

ВІДКРИТТЯ НОВИХ КІМБЕРЛІТОВИХ ПОЛІВ НА ПІВДЕННОМУ СХИЛІ ЛЕОНО-ЛІБЕРІЙСЬКОГО ЩИТА (Сьєрра-Леоне)

Олександр БОБРОВ

доктор геолого-
мінералогічних наук,
професор, головний геолог
геологорозвідувальної
компанії Trinity Geomining
Services (SL Ltd), член
Спілки геологів України

Сергій КЛОЧКОВ

провідний геолог
геологорозвідувальної
компанії Trinity Geomining
Services (SL Ltd), член
Спілки геологів України

Сергій КАКАРАНЗА

кандидат геологічних
наук, доцент кафедри
загальної, морської геології
та палеонтології Одеського
національного університету
імені І.І. Мечникова, член
Спілки геологів України

Олександр КАКАРАНЗА

провідний геофізик
геологорозвідувальної
компанії Trinity Geomining
Services (SL Ltd), член
Спілки геологів України

Юрій ФЕДОРИШИН

доктор геологічних наук,
професор, провідний
науковий співробітник
Інституту геології і геохімії
горючих копалин
НАН України, член Спілки
геологів України

Тетяна ЯСЬКЕВИЧ

кандидат геологічних наук,
науковий співробітник
Інституту геохімії,
мінералогії
та рудоутворення ім.
М.П. Семененка
НАН України, член Спілки
геологів України

Впродовж 2017–2018 рр. геологорозвідувальною компанією Trinity Geomining Services (SL Ltd) поблизу містечка Суафе провінції Коно (Сьєрра-Леоне) було виявлено низку невідомих раніше проявів кімберлітового магматизму у вигляді системи окремих жил, локалізованих на контакті мігматитового фундаменту та масивів ультрабазитів архейського віку або в безпосередній близькості з ультрабазитовими масивами, що є частиною фрагментів порід зеленокам'яного поясу. Відкриттю сприяла оптимальна послідовність проведення спочатку дистанційних (дешифрування космічних знімків різної роздільної здатності, неотектонічний та геоморфологічний аналіз, SRTM-моделювання), а потім польових геолого-геофізичних досліджень.

За даними буріння, кімберліти в різних ділянках прояву (ділянка Пундуру 1) представлені субвулканічними флогопіт-олівіновими (з перовськітом), олівіновими різновидами, а також жилами численних інтенсивно метасоматично змінених кімберлітових брекчій (ділянка Йомбі). Жили субвулканічних кімберлітів концентруються у контактній частині з ультрабазитовими масивами магматичної та лавової (ксеноліти метакоматитів) фацій. Кімберліти є наймолодшими жильними утвореннями в районі й перетинають навіть жильні пегматити, генерація яких спровокована інтрузією ультрабазитів у мігматити фундаменту (ефект Седерхольма).

Кімберліти виявлені в розрізі свердловин у вигляді окремих жил складної морфології, потужністю від 1 до 45 см. У свердловині P1-2 на глибині 92 м вони представлені мікропорфіровими кімберлітами базальтоїдного типу з мікролітовою основною масою, зміненою вторинними метасоматичними процесами. Порфірові вкраплення представлені псевдоморфозами карбонат-серпентинового складу по олівіну і поодиноким лускам флогопіту. Як мікропорфірові вкраплення виступають кристали олівіну другої генерації. Матрикс породи – карбонатний. Карбонат представлений тонкокристалічним кальцитом або ж заміщений доломітом. Окрім олівіну в основній масі виявлено релікти або псевдоморфози по флогопіту, а також магнетит, перовськіт (він може бути заміщений магнетитом), вторинний апатит. Кімберлітові ділянки Бамбаво представлені субвулканічними порфіровими базальтоїдними кімберлітами, автолітовими кімберлітами та кімберлітовими ксенотуфобрекчіями.

Ключові слова: *Леоно-Ліберійський щит; кімберліт субвулканічний; кімберлітова брекчія; ультрабазити.*

ВСТУП

На території Сьєрра-Леоне, більшу частину якої займає Леоно-Ліберійський щит, відомо безліч розсипних родовищ алмазів, передусім в алювіальних відкладах великих річок – основних магістральних колекторах дальнього знесення уламкового матеріалу. В той же час у цьому регіоні відомо лише два джерела корінних алмазів – це кімберлітові трубки, які виявлено і розробляють тривалий час в м. Койду, а також кімберліти району Тонго. На території країн, що межують зі Сьєрра-Леоне, виявлено низку кімберлітових тіл різної форми (дайки; субвулканічні, гіпабісальні частини трубок; діатремові фації з верхніх частин останніх) – це трубки системи Бананкоро в Гвінеї та невеликі трубки з групи Веасуа в Ліберії. Вважається, що є вікова зональність часу формування кімберлітів: трубки Дружба (153 млн р.) в Гвінеї → трубки Койду (146 млн р.) та кімберліти Тонго (140 млн р.) в Сьєрра-Леоне (Трофимов, 1980; Шульгин, 2003). Крім того, деякі з трубок групи Бананкоро в Гвінеї, трубки Койду в Сьєрра-Леоне та Веасуа в Ліберії складаються з гіпабісальних кімберлітів і доволі рідкісних кімберлітів діатремових фацій.

Під час проведення геологорозвідувальних робіт на замовлення компанії Seawright Mining (SL Ltd) в 2017–2018 рр. на території Концесії EL 45/2011 площею 49,380 км², а також Концесій EL 33/2017 та EL 34/2017 – на замовлення компанії Bright Mining Technical Services & Logistics Company (SL Ltd) в 2018–2019 рр. – поблизу містечка Суафе провінції Коно (Сьєрра-Леоне) виявлено ознаки прояву кімберлітового магматизму в нетипових регіонах, де вони не були відомі до цього часу, що дає можливість засвідчити перший досвід їхнього опису в цьому районі.

Відкриттю сприяла оптимальна послідовність проведення спочатку дистанційних (дешифрування космічних знімків різної роздільної здатності, неотектонічний та геоморфологічний аналіз, SRTM моделювання), а потім польових геолого-геофізичних досліджень. Після виділення ділянок розташування ультрабазитових масивів було проведено георадарне (GPR) профілювання в різних режимах знімання (тип та інтенсивність випромінювання, характер отриманого сигналу в умовах ідентичних комбінацій розташування антен), а геологічну інтерпретацію геофізичних даних на підставі погодження пройдених геофізичних профілів було локалізовано та пізніше деталізовано низку електрофізичних аномалій у районах ділянок Пундур 1, Йомбі та ін.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ділянка Пундур 1

Ділянка Пундур 1 розташована у верхній течії р. Севи безпосередньо в межах однойменного села Пундур.

