

УДК 551.311.231:553.08

МІНЕРАЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДАВНІХ КІР ЗВІТРЮВАННЯ У ЗВ'ЯЗКУ З АЛМАЗОРОЗШУКОВИМИ РОБОТАМИ

М. Зінчук

*Західноякутський науковий центр Академії наук РС(Я),
вул. Леніна, 4/1, 678170 м. Мирний, РФ
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru*

Комплексні дослідження верхньодевонських–нижньокам'яновугільних і середньо-верхньотриасових кір звітрювання на різних породах (теригенно-карбонатні, долерити, туфи, туфогенні утворення, кімберліти) засвідчили, що за умов теплого й вологого клімату утворилися відповідні формації кір звітрювання. Під час короутворення складний багатоконпонентний склад вихідних порід зумовив уповільнене перетворення первинного матеріалу, унаслідок чого формування кір звітрювання здебільшого припинилось на початкових стадіях. Розвиток неповних профілів звітрювання зумовлений, передусім, слабким винесенням з первинних мінералів двовалентних катіонів. Новоутворені фази є діоктаедричними й нерідко зберігають змішаний склад структурних катіонів. Виявлені типоморфні відмінності у складі кожного типу кори звітрювання можна успішно використовувати для вдосконалення методики розшукових робіт на алмази.

Ключові слова: кора звітрювання, теригенно-карбонатні породи, долерити, туфи, туфогенні утворення, кімберліти, розшукові роботи, алмаз.

На давніх платформах світу в алмазоперспективних районах значно поширені давні кори звітрювання (КЗ) на різних породах [1, 5–8, 10, 13, 15, 17], а також відклади, збагачені продуктами їхнього розмивання й перевідкладення за різних фаціальних умов [2, 9–12]. Інтенсивність звітрювання звичайно збільшується з підвищенням температури та збільшенням кількості опадів [15–17]. Важливе значення має також гумусова речовина, якій притаманні кислотні властивості. Потужність КЗ багато в чому залежить від глибини залягання ґрунтових вод. Найпотужніша КЗ формується на вододілах, тоді як інтенсивна денудація елювіальних продуктів відбувається вздовж ерозійної мережі, а на плоских вододілах фіксують мінімальне розмивання за найінтенсивнішого дренажування. Елювіальні продукти зберігаються від розмивання тільки в разі збігу сприятливих чинників і, головню, у заглибленнях давнього рельєфу й тектонічно опущених блоках.

Найдетальніше в алмазоносних регіонах КЗ вивчено в Малоботуобінському, Далдино-Алакитському та Середньомархінському районах Сибірської платформи, де сприятливі палеогеографічні умови для формування звітрілих товщ були протягом D_3-C_1 і T_2-T_3 . Оскільки на описуваній території наприкінці девону відбулося скорочення морського басейну [9–11], то на північному заході та північному сході Тунгуської синеклізи сформувалися прибережні низовинні рівнини, а на півдні як Тунгуської, так і Вілюйської синекліз утворювалися рівнини (з континентальним осадонагромадженням), які розділяли вищі денудаційні плато. Кам'яновугільному періоду активізації загального здійснення

Сибірської платформи передувала епоха відносного спокою, протягом якої диференційованих тектонічних рухів практично не було. Вирівнювання пенепленізованого рельєфу й утворення елювію на вихідних породах відбувалося поступово під час усього періоду формування території; продукти КЗ надходили в корелятивні товщі рівномірно, що зумовлено незначними в цей час змінами тектонічного режиму й палеорельєфу. Тому відклади C_1 Тунгуської синеклізи зачислено до формації давніх кір звітрювання [5, 12]: вони відображають поховану поверхню вирівнювання на межі девону й карбону і по всьому розрізу збагачені продуктами звітрювання. У карбоні загальна картина осадоногоромадження змінилася мало. На території Тунгуської синеклізи в карбоні й пермі поширилися низовинні заболочені рівнини з вугленосними відкладами. Наприкінці пермського періоду в багатьох районах платформи почали вилитися лави й укорінюватися трапи (особливо на початку T_1). До кінця цього періоду досить тривала епоха денудації завершилася пенепленізацією платформи. Регіональна пенепленізація в середньому й пізньому тріасі зумовлена епохою відносного тектонічного спокою, яка передувала юрської активізації Сибірської платформи. Тоді ж формувалася потужна КЗ, причому короутворення, денудація й перевідкладання елювіальних продуктів у корелятивній товщі відбувалися порівняно рівномірно, що зумовлено (як і в пізньому девоні–ранньому карбоні) слабкими змінами палеорельєфу й тектонічного режиму. Тому іреляську світу (рет–гетаг) мезозойського Ангаро–Віллойського прогину, яка найбільше збагачена продуктами перевідкладання КЗ (формація КЗ і продуктів їхнього перевідкладання), уважають відображенням похованої денудаційної поверхні середнього–верхнього тріасу.

У зазначених районах Сибірської платформи, розташованих у межах Якутської алмазозонної провінції (ЯАП), давні КЗ розвинуті на різних породах: нижньопалеозойських теригенно-карбонатних, долеритах, туфах і туфобрекчіях трубчастих тіл, туфогенних утвореннях корвунчанської світи і кімберлітах. Давні КЗ структурно приурочені головно до конседиментаційних палеопідняттяв [6, 8, 10, 12], у межах яких під час формування перекирваних відкладів були умови денудаційних і денудаційно-аккумулятивних рівнин. У конседиментаційних палеопідняттях, що слугували місцями акумуляції перевідкладеного матеріалу КЗ, були несприятливі умови для інтенсивного короутворення. Наприклад, протягом D_3 – C_1 у Малоботуобінському алмазозонному районі порівняно найповніші й потужні (до 15 м) площинні залишкові КЗ на теригенно-карбонатних породах PZ_1 розвивалися на Мирнинському, Улу-Тогінському, Джункунському й Чернишевському палеопідняттях, які облямовували Ботуобінську, Улу-Тогінську, Джункунську й Ахтарандинську западини. В окремих розрізах виявлено верхні горизонти КЗ, які свідчать про формування тут повних профілів.

