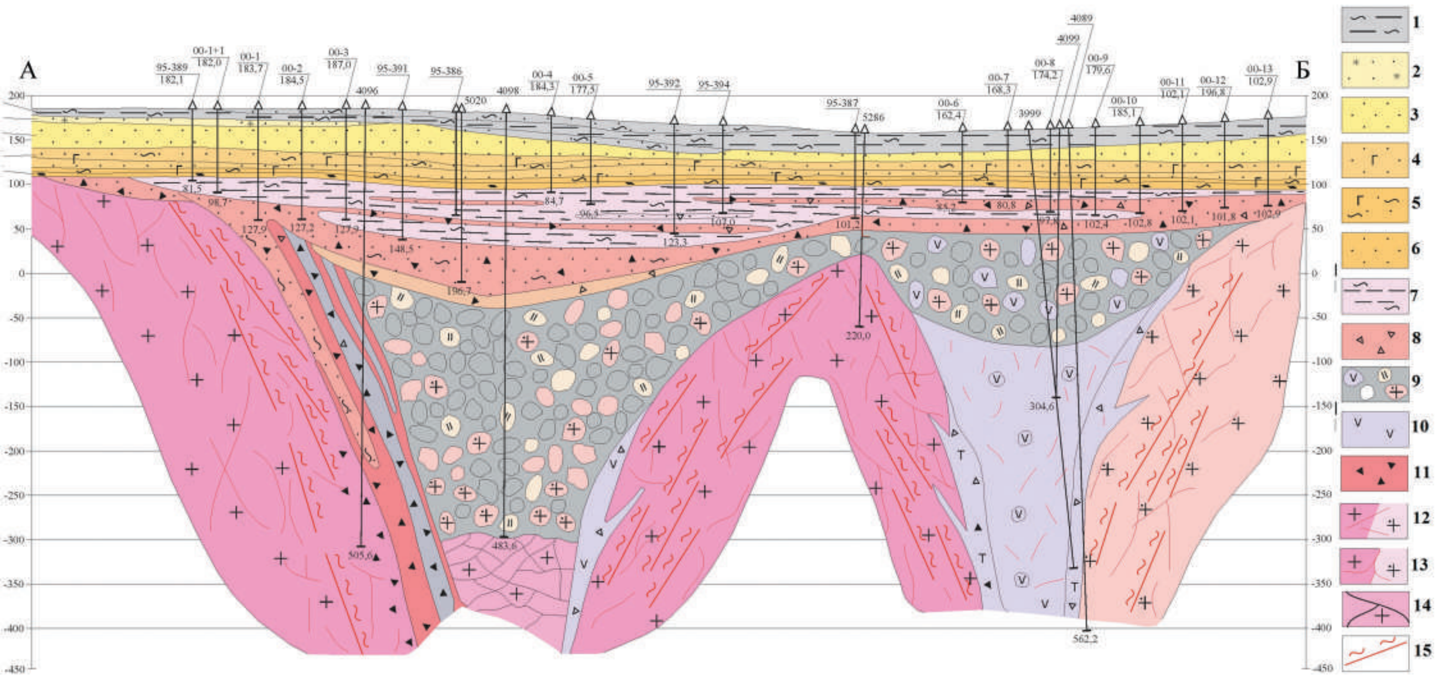

Рис. 3. Геологічний розріз (Зеленогайська структура)
1 – глини й суглинки (Q_{I-IV}), 2 – строкаті піски (N_{2sm}); 3 – світлі кварцові піски (N_{1pt}); 4 – глауконітові піски кварцові й суглинки ($Ꝑ_{3hr}$); 5 – глауконітові глини й суглинки ($Ꝑ_{2kv}$); 6 – базальні гравійні відклади ($Ꝑ_{2kv}$); *кратерні відклади* ($Ꝑ_{1rg}$): 7 – кратерні глини й суглинки; 8 – грубоуламкові відкладення на глинисто-карбонатному цементі; 9 – гранітогнейсовий великобриловий завал на піщано-туфовому цементі; 10 – лампроїтова ксенотуфобрекчія жерлової фації; 11 – зони істотно окиснених туфобрекчій; 12 – породи гранітогнейсового фундаменту (PR_1); 13 – ділянки катаклазованих порід фундаменту; 14 – великі брили інтенсивно катаклазованих і карбонатизованих гранітоїдів; 15 – дзеркала ковзання

дів дали додаткові підстави стверджувати, що Зеленогайська структура має експлозивну природу з осередком глибинного закладення, а наявність визначених реліктів сапоніту в бурій залізистій масі монтморилонітового цементу ксенотуфобрекчії підтвердила туфову природу цементу.

2000 року на Зеленогайській ділянці закартовано ореол розвитку туфобрекчії над кратером, чітко фіксований гравіаномалією й раніше завірений параметричними сверд. 4096 і 4098. У туфовій товщі кратерного озера Зеленогайської структури за даними картування чітко виявляються ритми природного гравітаційного збагачення, яке полягає в тому, що в нижній частині кожного ритму є найгрубозернистіші, дрібноуламкові фракції, часто з концентрично зональними кременями. У верхній частині ритму – тонкі, жирні, добре перемиті глини. Потужність ритму становить у середньому 15–20 м. Кількість ритмів – 5–6. Часті чергування блакитних і червоних окиснених глин пояснюються "подихом" кратера. Блакитні глини, здіймаючись над поверхнею озера, на повітрі окиснювалися й перетворювалися на червоні. Кількість чергувань червоних і блакитних глин засвідчує активне коливання рівня води в кратерному озері.