За результатами GPR профілювання серед мігматитів фундаменту Леоно-Ліберійського щита локалізовано ізометричний ультрабазитовий масив зі змінною морфологією на різних гісометричних рівнях (рис. 1) у складі якого беруть участь метаперидотити і метадуніти.

На поверхні кристалічного фундаменту, що відповідає рівню –65 м, електрофізична аномалія має такий ізометричний вигляд (рис. 1 а). На глибині –120 м (рис. 2 б) її морфологія суттєво спрощується, набуваючи форми трьох злитих до купи кілець діаметром 200–250 м кожний.

Типові GPR електрофізичні аномалії, що ідентифікують ультрабазитовий масив у межах ділянки, свідчать про наявність двох різних частин аномалій, що перетинають верхні шари неоднорідностей геофізичних розрізів та такі, що ними перекриваються. Ймовірно, вони відповідають різним фазам інтрузії різновікових ультрабазитів.

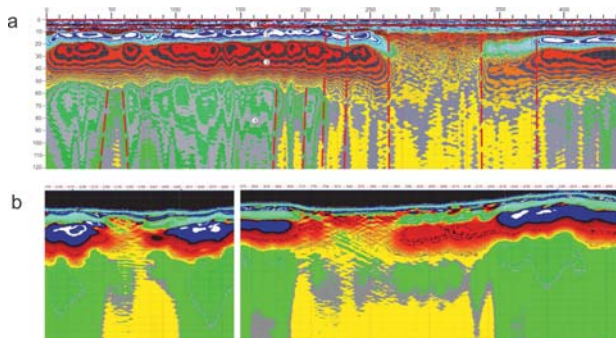


Рисунок 1. Порівняння кімберлітової трубки «Амакінська» (Російська Федерація) (а) та прогнозованої кімберлітової трубки, виявленої Trinity Geomining Services протягом 2017 року в Сьєрра-Леоне (б), на георадарному розрізі

На рисунку 1 надано порівняння характеру аномалій на геофізичних розрізах (GPR) на ультрабазитовому масиві Пундур 1 та типовій кімберлітовій трубці «Амакінська» в Російській Федерації. Як вбачається з рисунку, характер неоднорідностей в аномаліях, отриманих однотипними методами, практично ідентичний. Слід зазначити, що у верхній частині всесвітньо відомої Амакінської трубки (Російська Федерація, рис. 1 а, пункт 380) і в ультрабазитовому масиві Пундур 1 (Сьєрра-Леоне, рис. 1 б) справа спостерігається схожий сигнал ослаблення субгоризонтального шару, який «перетинає» трубка. Після погодження даних геофізичних розрізів було здійснено побудову об'ємних моделей масиву (рис. 2).

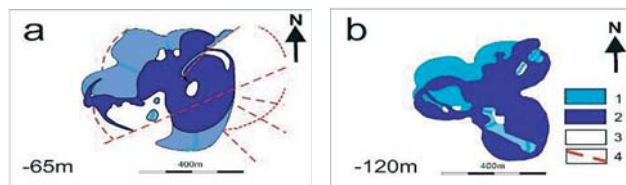


Рисунок 2. Схематичні карти результатів інтерпретації GPR електрофізичних аномалій на гісометричних рівнях –65 м (а) та –120 м (б) від поверхні:

1 – аномалії, що не «проривають» шарів неоднорідностей верхньої частини розрізу; 2 – аномалії, що «проривають» шари неоднорідностей верхнього шару розрізу; 3 – мігматитове оточення; 4 – розривні порушення

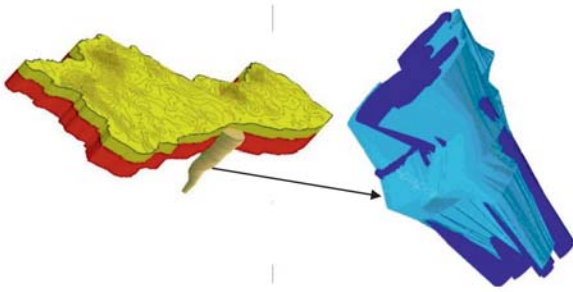


Рисунок 3. 3D модель (на глибині 1 км) ультрабазитового тіла Пундур 1 Напрямок візуалізації у просторі – з півдня на північ

На всій території Концесії було виконано аеромагнітне знімання масштабу 1:50 000, що на підставі геологічної інтерпретації дала змогу локалізувати аномалії, які відповідають просторово індивідуалізованим кімберлітовим трубкам (рис. 4).

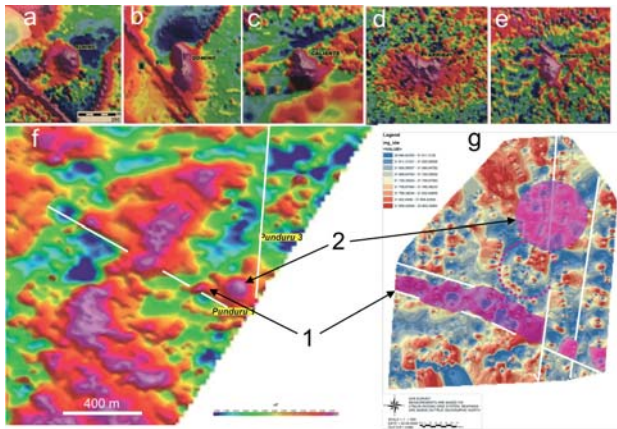


Рисунок 4. Магнітні поля ДТ над типовими кімберлітовими трубками світу

Канадського щита: а – Elnino; б – Domino; с – Caliente; д – Arriba; е – Bronco (наземні магнітні поля ДТ масштабу 1:10 000);
Леона-Ліберійського щита: ф – фрагмент аеромагнітного знімання ДТ району структур Пундур 1 та Пундур 3 (масштаб 1:50 000);
г – наземне магнітне поле ДТ масштабу 1:1000

Поблизу структури Пундур 1 у делювіальних звалах заглиблених частин сучасного рельєфу та зумпфі св. Р1-1 встановлено уламки дуже змінених автолітових ксенотуфобрекчій кімберліту.

Припускаємо, що ці ультрабазити є делювіальними механічними ореолами розсіювання ультрабазитового масиву Пундур 1 та ідентифікують деякі типи порід, з якого він складається.