Подібні палеогеоморфологічні особливості розвитку й розподілу характерні для середньо-пізньотріасових КЗ на аналогічних породах, які в Малоботуобінському районі формувалися у двох різних структурно-формаційних зонах [6, 10, 12], що різко відрізняються за умовами розвитку і збереження елювіальних продуктів. Одна з них охоплює всю північно-західну половину території району і структурно збігається з північно-західним бортом Ангаро–Віллойського накладеного мезозойського прогину, який тривалий період (норій–ранній лейас) був денудаційною поверхнею і тільки у плінсбаський час – денудаційно-аккумулятивною. Тут до початку короутворення були розвинуті верхньопалеозойські теригенно-вулканогенні відклади, а також породи трапової формації (долерити, туфи й туфогенні утворення) T_1 . Тільки у смузі завширшки близько 25–30 км

уздовж бровки північно-західного борту Ангаро-Вілюйського прогину тоді відслонувались теригенно-карбонатні породи PZ_3 , які зазнавали інтенсивного короутворення.

Друга структурно-формаційна зона – південно-східна ділянка району, що збігається з центральною частиною Ангаро-Вілюйського прогину. Тут у середньому й пізньому тріасі відслонувались теригенно-карбонатні породи PZ_1 . У зоні були несприятливі умови для інтенсивного короутворення. Під час звітрювання зруйнований матеріал субстрату зносився у знижені ділянки центральної частини прогину. Можливо, лише на невеликих підняттях у прогині КЗ могла досягати значної потужності.

У Далдино-Алакитському районі також виявлено приуроченість КЗ до палеопідняття та їхніх схилів. Зокрема, поля розвитку площинних залишкових КЗ на теригенно-карбонатних породах O й S тяжіють до Чукук-Мархінського і Верхньоалакитського підняття та їхніх схилів, причому на схилах наявні фрагменти порівняно потужніших і ширших (за площею) елювіальних товщ, а в найближчих депресіях зафіксовано акумуляцію продуктів їхнього перевідкладання. Аналіз розрізів КЗ на трапах потужністю до 15 м засвідчує, що тут під час середнього–пізнього тріасу також були сприятливі умови для інтенсивного короутворення.

У пізньодевонський-ранньокарбонівий час на більшій частині Непсько-Ботуобінської й Анабарської антеклиз та їхніх схилів, а також майже на всій площі Малоботуобінського й Далдино-Алакитського алмазоносних районів звітрювання зазнавали повсюдно відслонені *теригенно-карбонатні породи* PZ_1 . У середньо-пізньотріасовий час короутворення на цих породах відбувалося тільки в південно-східній частині Малоботуобінського району. Завдяки значно більшому ерозійному зрізу порід у допізньопалеозойський час, ніж у доранньоюрській, збереженість середньо-пізньотріасових КЗ виявилась тут значно ліпшою, ніж пізньодевонських–ранньокарбонівих.

Загалом такі КЗ разом з перекривними відкладами фіксують поверхню останніх циклів денудації цих двох глобальних і тривалих епох звітрювання, які привели до формування різновікових формацій КЗ і продуктів їхнього перевідкладання. Комплексні дослідження багатьох профілів звітрювання цих порід засвідчили, що, незважаючи на різний вік, умови формування і збереженості КЗ, є спільні їхні властивості і мінеральний склад. У легкій фракції продуктів КЗ теригенно-карбонатних порід підвищені концентрації напівобкатаних і обкатаних зерен кварцу й халцедону, а також кутастих уламків опалу. Тут виявлено і підвищений, порівняно з іншими звітрілими товщами, вміст плагіоклазів (альбіт, олігоклаз) та санідину, які у верхніх горизонтах розрізів найчастіше регенеровані і змінені. Зерна плагіоклазів звичайно мають неправильну форму зі згладженими кутами. Слабко звітрілим теригенно-карбонатним породам притаманна також наявність вторинних сульфатних мінералів – алюмініту, паралюмініту, базалюмініту, ярозиту тощо. Для важкої фракції досить характерні напівобкатані й обкатані зерна апатиту, альмандину, турмаліну, циркону, епідоту, а також підвищені концентрації аутигенного піриту, сидериту, бариту й ярозиту. В окремих розрізах відшукали поодинокі пластинчасті уламки хлоритоїду, бруситу, муасаніту, яких не виявлено в КЗ інших типів. Наявний у теригенно-карбонатних породах триоктаедричний і переважно ранньокатагенетичний тонкодисперсний хлорит, який формує в породах цемент, у зоні гіпергенезу швидко розкладається. Тому пелітоморфні продукти звітрювання цих порід представлені винятково діоктаедричними мінералами. На найранішій стадії звітрювання це первинні мінерали (гідрослюди і змішаношарувата фаза монтморилоніт–гідрослюда), а на пізніших стадіях – і вторинні мінерали (типу каолініту). Особливістю глинистої складо-

вої КЗ теригенно-карбонатних порід, незалежно від часу їхнього формування, є повсюдно наявність у її складі діоктаедричної гідрослюди $2M_1$ з Al і Fe^{3+} в октаедричних позиціях. Досить характерним мінералом у продуктах звітрювання цих порід є монтморилоніт-гідрослюдиште змішаношарувате утворення з різною тенденцією до впорядкованості.