Кори вивітрювання в кристалічних породах над Зеленогайською структурою немає. Вивчення речовинного складу глинистої частини порід, які утворюють відклади діатремової фації, дало змогу зробити такі висновки. Дифрактометрія пелітової фракції та електронна мікроскопія вказують на перевагу кальцій-магнієвого монтморилоніту за вмісту в ньому основних петрогенних оксидів (SiO_2, MgO, CaO) [11]. Релікти сапоніту, бейделіту, нонтроніту, вермикуліту, наявність істотної кількості ільменіту, високохромистих хромшпінелей та інших мінералів однозначно засвідчують, що у формуванні структури активно брали участь ультраосновні породи.

На Зеленогайській структурі у верхніх горизонтах були виявлені пізолітові туфи (фото 1), а також ксенотуфи, що містять окремі пізолітові відокремлення. Структурно-текстурні особливості цих порід дають змогу реконструювати поверхневі форми прояву маарового вулканізму. Утворення пізолітів пояснюють швидкою концентрацією невідсортованого матеріалу в попільній хмарі (перша фаза) і наростанням тонкого матеріалу під час падіння кульки в межах хмари (друга фаза). Утворення ядра відбувається внаслідок проходження дощових крапель крізь хмару і концентрації води з пари, що міститься в хмарі. Під час падіння кульки іноді деформуються і розколюються. Пізолітові туфи мають важливе генетичне значення, оскільки їхня наявність вказує на нагромадження автохтонної тефри (тобто пірокластики, що випала безпосередньо вслід за виверженням і згодом не переміщилася).

Наявність уламків пізолітових туфів у ксенотуфобрекчії в нижніх частинах кратера свідчить про те, що покрив з пізолітових туфів був на поверхні Землі в районі кратера ще до його утворення, тобто автохтонні продукти вулканізму не тільки утворювали трубоподібні порожнини кратерів, але й формували цілі поля навколо активних вулканічних апаратів. Згодом могло відбуватися їхнє знесення в кратер атмосферними дощовими потоками на середні горизонти та перекриття піщано-туфовим глинистим (окисненим до бурого кольору) матеріалом.

2000 року на Зеленогайській структурі проведено газодесорбційну зйомку в профільному варіанті за двома ухрест розміщеними профілями, які проходять через епіцентри вказаної структури з кроком добору проб через 50 м. Загальний обсяг проб становив 180 штук. У процесі дослідницьких робіт

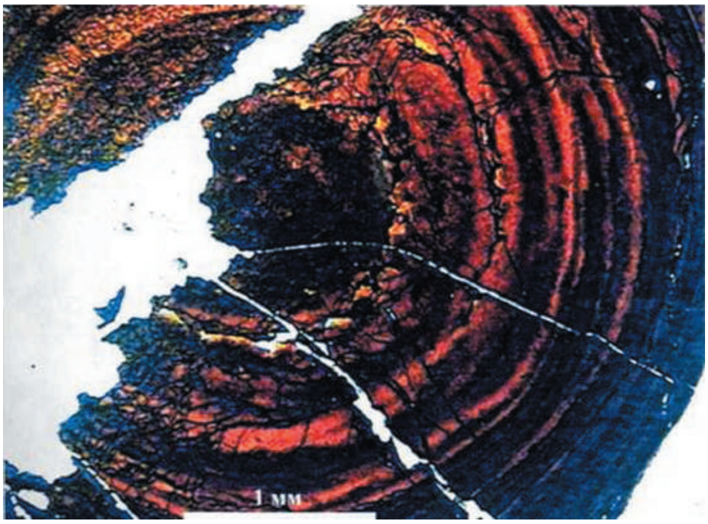

Фото 1. Пізоліт, заміщений гідроксидами Fe. Ніколі II, сверд. 4089 (дослідження Ю. І. Федоришина, ЛНУ) [11]

визначено два ореоли кільцеподібної форми, приурочені до контактів передбачуваних трубок і добре збіжні в плані з гравітаційною аномалією, що являє собою дві просторово зближені аномалії, подібні до ізометричної форми. Атмохімічні ореоли утворюють CH_4, H_2, C_2H_4. Відношення аномальних значень концентрації газів до фону коливається від 8 до 16 для H_2, від 1 до 7 для C_2H_4 і від 2 до 5 для CH_4. Максимальні значення газових компонентів-індикаторів спостерігаються у всіх випадках у зоні екзоконтакту трубок, що збігається з максимальною градієнтною зоною гравіаномалії. Наявність аномального вмісту газової фази в породах чохла й насамперед водню й метану дає підстави припускати, що в цьому місці є його глибинні джерела.

2001 року в східному епіцентрі гравіаномалії Зеленогайської структури пробурено сверд. 4099 (завглибшки 304,6 м) для вивчення речовинного складу туфобрекчій на глибині й виявлення природи гравіаномалії. Мінералогічний аналіз украплень ультраосновних порід у туфобрекчіях, який виконано в ЛНУ імені Івана Франка (Ю. І. Федоришин, С. М. Бекеша) по 17 штуфних пробах (10–20 см), відібраних рівномірно в інтервалі 120–304 м, засвідчив, що вони можуть бути ідентифіковані як змінені олівін-флогопітові лампроїти, класично описані в Західноавстралійській трубці лампроїтів Елендейл-4, що так само має форму подвійного кратера.