Шляхом буріння (рис. 8) встановлено наявність у верхніх рівнях ультрабазитового масиву (який не виведено на рівень ерозійного зрізу фундаменту) тонких (від 1 мм до 1 см) прожилок чорних землястих мас сильно вивітрілих ультрабазитів, які неможливо ідентифікувати як петротип. Ці жилки супроводжуються

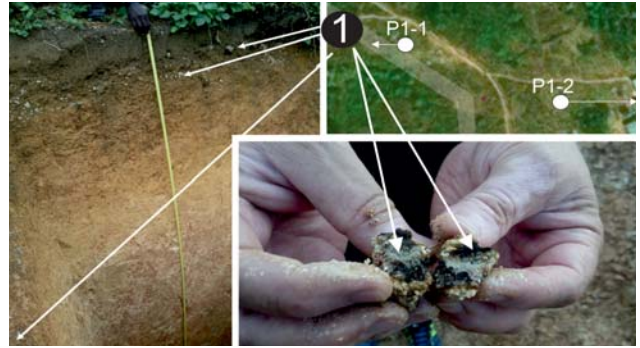


Рисунок 5. Відслонення вивітрілих ультрабазитів (а) та делювій у шурфі (б) поблизу свердловин Р1-2, що перетнула кімберліти

метасоматичними змінами та вторинною мінералізацією, типовою для кімберлітового магматизму. Так, у свердловині Р1-1, на глибині 92 м, серед кварцових діоритів/тоналітів було ідентифіковано характерні променисті виділення стронціаніту (рис. 6 а, б), що є типовим проявом вторинної мінералізації для кімберлітових інтрузій. Під час вивчення району шляхом буріння свердловин геологічними маршрутами було встановлено, що через 75 м на захід від свердловини Р1-2 в шурфі (зумпф свердловини Р1-1, рис. 5) та поряд з ним виявлено фрагменти вивітрілих та свіжих ультрабазитів. Серед уламків делювіального матеріалу вилучено кілька шматочків порід, що візуально можна ідентифікувати як порфірові пікродолерити та кімберлітоїди.

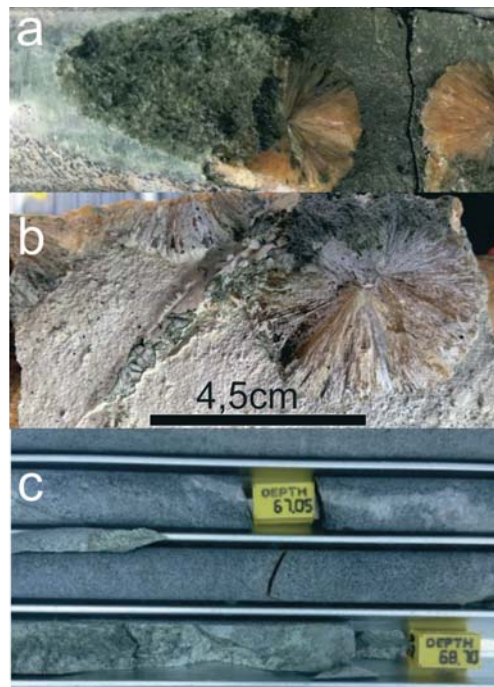


Рисунок 6. Мінералізація променистого стронціаніту (а, б) та субзгідні тонкі прожилки сильно вивітрілих та метасоматично змінених ультрабазитів лампрофірового типу (с) у св. Р1-1 (а-б-гл. 18,8-19,15 м; с – гл. 68,2-69,5 м)

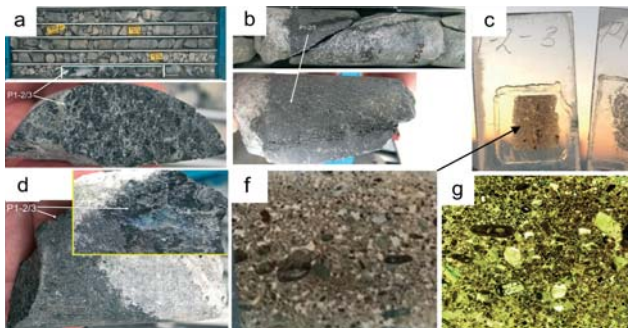


Рисунок 7. Жила субвулканічних кімберлітів (св. Р 1–2, гл. – 92,0 м): а, b, d – ядерний ящик та взірці кімберліту; с, f, g – шліфи з цих взірців

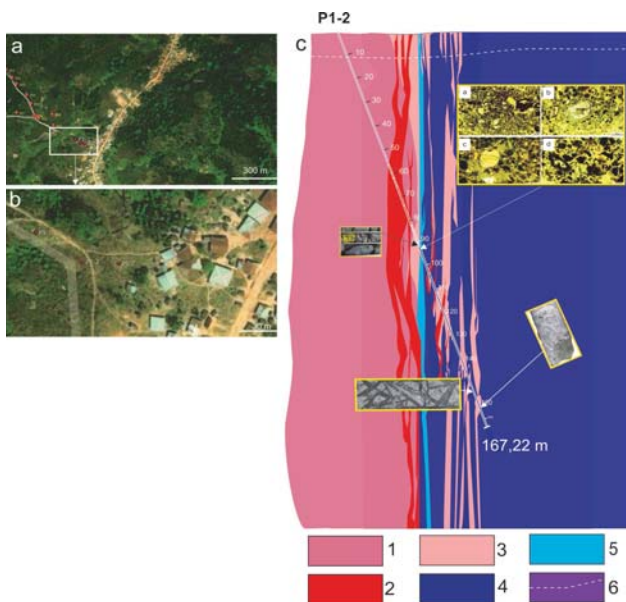


Рисунок 8. Розріз свердловини Р 1–2: 1 – тоналіти; 2 – жили пегматитів; 3 – мігматити фундаменту; 4 – ультрабазити; 5 – кімберліти; 6 – границя кори вивітрювання

Жили субвулканічних кімберлітів свердловини Р1-2 є дуже зміненими порфіровими мікролітовими кімберлітами базальтоїдного типу. Кімберліт цієї проби відрізняється від аволітових, брекчієвих, туфових та інших за внутрішньою будовою і структурою. Під мікроскопом структура породи – порфірова (рис. 9).

Порфірові вкраплення представлені псевдоморфозами по олівінових фенокристалах та лусками частково зміненого флогопіту. Розмір порфірових вкраплень – від 1 до 2 мм. Як мікропорфірові вкраплення виступають кристали олівіну другої генерації (OL II). Матрикс породи – карбонатний. Карбонат представлений тонкокристалічним кальцитом або ж заміщений доломітом. Крім олівіну II в основній масі наявні релікти або псевдоморфози по флогопіту другої генерації (FL II), магнетит, перовськіт (він може бути заміщений магнетитом), вторинний апатит.