Аналіз варіаційних LM/OK-діаграм, побудованих за запропонованою нами разом з В. Хітровим та Д. Котельниковим методикою [17], засвідчує, що звітрювання теригенно-карбонатних порід різко відрізняється від характеру змін за гіпергенних умов магматичних порід регіону (долеритів, туфів і туфогенних утворень, а також кімберлітів). Вектор перетворення теригенно-карбонатних порід спрямований безпосередньо до поля каолініту, що загалом відповідає відомій закономірності його утворення під час звітрювання кислих і близьких до них за хімічним складом осадових порід. Цей висновок цілком підтверджують наші дані про закономірний розвиток каолініту в найповніших профілях КЗ теригенно-карбонатних порід.

З урахуванням спільних рис речовинного складу продуктів звітрювання *порід трапової формації (туфи, туфогенні утворення й долерити)* доцільно аналізувати їхні мінерало-геохімічні особливості разом, акцентуючи увагу не тільки на відмінних рисах складу і характеристикі первинних мінералів, а й на деяких аспектах будови і кристалічної структури, які відображають типоморфні ознаки елювіальних продуктів. Характерними мінералами легкої фракції звітрілих порід трапової формації є по-різному змінені плагіоклази (від андезину до бітовніту) і гейландит. Догори за розрізом у породах звичайно збільшується вміст олігоклазу, що пов'язано з меншою стійкістю середніх і основних плагіоклазів. У слабо змінених зернах плагіоклазів часто фіксують полісинтетичні двійники. Гейландит у породі представлений дрібними кутастими пластинчастими уламками неправильної форми. Досить характерні для КЗ туфів і туфогенних порід виділення алофану. Типоморфним мінералом важкої фракції є ільменіт [8, 10, 17]. У корі звітрювання долеритів звичайно домінують товстотаблитчасті й пластинчасті його кристали з добре розвинутими гранями та кутасті уламки з реліктами огранювання. У КЗ туфів і туфогенних порід зерна ільменіту звичайно неправильної форми зі згладженими краями, рідше – гострокутні уламки. Для звітрілих порід трапової формації досить характерна концентрація амфіболів, клінопіроксенів, епідоту, кліноцоїзиту, цоїзиту, турмаліну, циркону, кіаніту й вулканічного скла. Серед важких аутигенних мінералів різко переважають різноманітні виділення гідроксидів заліза, що надає породам буруватого забарвлення.

Серед глинистих мінералів слабо змінених долеритів переважає Mg- Fe^{3+} -монтморилоніт [3], який асоціює з вермикулітом. Обидві фази сегреговані одна від одної, структурно це механічна суміш. З появою у верхніх частинах найповніших змінених профілів звітрювання пакетів монтморилоніту в межах усього об'єму кристалів мікроблоки вермикуліту розпадаються на окремі шари, які (незважаючи на супровідну суттєву діоктаедризацію) зберігають реліктову структуру мінералу [3, 4]. Такі шари неупорядковано чергуються з пакетами, що розбухають, і утворюють змішаношарувату фазу, наявність якої в продуктах звітрювання основних порід (завдяки іншій природі пакетів, що чергуються) є їхньою типоморфною ознакою. У разі різкого зменшення кількості вермикулітових пакетів у структурі змішаношаруватого утворення воно (з одночасним різким збільшенням кількості дефектів у структурі) шораз більше наближається до діоктаедричного типу, що також супроводжується посиленням ролі Al в октаедричних позиціях структури цієї фази. Такому змішаношаруватому утворенню притаманне безладне

накладання шарів у структурі та знижені значення параметра b (0,894–0,896 нм) елементарної комірки. Воно також слабо розбухає з гліцерином після насичення K , що свідчить про порівняно високий заряд шарів структури.

Аналіз варіаційних LM/ОК-діаграм засвідчив [17], що, незважаючи на певні відмінності вихідних порід основного складу, продукти їхнього звітрювання за хімізмом на описуваній стадії гіпергенного перетворення мають тенденцію до зближення. Вектори звітрювання основних порід досліджених алмазоносних районів Сибірської платформи напрямлені до поля бокситів, оскільки під час їхнього звітрювання утворюються гідроксиди алюмінію. У цьому разі відбувається значний перерозподіл Si й винесення його надлишку та Fe зі структури первинних мінералів, що зумовлює первинний розвиток каолініту в середніх частинах найбільш змінених профілів, а в окремих трубкових тілах туфогенних порід – і гібситу.

Для виявлення закономірностей перетворення *кімберлітів* та визначення типоморфних особливостей продуктів їхнього звітрювання виконано порівняльне комплексне дослідження профілів звітрювання Сибірської, Східноєвропейської платформ і Гвінеї [4–7, 18]. Виявилось, що в легких фракціях утворень КЗ кімберлітових порід повсюдно наявні блідо-оливкові й жовтувато-зелені лусочки флогопіту і продуктів його зміни (хлорит, вермикуліт), уламки серпентину, а також глинисто-карбонатні агрегати, складені головно сумішшю глинистих мінералів, кальциту й доломіту. В інтенсивно хімічно змінених продуктах звітрювання кімберлітів збільшується кількість піропу, кородованого за кубоїдним типом [2, 16–18]. Нерідкісними є зерна піропу з білястою “сорочкою”, що характерна для давніх розсипищ району. І в щільних, і у звітрілих кімберлітах часті піропи з келіфітовою облямівкою. Фіксують різноманітні сліди зміни (залежно від ступеня звітрювання кімберлітів) олівіну аж до його цілковитої серпентинізації, піроксенів, хромшпінелідів та пікроільменіту.