Сверд. 4089 пробурено в 17 м східніше від устя сверд. 4099. Інтервал поширення туфобрекчій з уламками лампроїтів становив 240–370 м. Далі свердловина увійшла в зону переходу кратерної брекчії з бортом. Зона переходу складається з численних ділянок, які чергуються між собою: зруйнованих і дуже змінених гранітів зі щільними незміненими гранітами. Спостерігаються часті дзеркала ковзання, з брекчіями на глинисто-карбонатному цементі, великі брили гранітів. Свердловина закрита на глибині 562,2 м.

З кернового матеріалу сверд. 4099 і 4089 сформовано технологічну лабораторну пробу Т-02-1 вагою 322,2 кг для вивчення речовинного складу ксенотуфобрекчії, уламків лампроїтів, мінералів-супутників алмазу й можливих алмазів.

2002 року на Зеленогайській структурі проведено електророзвідувальні дослідження методом точкового електромагнітного зондування (ТЕМЗ) (В. В. Фінчук, А. Г. Пельошок). Роботи проводили за двома ухрест розміщеними профілями, що перетинають епіцентри гравіаномалій, зафіксованих на Зеленогайській структурі. Кінцевий результат досліджень представлено у вигляді вертикальних розрізів коефіцієнта удаваної анізотропії і нормалізованих ЕДС напруженості вторинного поля (пряма й зворотна) (рис. 4). За результатами інтерпретації матеріалів зйомки ТЕМЗ зроблено висновок, що визначені електромагнітні аномалії є відображенням двофазної трубки вибуху, оскільки електромагнітні параметри розрізів об'єктів істотно відрізняються, оскільки по суті є інверсійними.

За результатами дослідних робіт з електророзвідки методом ТЕМЗ у 110 м від сверд. 4099–4089 за азимутом 207° пробурено сверд. 4088. В інтервалі 97,8–118,7 м вона розкрила ксенотуфобрекчію, подібну до виявленої раніше у двох попередніх свердловинах (4099 і 4088), з уламками лампроїтів. Далі свердловина увійшла в борт кратера, тобто в зону переходу, аналогічну сверд. 4089. З керна сверд. 4088 сформовано малу технологічну лабораторну пробу Т-02-2 вагою 22 кг (інтервали 97,8–98,5; 105,2–106,7; 110,6–114,8; 117,0–118,7 і 122,5–125,2 м).

Мікроскопічне вивчення глинистої частини ксенотуфобрекчій Зеленогайської структури дало змогу визначити реліктовий структурний рисунок автолітових брекчій (фото 2). Окремі уламки автолітів, контури яких підкреслені ниткоподібними виділеннями "рудного пилу", занурені в аналогічну глиноподібну масу (Ю. І. Федоришин, С. М. Бекеша, ЛНУ). У межах уламків виділяється реліктова порфірова структура. Порфірові вкрапленики першої й другої генерацій, які являли собою зерна олівіну, повністю заміщені вторинними продуктами. Вивчення таких фрагментів дає підстави говорити про наявність з-поміж порід діатрем автолітових брекчій лампроїту.

Речовинний склад глинистих мінеральних фаз покривних відкладів і жерлової фації (розмірність ≤ 0,001 мм) визначали за допомогою рентгеноструктурного й термічного аналізів (Ю. І. Федоришин, С. М. Бекеша, ЛНУ). Змішано-шаруваті фази типу монтморилоніт-слюда та монтморилоніт-слюда-каолініт дуже поширені серед глинистої частини покривних відкладів. У глинистій фракції жерлової фації за величиною d_{001} на дифрактограмах виділяється серія базальних рефлексів (Å): 15,0…16,0; 5,10…5,20; 4,44…4,53; 3,00…3,13; 2,56…2,58. Вони засвідчують наявність у глинистій фракції Са- та Са-Na фаз монтморилоніту, а також нонтроніту. Для цих фаз смектиту характерним є наявність в октаедричних позиціях кристалічної структури двовалентних катіонів Mg і Fe. Правомірність такої інтерпретації дифрактограм підтверджує термічний аналіз глинистої фракції. Площа вказаних базальних рефлексів показує, що монтморилоніт-нонтронітова асоціація є провідною і становить не менше 90 %. Окрім указаних мінералів, до складу глинистої фракції входять гідрослюда (10,0…10,4; 5,0; 3,36 Å), невпорядкована змішано-шарувата монтморилоніт-гідрослюдиста фаза (8,1; 3,99 Å), кальцит (3,03 Å), сидерит, хлорит, гіпс і каолініт (7,2; 3,50…3,58 Å). Останній зазвичай трапляється у верхній частині розрізу або в тих його частинах, які містять уламки змінених гранітоїдів. Окремі інтервали відзначаються підвищеною концентрацією гетиту (гідрогетиту) і гематиту. Окремо потрібно зазначити, що інколи в пробах з різних глибин, а частіше на глибших горизонтах з'являються рефлекси, які ідентифікують з алюмосерпентином (7,2…7,3; 4,53; 3,56…3,58 Å) типу амезиту, а також вермикулітом, флогопітом, кальцитом, сапонітом (стійкий рефлекс 1,530 Å).

