

УДК 551.242.5 : 553.81

Федоришин Ю.І.

Короткий аналіз складу ультраметаморфічних утворень фундаменту древніх платформ у зв'язку з їх алмазонасністю

Наведена порівняльна характеристика геологічної будови земної кори і літосфери алмазонасних провінцій світу й Українського щита. На цій основі в межах останнього виділені ділянки, потенційно перспективні для постановки пошукових робіт.

Важливим кроком для розуміння причин, від яких залежить алмазонасність древніх платформ, є аналіз особливостей структурно-речовинних комплексів фундаменту. З одного боку, такий аналіз дає можливість більш широкого залучення геологічних матеріалів до визначення факторів алмазонасності, з іншого, – показує, що використання "правила Кліффорда" має певні застереження і не повинно опиратися лише на вікові межі ультраметаморфічних комплексів.

Аналіз особливостей складу породних комплексів території УЩ та даних про потужність літосфери [13] показав, що критерієм потужності докембрійських кратонів може бути ступінь калієвості (поява та зростання кількості у породах калій-вмісних силікатів і алюмосилікатів). Така кореляція не є випадковою. У зв'язку з цим можна стверджувати, що важливим критерієм оцінки потужності літосфери і, відповідно, потенційної алмазонасності окремих літосферних блоків, є не просто ступінь гранітизації метаморфічного субстрату, але геохімічна спеціалізація продуктів фельдшпатизації. Виняткова роль у цьому процесі калію.

Основою для аналізу були матеріали по трьох платформах: Африканській, Сибірській та Східно-Європейській. Для докембрійсько-ранньопалеозойських утворень Африканської платформи [5] радіометричні визначення абсолютного віку (а їх на час написання Т.Н.Кліффордом вказаної роботи нараховувалось понад 900) показали, що абсолютна більшість визначень утворює наступні часові інтервали: 400-700, 850-1050 і 1800-2050 млн. років. Вони відображають процеси, пов'язані з тектонотермальним порушенням рівноваги у корі та мантії (літосфері), різноманітні блокові дислокації, прояви магматичної та метаморфічної активності, утворення нових породних і мінеральних асоціацій. Разом з тим, кількість визначень абсолютного віку порід, що попадають у інтервал 1800-2050 млн. років, більш ніж на порядок вища у порівнянні з породами, абсолютний вік яких складає 3 млрд. років.

Значення абсолютного віку в часовому інтервалі 1850 ± 250 млн. років є дуже поширеними, особливо в південній і західній частинах Африканського континенту. Вони відображають дуже масштабно проявлений (як і на території інших докембрійських платформ і щитів, у тому числі і на УЩ) тривалий і складний процес орогенічно-анорогенного типу [5]. В межах цього часового відрізка найбільш надійними, за словами Т.Н.Кліффорда, є ті дані, що відносяться до ебурнейського етапу орогенії ($1850-2050$ млн. років). Цей етап у термальному відношенні характеризувався широким розвитком ультраметаморфічних процесів, що супроводжувались утворенням автохтонних і алохтонних гранітоїдів. Він вважається головною фазою тектонізму Африки. Новоутворені структури фундаменту відзначались просторово-лінійними та овально-ізометричними формами в плані.

Якщо розглядати об'єми регіонів Африканської платформи з точки зору їх стабільності в межах досилурійського часового відрізка, стає очевидним, що, починаючи з 1500 млн. років назад, лише 35% площі континенту була стабільною (рис. 1).