У глинистій складовій продуктів звітрювання кімберлітів, крім наявних у легкій фракції серпентину, хлориту й вермикуліту, є також монтморилоніт, гідрослюда і змішаношарувата фаза монтморилоніт–гідрослюда. Згідно зі значенням параметра b (0,893 нм), в октаедричних сітках структури мінералів, що розбухають, містяться головно Fe^{3+} і Al . У нижній і середній частині КЗ кімберлітів зазначена змішаношарувата фаза має тенденцію до впорядкованого чергування пакетів. Догори за профілем у ній з’являються чіткі елементи розупорядкування структури, у лабільних проміжках (як і в монтморилоніті) переважають Mg і Ca . У фракції до 0,001 мм слабо змінених кімберлітів (головно зона дезінтеграції) серпентин представлений пластинчастою відміною, структура якої складена з шарів типу A і B [3, 7]. Мінерал зберігається аж до самих верхів профілів звітрювання, де, однак, представлений лише політипом A . Частинкам новоутвореного політипу A спочатку притаманна округла глобулярна форма; розмір глобул – до 0,5 мкм. Подекуди глобули формувалися на гострих гранях інших мінералів. Вони зчленовані у витягнуті червоподібні зростки завдовжки декілька мікрометрів. Догори за розрізом розмір частинок новоутвореного серпентину та його зростків звичайно збільшується. З наведеного випливає, що виділення серпентину в породах, не охоплених звітрюванням, морфологічно суттєво відрізняються від його форм у продуктах гіпергенної зміни кімберлітів і споріднених утворень. Напрямок вектора звітрювання кімберлітів на варіаційній LM-ОК-діаграмі [6, 12, 17] є проміжним між полем теригенно-карбонатних порід і утворень основного складу, тобто в продуктах їхнього звітрювання з однаковою вірогідністю можуть формуватись як оксиди, так і каолініт. Наявність притаманного кімберлітовій

слюді політипу 1M (менш стійкий під час звітрювання) зумовлює порівняно швидше накопичення Al в продуктах діоктаедризації, ніж звітрювання слюди 2M₁ у теригенно-карбонатних породах.

Тривалість періодів короутворення, яке відбувалося за теплого вологого клімату й порівняно хорошого дренажу території, суттєво впливає на потужність елювіальних товщ і на кількість алмазів, що вивільняється з цих товщ під час їхнього утворення, або безпосередньо на кімберлітах, або в продуктах їхнього ближнього перевідкладання у вторинних колекторах. Оцінюючи з таких позицій викладені вище дані про давні КЗ головних алмазоносних районів Сибірської платформи загалом та найбагатших на алмази Малоботуобінського й Далдино-Алакитського районів, можна дійти висновку, що в пізньодевонський–ранньокарбоновий та середньо-пізньотріасовий час тут були сприятливі умови для інтенсивного короутворення. Про це свідчать, передусім, збережені від розмивання потужні КЗ з високозрілими верхніми горизонтами. Безпосередньо в КЗ розсипища алмазу формуються тільки над кімберлітовими трубками, що зумовлює обмежений розмір розсипищ [6, 12]. На інших породах розсипища не утворюються, за винятком випадків, коли субстратом є вторинні колектори алмазу (наприклад, відклади PZ₃). Тому важливе значення має з'ясування умов розмивання й перевідкладання продуктів КЗ під час нагромадження верхньопалеозойських і мезозойських відкладів.

Ми детально вивчили їх у межах Малоботуобінського району, де вони значно поширені. Виявилось таке: якщо формування цих відкладів (передусім грубоуламкових горизонтів) відбувалось за умов нагромадження делювіально-пролювіальних, пролювіально-алювіальних та озерних фацій (тобто завдяки головно ближньому знесенню місцевого матеріалу), то поблизу кімберлітових тіл з'являлися розсипища алмазу. У разі інтенсивного привнесення “чужого” теригенного матеріалу розвиток алювіальних фацій відбувався під час розмивання КЗ на кімберлітах, що приводило до винесення збагачених алмазами продуктів за межі локальних ділянок і сильного їх розубожування “транзитним” неалмазоносним алювієм. За таких умов формування алмазних розсипищ ставало практично неможливим. Перевідкладання продуктів звітрювання поблизу областей денудації та нагромадження їх головно в прісноводних континентальних водоймах, а також невелика потужність сформованих осадових товщ і незначні їхні занурення зумовили слабкий гідрохімічний вплив середовища на алотигенні мінерали та відсутність накладених на них процесів катагенетичного перетворення. Такі умови привели до того, що глинисті мінерали (пов'язані головно з процесами перевідкладання різних продуктів звітрювання) верхньопалеозойських і мезозойських осадових товщ головних алмазоносних районів Сибірської платформи певним чином успадковують структури і кристалохімічні особливості мінералів з елювіальних товщ. Це дає змогу використовувати наведені типоморфні ознаки однотипних мінералів легкої, важкої та глинистої фракцій і геохімічні особливості звітрілих порід для ідентифікації в осадових товщах продуктів, що надійшли з різних джерел знесення і пов'язаних з гіпергенними змінами порід різного хімічного й мінералогічного складу.