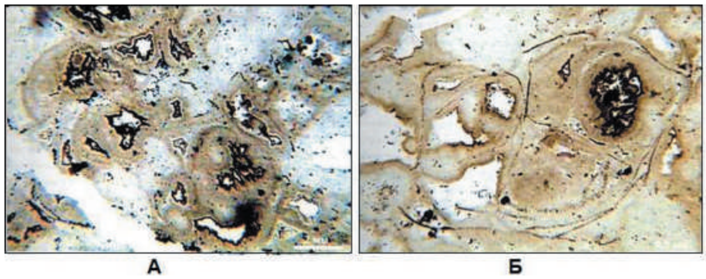

Фото 2. Фрагмент автолітової брекчії. Зеленогайська структура
Сверд. 4099. Глибина відбору 300,0 м. Ніколі II: А – загальний вигляд, Б – частина структури (дослідження Ю. І. Федоришина, С. М. Бекеші, ЛНУ)

Глиниста фаза псевдоморфоз в автолітових брекчіях складена агрегатною сумішшю мінералів, з-поміж яких суттєво переважає асоціація смектитової групи: монтморилоніт, нонтроніт і сапоніт. Окрім цього, визначено наявність серпентину (7,1; 4,0; 2,85; 2,73; 2,57; 2,53; 2,45; 1,953; 1,685 Å). Часто відбиття зі значеннями 2,5 і 2,45 Å (які відповідають лізардиту й хризотилу) зливаються й утворюють широкий пік, який спостерігається в окремих пробах з глибоких горизонтів. Зменшення першого базального відбиття з 7,37 до 7,1 Å у цих самих зразках зумовлені, очевидно, зміною параметрів елементарної комірки у зв'язку з входженням у його структуру іонів Al, які заміщують іони Si.

Хімічний аналіз глинистої частини порід по суті полягав у визначенні хімічного складу глинистих мінералів. Як видно з даних табл. 1, аналізи відповідають мінералам групи смектиту, ряду монтморилоніт-нонтроніт [11] і належать до Са-типу. Дещо занижений уміст SiO_2, якщо порівняти з типовими монтморилонітовими глинами, а також наявність Cr_2O_3 дало підстави говорити про утворення їх у мінералах, які є типовими для ультраосновних порід, зокрема в серпентині, наявність якого фіксується на дифрактограмах.

У важкій фракції технологічних проб Т-02-01 – Т-02-2 виявлено ільменіт, хромшпінелі, за якими виконано мікрозондові визначення. Уміст Cr_2O_3 у хромшпінелідах змінюється від 47,25 до 48,1 %, Mg від 10,22 до 11,56 %. У пробах раніше пробурених на Зеленогайській структурі сверд. 4096,

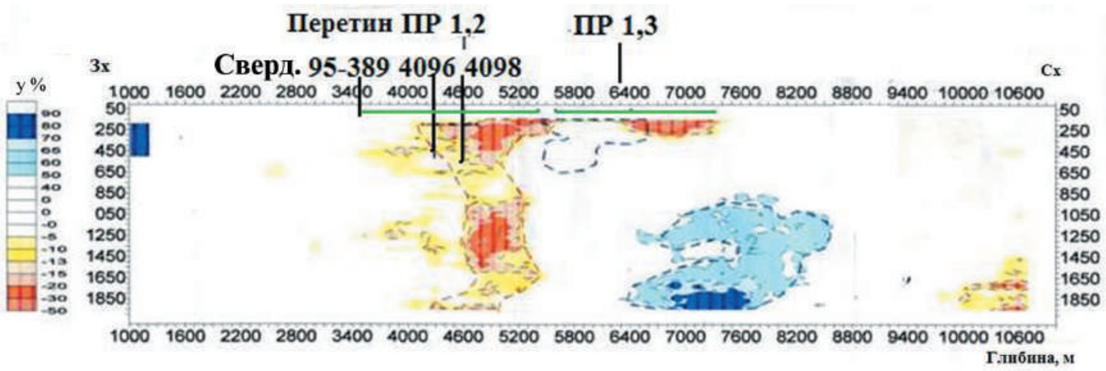

Рис. 4. Результати електророзвідувальних досліджень методом ТЕМЗ, Зеленогайська структура (польові дослідження – В. В. Фінчук, А. Г. Пельошок)

4098 також були високохромисті хромшпінеліди з умістами Cr_2O_3 від 43 до 65,89 % і MgO від 7,3 до 11,89 %. Ільменіт представлений у кількості п'яти зерен величиною 0,10÷0,25 мм. За результатами мікрозондового аналізу це – магнезіальні (MgO = 9,00–10,00 %) і хромовмісні (Cr_2O_3 = 1,03–1,06 %) пікроільменіти. Хімічний склад зазначених хромшпінелідів і пікроільменітів Зеленогайської трубки дає змогу зарахувати їх до верхньомантійних аналогів. Хромшпінеліди такого складу притаманні алмазоносним кімберлітам Якутії та Африки, а також наявні в основній масі алмазоносних лампроїтів Австралії.