Олівін порфірових вкраплень заміщений агрегатом карбонату, зеленуватого серпентину і пилеподібним магнетитом. Для основної маси характерна мікролітова структура. Вона утворена псевдоморфно заміщеними зернами олівіну другої генерації та незначною кількістю псевдоморфоз по флогопіту другої генерації. Розмір мікропорфірових вкраплень – від сотих часток мм до 0,4–0,5 мм. Загальний вміст флогопіту – не більше 3%. Поміж мінералами основної маси спостерігаємо також карбонатну тонкокристалічну фазу, серпентин зеленуватого кольору з різними відтінками, магнетит і перовськіт (заміщений магнетитом). Поширеними є апатитові агрегатні утворення, слюдисті агрегати. На *рисунку 9, а* зображено типовий порфіровий кімберліт базальтоїдного типу з мікролітовою основною масою. Вкраплення представлені псевдоморфозами карбонат-серпентинового складу по олівіну I і поодиноких лусках флогопіту I. Основна маса характеризується реліктовою мікропорфіровою структурою. На *рисунку 9, b* – порфірове вкраплення олівіну (в центрі), заміщене карбонат-серпентиновим (зеленуватого кольору) агрегатом. Розміри вкраплень – від 1 до 2 мм. Він розміщений в оточенні основної маси.

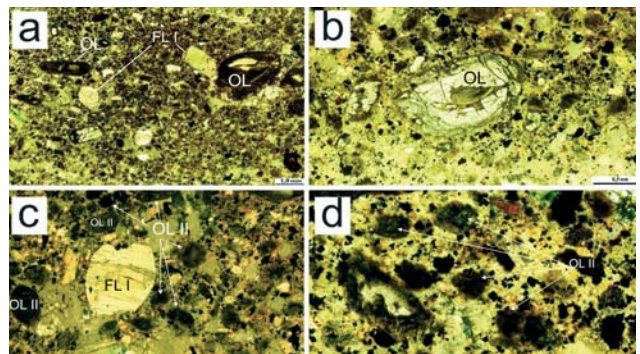


Рисунок 9. Субвулканічні кімберліти під мікроскопом

Частково заміщена порфірова луска флогопіту зображена на *рисунку 9, с*. Продуктом заміщення може бути і серпентин. Темні, без чітких контурів, вкраплення навколо луски – псевдоморфози по мікролітах олівіну другої генерації.

Результати хімічного аналізу проби Р1-2/3 (%): SiO₂ = 25,88; TiO₂ = 2,90; Al₂O₃ = 3,99; Fe₂O₃ = 1,14; FeO = 6,29; MgO = 15,79; MnO = 0,27; CaO = 21,44; Na₂O = 0,47; K₂O = 2,25; P₂O₅ = 1,26; H₂O = 1,53; SO₃заг. = 0,05; впп = 17,98; сума – 99,71. За хімічним складом кімберліти відповідають I групі кімберлітів за сучасною класифікацією (Аникин і др., 2015).

Окрім цього, в межах ділянок виявлених електрофізичних аномалій, стосовно яких виникали обґрунтовані підозри щодо відповідності структурам кімберлітового типу, було виконано наземні магнітометричні знімання масштабу 1:5–10 000 (рис. 10, 11), які дали змогу виявити типові структурні форми, властиві цим породам (різновеликі кальдери, підвідні канали, дайки).

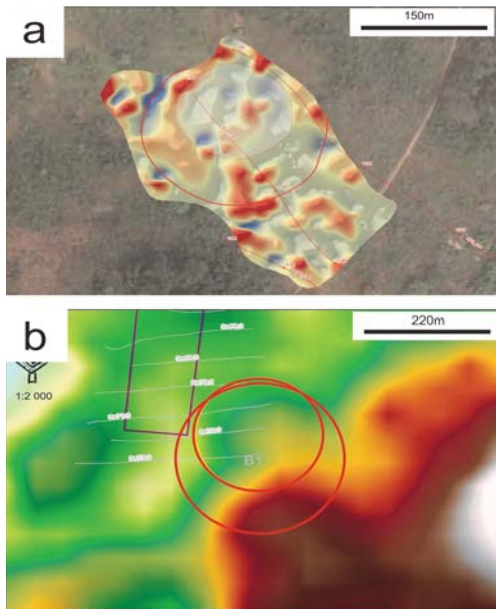


Рисунок 10. Кальдери західного борту р. Севи в магнітному полі ДТ масштабу 1:5 000 (а) та на моделі SRTM (b)

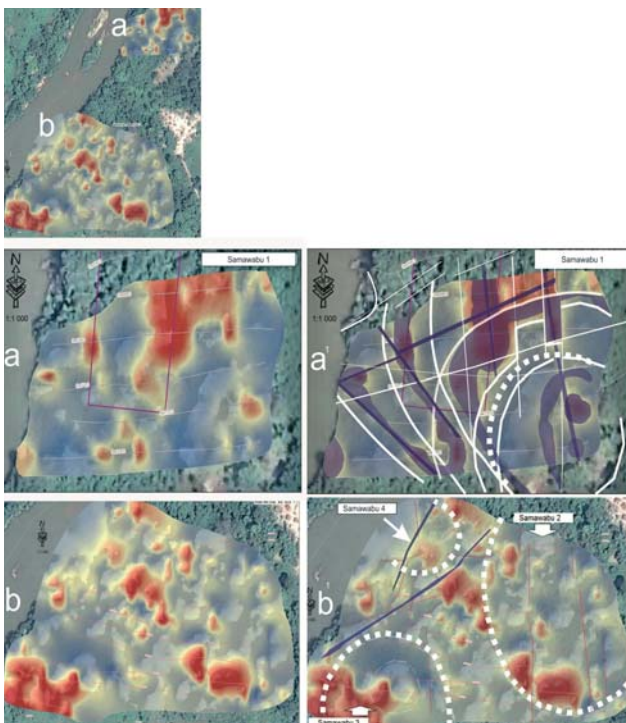


Рисунок 11. Кальдери східного борту р. Севи в магнітному полі ДТ масштабу 1:5 000 (а, б) та їхня геологічна інтерпретація (праворуч – а1, б1)

Ділянка Йомбі

Ділянка Йомбі розташована в районі верхньої течії р. Севи на правому борту одного з її притоків – р. Йомбі. За результатами GPR профілювання, поміж вмісних мігматитів фундаменту Леоно-Ліберійського щита локалізовано ізометричну електрофізичну (GPR) аномалію (рис. 12).