Протягом *пізнього палеозою* в Малоботуобінському районі (північно-східний борт Тунгуської синеклізи) успадковане й некомпенсоване опускання окремих ділянок привело до утворення низки конседиментаційних депресій: Ахтарандинської (на заході), Улахан-Ботуобінської (охоплює нижню течію р. Велика Ботуобія) та Кюеляської (верхів'я р. Кюелях). Між цими депресіями розташовані ділянки, які опускалися порівняно уповільнено. Зокрема, на заході району розташоване Чернишевське підняття, а в місці

Улу-Тогінської петлі р. Вілюй – Улу-Тогінське. Усе це зумовило формування в межах підняттяв та їхніх схилів осадових, збагачених місцевим матеріалом, а в депресіях – головню “чужим”. Зазначимо, що в районі поки не виявили кімберлітові трубки, перекриті верхньопалеозойськими відкладами, проте знахідки в базальних горизонтах цих підняттяв помітних концентрацій алмазу та індикаторних мінералів кімберлітів дають підстави припускати наявність тут ще не відкритих корінних джерел. У пізньодевонський–ранньокарбонів час такі кімберлітові діатреми зазнали ерозії, а з вивільненого унаслідок звітрювання кімберлітового матеріалу формувалися розсипища різного генетичного типу.

Найголовнішими утвореннями верхнього палеозою Малоботуобінського району, у формуванні яких важливу роль відіграли пізньодевонські–ранньокарбонів КЗ, є породи лапчанської (P_1l), ботуобінської (P_1bt) та борулоїської (P_2br) світів. Переважання в базальних горизонтах *лапчанської світи* великоуламкового матеріалу з місцевих джерел знесення (вапняки, вапнисті пісковики, доломіти й ін.), польовошпат-кварцовий (нерідко до кварцового) склад легкої фракції та збіднений комплекс мінералів важкої фракції (переважають аутигенні різновиди) свідчать про переважання у складі порід світів матеріалу перевідкладеної КЗ на теригенно-карбонатних породах. У нижніх горизонтах розрізів світів, які безпосередньо залягають на КЗ теригенно-карбонатних порід, зафіксовано [6, 10–12] максимальну концентрацію каолініту й діоктаедричної гідрослюди $2M_1$. Однак трапляються випадки, коли в пробах з нижніх базальних горизонтів цих товщ такої гідрослюди нема взагалі, що засвідчує нерівномірність розподілу звітрілого матеріалу описуваного типу. Пелітовій складовій притаманна також підвищена концентрація Mg-Fe-хлориту, який за структурно-морфологічними особливостями близький до виявленого в КЗ теригенно-карбонатних порід. Цей факт, а також вміст і склад грубоуламкового матеріалу, як і мінеральні парагенезиси легкої, важкої та глинистої фракцій, дають змогу зробити висновок, що в період формування осадових лапчанської світи в них переважали продукти перевідкладання КЗ теригенно-карбонатних порід PZ_1 та кластичних утворень PZ_2 . Значно меншу роль відігравали звітрілі продукти основного й ультраосновного складу.

У грубоуламковому комплексі утворень *ботуобінської світи* зафіксовано підвищений (до 60 %) вміст гальки кварцитів. Уламковий матеріал у базальних горизонтах світів звичайно відсортований погано. Як і в лапчанській світі, у них нема чітких закономірностей розподілу найголовніших мінералів легкої, важкої та глинистої фракцій, що свідчить про нерівномірний розподіл тут матеріалу давніх КЗ. Головні породотворювальні мінерали ботуобінської світи – кварц і польові шпати. Достатньо типові мінерали групи епідоту, серед яких, на відміну від лапчанської світи, переважає власне епідот. Окремі прошки збагачені лускуватими виділеннями біотиту, лепідомелану, мусковіту і хлориту. У важкій фракції наявні по-різному обкатані зерна циркону, турмаліну й апатиту. У нижніх горизонтах ботуобінської світи, на відміну від лапчанської, зростає концентрація монтморилоніту, невпорядкованих монтморилоніт-гідрослюдицих і вермикуліт-монтморилонітових змішаношаруватих утворень, що свідчить про збільшення тут ролі продуктів звітрювання порід основного й ультраосновного складу та зменшення – продуктів звітрювання теригенно-карбонатних порід. Доказом цього є також порівняно менші концентрації діоктаедричної гідрослюди $2M_1$ і каолініту з порівняно впорядкованою структурою. Подекуди фіксують достатньо високий вміст каолініту по всьому розрізу світів, що пов'язано з надходженням мінералу з верхніх горизонтів КЗ на породах трапової формації.

У грубоуламковому матеріалі *борулоїської світи* дещо зростає вміст уламків кварцу. Головна відмінність порід цієї світи від підстильних карбон-пермських відкладів – широкій розвиток слюдистих мінералів – біотиту, мусковіту й лепідомелану. Постійно наявні мінерали групи епідоту. Зафіксовано також відмінності в мінеральному складі базальних горизонтів у розрізі загалом. Зокрема, в базальному горизонті нема слюд і хлориту, а вміст ільменіту, лейкоксену й іноді альмандину підвищений. У пелітовій складовій переважають монтморилоніт, невпорядковані змішаношаруваті утворення типу монтморилоніт–гідрослюда і вермикуліт–монтморилоніт, а в проникних породах (пісковиках і алевролітах) заплавних і озерно-болотних фацій – і каолініт. Вміст гідрослюда і хлориту зменшується. Аналіз особливостей мінерального складу відкладів *борулоїської світи* дає підстави для висновку, що на їхнє формування впливали головню продукти звітрювання основних порід PZ_2 . Вплив звітрілих товщ теригенно-карбонатних порід PZ_1 , які до того часу вже були значно перекрыті відкладами лапчанської й ботубінської світ, був другорядним. Зазначимо, що деякі виявлені в *борулоїській світі* мінерали легкої, важкої та глинистої фракцій можуть бути пов'язані з перемиванням і перевідкладанням порід середньо-верхньокарбонного й нижньопермського віку. Це стосується незначної частини монтморилоніту і змішаношаруватих утворень, які з ним асоціюють.