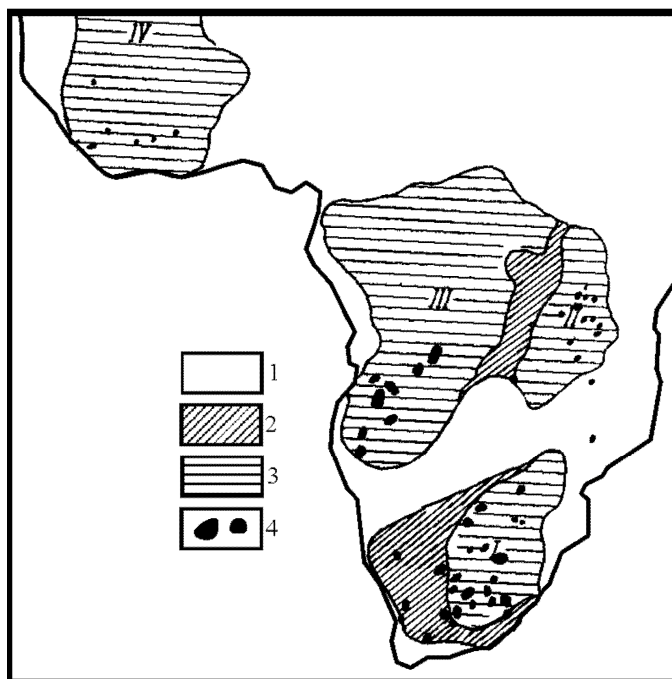


Рис. 1. Схема просторового розташування проявів кімберлітового магматизму на Африканській платформі [5].

I-Родезійсько-Трансваальський кратон; II-Танзанійський кратон; III-Кратон Анголи-Касаї; IV-Західно-Африканський кратон.

1-зони орогенії післяпізньокембрійського часу; 2-зони кібарської орогенії (1100 ± 200 млн. років); 3-райони древньої орогенії, які є стабільними впродовж останніх 1500 млн. років.

По мірі прогресивного розвитку території Африки, розростались площі кратонів і консолідованих рухомих зон. Т.Н.Кліффорд першим звернув увагу, що перспективними на промислові родовища алмазу є ті частини докембрійських кратонів, які стабілізувались не пізніше 1600 млн. років тому. Згодом Крокетт і Мейсон показали [12], що існує закономірний зв'язок кімберлітового магматизму з лінійними зонами тектонічної активності, яка викликана тектонотермальним порушенням мантийної рівноваги. Аналізуючи структурні й металогенічні схеми, які були використані Кліффордом і Доусоном, О.В.Синіцин прийшов до наступного трактування "правила Кліффорда" [10]: алмазопродуктивними є лише архейські кратони, які були стабілізовані не пізніше 2800 млн. років назад; відповідно, рухомі пояси, які оточують кратони зазначеного віку (як приклад – пояс Лімпопо з віком 2800 млн. років), не містять алмазоносних кімберлітів. Але практика прогнозно-пошукових досліджень показує, що наведений висновок не відповідає реальному стану речей. Яскравим підтвердженням цьому є робота С.І.Хагерті [15], у якій на основі аналізу й узагальнення даних багатьох робіт було показано, що окремі фрагменти кратону, розташованого в західній частині Африки (леонський, ебурнейський, ліберійський), незважаючи на повну відповідність "правилу Кліффорда" у тому розумінні, що вік останньої фази метаморфізму є більш древнім ніж 2000 млн. років, докорінно розрізняються за алмазоносністю кімберлітів (рис. 2).

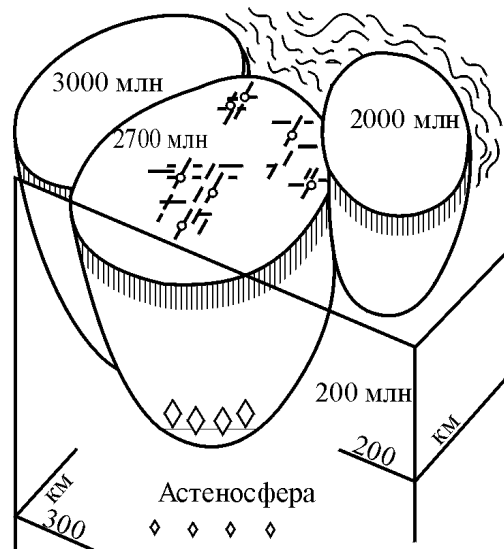


Рис. 2. Інтерпретація будови літосфери Західної Африки в зв'язку з алмазоносністю кімберлітів і віком метаморфічних комплексів [15].