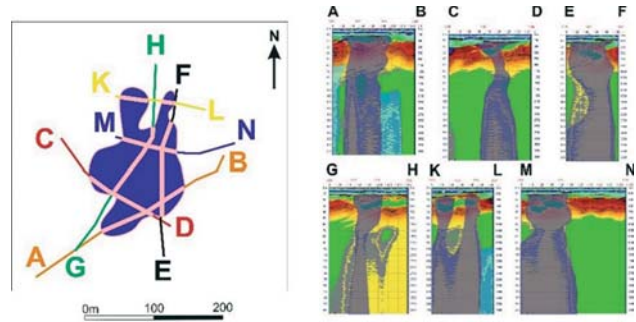


Рисунок 12. Електрофізична аномалія структури Йомбі та її основні геофізичні розрізи

Розбурювання останньої засвідчило (рис. 13–16) наявність на ділянці системи дайкових тіл ультрабазитів різного складу та долеритів/пікродолеритів. Ультрабазити представлені антофіліт-флогопіт-серпентин-тальковими породами з численними ін'єкціями кварцево-жильного і пегматоїдного матеріалу, диференціальними відокремленнями салічної та фемічної їхніх компонент, змішуванням кислого гранітоїдного та ультраосновного матеріалу. Безпосередньо на контакті, як правило, спостерігається особливо інтенсивна флогопітизація та збагачення цим мінералом ультрабазитів. Внутрішню будову породи характеризує масивна мікротекстура, новоутворена метаморфічною порфіробластовою структурою. Порфіробласти представлені баститовими (з домішкою тальку) псевдоморфозами серпентину по ортопіроксену. Структура основної тканини – немотолепідобластова за рахунок наявності в породі видовженопризматичних кристалів антофіліту та лусок тальку і серпентину. Серед серпентинові маси, яка суттєво переважає, є розсіяні дрібні вкраплення магнетиту. В межах лусок тальку та подекуди поміж серпентинові маси зустрічаємо дуже дрібні утворення карбонатів (магнетит, брейнерит). Серпентин утворює дві морфологічні відмінності: трапляється у виді дрібноволокнистого хризотилу та у баститових формах, що утворились під час заміщення ортопіроксену. Разом з тим у породі зафіксовано поширені явища заміщення тальку серпентином та антофіліту тальком. Кімберлітові ділянки представлені жилами кімберлітових брекчій (рис. 1, 2) різного складу. Частина з них має практично монопородні або мономінеральні уламки, подібні до рами порід, які вони інтродують, а частину характеризують уламки різноманітного складу (рис. 3), поміж яких наявні долерити, кварц, вмісні граніти, ріоліти, сланці основного складу. Також у межах ділянки доволі поширені \pm олівін-клінопіроксенові долерити та пікродолерити, що часто містять ксеноліти.

Важливо при цьому розуміти, що, за численними останніми даними, алмазозносними є не лише кімберліти (Аникин и др., 2015; Каминский, 2012; Трофимов, 1980; Харьков, 1975; Шульгин, 2003), а й асоціюючі з ними породи (лампрофіри, лампроїти, долерити, базальти та ін).

Нижче наведено найбільш типові породи, які в польових умовах (до необхідного комплексу лабораторних досліджень), на нашу думку, варто називати

кімберлітами або близькими до них породами того самого сімейства. На ділянці Йомбі вони умовно представлені як мінімум двома типами.

Тип 1. Кімберлітові магматичні брекчії з матриксом, представленим субвулканічними або гіпабісальними кімберлітовими магмами різного ступеня розкристалізації та, вірогідно, різного складу.

Підтип 1-1. Кімберлітова магматична брекчія, в якій матриксу мало, а переважають уламки порід різного складу і кристалів.

В уламках кімберлітової брекчії цього типу виявлені різні типи порід, які відсутні в розрізах ділянки.

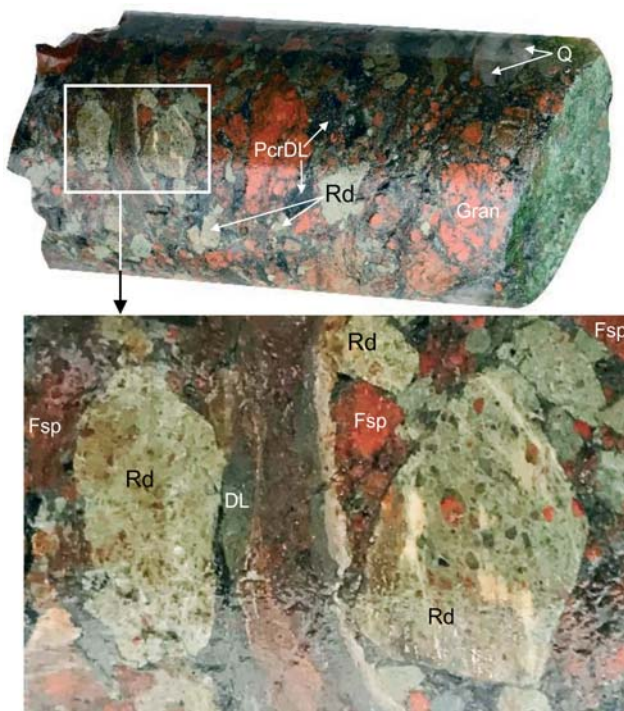


Рисунок 13. Кімберлітова брекчія (свердловина Y1-3, гл. – 179,0 м)
Rd – рідодацит; Fsp – польовий шпат; DL – долерит; PcrDL – пікродолерит; Grn – граніт; Q – кварц

Підтип 1-2. Кімберлітова магматична брекчія, в якій матриксу доволі багато – стільки ж (або більше), скільки уламків.