Протягом *мезозойського часу* в межах більшої частини Малоботубінського району, яка територіально збігається з Ангаро-Вілюйським прогином, існували, як зазначено вище, дві структурно-формаційні зони. Ці зони мали специфічні особливості будови, які наклали певний відбиток на осади, що формувалися. Матеріал давніх КЗ потрапляв у басейн седиментації в період формування тут континентальних відкладів іреляської (T_3 – J_{1ir}) й укугутської (J_{1uk}) світ, а також прибережно-морських відкладів плінсбахського (J_{1p}) і тоарського (J_{1t}) ярусів.

Псефітові породи *іреляської світи* представлені [9] гравелітами, конгломератами, брекчіями, а також пухкими гальково-щебенистими відкладами. В основі розрізу вони звичайно утворюють лінзи і прошарки, а за розрізом фіксують тільки розсіяні гальку та гравій. Прошарки грубоуламкових порід найбільшої потужності виявлено в нижній товщі іреляської світи в межах приосьової частини Ангаро-Вілюйського прогину; до 80 % уламкового матеріалу тут представлено порівняно добре обкатаними частинками різноманітних гірських порід – метаморфічних, кислих, середніх, лужних магматичних, які є “чужими” для району. Уламки місцевих порід (по-різному змінні теригенно-карбонатні породи PZ_1 і трапи) обкатані слабо. Значно поширені псаміти, представлені грауваковими аркозами, польовошпат-кварцовими і кварц-польовошпатовими грауваками. Чисто алевритові й глинисті породи у розрізах приосьової частини прогину порівняно рідкісні. Петрографічний склад великоуламкового матеріалу в іреляській світі цієї частини прогину і дані пофракційних мінералогічних досліджень свідчать про незначну концентрацію тут продуктів перемивання й перевідкладання давніх КЗ. Для іреляських відкладів уздовж зазначеної смуги Ангаро-Вілюйського прогину характерний розвиток глин з прошарками тонкозернистих пісків і алевритів. Повніші розрізи світи збереглися в Іреляській та Мачобінській депресіях. Стратотипом іреляських відкладів описуваного району є розрізи давнього розсипища, розташованого в локальній западині на борту Іреляської мезозойської депресії. Підвищену концентрацію продуктів перевідкладання давніх КЗ виявлено в нижніх горизонтах світи. Звичайно в таких ділянках збільшується крупність піску і з'являється домішка галькового та гравійного матеріалу. Нерідко в

нижній частині розрізу трапляються брили й щебінь по-різному звітрилих теригенно-карбонатних порід PZ_1 , а також значні концентрації піропу й пікроільменіту. Догори за розрізом вміст звітрилого матеріалу різко зменшується. Зафіксовано нерівномірний розподіл і звітрилого матеріалу кімберлітів, а також різну дальність його перенесення, що підтверджено такими фактами: різні морфологічні особливості індикаторних мінералів кімберлітів і власне алмазів; наявність тут деяких вторинних мінералів [6, 7, 12], притаманних кімберлітам – Fe-Mg-хлориту, вермикуліту і серпентину політипної модифікації А. Про незначне перенесення цих мінералів свідчать їхні структурно-морфологічні особливості та приуроченість до іреляських алмазоносних розсипищ Малоботуобінського району, сформованих поблизу корінних родовищ.

Що ж до відкладів *укугутської світи*, то в них концентрація продуктів перевідкладення давніх КЗ загалом незначна. Нижні горизонти світи складені достатньо потужною товщею конгломератів, гальковий матеріал яких представлений різноманітними виверженими, метаморфічними й осадовими породами, причому 90 % з них – чужі для району. У депресіях трапового плато (північно-західний борт прогину) відклади укугутської світи більше збагачені продуктами перевідкладення давніх КЗ, ніж у центральній частині прогину, однак містять їх значно менше, ніж іреляські породи. У відкладах укугутської світи північно-західного борту прогину розвинуті гравеліти, які відрізняються від іреляських більшою грубозернистістю та іншим складом уламків, серед яких нема пелітизованих ефузивів. В укугутських відкладах помітно більше гравійних зерен кварцу і польових шпатів – ортоклазу й мікрокліну. Досить характерні для них піщані утворення. На відміну від іреляської світи, тут з'являються інтенсивно хлоритизовані уламки ефузивів або туфів з реліктовими порфіровими і кристаловітрокластичними структурами. Глинисті й алевритові породи трапляються порівняно зрідка і звичайно залягають у вигляді окремих прошарків у різних частинах вивченої території. Іноді в розрізі фіксують тонке перешарування алевролітів, глин і дрібнозернистих піщаних порід, а в алевритах – дрібні частинки хлоритизованих порід, які за формою і структурою нагадують пелітизовані уламки, виявлені в іреляській світі, проте відрізняються від них значними концентраціями хлориту й, відповідно, інтенсивним зеленим кольором. Загалом результати комплексного вивчення речовинного складу укугутських відкладів засвідчують, що вони слабко збагачені продуктами перевідкладення КЗ. Тільки в локальних депресіях північно-західного борту прогину в разі безпосереднього залягання відкладів на КЗ теригенно-карбонатних порід і трапів у нижніх горизонтах світи зростає концентрація алотигенних глинистих мінералів, пов'язаних зі звітрюванням зазначених порід.