Таблиця 1. Результати хімічного аналізу глинистої частини порід Зеленогайської структури, сверд. 4089

Оксиди	Глибина, м					
	241,5	246,8	261,2	327,0	327,8	342,2
SiO_2	48,55	47,21	49,16	49,23	50,48	48,59
TiO_2	0,48	0,48	0,48	0,51	0,34	0,49
Al_2O_3	16,03	16,47	16,50	14,25	14,45	13,44
Fe_2O_3	3,00	4,15	4,42	4,01	4,18	6,91
FeO	0,68	1,89	1,08	1,20	1,07	1,10
CaO	1,80	1,25	1,52	1,67	1,26	1,25
MgO	3,49	4,58	2,89	4,30	3,90	3,91
MnO	0,03	0,08	004	0,04	0,06	0,04
K_2O	0,25	0,25	0,36	0,50	1,01	0,57
Na_2O	1,14	0,97	1,20	1,51	1,67	1,46
P_2O_5	0,17	0,15	0,14	0,11	0,19	0,09
$S_{заг.}$	0,43	0,11	0,45	0,22	0,23	0,26
H_2O^-	15,93	13,30	13,86	15,50	16,00	16,53
впп	7,93	8,72	7,55	6,40	5,21	5,16
Cr_2O_3	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,07
Σ	99,88	99,65	99,69	99,50	100,09	99,87

Примітка. Аналізи виконано в лабораторії ІГМР НАН України, аналітик В. Л. Крижевич.

Таблиця 2. Результати газометричного дослідження відкладів Зеленогайської структури (см³/кг)

№ сверд.	Інтервал, м	N_2	CO	H_2	CH_4	C_2H_6
00-35	85–102,7	50,48	0,002	0,260	0,0152	0,0024
00-40	107	30,94	0,002	2,600	0,0900	0,0148
00-43	110,7	101,10	0,000	1,092	0,0665	0,0098
00-71	90–105	12,35	0,001	0,229	0,0474	0,0050
00-73	106	15,03	0,000	1,050	0,0308	0,0042
№ сверд.	Інтервал, м	C_3H_6	i-C_4H_{10}	н-C_4H_{10}	i-C_5H_{12}	н-C_5H_{12}
00-35	85–102,7	0,0012	0,0024	0,0040	0,0008	0,0004
00-40	107	0,0068	0,0048	0,0084	0,0028	0,0020
00-43	110,7	0,0042	0,0049	0,0021	0,0259	0,0133
00-71	90–105	0,0009	0,0011	0,0020	0,0006	0,0004
00-73	106	0,0020	0,0026	0,0050	0,0018	0,0012

Примітка. Аналізи виконано в лабораторії геохімії та екології УкрДГРІ (завідувач І. Б. Губич).
Виконавці: О. В. Третяк, М. Є. Душенко.

Відомо, що гідротермально-метасоматичний профіль формується лише за наявності тривалої дії глибинної газово-флюїдної компоненти. Її наявність можна підтвердити визначенням складу оклюдованих газів, які можуть міститися в багатьох мінералах, зокрема в карбонатах [10]. Ці гази є невід'ємним складником вулканічної діяльності. Склад газів, законсервованих у мікровкрапленнях кристалів кальциту, являє собою частину флюїду, який мігрував на момент кристалізації карбонатів. Чутливість визначення становила $1 \cdot 10^{-4}$ %. У складі газової суміші першочергове значення надавали метану і його гомологам (C_2H_4÷C_6H_{14}). За даними аналізів визначено (табл. 2, 3), що інтенсивність глибинного газово-флюїдного потоку в межах діатрем була істотно вищою (уп'ятеро), ніж за їхніми межами. Важливим моментом є й те, що до складу вуглеводнів, окрім представників метанового ряду, входять представники нафтенового ряду (бензиноподібні фракції).

Стислий аналіз засвідчує, що походження, у крайньому разі, вуглеводневої частини оклюдованих газів метанового ряду й нафтенів можливе лише з позицій синтезу в процесі вулканічної діяльності в умовах відновного середовища. Це є ще одним важливим аргументом на користь ендогенної природи Зеленогайської структури.

Вивчали речовинний склад та алмазоносність двох відібраних лабораторних технологічних проб ксенотуфобрекчій Зеленогайської структури в УкрДГРІ (Кримське відділення) (О. І. Чашка, О. І. Тищенко, К. Є. Риков та ін.).

У пробі Т-02-01 виявлено вісім зерен алмазів, "представлених тонкопластинчастими, тонколускуватими утвореннями". Чотири з виявлених алмазів представлені округлими або неправильно округлими пластинками, дві з яких плоскі, а дві інші – вигнуті, розміром 0,25×0,17, 0,23×0,13; 0,2×0,15 і 0,15×0,13 мм. Товщина пластинок – <0,01 мм, забарвлення світло-жовте або безбарвне. Інші чотири зерна представлені уламками подібних пластинок. Усі уламки неправильної форми. Три з них тонкопластинчасті розміром 0,27×0,12; 0,25×0,15 і 0,20×0,13 мм, забарвлення світло-жовте. Один уламок розміром 0,3×0,15 мм має сіре забарвлення й відрізняється від інших зерен більшою товщиною (приблизно 0,03 мм). Результати рентгенографічного аналізу засвідчили алмазну природу розглянутих зерен. Макро- і мікроморфологія вивчених зерен дали змогу зарахувати їх до імпактних апографітових алмазів, подібних до відомих ударних структур України, Росії, Німеччини, Фінляндії та ін.