Тим не менше, алмазоносні кімберліти присутні лише в межах ліберійського літосферного фрагменту кратону. Основна причина цього, на думку Хагерті, полягає в особливості будови цих трьох літосферних

фрагментів. Робиться припущення, що ліберійський літосферний фрагмент відрізняється від двох інших своєю потужністю. Іншими словами – для ліберійського фрагменту властивим є більш глибоке занурення в астеносферу по відношенню до леонського (вік 3000 млн. років) та ебурнейського (вік 2000 млн. років) літосферних фрагментів. (рис. 3). Його глибинна частина знаходиться нижче межі стабільного існування алмазу (>150 км), а флюїдно-магматичні потоки, які виникають і формуються у астеносферній частині мантії, першочергово проникають у літосферу там, де вона максимально занурена своєю кореневою частиною. Розплав, що виникає внаслідок підплавлення найбільш глибоко зануреної (алмазонасної) частини літосфери, під дією газонасиченого флюїду проникає крізь крихке середовище виснаженої (деплетованої) літосфери, досягаючи таким чином поверхні Землі. Поштовхом до розвитку цього процесу, на думку Кліффорда, є мантійні плюми, що зароджуються в зоні переходу від верхньої до нижньої мантії (400-650 км) або і глибше. Просторово прояви кімберлітового магматизму на поверхні локалізуються, як правило, в крайових частинах літосферних фрагментів.

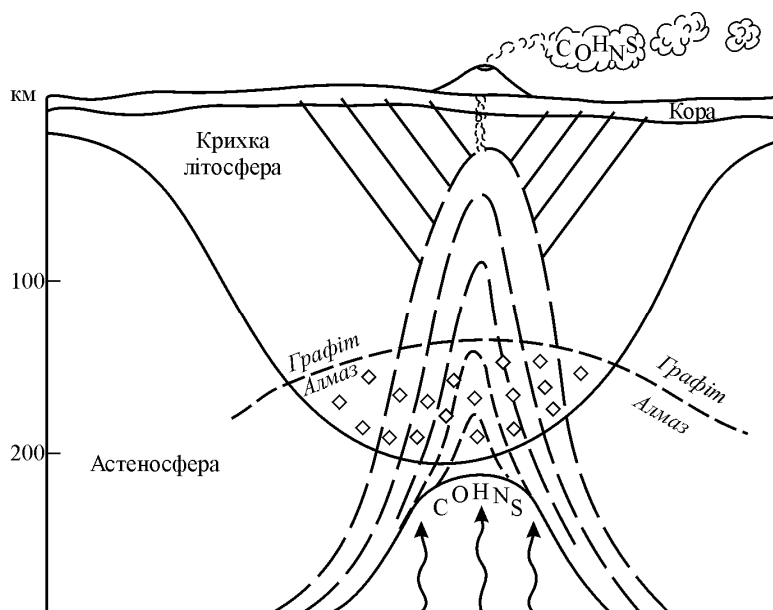


Рис. 3. Ілюстрація зв'язку алмазонасності з потоками мантійних флюїдів і потужністю літосфери [15].

Таким чином, "правило Кліффорда" для даного випадку нібито й виконується, але воно не може пояснити відсутності алмазонасних кімберлітів у сусідніх леонському та ебурнейському фрагментах кратонів. Версія Хагерті стосовно відмінностей у внутрішній будові кратонів, пов'язаних у першу чергу з їх потужністю, все ставить на місце. Вона співпадає з петрологічно обґрунтованою точкою зору [4, 6,

7, 12]. В даному випадку феномен Кліффорда пояснюється тим, що лише древні кратони, які характеризуються потужністю літосфери >150 км здатні продукувати алмазозносні розплави.

Закономірно виникає питання – кратони якого граничного віку можуть бути перспективними на алмази? Існуючі об'єктивні дані свідчать [14], що формування літосфери відбувалось синхронно з ростом кори за рахунок екстракції кремнезему, лугів та інших некогерентних елементів з мантії і перенесенням їх у кору. На рубежі ~2500 млн. років назад потужність кори у межах докембрійських кратонів складала ~70% від сучасної. Формування кори, а значить і літосфери, у тому вигляді, якими вони є у поточний час, закінчилось разом з ебурнейською епохою (~1800 млн. років тому назад). Звідси можна прийняти, що ендегенні процеси в межах докембрійських кратонів, які супроводжувались порушенням рівноваги у корі і мантії та нарощуванням потужності літосфери, закінчились у ранньому протерозої. Відповідно, і структурно-речовинні комплекси, які складають фундаменти кратонів, завершили на цей час свою еволюцію, характерною особливістю якої була інтенсивна калієва фельдшпатизація. В такому випадку лужна спеціалізація порід фундаменту може бути використана як критерій потужності літосфери в межах тих чи інших сегментів (ділянок) кратонів.