У відкладах *плінсбаського ярусу* великоуламкові породи поширені обмежено. Їхній петрографічний склад менш різноманітний, ніж в укугутській світі, і звичайно тісно пов'язаний зі складом місцевих порід. Достатньо розвинені у плінсбаських відкладах псамітові утворення (головно аркозова й граувакова групи), що характерно і для аналогічних порід *тоарського ярусу*. Від аналогічних утворень укугутської світи відклади обох ярусів відрізняються більшим вмістом літоїдних уламків і частково – їхнім складом. Алевроліти плінсбаського ярусу нерідко перешаровані з піщаними утвореннями (алевро-піщанистий ритмоліт). Звичайно вони погано сортовані, мають поліміктовий склад і підвищену вуглистість. У таких алевритах багато хлоритизованих уламків слюд і продуктів їхньої зміни – хлоритів. Характерні для тоарських відкладів алевритові породи відрізняються значною крупністю частинок, суттєвою домішкою глинистої речовини

та помітно меншим вмістом слюд і уламків незмінених порід. Відкладам обох ярусів загалом не властива висока концентрація продуктів звітрювання інших порід, про що свідчать особливості речовинного складу цих товщ, зокрема, незначна домішка в них алотигенних глинистих мінералів. Під час формування цих відкладів невелику роль відігравали лише продукти давніх КЗ основних порід, доказом чого є наявність у пелітової складовій алотигенного монтморилоніту і змішаношаруватих утворень, характерних для цього типу звітрилих порід.

Отже, виконані дослідження дають змогу зробити висновок, що протягом пізньо-девонського–ранньокарбонового та середньо–пізньотріасового часу активно розвивалися процеси короутворення, які відбувалися за умов теплого вологого клімату. Як наслідок, утворилися відповідні формації кір звітрювання. Складний багатокомпонентний склад вихідних порід у давніх КЗ Сибірської платформи (за винятком теригенно-карбонатних утворень), які містили ді- і триоктаедричні мінерали з три- і двовалентними породоутворювальними елементами, зумовив уповільнене перетворення первинного матеріалу. Тому формування розривів КЗ часто припинялось на початкових стадіях. Розвиток неповних профілів звітрювання пов'язаний, передусім, зі слабким винесенням із первинних мінералів двовалентних катіонів. Завдяки цьому новоутворені фази були діоктаедричними і нерідко зберігали змішаний склад структурних катіонів.

У продуктах звітрювання переважає пелітова складова. Найважливіші типоморфні ознаки глинистих утворень у досліджених КЗ такі:

- повсюдна наявність діоктаедричної гідрослюди $2M_1$ у КЗ теригенно-карбонатних порід та її постійна асоціація у найбільш зрілих профілях з каолінітом, якому притаманна порівняно найбільш упорядкована структура, ніж у мінералі, що утворився з інших порід;
- повсюдна наявність у розрізах КЗ порід трапової формації (долерити, туфи й туфогенні утворення) ді- і триоктаедричного монтморилоніту, невпорядкованого змішаношаруватого утворення вермикуліт–монтморилоніт та по-різному невпорядкованого каолініту, який у КЗ туфогенних порід асоціює з галузитом, за цілковитої відсутності в продуктах звітрювання слюдopodobних мінералів;
- наявність у КЗ кімберлітів разом з полікатіонним монтморилонітом значної кількості триоктаедричного хлориту (пакети δ' і δ), серпентину (структурні типи *A* і *B*), інтенсивно зміненого флогопіту і пов'язаної з ними гідрослюди $1M$.

У вивчених КЗ змішаношаруватим утворенням (залежно від природи вихідних мінералів, з яких вони виникали) притаманні різні види перешарування пакетів та неоднаковий хімічний склад в одному й тому ж типі зазначених фаз, що є їхньою важливою типоморфною ознакою. Зокрема, змішаношаруваті утворення вермикуліт–монтморилоніт поширені в породах, де нема мінералів слюдopodobного типу, а з триповерхових різновидів трапляється головно вермикуліт. Змішаношаруваті утворення монтморилоніт–гідрослюда приурочені до порід, які містять мінерали триповерхового типу з калієм у міжшарових проміжках, тобто типово слюдистого типу. Зазначена змішаношарувата фаза в КЗ кімберлітів за кристалохімічними особливостями суттєво відрізняється від аналогічної у змінених теригенно-карбонатних породах. Це пов'язано з іншою природою та іншим хімізмом вихідного матеріалу, з якого в кімберлітах формувалося зазначене утворення (а воно представлене продуктами діоктаедризації флогопіту і його наступної деградації, що зумовило притаманний цим продуктам високий негативний міжшаровий заряд, успадкований від первинної слюдистої структури). Отже, змішано-

шаруватій фазі властива специфічна неоднорідність пакетів, що її утворюють. Такі її особливості є важливою ознакою продуктів звітрянання кімберлітів.

Виявлені типоморфні відмінності у складі кожного типу КЗ можна успішно використовувати під час удосконалення методики розшукових робіт на алмази.