Проте останнім часом з'являється все більше фактів наявності в кімберлітах у деяких трубках алмазів особливого типу, що отримали свою назву "слоан" (тобто "пластинки"). Уперше їх виявили й вивчили в кімберлітовій діатремі Слоан (північне Колорадо, США), а також у трубці Форт а ля Корн (Саскачеван, Канада) [10]. Алмази типу "слоан" за характеристикою агрегації азоту мають більш високотемпературний генезис, і що найголовніше, ріст алмазів істотно відріз-

Таблиця 3. Уміст насичених вуглеводнів у відкладах Зеленогайської структури (см³/кг)

№ сверд.	Інтервал, м	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	i-C_4H_{10}	н-C_4H_{10}	i-C_5H_{12}	н-C_5H_{12}	C_6H_{14}	Σ
00-35	85–102,7	0,0152	0,0024	0,0020	0,0024	0,0040	0,0008	0,0004	0,0016	0,0288
00-40	107	0,0900	0,0148	0,0084	0,0048	0,0084	0,0028	0,0020	0,0076	0,1388
00-43	110,7	0,0665	0,0098	0,0301	0,0049	0,0021	0,0259	0,0133	0,0203	0,1729
00-71	90–105	0,0474	0,0050	0,0020	0,0011	0,0020	0,0006	0,0004	0,0011	0,0596
00-73	106	0,0308	0,0042	0,0024	0,0026	0,0050	0,0018	0,0012	0,0028	0,0508

Примітка. Аналізи виконано в лабораторії геохімії та екології УкрДГРІ (завідувач І. Б. Губич).
Виконавці: О. В. Третяк, М. Є. Душенко.

няється від звичайного росту архейських алмазів як за тривалістю, так і за парагенезисом. Відзначається температурна бімодальність для цих алмазів (< 1050 и 1250 °C), а також і для таких гранатів (850–1000 і 1200–1250 °C). Якщо типові архейські алмази мають характеристики росту, пов'язані зі стабільними умовами, низьким термоградієнтом, то зростання алмазів "слоан" відбувалося в протерозойських мантійних умовах у середовищі високих напружень за t = ~1250 °C і виявилося результатом процесів орогенезу периферії архейських кратонних блоків. Вищий термальний режим передбачає збільшення потужності як кори, так і літосфери (у зонах колізії) у разі занурення типово еклогитової мантії нижче ізоград графіт-алмаз, ініціюючи ріст алмазів типу "слоан". Значущі пропорції таких алмазів виявлено в лампроїтових і кімберлітових трубках, розміщених у типових протерозойських колізійних структурах, наприклад, у лампроїтах трубки Аргайл (зона Холс-Крік у Північно-Західній Австралії), кімберлітах трубки Джорж Лемент (штат Колорадо, США), а також у вищезгаданих Слоан (північне Колорадо, США), Форт а ля Корн (Саскачеван, Канада) та ін.

Наявність пластинчастих алмазів у ксенотуфобрекчіях Зеленогайської структури, діагностованих як продукти імпактного (астроблемного) генезису, може виявитися за дальшого детального вивчення проявом алмазів типу "слоан".

За результатами вивчення виявлених у концентраті збагачення технологічної проби Т-02-1 вагою 359,2 кг (сверд. 4089, 4099) хромшпінелідів та ільменітів провідний науковий співробітник ІГМР ім. М. П. Семененка НАН України С. М. Цимбал зробив такі основні висновки [12]: 1. У так званих ксенотуфобрекчіях є продукти дезінтеграції ультраосновних порід верхньої мантії. Про це свідчить наявність у них високомагнезіальних хромітів і пікроільменітів. 2. У ксенотуфобрекчіях є також продукти дезінтеграції сублужних або лужних порід корового типу. 3. Кількість проаналізованих за допомогою мікрозонда хромшпінелідів та ільменітів недостатня для обґрунтованих висновків. Їхнє вивчення потрібно зробити на більш представницькому матеріалі. 4) Потрібно цілеспрямовано вивчити ксеноліти ультраосновних порід із брекчій.

У межах Зеленогайської ділянки зафіксовано низку аномалій (за результатами гравірозвідки), досить схожих із Зеленогайською структурою за розміром (1,0–1,5 км), морфологією (гантелеподібної форми, зумовленої наявністю двох зближених гравітаційних мінімумів, близьких до ізометричних), потужністю розвитку брекчійованих порід (перші сотні метрів), мінеральним складом (змінені туфобрекчії) порід, які заповнюють кратер у його верхній частині. Ці аномалії утворюють ланцюг структур уздовж Макарихинського розламу меридіонального простягання. Аномалії мають інтенсивність близько 0,7–0,8 мГл, форму, близьку до гантелеподібної, і приурочені до гранітогнейсового ендоконтакту. На Стецівській, Берестівській, Бандурівській структурах були пробурені картувальні свердловини заглибшки від 70 до 130 м (13 сверд.), які розкрили верхні горизонти глин монтморилонітового складу (перемиті й окиснені туфи), а також валунний гранітний горизонт.