Аналіз матеріалів по ізотопному датуванню докембрію Сибірської платформи [3] дає можливість встановити геохронологічні рубежі, які відповідають часу прояву ендегенних процесів, що характеризувались регіональним поширенням у фундаменті Сибірської платформи. Найбільш древні з них можуть бути визначені лише досить приблизно U-Th-Pb методом на основі поодиноких визначень по циркону, монациту і ториту. Вони складають по $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ відношенню, відповідно, 3500 ± 500 , 3150 і 2475 млн. років. Ці дані дають підставу вважати, що час прояву гранулітового метаморфізму є більш древнім ніж 3000 млн. років. Значення верхнього рубежу прояву процесів архейського метаморфізму визначені по амфіболах і флогопіту з пегматитів і складають 2800-2500 млн. років. Усіма методами ізотопного датування віку фіксується геохронологічний рубіж 1900-2000 млн. років. З ним пов'язаний широкий прояв ендегенних процесів, що супроводжувались метаморфічними перетвореннями консолідованих в умовах гранулітової фації породних комплексів фундаменту. Флюїдні метаморфізуючі мантійні потоки, які транспортували комплекс компонентів (кремнезем, луки, некогерентні мікроелементи) проникали крізь потужні зони дилатансної тріщинуватості та глибово-блокових дислокацій. Розміри блоків складала десятки кілометрів. Вказані процеси, які спричинили перетворення порід гранулітової фації метаморфізму в умовах амфіболітової фації та регіональний прояв ультраметаморфізму, завершилися консолідацією фундаменту як єдиної структури. Зазначені

регіональні процеси поширювались також на південний (Мирнинсько-Айхальсько-Ботуобинський) схил Анабарської антеклізи.

Детальною системою широтних геофізичних профілів у районі розташування кімберлітової трубки Удачна встановлено мозаїчно-блокову структуру фундаменту з розміром блоків 20-30 км. Разом з тим збережено напрям структур фундаменту (північно-західний – меридіональний) [10]. Масштаби прояву процесів, які тривали впродовж останньої (1800-2000 млрд. років назад) ендегенної активності показово ілюструються кількісним співвідношенням визначень абсолютного віку у породах фундаменту: вік 3150 млн. років – 2%; вік 2150-1750 млн. років – 36%. Динаміка рухів вказує на інтенсивне горизонтальне стиснення товщ, формування просторово-лінійних зон блокових дислокацій і розвитку зонального метаморфізму (діафторез та гранітизація). Латеральні розміри цих зон, серед яких збереглися незначні за об'ємом „неомолоджені” релікти порід гранулітової фації метаморфізму, не перевищують 40 км. Ультраметаморфізм проявився у вигляді калієвої фельдшпатизації з утворенням гнейсів, гранітогнейсів, мігматитів, чарнокітів та інших калієвих гранітоїдів. Вміст калію у різних ультраметаморфітах коливається від 3 до 8%. З породами, для яких відзначено підвищений вміст калію, просторово пов'язані поля аномальних концентрацій U і Th. Відзначається також [9], що ефект фельдшпатизації метаморфічних комплексів характеризувався алохімічністю, яка полягала в привнесенні в породи гранітизуючих компонентів, а також мантією природою газонасичених флюїдів.