1. Домбровская Ж. В. Палеогеновая кора выветривания Центрального Прибайкалья / Ж. В. Домбровская. – М. : Наука, 1973. – 155 с.
2. Закономерности изменения мантийных минералов в коре выветривания кимберлитов / В. П. Афанасьев, Н. Н. Зинчук, А. Д. Харьков, В. Н. Соколов // Минерагеня зоны гипергенеза. – М. : Наука, 1980. – С. 45–54.
3. Звягин Б. Б. Электронография и структурная кристаллография глинистых минералов / Б. Б. Звягин. – М. : Недра, 1964. – 280 с.
4. Зинчук Н. Н. Распределение вторичных минералов в кимберлитовых породах Якутии / Н. Н. Зинчук // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1990. – № 5. – С. 70–83.
5. Зинчук Н. Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ / Н. Н. Зинчук // Геология и геофизика. – 1992. – № 7. – С. 99–109.
6. Зинчук Н. Н. Кору выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы / Н. Н. Зинчук. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 1994. – 240 с.
7. Зинчук Н. Н. Постмагматические минералы кимберлитов / Н. Н. Зинчук. – М. : Недра, 2000. – 538 с.
8. Зинчук Н. Н. Средне-позднетриасовые коры выветривания северо-восточной части Ангаро-Виллюйского прогиба / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис // Сов. геология. – 1980. – № 4. – С. 113–125.
9. Зинчук Н. Н. Обогащенность продуктами выветривания мезозойских отложений Ангаро-Виллюйского прогиба / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис // Сов. геология. – 1981. – № 7. – С. 100–108.
10. Зинчук Н. Н. Доверхнепалеозойские коры выветривания восточного борта Тунгусской синеклизы / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис // Геология и геофизика. – 1981. – № 5. – С. 38–46.
11. Зинчук Н. Н. О концентрации продуктов переотложения кор выветривания в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борта Тунгусской синеклизы / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис // Геология и геофизика. – 1981. – № 8. – С. 22–29.
12. Зинчук Н. Н. Древние коры выветривания и поиски алмазных месторождений / Н. Н. Зинчук, Д. Д. Котельников, Е. И. Борис. – М. : Недра, 1983. – 196 с.
13. Кору выветривания Сибири. Книга 2. Формация кор выветривания Сибирской платформы // [Под ред. Ю. П. Казанского и В. П. Казаринова]. – М. : Недра, 1979. – 249 с.
14. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза / Ю. Л. Орлов. – М. : Наука, 1984. – 264 с.
15. Петров В. П. Основы учения о древних корах выветривания / В. П. Петров. – М. : Недра, 1967. – 343 с.
16. Харьков А. Д. Коренные месторождения алмазов Мира / А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М. : Недра, 1998. – 556 с.
17. Хитров В. Г. Закономерности изменения химического состава пород в зоне гипергенеза / В. Г. Хитров, Н. Н. Зинчук, Д. Д. Котельников // Гипергенез и рудообразование. – М. : Наука, 1988. – С. 15–28.

18. Шамшина Э. А. Коры выветривания кимберлитовых пород Якутии / Э. А. Шамшина. – Новосибирск : Наука, 1979. – 150 с.

*Стаття: надійшла до редакції 12.08.2014
прийнята до друку 24.09.2014*

MINERALOGICAL FEATURES OF ANCIENT CRUSTS OF WEATHERING IN CONNECTION WITH DIAMOND PROSPECTING WORKS

M. Zinchuk

*West-Yakut Scientific Centre of the Sakha (Yakutia) Republic Academy of Sciences,
4/1, Lenin St., 678170 Myrnyi, RF
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru*

Complex researches of Late Devonian–Early Carboniferous and Middle–Late Triassic crusts of weathering on various rocks (terrigenous-carbonate formations, dolerites, tuffs, tuffaceous formations and kimberlites) indicates that corresponding formations of crusts of weathering have been generated under conditions of warm humid climate. Complicated multicomponent composition of primary rocks conditioned slow transformation of initial material during crust formation, whereby formation of crusts of weathering has been suspended often at starting stages. Incomplete development of profiles of weathering has been caused primarily by small removal of divalent cations from the primary minerals. Newly arising phases are dioctahedral and quite often preserve mixed constitution of structural cations. Established typomorphic differences in composition of each type of crust of weathering may be successfully used when upgrading technique of diamond prospecting works.

Key words: crust of weathering, terrigenous-carbonate rocks, dolerites, tuffs, tuffaceous formations, kimberlites, prospecting works, diamond.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВНИХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ В СВЯЗИ С АЛМАЗОПОИСКОВЫМИ РАБОТАМИ

Н. Зинчук

*Западно-Якутский научный центр Академии наук РС(Я),
ул. Ленина, 4/1, 678170 г. Мирный, РФ
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru*

Комплексные исследования позднедевонских–раннекаменноугольных и средне-поздне-триасовых кор выветривания на различных породах (терригенно-карбонатные, долериты, туфы, туфогенные образования и кимберлиты) показали, что в условиях теплого влажного климата образовывались соответствующие формации кор выветривания. Сложный многокомпонентный состав исходных пород обусловил во время корообразования замедленное

преобразование первичного материала, в результате чего формирование кор выветривания приостановилось зачастую на начальных стадиях. Развитие неполных профилей выветривания обусловлено, прежде всего, слабым выносом двухвалентных катионов из первичных минералов. Вновь возникающие фазы являются диоктаэдрическими и нередко сохраняют смешанный состав структурных катионов. Установленные типоморфные различия в составе каждого типа коры выветривания можно успешно использовать при совершенствовании методики поисковых работ на алмазы.

Ключевые слова: кора выветривания, терригенно-карбонатные породы, долериты, туфы, туфогенные образования, кимберлиты, поисковые работы, алмаз.