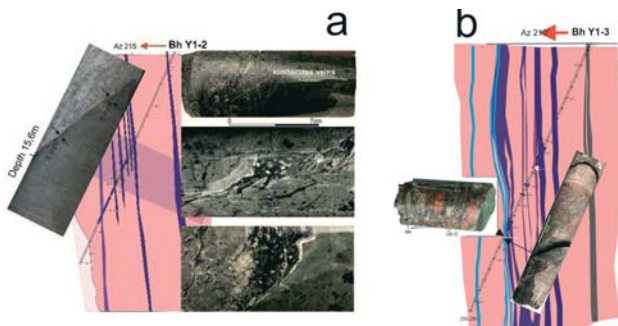


Рисунок 14. Геологічні розрізи свердловин Y1-2 та Y1-3

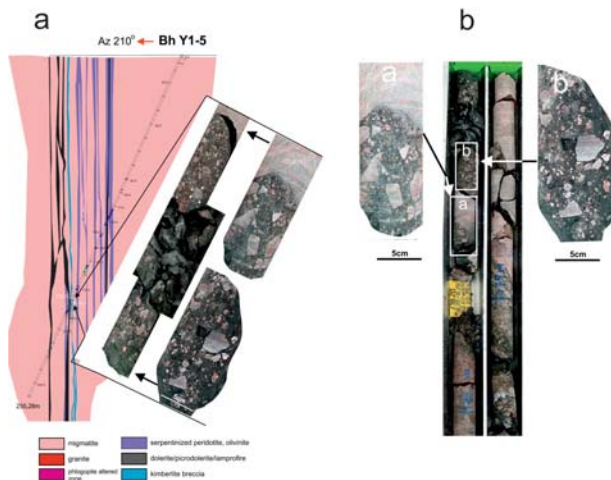


Рисунок 15. Геологічні розрізи свердловини Y1-5

Тип 2. Субвулканічні ультраосновні породи без видимих ознак наявності значної кількості уламків.

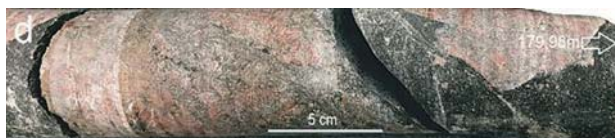


Рисунок 16. Свердловина Y1-5

Ділянка Бамбаво

Ділянку Бамбаво відкрито і вивчено за допомогою георадарних досліджень та геологічних маршрутів.

Так, на лівому боці струмка, за 5 м від місточка і через нього вгору за течією, у низці відслонень сумарного розміру 6x3 м (рис. 17) виявлено мігматити, паралельно-смугасті з субстратом амфіболітів та різною мірою перекристалізованими біотитовими плагіогнейсами і біотит-роговообманковими кристалосланцями. У мігматитах наявні пошарові ін'єкції тіл середньозернистих роговообманковобіотитових тоналітів, що будуються у пластичному середовищі мігматитів під час ультраметаморфічних змін (анатектоїдне плавлення, метасоматоз). Елементи залягання мігматитів у відслоненнях – аз. простягання 40–50°. Тріщини: аз. пад. 220–225°, кут 80–90°.

У межах відслонення (рис. 17, a, b) в окремих великих штуфах (рис. 17, c) наявні порфірові кімберлітоїди з афанітовою основною масою та слабо відчутною флюїдальністю. Колір порід – темний, аж до чорного, породи – масивні, порфірові. Порфірові виділення представлені олівіном до 1–1,3 см ізометричної та видовженої форми. Як правило, зберігаються кристаломорфологічні обриси кристалів олівіну. Поряд з окремими кристалами наявні сколкові скупчення олівіну. Вивітрювання підкреслює їхню морфологію і особливості конфігурації. У породі виявлено гнізда, утворені окремими механічно видаленими кристалами. Є також ізометричний флогопіт, ільменіт, блакитно-зелені ізометричні виділення хромшпінелідів.

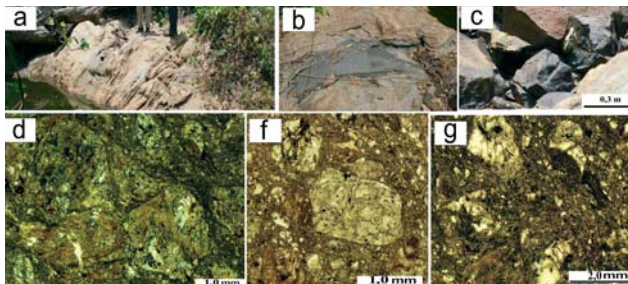


Рисунок 17. Відслонення контакту мігматитів фундаменту (а – с) з ксенотуфами кімберлітів (d – g – зображення під мікроскопом)

Значна маса породи має афанітовий вигляд. Представлена агрегатом розкристалізованого скла (олівін, серпентин, хлорит). У породі виявлено тонкі (від 1–2 мм) прожилки прозорого кварцу з мінералізацією піриту вкрапленого типу (окремі кристали і їхні скупчення розміром до 1–1,5 мм).

Основний петротип кімберлітоїдів перетинають більш тонкі та темніші (до чорного кольору) прожилки (2–9 мм) субвулканічних порфірових кімберлітів (рис. 17 f–g). Вони також містять порфірові виділення олівіну і відрізняються від перших тільки більш темним кольором.

Обсяг ксеногенного матеріалу в них сягає 60%. У будові породи розрізняють дві суттєво різні частини (рис. 17 d–g). Значна кімберлітова маса представлена зміненим автолітовим кімберлітом, який є цементом для ксеногенної частини породи. Автолітовий кімберліт складається з серпентин-талькової маси, забарвленої гідроокислами заліза. Структура породи – автолітова, основної маси – мікропорфірова за рахунок вкрапель олівіну. Поміж цієї маси можна розпізнати нечіткі контури поодиноких автолітів розміром 0,8–2 мм, які занурені в основну масу повністю зміненого кімберліту. Цементуюча маса дуже забруднена кристалокластами плагіоклазу з долеритів і мікропорфіровими вкрапленнями зміненого олівіну другої генерації. Інша частина породи – ксеногенна базитова, розмір уламків в якій становить діапазон від частки мм (переважають кристалокласти та уламки не встановленої наразі природи) до 1–2 мм (частково дезінтегровані ксенолітокласти долеритів та плагіоклазу). Всі уламки контаміновані кімберлітовим розплавом та занурені в кімберлітову масу. Цемент – у виді тальк-рудної речовини. Також наявні ін'єктивні утворення переважно темно-бурого кольору, які проникають в значну масу описаної породи (як в ксеногенну, так і в кімберлітову частину), повністю заміщені тальк-слюдистою речовиною і можуть становити окрему фазу кімберлітового розплаву.

Результати хімічного аналізу проби GT-3 (%): $\text{SiO}_2 = 47,79$; $\text{TiO}_2 = 0,85$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13,23$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 9,15$; $\text{FeO} = 5,43$; $\text{FeO}_{\text{заг}} = 13,67$; $\text{MgO} = 3,52$; $\text{MnO} = 0,15$; $\text{CaO} = 7,70$; $\text{Na}_2\text{O} = 2,19$; $\text{K}_2\text{O} = 1,05$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,16$; $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,03$; $\text{H}_2\text{O} = 1,02$; $\text{S}_{\text{заг}} = 0,10$; впп = 5,82; сума = 99,91. За хімічним аналізом цей кімберліт характеризують дуже значні вторинні зміни і велика кількість ксеногенного матеріалу, що може значно спотворити хімізм породи.