На основі геохімічних досліджень показано [8], що рання сіалічна кора Анабарського щита сформувалась остаточно в кінці архею (2,8 млрд. років назад) в процесі гранулітового метаморфізму і характеризувалась суттєво андезитовим складом. Зародження кори континентального типу, для якої був властивим гранодіоритовий склад, відбулось в середині протерозою (1,8 млрд. років назад) за рахунок значного привнесення калію, кремнію та інших некогерентних елементів, головним чином, з підкорових частин літосфери. Особливість формування земної кори полягала в тому, що калієва фельдшпатизація повністю змінила геохімічну специфіку ранньої кори. Разом з тим ізохрона віку 1,8 млрд. років властива для порід фундаменту, які користуються широким розповсюдженням у східній частині Сибірської платформи. Вона відповідає процесу регіональної гранітизації і діафторезу в умовах амфіболітової фації. Прямими доказами інтенсивної калієвої фельдшпатизації порід фундаменту безпосередньо в районах просторового розташування промислово алмазонасних кімберлітових трубок є присутність ксенолітів калішпатових, кварц-калішпатових та польвошпатових кристалічних сланців (до 10-60% загального об'єму кімберлітових тіл) з гранатом і без нього. Основними породоутворюючими мінералами (крім гранату) у названих різновидах метаморфічних порід є кварц, мікроклін і плагіоклаз. Такі ксеноліти

зустрінуті в трубках Загадочна, Удачна, Молодіжна, Ленінградська [1]. Згадується про калішпатизовані різновиди ксенолітів, що належать до порід фундаменту, і в інших роботах.

Головні тектонічні структури літосфери східної частини Балтійського щита були сформовані, головним чином, впродовж пізнього архею і раннього протерозою [2]. Вік формування найбільш древньої асоціації 3,0-2,7 млрд. років. На рубежі 2,2-1,8 млрд. років відбулась перебудова структурного плану, а починаючи з 1,75 млрд. років почався платформний етап розвитку. Архейські асоціації у результаті ранньопротерозойських тектоно-метаморфічних процесів були різною мірою гранітизовані. Найбільш інтенсивно процеси гранітизації проявились на території Імандра-Алареченського і Терського поясів. На рівні сучасного ерозійного зрізу серед ранньопротерозойських гранітоїдів (2,2-1,8 млрд. років) зустрічаються породні асоціації, представлені реліктами пізньоархейських амфіболіто-гнейсів (2,87 млрд. років). Усі відомі прояви алмазопродуктивного магматизму Кольсько-Архангельського регіону просторово зосереджені в межах Терського поясу, де потужність літосфери в межах полів прояву алмазозного магматизму і найбільш інтенсивно проявленої гранітизації складає, починаючи з кінця раннього протерозою не менше 150 км.