У 2011–2012 рр. пробурено сверд. 3999 (гл. 501,0 м), яку ми заклали в епіцентрі комплексної геофізичної аномалії (гравітаційної та за даними електророзвідувальних досліджень) на Зеленогайській структурі. В інтервалі 230,0–423,0 м розкрито ксенотуфобрекчії з україпленнями автолітових лампроїтових брекчій (фото 3, 4). Склад розкритих свердловиною порід характеризується такими особливостями (згори донизу): в інтервалі 230,0–423,0 м ксенотуфобрекчіям притаманні неоднорідні (світло-сірі, бурі, сірі) забарвлення уламкової частини й зелені, синювато-сірі, до чорного, кольори зв'язувальної вулканогенної маси. На описану гаму кольорів місцями накладається буре забарвлення. Об'єм ксеногенної частини та її речовинний склад мінливий. Уламки представлені гранітоїдами, гнейсами, переважно сильно трищінуватими, частково дезінтегрованими до окремих мінеральних компонентів, гранітоїди слабко каолінізовані. Розмір уламків не перевищує 25–30 см. Розподіл їх у породі нерівномірний. Увказаномуінтерваліоб'ємксеногенноїчастиниграніто-гнейсового складу з глибиною зменшується від 30–45 до 5–10 %. Автолітові лампроїтові брекчії виявлено фрагментарно, їх надійно діагностують за залишковими структурно-текстурними фрагментами. Об'єм украплень автолітових лампроїтових брекчій збільшується з глибиною, найбільший їх уміст (до 90 % сумісно з цементувальною масою ультраосновного складу, перетвореною на глинисту) приурочено до найглибших частин діатреми з глибини 360,0 м, що призводить до зміни кольору породи до сіньо-чорного (фото 3, 4). Вулканогенна зв'язувальна маса перетворена на щільну розбухлу глинисту масу. Увесь об'єм ксенотуфобрекчій інтенсивно карбонатизований. Ксенотуфи, як загалом і ксенотуфобрекчії, повністю перетворені на щільну глинисту масу сургучночервоного та сургучно-синього кольорів, супроводжуються

Фото 3. Загальні структурно-текстурні особливості ксенотуфобрекчій діатремової фації Зеленогайської трубки вибуху (сверд. 3999, глибина 336,2–336,4 м)

Фото 4. Загальні структурно-текстурні особливості ксенотуфобрекчій діатремової фації Зеленогайської трубки вибуху (сверд. 3999, глибина 362,1–362,25 м)

інтенсивною карбонатизацією, мають розмір перших міліметрів. Сверд. 3999 під час буріння викривилася (зенітний кут на забої замість 0° становив 12°) і увійшла з глибини 423 м у борт діатреми в порфіроподібні, інтенсивно тріщинуваті, тектонічно перероблені біотитові граніти з численними дзеркалами ковзання, проявами глинки тертя по них. Гранітоїди здебільшого каолінізовані. В умовах декомпресії почали руйнуватися. Якщо їх потерти руками, то вони легко розпадаються на окремі мінеральні компоненти. В окремих інтервалах у гранітах виявлено великі кристали кальциту.

З керна сверд. 3999 фахівці ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія" сформували групову (окремо з інтервалів різних за літологічними типами шарів порід розкритого свердловиною геологічного розрізу на дослідженій структурі) технологічну пробу загальною вагою 1 602 кг. Це дає змогу за потреби оцінювати речовинний склад та алмазоносність кожного шару порід окремо.

Підсумовуючи викладений матеріал, сформулюємо деякі висновки:

1. Інгульський мегаблок УЩ за низкою глибинних критеріїв, а також прямих ознак алмазоносності є перспективним щодо виявлення промислово алмазоносних структур, за низкою параметрів має загальні ознаки подібності із зоною Холс-Крік у Північно-Західній Австралії. Особливості геологічної будови Зеленогайської структури мають багато спільних характеристик з подібними об'єктами, зокрема трубками Аргайл, Елендейл-4 (Північно-Західна Австралія).

2. Зеленогайська структура за комплексом геолого-геофізичних і петролого-геохімічних даних являє собою два слабоеродовані вулканічні апарати вибухового маарового типу, в яких збереглися відклади покривної й діатремової фацій.

3. Продовження вивчення Зеленогайської структури може стати важливим відправним моментом у справі визначення її алмазоносності й проведення дальших досліджень цього напряму на Інгульському мегаблоці УЩ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Брянский В. П.* Новая котловина в центральной части Украинского щита/В. П. Брянский, Л. М. Фролова//Геология и полезные ископаемые Украины. – Киев: Наукова думка, 1975. – С. 27–30.

2. *Калашник А. А.* Роль глубинных факторов в формировании промышленного эндогенного уранового рудообразования УЩ//Зб. наукових праць УкрДГРІ. – 2013. – № 3. – С. 33–48.

3. *Калашник А. А.* Алмазоперспективные структуры Ингульского мегаблока Украинского щита/А. А. Калашник, Н. Н. Кирьянов, Е. Ю. Палкина//Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – 2013. – Т. 10. – Ч. II. — С. 39–48.

4. *Калашник Г. А.* Перспективи Кіровоградського блока УЩ на виявлення алмазоносних кімберлітів та лампроїтів/Г. А. Калашник, О. Ф. Маківчук, О. Ю. Палкіна, О. Я. Хренов//Мінеральні ресурси України. – 2010. – № 1. – С. 18–23.

5. *Калашник А. А.* Результаты поисковых работ по выявлению алмазоносных объектов в северо-восточной части Кировоградского блока УЩ/Калашник А. А., Палкина Е. Ю., Макивчук О. Ф., Кирьянов Н. Н., Хренов А. Я.//Зб. наукових праць УкрДГРІ. – 2010. – № 3–4. – С. 44–60.

6. *Калашник А. А.* Предпосылки формирования и критерии прогнозирования алмазоносных структур на Украинском щите/ А. А. Калашник, Ю. И. Федоришин, А. В. Кузьмин, Н. Н. Кирьянов// Науковий вісник НГУ. – 2016. – № 6. – С. 22–40.

7. Кимберлиты и лампроиты Западной Австралии [Джейкс А., Луис Дж., Смит К.]. – М.: Мир, 1989. – 430 с.