Ділянка Гавама

Розмір тіла, що складається з ультрабазитів обох фаз, – 150×220м. Трубчасте тіло (подібне до діатреми) має еліпсоїдну форму і простягається в напрямку з південного заходу на північний схід. Утворення 2-ї фази проривають усі геологічні неоднорідності, створені в георадарних розрізах корою вивітрювання навколишніх мігматитів та ультрабазитів 1-ї фази.

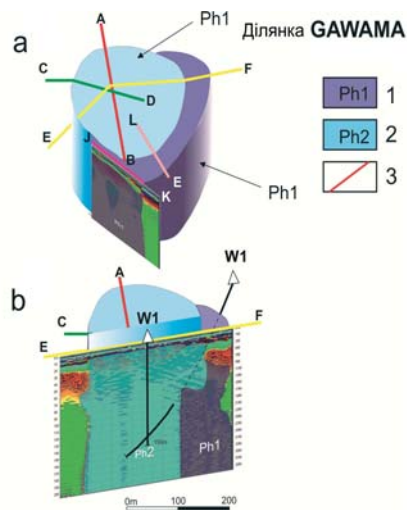


Рисунок 18. Геологічна 3D модель ультрабазитової структури Гавама, основаної на георадарних дослідженнях в її межах
Зображено окремі профілі: J–K (a) та E–F b) 1 – ультрабазити 1-ї фази; 2 – ультрабазити 2-ї фази; 3 – розломи

Ділянка Ньявама Коно

Розташована на лівому березі р. Севи, на зовнішній частині опуклості, що вона утворює (рис. 19). На космоснімку добре видно ділянки видобування місцевими копачами алмазів з напівкільцевими структурами (на кшталт алмазопродуктивних кальдер та дайок) в кристалічному фундаменті – місцевих джерел руйнування алмазів.

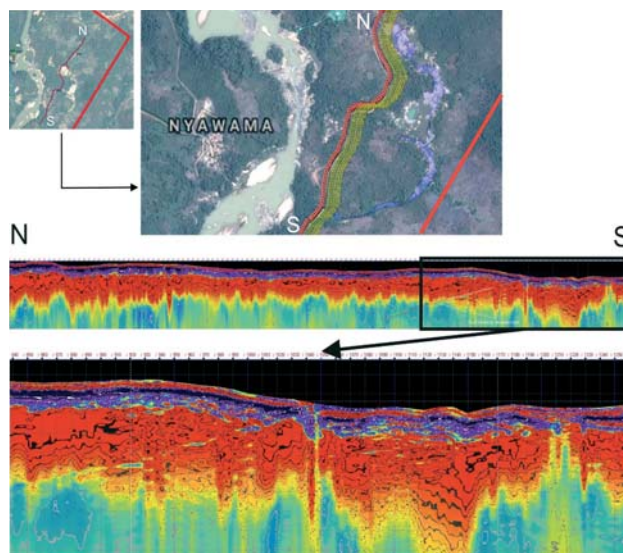


Рисунок 19. Ділянки видобування алмазів з дугоподібних коротких долин із місцевим джерелом акумуляції алмазів (на космоснімку Landsat)

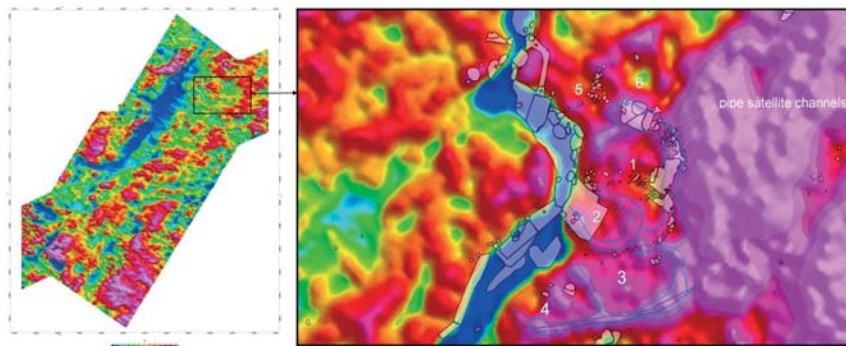


Рисунок 20. Ділянки видобування алмазів з дугоподібних коротких долин з місцевим джерелом алмазів (на SRTM – вгорі, а на карті магнітного поля – внизу)

На великомасштабній врізці з георадарним (GPR) профілем (рис. 19) зафіксовано два розривні порушення, що маркуються дайками основних/ультраосновних порід (долери, пікродолери, можливо, кімберліти) вертикального та похилого (20°) залягання.

На фрагменті карти аеромагнітного поля «Total magnetic signal» (рис. 20, праворуч) можна спостерігати кілька збережених від ерозії ізометричних напівкілець-кальдер

за номерами від 1 до 6. Кожна з них обмежена периферійним «валом», складеним доволі щільними магнітними породами типу долеритів/пікродолеритів/кімберлітів. Усередині кожної такої кальдери наявні ізометричні (зазвичай 100–200 м у діаметрі) тіла сателітних підводних каналів кімберлітів всередині кальдерного комплексу.

ВИСНОВКИ

Під час проведення геологорозвідувальних робіт завдяки ефективному застосуванню комплексу методів досліджень виявлено та всебічно вивчено низку нових кімберлітових проявів у нетрадиційних ділянках Леоно-Ліберійського щита. Ці знахідки можуть сприяти суттєвому доповненню знань про місця розташування кімберлітів в Сьєрра-Леоне, їхні типи та особливості геологічної будови.

ПОДЯКИ

Автори висловлюють щирю подяку компаніям Seawright Mining Ltd, Trinity Geomining Services Ltd за надану фінансову та адміністративну підтримку у проведенні робіт. Trinity Geomining Services Ltd вдячний геофізикам, які в різні роки та впродовж різного часу виконували польові георадарні дослідження: О. Півтораку, О. Фесенко, І. Голтуренко, Ю. Юрову.

СПИСОК

ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Аникин Л.П., Чубаров В.М., Еремина Т.С., Сидоров Е.Г., Сокоренко А.В., Ананьев В.В., Вергасова Л.П., Дунин-Барковский Р.Л., Карташева Е.В., Назарова М.А. Акцессорные минералы и новая находка алмазов в базальтах вулкана Плоский Толбачик, Камчатка. *Вулканизм и связанные с ним процессы: материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога*. Петропавловск-на-Камчатке: Петропавловск-Камчатский ИВиС ДВО РАН, 2015. С. 214–222.