Висновки

Розглядаючи питання прогнозу і перспектив алмазозності територій, "правило Кліфорда" слід приймати не як функцію віку того чи іншого кратону, а в першу чергу – як функцію потужності літосфери, надійним віддзеркаленням якої є лужна спеціалізація структурно-речовинних комплексів щитів і платформ. „Ендербітовий” (натрієвий) характер верхньої частини архейської кори і малопотужної літосфери у процесі тектонотермальної еволюції в одних випадках змінювався на калієвий і супроводжувався зростанням потужності літосфери, в інших – залишався яскраво вираженим натрієвим, або ж різною мірою змінювався в напрямку зростання калієвості. Ступінь калієвості і потужність окремих літосферних сегментів зростають синхронно і можуть суттєво відрізнитись. Про це свідчить аналіз складу структурно-речовинних комплексів фундаменту в межах алмазозних провінцій. В світлі отриманих даних, які раніше не брались до уваги при вивченні УЩ, реальні перспективи промислової алмазозності різних його частин суттєво відрізняються. Максимальна увага, на думку автора, повинна бути зосереджена на Подільському блоку і Кіровоградському мегаблоку. В їх межах могли відбуватись спалахи докембрійського і фанерозойського алмазопродуктивного кімберліт-лампроїтового вулканізму.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Бобрієвич А.П., Бондаренко М.Н., Гневушев М.А. и др.** Алмазные месторождения Якутии // Москва: Госнаучтехиздат, 1959.– 527 с.
2. **Богатиков О.А., Гаранин В.К., Кононова В.А. и др.** Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) // Москва: Изд. МГУ, 1999.– 524 с.
3. Геология докембрия Сибирской платформы и ее складчатого обрамления // Ленинград: Наука, 1968.– 333 с.
4. **Глебовицкий В.А., Седова И.С., Бушмин С.А.** Геологические и физико-химические связи регионального метаморфизма, ультраметаморфизма, метасоматоза и метаморфического рудообразования/ Основы металлогении метаморфических поясов докембрия // Ленинград: Наука, 1984.– С. 15-37.
5. **Клиффорд Т.Н.** Радиометрическое датирование и досилурийская геология Африки / Радиометрическое датирование // Москва: Атомиздат, 1973.– С. 220-301.
6. **Летников Ф.А.** Флюидный режим эндогенных процессов в континентальной литосфере и проблемы металлогении / Проблемы глобальной геодинамики // Москва: ГЕОС, 2000.– С. 204-224.
7. **Маракушев А.А.** Происхождение и эволюция Земли и других планет Солнечной системы // Москва: Наука, 1992.– 207 с.
8. **Мельников А.И., Лепин В.С., Брандт С.Б., Петров А.Ф.** Рубидий-стронциевый изохронный возраст докембрийских образований Анабарского щита / Геология и геохронология докембрия Сибирской платформы и ее обрамления // Ленинград: Наука, 1990.– С. 146-153.
9. **Розен О.М., Белов А.Н., Бибикина Е.В. и др.** Возраст и особенности формирования земной коры Анабарского щита / Геология и геохронология докембрия Сибирской платформы и ее обрамления // Ленинград: Наука, 1990.– С. 153-162.
10. **Рудник В.А.** Гранитообразование и формирование земной коры в докембрии // Ленинград: Недра, 1975.– 416 с.
11. **Синицын А.В.** Принципы тектонического анализа кимберлитовых провинций / Геология и геофизика.– 1992.– №10.– С. 8-12.
12. **Соболев В.С.** Строение верхней мантии и способы образования магмы / Петрология верхней мантии и происхождение алмазов // Новосибирск: Наука, 1989.– С. 181-200.
13. **Сологуб В.Б.** Литосфера Украины // Киев: Наукова думка, 1986.– 184 с.
14. **Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М.** Континентальная кора: ее возраст и эволюция // Москва: Мир, 1988.– 384 с.
15. **Хазгерти С.И.** Алмазоносность Западной Африки: структурное положение и продуктивность кимберлитов // Геология и геофизика.– 1992.– №10.– С. 44-60.

ФЕДОРИШИН Ю.І. Короткий аналіз складу ультраметаморфічних утворень фундаменту древніх платформ у зв'язку з їх алмазоносністю.

РЕЗЮМЕ. Аналіз даних про будову окремих алмазоносних провінцій світу свідчить, що лужна спеціалізація ультраметаморфічних комплексів верхньої частини земної кори має безпосередній зв'язок з потужністю літосфери під нею. Врахування останнього дозволяє розділяти літосферні блоки за перспективами промислової алмазоносності. В межах Українського щита найбільш перспективними є Подільський блок і Кіровоградський мегаблок.

ФЕДОРИШИН Ю.И. Краткий анализ состава ультраметаморфических образований фундамента древних платформ в связи с их алмазоносностью.

РЕЗЮМЕ. Анализ данных о строении отдельных алмазоносных провинций свидетельствует, что щелочная специализация ультраметаморфических комплексов верхней части земной коры имеет непосредственную связь с мощностью литосферы под ней. Учет последнего позволяет разделять литосферные блоки по перспективам промышленной алмазоносности. В границах Украинского щита наиболее перспективными являются Подольский блок и Кировоградский мегаблок.

FEDORYSHYN Yu.I. Brief analysis of ancient platforms basement ultrametamorphic formations composition in connection with their diamond-content.

SUMMARY. Data analysis of separate diamond-content provinces structure shows that alkaline specialization of ultrametamorphic complexes of the Earth crust upper part has direct connection with lithosphere thickness under them. It permits to divide lithosphere blocks according to its industrial diamond-content prospects. The most prospective areas within the limits of the Ukrainian shield are Podolskyi block and Kirovogradskyi megablock.

*Надійшла до редакції 24 березня 2005 р.
Представив до публікації проф. І.С.Паранько.*