8. *Макивчук О. Ф.* Развитие минерально-сырьевых баз урана и тория Украины, перспективы алмазоносности Кировоградского мегаблока по результатам работ КП "Кировгеология"/О. Ф. *Макивчук,* А. А. *Калашник,* А. В. *Кузьмин*//Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 2. – С. 34–43.

9. О взрывной (метеоритной) природе Зеленогайской структуры на Украинском щите/А. А. Вальтер, В. П. Брянский, В. А. Рябенко, Е. Е. Лазаренко//Докл. АН СССР. – 1976. – Т. 229. – № 1. – С. 160–162.

10. *Реутский В. Н.* Полигенность алмазов из кимберлитового района Снеп-Лейк (Кратон Слейв, Канада): результаты исследования оливина и изотопного состава углерода/В. Н. Реутский, Н. П. Похиленко, А. Е. Холл, Н. В. Соболев//Докл. РАН. – 2002. – Т. 386. – № 11. – С. 94–97.

11. *Федоришин Ю.* Особливості мінералів-супутників алмазу Зеленогайської структури/Ю. Федоришин//Мінерал. зб. – 2004. – № 54. – Вип. 2. – С. 117–130.

12. *Цымбал С. Н.* Особенности вещественного состава кимберлитов Украины/С. Н. Цымбал, С. Г. Кривдик//Матер. наук.-техн. наради "Стан, перспективи та напрямки геологорозвідувальних робіт на алмази в Україні" (Київ, 19–22 травня 2003 р.). – К.: УкрДГРІ, 2003. – С. 22–31.

13. *Clifford T. N.* Tectono-metallogenic units and metallogenic provinces of Africa//Earth Planet. Sci. Lett. – 1966. – Vol. 1. – С. 421–434.

REFERENCES

1. *Bryanskiy V. P., Frolova L. M.* The new cavins in the central part of Ukrainian Shield//Heologiya i poleznye iskopaemye Ukrainy. – Kiev: Naukova dumka, 1975. – P. 27–30. (In Russian).

2. *Kalashnik A. A.* The role of the depth factors in the formation of endogenous industrial uranium ore formation of the UkrSh//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2013. – № 3. – P. 33–48. (In Russian).

3. *Kalashnik A. A., Kiryanov N. N., Palkina E. Yu.* Diamondiferous structures of the Ingulsky megablock of the Ukrainian Shield//Naukovi pratsi UkrNDMI NAN Ukrainy. – 2013. – V. 10. – P. II. – P. 39–48. (In Russian).

4. *Kalashnik G. A., Makivchuk O. F., Palkina O. Yu., Khrenov O. Ya.* Perspectives of diamond productivity of the territory of Kirovohrad megablock of Ukrainian Shield on results of works by SI "Kirovgeology"// Mineralni resursy Ukrainy. – 2010. – № 1. – P. 18–23. (In Ukrainian).

5. *Kalashnik A. A., Palkina E. Ju., Makivchuk O. F., Kiryanov N. N., Hrenov A. Ja.* The results of prospecting of diamond-bearing structures within the north-east part of the Kirovograd block of Ukrainian Shield//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2010. – № 3–4. – P. 44–60. (In Russian).

6. *Kalashnyk G. A., Fedoryshyn Yu. I., Kuzmin A. V., Kiryanov N. N.* Preconditions of formation and criteria for prognostications of diamondiferous structures on the Ukrainian Shield/Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu. – 2016. – № 6. – P. 22–40. (In Russian).

7. *Jakes A., Lewis J., Smith K.* The kimberlites and lamproites of Western Australia. – Moskva: Mir, 1989. – 430 p. (In Russian).

8. *Makivchuk O. F., Kalashnik A. A., Kuzmin A. V.* Evelopment of mineral-row bases of uranium and thorium of Ukraine, prospects of diamond-bearing of the Kirovograd megablock on the results of prospecting works of "Kirovgeology"//Mineralni resursy Ukrainy. – 2012. – № 2. – P. 34–43. (In Russian).

9. About explosive (meteorite) nature of Zelenogajskaya structure in Ukrainian Shield/A. A. Valter, V. P. Bryanskiy, V. A. Ryabenko, E. E. Lazarenko//Doklady AN SSSR. – 1976. – V. 229. – № 1. – P. 160–162 (In Russian).

10. *Reutskij V. N., Pohilenko N. P., Holl A. E., Sobolev N. V.* Polygenic diamonds from kimberlite district Snap Lake (Slave Craton, Canada): results of a study of olivine and izotopic carbon composition//Doklady RAN. – 2002. – Vol. 386. – № 11. – P. 94–97. (In Russian).

11. *Fedoryshyn Yu. I.* Features of diamond's mineral-indicators of Zelenogayskaya structure//Mineralohichnyi zbirnyk. – 2004. – № 54. – Vol. 2. – P. 117–130. (In Ukrainian).

12. *Cymbal S. N., Krivdik S. G.* Features of the material composition of Ukraine's kimberlites//Materialy naukovo-tehnichnoi narady "Stan, perspektyvy ta napriamky heolohorozviduvalnykh robit na almazy v Ukraini" (Kyiv, 19–22 travnia 2003 r.). – Kyiv: UkrDHRI, 2003. – P. 22–31. (In Russian).

13. *Clifford T. N.* Tectono-metallogenic units and metallogenic provinces of Africa//Earth Planet. Sci. Lett. – 1966. – Vol. 1. – P. 421–434.

Рукопис отримано 26.06.2017.