Каминский Ф.В. Некимберлитовые источники алмазов: современное состояние проблемы. *Моделі утворення алмазу та його корінних джерел. Перспективи алмазоносності Українського щита і суміжних територій*: збірник тез міжнародної наукової конференції. м. Київ, 2012, 11–13 вересня. С. 86–87.

Трофимов В.С. Геология месторождений природных алмазов. М.: Недра, 1980. 237 с.

Харьков А.Д. Кимберлитовые жилы, сопряженные с трубками, как самостоятельная фаза кимберлитового магматизма: докл. АН СССР. Т. 224. № 1. 1975. С. 190–193.

Шульгин А.Ю. К проблеме алмазоносности Лесной Гвинеи (Западная Африка). Щелочные комплексы Центральной Сибири. Красноярск: КНИИГГиМС, 2003 С. 183–190.

REFERENCES

Anikin L.P., Chubarov V.M., Eremina T.S., Sidorov E.G., Sokorenko A.V., Anan'ev V.V., Vergasova L.P., Dunin-Barkovskij R.L., Kartasheva E.V., Nazarova M.A. Accessory minerals and a new find of diamonds in the basalts of Plosky Tolbachik volcano, Kamchatka [Accessory minerals and a new find of diamonds in the basalts of Plosky Tolbachik volcano, Kamchatka]. *Vulkanizm i svyazannye s nim processy [Volcanism and related processes]: materialy ezhegodnoj konferencii, posvjashhennoj Dnju vulkanologa* [Materials of the annual conference dedicated to the Volcanologist's Day]. Petropavlovsk-na-Kamchatke: Petropavlovsk-Kamchatskij IViS DVO RAN, 2015. P. 214–222 (in Russian).

Kaminskij F.V. Nekimberlitovye istochnikialmazov: sovremennoe sostojanie problem [Non-kimberlite sources of diamonds: current state of the problem]. *Modeli utvorenniaalmazuta yoho korinnykh dzherel. Perspektyvyalmazonosnosti Ukrainskoho shchytai sumizhnykh terytorij* [Models of diamond formation and its primary sources. Prospects for the diamond content of the Ukrainian Shield and adjacent territories]: zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovoї konferentsii [collection of abstracts of the international scientific conference]. Kyiv, 2012, September 11–13. P. 86–87 (in Russian).

Trofimov V.S. Geologija mestorozhdenij prirodnyhalmazov [Geology of natural diamond deposits]. M.: Nedra, 1980. 237 p. (in Russian).

Har'kiv A.D. Kimberlitovye zhily, soprjazhennye s trubkami, kak samostojatel'naja faza kimberlitovogo magmatizma [Kimberlite veins coupled with pipes as an independent phase of kimberlite magmatism]: dokl. AN SSSR [reports of the USSR Academy of Sciences]. T. 224. No 1. 1975. P. 190–193 (in Russian).

Shul'gin A.Ju. K probleme almazonosnosti Lesnoj Gvinei (Zapadnaja Afrika) [To the problem of diamond content in Forest Guinea (West Africa)]. *Shhelochnye komplekсы Central'noj Sibiri [Alkaline complexes in Central Siberia]*. Krasnojarsk: KNIIGiMS, 2003. P. 183–190 (in Russian).

DISCOVERY OF NEW KIMBERLITE FIELDS ON THE SOUTHERN SLOPE OF THE LEONE-LIBERIAN SHIELD (Sierra Leone)

Oleksandr BOBROV

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, chief geologist, Trinity Geomining Services (SL Ltd), member of the UAG

Sergii KLOCHKOV

senior geologist, Trinity Geomining Services (SL Ltd), member of the UAG

Serhiy KAKARANZA

Candidate in Geological Sciences, Associate Professor, Department of Physical, Marine Geology and Paleontology, member of the UAG

Oleksandr KAKARANZA

senior geophysicist, Trinity Geomining Services (SL Ltd), member of the UAG

Yuri FEDORISHIN

Doctor of Geological Sciences, Professor, Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the National Academy of Sciences of Ukraine, member of the UAG

Tetyana IASKEVYCH

Candidate in Geological Sciences, senior researcher, M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of sciences of Ukraine, member of the UAG

During 2017–2018 not far from Sewafeh town, Kono province (Republic of Sierra Leone), we identified a number of previously unknown manifestations of kimberlite magmatism in the form of a system of individual veins localized at the contact of the migmatite basement and Archean ultrabasic massifs, or in the immediate vicinity of ultramafic massifs, which is part of the rocks of the greenstone belt. The optimal sequence of conducting remote sensing studies, such as interpretation of space images of various resolution, neotectonic and geomorphological analysis, SRTM modeling, and then field geological and geophysical research have facilitated this discovery. According to drilling data, kimberlites in different spots of their occurrence (Punduru 1 area) are represented by subvolcanic phlogopite-olivine (with perovskite), and olivine varieties, as well as veins of numerous intensely metasomatic altered kimberlite breccias (Yomby area). Veins of subvolcanic kimberlites are concentrated in the contact part with ultramafic massifs of magmatic and lava (metakomatiite xenoliths) genesis. Kimberlites are the youngest vein formations in the area, crossing even vein pegmatites, the generation of which was provoked by the intrusion of ultramafic rocks in the basement migmatites (Cederholm effect). Kimberlites are present in the section of wells in the form of separate veins of complex morphology and thickness from a few centimeters to 45 cm. In well P1-2 at a depth of 92 m, these are represented by micro porphyry kimberlites of the basaltoid type with microlithic groundmass, altered by secondary metasomatic processes. Porphyry inclusions are represented by pseudomorphs of carbonate-serpentine composition after olivine and rare phlogopite flakes. Olivine crystals of the second-generation act as micro porphyry inclusions. The rock matrix is carbonate. Carbonate is represented by finely crystalline calcite, or replaced by dolomite. In addition to olivine, the groundmass contains relics or pseudomorphs after phlogopite, as well as magnetite, perovskite (it can be replaced by magnetite), secondary apatite. The kimberlites of the Bambawo area are represented by sub-volcanic porphyry basaltoid kimberlites, autoliths kimberlites and kimberlite xenotuff breccias.

Keywords:

Leone-Liberian shield; subvolcanic kimberlite; kimberlite breccia; ultrabasites.